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 28me SESSION

BOULOGNE-SUR-MER

— 1899 —

SECONDE PARTIE

NOTES ET MÉMOIRES

PARIS

AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION

28, rue Serpente (Hôtel des Sociétés savantes)

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

), boulevard Saint-Germain.

—

1900

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

NOTES ET MÉMOIRES

M. FONTANEAU

Ancien Officier de marine, à Limoges.

SUR L'INTÉGRATION DES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES DE L'HYDRODYNAMIQUE

[S 2 a]

— *Séance du 15 septembre* —

Je me propose de coordonner les réflexions que m'a suggérées l'examen des équations différentielles de l'hydrodynamique. Leur intégration serait d'une grande importance pour le progrès à venir de la théorie des fluides en mouvement et ce calcul est indispensable si l'on veut enfin s'affranchir de l'obligation d'employer, suivant les expressions de Lagrange, même dans les problèmes les plus simples, des méthodes particulières et fondées sur des hypothèses très limitées. J'exposerai, à la faveur d'exemples convenablement choisis, l'application du procédé général que j'ai proposé pour résoudre cette question et j'insisterai à l'occasion, sur les facilités qui en résultent pour l'explication des phénomènes que présente le mouvement des fluides, dans des vases ou dans des canaux.

1. — Je commence par exposer les formules essentielles de la transformation des coordonnées curvilignes. D'après celles que j'ai déjà employées, on a les identités suivantes dont la vérification est d'ailleurs immédiate :

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned}
\frac{d\alpha}{dx} &= \left(\frac{d\alpha_2}{dx}+\frac{d\alpha_2}{dy}+\frac{d\alpha_2}{dz}\right)\frac{dx}{d\alpha}+\left(\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dx}+\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\beta}{dz}\right)\frac{dx}{d\beta}\\
&\qquad+\left(\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dx}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dy}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dz}\right)\frac{dx}{d\gamma};\\
\frac{d\beta}{dx} &= \left(\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dx}+\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\beta}{dz}\right)\frac{dx}{d\alpha}+\left(\frac{d\beta_2}{dx}+\frac{d\beta_2}{dy}+\frac{d\beta_2}{dz}\right)\frac{dx}{d\beta}\\
&\qquad+\left(\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dx}+\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dy}+\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dz}\right)\frac{dx}{d\gamma},\\
\frac{d\gamma}{dx} &= \left(\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dx}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dy}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dz}\right)\frac{dx}{d\alpha}+\left(\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dx}+\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dy}+\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dz}\right)\frac{dx}{d\beta}\\
&\qquad+\left(\frac{d\gamma_2}{dx}+\frac{d\gamma_2}{dy}+\frac{d\gamma_2}{dz}\right)\frac{dx}{d\gamma},
\end{aligned}\right.$$

et

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned}
\frac{d\alpha}{dx} &= \left(\frac{d\alpha_2}{dx}+\frac{d\beta_2}{dx}+\frac{d\gamma_2}{dx}\right)\frac{dx}{d\alpha}+\left(\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\alpha}{dy}+\frac{d\beta}{dx}\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\gamma}{dy}\right)\frac{dy}{d\alpha}\\
&\qquad+\left(\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\alpha}{dx}+\frac{d\beta}{dz}\frac{d\beta}{dx}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\gamma}{dx}\right)\frac{dz}{dx},\\
\frac{d\alpha}{dy} &= \left(\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\alpha}{dy}+\frac{d\beta}{dx}\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\gamma}{dy}\right)\frac{dx}{d\alpha}+\left(\frac{d\alpha_2}{dy}+\frac{d\beta_2}{dy}+\frac{d\gamma_2}{dy}\right)\frac{dy}{d\alpha}\\
&\qquad+\left(\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\alpha}{dz}+\frac{d\beta}{dy}\frac{d\beta}{dz}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\gamma}{dz}\right)\frac{dz}{d\alpha},\\
\frac{d\alpha}{dz} &= \left(\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\alpha}{dx}+\frac{d\beta}{dz}\frac{d\beta}{dx}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\gamma}{dx}\right)\frac{dx}{d\alpha}+\left(\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\alpha}{dz}+\frac{d\beta}{dy}\frac{d\beta}{dz}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\gamma}{dz}\right)\frac{dy}{d\alpha}\\
&\qquad+\frac{d\alpha_2}{dz}+\frac{d\beta_2}{dz}+\frac{d\gamma_2}{dz}\Big)\frac{dz}{d\alpha}.
\end{aligned}\right.$$

Il en résulte, par les égalités (1) :

$$\mathrm{D}^2.\frac{dx}{d\alpha}=\begin{vmatrix}
\dfrac{d\alpha}{dx} & \dfrac{d\alpha}{dx}\dfrac{d\beta}{dx}+\dfrac{d\alpha}{dy}\dfrac{d\beta}{dy}+\dfrac{d\alpha}{dz}\dfrac{d\beta}{dz} & \dfrac{d\gamma}{dx}\dfrac{d\alpha}{dx}+\dfrac{d\gamma}{dy}\dfrac{d\alpha}{dy}+\dfrac{d\gamma}{dz}\dfrac{d\alpha}{dz}\\
\dfrac{d\beta}{dx} & \dfrac{d\beta_2}{dx}+\dfrac{d\beta_2}{dy}+\dfrac{d\beta_2}{dz} & \dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\gamma}{dx}+\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dy}+\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dz}\\
\dfrac{d\gamma}{dx} & \dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\gamma}{dx}+\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dy}+\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dz} & \dfrac{d\gamma_2}{dx}+\dfrac{d\gamma_2}{dy}+\dfrac{d\gamma_2}{dz}
\end{vmatrix}$$
$$=\mathrm{D}\left(\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}\right),\ \text{etc.}$$

et en opérant sur les égalités (2) :

$$D^2\frac{dx}{d\alpha}=\begin{vmatrix} \frac{d\alpha}{dx} & \frac{d\alpha}{dx}\frac{d\alpha}{dy}+\frac{d\beta}{dx}\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\gamma}{dy} & \frac{d\alpha}{dz}\frac{d\alpha}{dx}+\frac{d\beta}{dz}\frac{d\beta}{dx}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\gamma}{dx} \\ \frac{d\alpha}{dy} & \frac{d\alpha_2}{dy}+\frac{d\beta_2}{dy}+\frac{d\gamma_2}{dy} & \frac{d\alpha}{dy}\frac{d\alpha}{dz}+\frac{d\beta}{dy}\frac{d\beta}{dz}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\gamma}{dz} \\ \frac{d\alpha}{dz} & \frac{d\alpha}{dy}\frac{d\alpha}{dz}+\frac{d\beta}{dy}\frac{d\beta}{dz}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\gamma}{dz} & \frac{d\alpha_2}{dz}+\frac{d\beta_2}{dz}+\frac{d\gamma_2}{dz} \end{vmatrix}$$
$$=D\left(\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}\right),\ \text{etc.},$$

en désignant par D le déterminant fonctionnel des quantités α, β, γ et observant que les équations linéaires (1) et (2) ont le même déterminant D^2. En continuant ce calcul, on obtient les formules :

$$(3)\quad \begin{cases} \frac{dx}{d\alpha}=\frac{\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}}{D},\quad \frac{dy}{d\alpha}=\frac{\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx}-\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz}}{D},\quad \frac{dz}{d\alpha}=\frac{\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dy}-\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dx}}{D}, \\ \frac{dx}{d\beta}=\frac{\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dz}-\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dy}}{D},\quad \frac{dy}{d\beta}=\frac{\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dx}-\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dz}}{D},\quad \frac{dz}{d\beta}=\frac{\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dy}-\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dx}}{D}, \\ \frac{dx}{d\gamma}=\frac{\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dz}-\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\beta}{dy}}{D},\quad \frac{dy}{d\gamma}=\frac{\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\beta}{dx}-\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dz}}{D},\quad \frac{dz}{d\gamma}=\frac{\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dy}-\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dx}}{D}, \end{cases}$$

qui peuvent se déduire de l'une d'elles en y soumettant à la permutation circulaire d'abord les variables x, y, z, puis les quantités α, β, γ.

La démonstration de ces égalités suppose seulement que le déterminant fonctionnel D n'est pas nul, c'est-à-dire que les quantités α, β, γ sont indépendantes les unes des autres, mais alors il en est de même pour x, y, z considérées comme fonctions de α, β, γ et on pourra remplacer dans les relations (3) α, β, γ respectivement par x, y, z et *vice versa*. Par suite et en observant que par cet échange on obtient $\frac{1}{D}$ à la place de D, il vient :

$$(4)\quad \begin{cases} \frac{d\alpha}{dx}=\left(\frac{dy}{d\beta}\frac{dz}{d\gamma}-\frac{dy}{d\gamma}\frac{dz}{d\beta}\right)D,\quad \frac{d\beta}{dx}=\left(\frac{dy}{d\gamma}\frac{dz}{d\alpha}-\frac{dy}{d\alpha}\frac{dz}{d\gamma}\right)D,\quad \frac{d\gamma}{dx}=\left(\frac{dy}{d\alpha}\frac{dz}{d\beta}-\frac{dy}{d\beta}\frac{dz}{d\alpha}\right)D, \\ \frac{d\alpha}{dy}=\left(\frac{dz}{d\beta}\frac{dx}{d\gamma}-\frac{dz}{d\gamma}\frac{dx}{d\beta}\right)D,\quad \frac{d\beta}{dy}=\left(\frac{dz}{d\gamma}\frac{dx}{d\alpha}-\frac{dz}{d\alpha}\frac{dx}{d\gamma}\right)D,\quad \frac{d\gamma}{dy}=\left(\frac{dz}{d\alpha}\frac{dx}{d\beta}-\frac{dz}{d\beta}\frac{dx}{d\alpha}\right)D, \\ \frac{d\alpha}{dz}=\left(\frac{dx}{d\beta}\frac{dy}{d\gamma}-\frac{dx}{d\gamma}\frac{dy}{d\beta}\right)D,\quad \frac{d\beta}{dz}=\left(\frac{dx}{d\gamma}\frac{dy}{d\alpha}-\frac{dx}{d\alpha}\frac{dy}{d\gamma}\right)D,\quad \frac{d\gamma}{dz}=\left(\frac{dx}{dz}\frac{dy}{d\beta}-\frac{dx}{d\beta}\frac{dy}{d\alpha}\right)D. \end{cases}$$

On peut, suivant les circonstances, exprimer D en fonction de x, y, z ou de ξ, η, ζ et le faire passer ainsi du numérateur au dénominateur et réciproquement dans les expressions (4) et (3).

Ces formules ne sont pas nouvelles, car Lagrange à qui elles sont probablement dues en a fait usage dans la mécanique analytique pour établir les équations différentielles de l'hydrodynamique. Si je les reproduis ici, c'est à raison de leur grande importance pour le sujet dont je m'occupe ; car chaque modification dans la loi du mouvement d'un liquide se traduit par une condition spéciale qui s'impose aux surfaces dont l'intersection donne les filets liquides et par suite aux systèmes de coordonnées curvilignes dont l'emploi facilite l'intégration des équations de l'hydrodynamique.

Si dans les identités (1), on suppose que α, β, γ représentent des coordonnées bi-orthogonales, on a immédiatement :

$$(5)\qquad D^2 = A^2B^2C^2 - A^2B^2C^2\cos^2\theta, \qquad \text{d'où} \qquad D = ABC\sin\theta,$$

et il résulte des formules (3) :

$$(6)\quad \begin{cases} \dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dz} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dy} = ABC\sin\theta\dfrac{dx}{d\alpha} = \dfrac{BC}{A}\sin\theta\dfrac{d\alpha}{dx}, \\ \dfrac{d\gamma}{dz}\dfrac{d\alpha}{dx} - \dfrac{d\gamma}{dx}\dfrac{d\alpha}{dz} = \dfrac{BC}{A}\sin\theta\dfrac{d\alpha}{dy}, \qquad \dfrac{d\gamma}{dx}\dfrac{d\alpha}{dy} - \dfrac{d\gamma}{dy}\dfrac{d\alpha}{dx} = \dfrac{BC}{A}\sin\theta\dfrac{d\alpha}{dz}, \end{cases}$$

relations déjà obtenues dans un précédent travail (Congrès de Nantes, 1898).

2. — Soit à considérer le cas où pour tous les points d'un liquide en mouvement l'axe de la rotation élémentaire coïncide en direction avec la vitesse. Ce problème dont j'ai donné des solutions particulières peut être traité généralement comme il suit. On a pour les conditions à vérifier :

$$(7)\qquad 2L = p\varkappa, \qquad 2M = q\varkappa, \qquad 2N = r\varkappa,$$

et il en résulte que les composantes de rotation L, M, N doivent vérifier les équations :

$$(8)\quad \begin{cases} N\left(\dfrac{dL}{dz} - \dfrac{dN}{dx}\right) - M\left(\dfrac{dM}{dx} - \dfrac{dL}{dy}\right) + \dfrac{1}{\varkappa}\dfrac{d\varkappa}{dx}(L^2 + M^2 + N^2) = 0, \\ L\left(\dfrac{dM}{dx} - \dfrac{dL}{dy}\right) - N\left(\dfrac{dN}{dy} - \dfrac{dM}{dz}\right) + \dfrac{1}{\varkappa}\dfrac{d\varkappa}{dy}(L^2 + M^2 + N^2) = 0, \\ M\left(\dfrac{dN}{dy} - \dfrac{dM}{dz}\right) - L\left(\dfrac{dL}{dz} - \dfrac{dN}{dx}\right) + \dfrac{1}{\varkappa}\dfrac{d\varkappa}{dz}(L^2 + M^2 + N^2) = 0 \end{cases}$$

(Congrès de Saint-Étienne, année 1897).

Soient R la rotation élémentaire et λ, μ, ν ses cosinus directeurs par rapport aux axes rectangulaires des x, y, z ; on a :

$$(9) \qquad L = \lambda R, \qquad M = \mu R, \qquad N = \nu R,$$

et il en résulte :

$$(10) \qquad \varkappa = \lambda\left(\frac{d\nu}{dy} - \frac{d\mu}{dz}\right) + \mu\left(\frac{d\lambda}{dz} - \frac{d\nu}{dx}\right) + \nu\left(\frac{d\mu}{dx} - \frac{d\lambda}{dy}\right).$$

Par suite les équations (8) deviennent :

$$(11) \begin{cases} \dfrac{1}{\varkappa}\dfrac{d\varkappa}{dx} - \dfrac{\mu^2+\nu^2}{R}\dfrac{dR}{dx} + \dfrac{\lambda\mu}{R}\dfrac{dR}{dy} + \dfrac{\nu\lambda}{R}\dfrac{dR}{dz} + \lambda\dfrac{d\lambda}{dx} + \mu\dfrac{d\lambda}{dy} + \nu\dfrac{d\lambda}{dz} = 0, \\ \dfrac{1}{\varkappa}\dfrac{d\varkappa}{dy} + \dfrac{\lambda\mu}{R}\dfrac{dR}{dx} - \dfrac{\nu^2+\lambda^2}{R}\dfrac{dR}{dy} + \dfrac{\mu\nu}{R}\dfrac{dR}{dz} + \lambda\dfrac{d\mu}{dx} + \mu\dfrac{d\mu}{dy} + \nu\dfrac{d\mu}{dz} = 0, \\ \dfrac{1}{\varkappa}\dfrac{d\varkappa}{dz} + \dfrac{\nu\lambda}{R}\dfrac{dR}{dx} + \dfrac{\mu\nu}{R}\dfrac{dR}{dy} - \dfrac{\lambda^2+\mu^2}{R}\dfrac{dR}{dz} + \lambda\dfrac{d\nu}{dx} + \mu\dfrac{d\nu}{dy} + \nu\dfrac{d\nu}{dz} = 0, \end{cases}$$

et il faut y joindre les deux suivantes :

$$(12) \qquad \lambda\frac{d\varkappa}{dx} + \mu\frac{d\varkappa}{dy} + \nu\frac{d\varkappa}{dz} = 0, \qquad \frac{\lambda}{R}\frac{dR}{dx} + \frac{\mu}{R}\frac{dR}{dy} + \frac{\nu}{R}\frac{dR}{dz} + \frac{d\lambda}{dx} + \frac{d\mu}{dy} + \frac{d\nu}{dz} = 0.$$

On en conclut :

$$(13) \begin{cases} \log\dfrac{R}{\varkappa} = \displaystyle\int\left[\mu\frac{d\lambda}{dy} - \lambda\frac{d\mu}{dy} - \left(\lambda\frac{d\nu}{dz} - \nu\frac{d\lambda}{dz}\right)\right]dx \\ \qquad + \left[\nu\dfrac{d\mu}{dz} - \mu\dfrac{d\nu}{dz} - \left(\mu\dfrac{d\lambda}{dx} - \lambda\dfrac{d\mu}{dx}\right)\right]dy \\ \qquad + \left[\lambda\dfrac{d\nu}{dx} - \nu\dfrac{d\lambda}{dx} - \left(\nu\dfrac{d\mu}{dy} - \mu\dfrac{d\nu}{dy}\right)\right]dz, \end{cases}$$

et pour les conditions d'intégrabilité :

$$(14) \begin{cases} \dfrac{d\varkappa}{dx} + \mu\Delta^2\nu - \nu\Delta^2\mu = 2\left[\dfrac{d\lambda}{dx}\left(\dfrac{d\nu}{dy} - \dfrac{d\mu}{dz}\right) + \dfrac{d\lambda}{dy}\left(\dfrac{d\lambda}{dz} - \dfrac{d\nu}{dx}\right) + \dfrac{d\lambda}{dz}\left(\dfrac{d\mu}{dx} - \dfrac{d\lambda}{dy}\right)\right], \\ \dfrac{d\varkappa}{dy} + \nu\Delta^2\lambda - \lambda\Delta^2\nu = 2\left[\dfrac{d\mu}{dx}\left(\dfrac{d\nu}{dy} - \dfrac{d\mu}{dz}\right) + \dfrac{d\mu}{dy}\left(\dfrac{d\lambda}{dz} - \dfrac{d\nu}{dx}\right) + \dfrac{d\mu}{dz}\left(\dfrac{d\mu}{dx} - \dfrac{d\lambda}{dy}\right)\right], \\ \dfrac{d\varkappa}{dz} + \lambda\Delta^2\mu - \mu\Delta^2\lambda = 2\left[\dfrac{d\nu}{dx}\left(\dfrac{d\nu}{dy} - \dfrac{d\mu}{dz}\right) + \dfrac{d\nu}{dy}\left(\dfrac{d\lambda}{dz} - \dfrac{d\nu}{dx}\right) + \dfrac{d\nu}{dz}\left(\dfrac{d\mu}{dx} - \dfrac{d\lambda}{dy}\right)\right]. \end{cases}$$

Ces relations se réduisent à deux en vertu de la première des égalités (12) et de la condition à laquelle sont assujettis les cosinus λ, μ, ν.

Il est assez difficile d'obtenir un résultat avantageux de ces formules. bien qu'elles soient très symétriques, à cause de leur trop grande complexité. On reconnaît cependant que l'expression (13) est intégrable et devient :

$$(15)\quad \log\frac{R}{\varkappa}=\log\sqrt{\frac{d\omega_2}{dx}+\frac{d\omega_2}{dy}+\frac{d\omega_2}{dz}}+\log C,\ \frac{R}{\varkappa}=C\sqrt{\frac{d\omega_2}{dx}+\frac{d\omega_2}{dy}+\frac{d\omega_2}{dz}}$$

si l'on y fait :

$$\lambda=\frac{\dfrac{d\omega}{dx}}{\sqrt{\dfrac{d\omega_2}{dx}+\dfrac{d\omega_2}{dy}+\dfrac{d\omega_2}{dz}}},\qquad \mu=\frac{\dfrac{d\omega}{dy}}{\sqrt{\dfrac{d\omega_2}{dx}+\dfrac{d\omega_2}{dy}+\dfrac{d\omega_2}{dz}}},$$

$$\nu=\frac{\dfrac{d\omega}{dz}}{\sqrt{\dfrac{d\omega_2}{dx}+\dfrac{d\omega_2}{dy}+\dfrac{d\omega_2}{dz}}},$$

où ω désigne une fonction de x, y, z assujettie à vérifier l'équation différentielle :

$$\frac{d^2\omega}{dx^2}+\frac{d^2\omega}{dy^2}+\frac{d^2\omega}{dz^2}=0.$$

Mais il faut observer que dans ces conditions $\varkappa$ devient nul et l'égalité (13) serait illusoire si l'on n'avait simultanément $R=0$. Il y aura donc un potentiel de vitesse et si on le désigne par Ω, il vient :

$$p=lV=\frac{d\Omega}{dx},\qquad q=mV=\frac{d\Omega}{dy},\qquad r=nV=\frac{d\Omega}{dz};$$

d'où, en faisant $\omega=\Omega$ $CL=\frac{1}{2}$, la constante des égalités (15) :

$$2R=\varkappa V;$$

elle se vérifie donc comme dans le cas général, puisqu'on a simultanément $\varkappa=0$, $R=0$.

On peut encore effectuer l'intégration du second membre de l'égalité (13) si l'on y fait $\lambda=0$, ce qui la réduit à :

$$\log\frac{R}{\varkappa}=\int\left(\nu\frac{d\mu}{dz}-\mu\frac{d\nu}{dz}\right)dy-\left(\nu\frac{d\mu}{dy}-\mu\frac{d\nu}{dy}\right)dz;$$

car si l'on pose :

$$\frac{\mu}{\nu} = \operatorname{tg}\omega, \quad \text{d'où} \quad \frac{d\omega}{dz} = \frac{\nu\dfrac{d\mu}{dz} - \mu\dfrac{d\nu}{dz}}{\mu^2+\nu^2}, \quad \frac{d\omega}{dy} = \frac{\nu\dfrac{d\mu}{dy} - \mu\dfrac{d\nu}{dy}}{\mu^2+\nu^2}, \quad \mu^2+\nu^2 = 1,$$

il vient :

$$\log\frac{R}{x} = \int \frac{d\omega}{dz}dy - \frac{d\omega}{dy}dz, \tag{16}$$

et l'intégration sera facile, si l'on a :

$$\frac{d^2\omega}{dy^2} + \frac{d^2\omega}{dz^2} = 0.$$

Il résulte alors de l'équation (10) :

$$x = \nu\frac{d\mu}{dx} - \mu\frac{d\nu}{dx} = \frac{d\omega}{dx}, \tag{17}$$

et si ω est indépendant de x on n'obtient ainsi qu'un exemple du cas général où il y a potentiel de vitesse. Si au contraire cette fonction dépend de x on a une solution analytique du problème proposé, mais il paraît difficile de se rendre compte du dispositif par lequel pourrait s'expliquer un mouvement de ce genre.

3. — En général on peut exprimer les cosinus λ, μ, ν en fonction seulement de deux quantités variables. Si dans les égalités (3), on observe que les numérateurs de leurs seconds membres sont les mineurs du déterminant fonctionnel D, on pourra prendre pour λ, μ, ν des quantités proportionnelles aux expressions :

$$\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz} - \frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy} = \frac{dD}{d\alpha_1}, \qquad \frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx} - \frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz} = \frac{dD}{d\alpha_2}, \qquad \frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dy} - \frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dx} = \frac{dD}{d\alpha_3},$$

en désignant pour simplifier par $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ les quotients différentiels de α par rapport à x, y, z et on retrouvera les formules que j'ai présentées dans un travail antérieur (Congrès de Nantes, 1898).

Mais on peut aussi, dans un but analogue, employer les expressions usuelles :

$$\lambda = \sin\omega\cos\psi, \qquad \mu = \sin\omega\sin\psi, \qquad \nu = \cos\omega\,; \tag{18}$$

il en résulte :

$$\frac{d}{dx}\log\frac{R}{\varkappa} = \cos\psi\frac{d\omega}{dz} - \sin^2\omega\frac{d\psi}{dy} - \sin\omega\cos\omega\sin\psi\frac{d\psi}{dz},$$
$$\frac{d}{dy}\log\frac{R}{\varkappa} = \sin\psi\frac{d\omega}{dz} + \sin^2\omega\frac{d\psi}{dx} + \sin\omega\cos\omega\cos\psi\frac{d\psi}{dz},$$
$$\frac{d}{dz}\log\frac{R}{\varkappa} = -\cos\psi\frac{d\omega}{dx} - \sin\psi\frac{d\omega}{dy} + \sin\omega\cos\omega\sin\psi\frac{d\psi}{dx} - \sin\omega\cos\omega\cos\psi\frac{d\psi}{dy}$$

et

$$\varkappa = \sin\psi\frac{d\omega}{dx} - \cos\psi\frac{d\omega}{dy} + \sin\omega\cos\omega\cos\psi\frac{d\psi}{dx} + \sin\omega\cos\omega\sin\psi\frac{d\psi}{dy} - \sin^2\omega\frac{d\psi}{dz}.$$

Si dans ces formules on admet que ψ est constant par une hypothèse semblable à celle du numéro précédent, il en résulte :

$$(19)\quad \begin{cases} \varkappa = \sin\psi\dfrac{d\omega}{dx} - \cos\psi\dfrac{d\omega}{dy}, \\ \log\dfrac{R}{\varkappa} = \displaystyle\int \cos\psi\frac{d\omega}{dz}dx + \sin\psi\frac{d\omega}{dz}dy - \left(\cos\psi\frac{d\omega}{dx} + \sin\psi\frac{d\omega}{dy}\right)dz. \end{cases}$$

Pour que l'intégration puisse être effectuée il faut qu'on ait :

$$\sin\psi\frac{d^2\omega}{dzdx} - \cos\psi\frac{d^2\omega}{dydz} = \frac{d\varkappa}{dz} = 0, \qquad \cos\psi\Delta^2\omega + \frac{d\varkappa}{dy} = 0,$$
$$\sin\psi\Delta^2\omega - \frac{d\varkappa}{dx} = 0, \qquad \cos\psi\frac{d\varkappa}{dx} + \sin\psi\frac{d\varkappa}{dy} = 0,$$

et en intégrant :

$$\varkappa = F'(y\cos\psi - x\sin\psi), \qquad \Delta^2\omega = F''(y\cos\psi - x\sin\psi) = 0.$$

On satisfait généralement à la seconde de ces équations en posant :

$$\omega = -F(y\cos\psi - x\sin\psi) + \Omega,$$

en désignant par Ω une fonction potentielle de x, y, z. Substituant cette expression dans la première des équations (19), il en résulte :

$$\sin\psi\frac{d\Omega}{dx} - \cos\psi\frac{d\Omega}{dy} = 0,$$

et par suite pour Ω une expression de la forme :

$$\Omega = f(x\cos\psi + y\sin\psi,\ z),$$

en désignant par f une fonction potentielle. D'après cela et si l'on pose :

$$x\cos\psi + y\sin\psi = \Phi,$$

la deuxième équation (19) devient :

$$\log\frac{\mathrm{R}}{\varkappa} = \int \frac{df}{dz}\,d\Phi - \frac{df}{d\Phi}\,dz, \tag{20}$$

et elle est intégrable parce que f étant une fonction potentielle on a :

$$\frac{d^2f}{dz^2} + \frac{d^2f}{d\Phi^2} = 0.$$

Ce problème n'est, sous une autre forme, que celui du numéro précédent et, pour l'un comme pour l'autre, il faut qu'après avoir déterminé L, M, N, ces composantes de la rotation élémentaire vérifient en outre l'équation générale du mouvement de la chaleur dans un corps conducteur.

Dans la question précédente comme dans celle où l'on suppose l'axe de la rotation élémentaire perpendiculaire en tous les points du liquide à sa vitesse, on connaît *a priori* les situations respectives de ces deux quantités. Mais il n'en est pas généralement ainsi, et après avoir déterminé les composantes L, M, N, il faudra encore procéder à la recherche des surfaces d'où dépend la direction de leur résultante en intégrant les équations différentielles simultanées :

$$\frac{dx}{\mathrm{L}} = \frac{dy}{\mathrm{M}} = \frac{dz}{\mathrm{N}}, \tag{21}$$

par analogie avec ce qui a été indiqué par Lagrange pour la vitesse du liquide. Celle-ci est tangente à une certaine courbe que, pour simplifier le langage, j'appellerai la *trajectrice* et qui résulte elle-même de l'intersection de deux surfaces qu'on peut nommer *vélocites*. Par analogie, je désignerai sous le nom de *rotatrice* la courbe à laquelle est tangente en chaque point du liquide la rotation élémentaire, et sous celui de *vorticites* les deux surfaces qui, par leur intersection, donnent la rotatrice.

J'ai déjà fait voir que l'on pouvait employer fructueusement pour les composantes de la vitesse les expressions :

$$(22)\quad \begin{cases} p = \left(\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dz} - \dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dy}\right)\mathrm{E} = \dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\mathrm{E},\quad q = \left(\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\gamma}{dx} - \dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\gamma}{dz}\right)\mathrm{E} = \dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\mathrm{E}, \\ r = \left(\dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\gamma}{dy} - \dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\gamma}{dx}\right)\mathrm{E} = \dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\mathrm{E}. \end{cases}$$

J'emploierai pour les composantes de la rotation élémentaire des expressions analogues, mais où α, β, γ seront remplacées, pour éviter la confusion, par ξ, η, ζ, et la fonction E de β et de γ par la fonction H de η et de ζ. Ici les vorticites auront pour équations les fonctions η, ζ, égalées à des constantes et on aura :

$$(23)\quad \begin{cases} \mathrm{L}=\left(\dfrac{d\eta_1}{dy}\dfrac{d\zeta}{dz}-\dfrac{d\eta_1}{dz}\dfrac{d\zeta}{dy}\right)\mathrm{H}=\dfrac{d\Sigma}{d\xi_1}\mathrm{H}, \quad \mathrm{M}=\left(\dfrac{d\eta}{dz}\dfrac{d\zeta}{dx}-\dfrac{d\eta}{dx}\dfrac{d\zeta}{dz}\right)\mathrm{H}=\dfrac{d\Sigma}{d\xi_3}\mathrm{H}, \\ \mathrm{N}=\left(\dfrac{d\eta}{dx}\dfrac{d\zeta}{dy}-\dfrac{d\eta}{dy}\dfrac{d\zeta}{dx}\right)\mathrm{H}=\dfrac{d\Sigma}{d\xi_3}\mathrm{H}, \end{cases}$$

en désignant par Σ le déterminant fonctionnel des quantités ξ, η, ζ, et par ξ_1, ξ_2, ξ_3, η_1, η_2, etc., les quotients différentiels $\dfrac{d\xi}{dx}, \dfrac{d\xi}{dy}, \dfrac{d\xi}{dz}, \dfrac{d\eta}{dx}, \dfrac{d\eta}{dy}$, etc.

Soit ω l'angle que font entre elles au point (x, y, z) les deux vorticites η, ζ, on a par une formule connue :

$$\frac{d\Sigma_2}{d\xi_1}+\frac{d\Sigma_2}{d\xi_2}+\frac{d\Sigma_2}{d\xi_3}=\mathrm{Y}^2\mathrm{Z}^2\sin^2\omega,$$

et il en résulte :

$$(24)\qquad \lambda=\frac{\dfrac{d\Sigma}{d\xi_1}}{\mathrm{YZ}\sin\omega}, \qquad \mu=\frac{\dfrac{d\Sigma}{d\xi_2}}{\mathrm{YZ}\sin\omega}, \qquad \nu=\frac{\dfrac{d\Sigma}{d\xi_3}}{\mathrm{YZ}\sin\omega},$$

où λ, μ, ν, ont la même signification que dans les égalités (9), tandis que X, Y, Z sont, par rapport au système de coordonnées curvilignes ξ, η, ζ, ce que j'ai désigné par A, B, C, pour le système de coordonnées curvilignes α, β, γ.

Il y a des formules analogues pour les composantes de la vitesse et ces deux ordres de quantités sont en dépendance mutuelle d'après les égalités :

$$(25)\quad \begin{cases} 2\mathrm{L}=2\lambda\mathrm{R}=\left(\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\dfrac{d\beta}{dy}-\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\dfrac{d\beta}{dz}\right)\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta}+\left(\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\dfrac{d\gamma}{dy}-\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\dfrac{d\gamma}{dz}\right)\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma} \\ \qquad +\left(\dfrac{d}{dy}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}-\dfrac{d}{dz}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\right)\mathrm{E}, \\ 2\mathrm{M}=2\mu\mathrm{R}=\left(\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\dfrac{d\beta}{dz}-\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\dfrac{d\beta}{dx}\right)\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta}+\left(\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\dfrac{d\gamma}{dz}-\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\dfrac{d\gamma}{dx}\right)\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma} \\ \qquad +\left(\dfrac{d}{dz}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}-\dfrac{d}{dx}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\right)\mathrm{E}, \\ 2\mathrm{N}=2\mu\mathrm{R}=\left(\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\dfrac{d\beta}{dx}-\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\dfrac{d\beta}{dy}\right)\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta}+\left(\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\dfrac{d\gamma}{dx}-\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\dfrac{d\gamma}{dy}\right)\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma} \\ \qquad +\left(\dfrac{d}{dx}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}-\dfrac{d}{dy}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\right)\mathrm{E}, \end{cases}$$

et les équations aux dérivées partielles :

$$(26)\quad \begin{cases} \dfrac{d\mathrm{L}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L} + 2\dfrac{d\mathrm{L}}{dx}p + \left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dx} + \dfrac{d\mathrm{L}}{dy}\right)q + \left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dz} + \dfrac{d\mathrm{M}}{dx}\right)r = \dfrac{d\Pi}{dx}, \\ \dfrac{d\mathrm{M}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M} + \left(\dfrac{d\mathrm{M}}{dx} + \dfrac{d\mathrm{L}}{dy}\right)p + 2\dfrac{d\mathrm{M}}{dy}q + \left(\dfrac{d\mathrm{N}}{dy} + \dfrac{d\mathrm{M}}{dz}\right)r = \dfrac{d\Pi}{dy} \\ \mathrm{L}p + \mathrm{M}q + \mathrm{N}r = \Pi, \\ \dfrac{d\mathrm{N}}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{N} + \left(\dfrac{d\mathrm{L}}{dz} + \dfrac{d\mathrm{N}}{dx}\right)p + \left(\dfrac{d\mathrm{N}}{dy} + \dfrac{d\mathrm{M}}{dz}\right)q + 2\dfrac{d\mathrm{N}}{dz}r = \dfrac{d\Pi}{dz}. \end{cases}$$

4. — Pour appliquer ces considérations générales, je vais les utiliser dans la solution du problème général défini par cette condition que les composantes L, M, N, de la rotation élémentaire, doivent vérifier séparément l'équation aux dérivées partielles du second ordre :

$$\frac{d\Lambda}{dt} - \frac{h}{\rho}\Delta^2\Lambda = 0.$$

Pour qu'il en soit ainsi, il faut qu'on ait :

$$(27)\quad 2\mathrm{M}r - 2\mathrm{N}q = \frac{d\chi}{dx};\quad 2\mathrm{N}p - 2\mathrm{L}r = \frac{d\chi}{dy},\quad 2\mathrm{L}q - 2\mathrm{M}p = \frac{d\chi}{dz},$$

car alors les équations aux dérivées partielles dont il s'agit résultent immédiatement des relations que doivent vérifier les composantes de la vitesse :

$$(28)\quad \begin{cases} \dfrac{dp}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2 p + 2\mathrm{M}r - 2\mathrm{N}q = \dfrac{dk}{dx},\ \dfrac{dq}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2 q + 2\mathrm{N}p - 2\mathrm{L}r = \dfrac{dk}{dy}, \\ \dfrac{dr}{dt} - \dfrac{h}{\rho}\Delta^2 r + 2\mathrm{L}q - 2\mathrm{M}p = \dfrac{dk}{dz}, \\ \rho k + \rho\dfrac{p^2+q^2+r^2}{2} + \tilde{\omega} - \rho\mathrm{V} = 0. \end{cases}$$

Des égalités (27) résultent immédiatement les deux équations aux dérivées partielles du premier ordre :

$$(29)\quad p\frac{d\chi}{dx} + q\frac{d\chi}{dy} + r\frac{d\chi}{dz} = 0,\qquad \mathrm{L}\frac{d\chi}{dx} + \mathrm{M}\frac{d\chi}{dy} + \mathrm{N}\frac{d\chi}{dz} = 0,$$

et comme chacune d'elles suffit avec les expressions respectives (22) et (23) des composantes de vitesse et des composantes de rotation pour déter-

miner la fonction χ, il est clair qu'il doit y avoir une dépendance mutuelle entre les vélocites et les vorticites (*a*). Si l'on a :

$$\eta = \varphi(\beta,\gamma), \qquad \zeta = \psi(\beta,\gamma),$$

il vient :

$$\frac{d\Sigma}{d\xi_1} = \left(\frac{d\varphi}{d\beta}\frac{d\psi}{d\gamma} - \frac{d\varphi}{d\gamma}\frac{d\psi}{d\beta}\right)\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}, \qquad \frac{d\Sigma}{d\xi_2} = \left(\frac{d\varphi}{d\beta}\frac{d\psi}{d\gamma} - \frac{d\varphi}{d\gamma}\frac{d\psi}{d\beta}\right)\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2},$$
$$\frac{d\Sigma}{d\xi_3} = \left(\frac{d\varphi}{d\beta}\frac{d\psi}{d\gamma} - \frac{d\varphi}{d\gamma}\frac{d\psi}{d\beta}\right)\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3},$$

et il résulte des expressions (22) et (23) :

$$2\mathrm{M}r - 2\mathrm{N}q = 0, \qquad 2\mathrm{N}p - 2\mathrm{L}r = 0, \qquad 2\mathrm{L}q - 2\mathrm{M}p = 0;$$

c'est le cas du problème traité au numéro précédent, pour lequel on doit avoir χ = constante. Mais si l'on a seulement $\eta = \varphi(\beta)$, la fonction ζ demeurant arbitraire, on aura :

$$\frac{d\Sigma}{d\xi_1} = \frac{d\varphi}{d\beta}\left(\frac{d\beta}{dy}\frac{d\zeta}{dz} - \frac{d\beta}{dz}\frac{d\zeta}{dy}\right), \quad \frac{d\Sigma}{d\xi_2} = \frac{d\varphi}{d\beta}\left(\frac{d\beta}{dz}\frac{d\zeta}{dx} - \frac{d\beta}{dx}\frac{d\zeta}{dz}\right),$$
$$\frac{d\Sigma}{d\xi_3} = \frac{d\varphi}{d\beta}\left(\frac{d\beta}{dx}\frac{d\zeta}{dy} - \frac{d\beta}{dy}\frac{d\zeta}{dx}\right),$$

et les équations (29) ne pourront être vérifiées simultanément que par une fonction χ de β et il faudra qu'on ait :

$$(30) \quad 2\mathrm{M}r - 2\mathrm{N}q = \frac{d\mathrm{F}}{d\beta}\frac{d\beta}{dx}, \quad 2\mathrm{N}p - 2\mathrm{L}r = \frac{d\mathrm{F}}{d\beta}\frac{d\beta}{dy}, \quad 2\mathrm{L}q - 2\mathrm{M}p = \frac{d\mathrm{F}}{d\beta}\frac{d\beta}{dz},$$

en posant $\chi = \mathrm{F}(\beta)$. De la relation qui existe alors entre β et η, il résulte que si la première de ces quantités est constante, la seconde doit l'être aussi, et on a cette proposition :

THÉORÈME. — Lorsque chacune des composantes L, M, N, de la rotation élémentaire, vérifie en tous les points d'un liquide en mouvement l'équation aux dérivées partielles de la conductibilité calorifique, l'une au moins des deux séries de vorticites se confond avec une des séries de vélocites. Cette proposition peut être considérée comme la généralisation d'un théorème analogue obtenu d'une autre manière par M. Poincaré pour un liquide sans viscosité animé d'un mouvement permanent (*Théorie des Tourbillons*, ch. II, p. 31). On peut en faire usage pour établir les

(*a*) La fonction χ égalée à une constante doit donner simultanément une vélocite et une vorticite.

équations aux dérivées partielles que doivent vérifier dans les circonstances en question, les composantes de la rotation élémentaire. On a alors (Congrès de Nantes, 1898) :

$$(31)\quad \begin{cases} \mathrm{L}\dfrac{d\beta}{dx}+\mathrm{M}\dfrac{d\beta}{dy}+\mathrm{N}\dfrac{d\beta}{dz}=0, \quad \mathrm{B}^2\mathrm{C}^2\sin^2\theta\dfrac{d\mathrm{E}}{d\gamma}+\left(\dfrac{d}{dy}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}-\dfrac{d}{dz}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\right)\dfrac{d\beta}{dx} \\ \qquad +\left(\dfrac{d}{dz}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}-\dfrac{d}{dx}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\right)\dfrac{d\beta}{dy}+\left(\dfrac{d}{dx}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\dfrac{d}{dy}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\right)\dfrac{d\beta}{dz}=0, \\ 2\mathrm{L}\dfrac{d\gamma}{dx}+2\mathrm{M}\dfrac{d\gamma}{dy}+2\mathrm{N}\dfrac{d\gamma}{dz}+\mathrm{B}^2\mathrm{C}^2\sin^2\theta\dfrac{d\mathrm{E}}{d\beta}=\left(\dfrac{d}{dy}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}-\dfrac{d}{dz}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\right)\dfrac{d\gamma}{dx} \\ \qquad +\left(\dfrac{d}{dz}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}-\dfrac{d}{dx}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\right)\dfrac{d\gamma}{dy}+\left(\dfrac{d}{dx}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}-\dfrac{d}{dy}\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\right)\dfrac{d\gamma}{dz}. \end{cases}$$

Mais ces équations sont trop complexes et on peut les simplifier en observant qu'il est permis d'y supposer $\mathrm{E}=1$ en se donnant β, sauf à substituer ensuite, si cela peut être utile, aux deux quantités β et γ des fonctions arbitraires de ces variables. Car il est aisé de voir, par un calcul analogue à celui du numéro précédent, que, si après avoir supposé $\mathrm{E}=1$ dans les formules (22), on y remplace β et γ par les fonctions $\varphi(\beta,\gamma)$ et $\psi(\beta,\gamma)$, on aura de nouvelles expressions semblables aux égalités (22), si ce n'est qu'on y aura :

$$(32)\qquad \mathrm{E}=\frac{d\varphi}{d\beta}\frac{d\psi}{d\gamma}-\frac{d\varphi}{d\gamma}\frac{d\psi}{d\beta}.$$

Par suite, il vient :

$$2\mathrm{L}=\frac{d}{dy}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}-\frac{d}{dz}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2},\quad 2\mathrm{M}=\frac{d}{dz}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}-\frac{d}{dx}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3},\quad 2\mathrm{N}=\frac{d}{dx}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}-\frac{d}{dy}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1};$$

la dernière des équations (31) se réduit à une identité et les deux premières ne donnent à vérifier que l'équation :

$$\mathrm{L}\frac{d\beta}{dx}+\mathrm{M}\frac{d\beta}{dy}+\mathrm{N}\frac{d\beta}{dz}=0.$$

laquelle devient, à raison des expressions (22), de $\dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}, \dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}, \dfrac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}$ et en ordonnant par rapport à γ :

$$(33)\quad \begin{cases} \left(\dfrac{d\beta^2}{dy}+\dfrac{d\beta_2}{dz}\right)\dfrac{d^2\gamma}{dx^2}+\left(\dfrac{d\beta_2}{dz}+\dfrac{d\beta_2}{dx}\right)\dfrac{d^2\gamma}{dy^2}+\left(\dfrac{d\beta_2}{dx}+\dfrac{d\beta_2}{dy}\right)\dfrac{d^2\gamma}{dz^2} \\ \quad -2\dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d^2\gamma}{dxdy}-2\dfrac{d\beta}{dy}\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d^2\gamma}{dydz}-2\dfrac{d\beta}{dz}\dfrac{d\beta}{dx}\dfrac{d^2\gamma}{dzdx} \\ \quad +\left(\mathrm{B}\dfrac{d\mathrm{B}}{dx}-\dfrac{d\beta}{dx}\Delta^2\beta\right)\dfrac{d\gamma}{dx}+\left(\mathrm{B}\dfrac{d\mathrm{B}}{dy}-\dfrac{d\beta}{dy}\Delta^2\beta\right)\dfrac{d\gamma}{dy} \\ \qquad +\left(\mathrm{B}\dfrac{d\mathrm{B}}{dz}-\dfrac{d\beta}{dz}\Delta^2\beta\right)\dfrac{d\gamma}{dz}=0, \end{cases}$$

où, comme plus haut, j'ai fait usage pour simplifier des égalités :

$$(34)\quad \frac{d\alpha_2}{dx}+\frac{d\alpha_2}{dy}+\frac{d\alpha_2}{dz}=A^2,\ \frac{d\beta_2}{dx}+\frac{d\beta_2}{dy}+\frac{d\beta_2}{dz}=B^2,\ \frac{d\gamma_2}{dx}+\frac{d\gamma_2}{dy}+\frac{d\gamma_2}{dz}=C^2.$$

Mais il faut encore satisfaire aux relations (30) ; or, si l'on forme leurs premiers membres et qu'on les simplifie en faisant usage de l'équation (33), le calcul ne donne que cette seule équation aux dérivées partielles :

$$(35)\quad \left\{\begin{aligned}
&\left(\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dy}+\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dz}\right)\frac{d^2\gamma}{dx^2}+\left(\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dz}+\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dx}\right)\frac{d^2\gamma}{dy^2}\\
&+\left(\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dx}+\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dy}\right)\frac{d^2\gamma}{dz^2}-\left(\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dx}+\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dy}\right)\frac{d^2\gamma}{dxdy}\\
&-\left(\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}+\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}\right)\frac{d^2\gamma}{dydz}-\left(\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz}+\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx}\right)\frac{d^2\gamma}{dzdx}\\
&-\left(\frac{d^2\beta}{dy^2}+\frac{d^2\beta}{dz^2}\right)\frac{d\gamma_2}{dx}-\left(\frac{d^2\beta}{dz^2}+\frac{d^2\beta}{dx^2}\right)\frac{d\gamma_2}{dy}\\
&-\left(\frac{d^2\beta}{dx^2}+\frac{d^2\beta}{dy^2}\right)\frac{d\gamma_2}{dz}+2\frac{d^2\beta}{dxdy}\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\gamma}{dy}+2\frac{d^2\beta}{dydz}\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\gamma}{dz}\\
&+2\frac{d^2\beta}{dzdx}\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\gamma}{dx}=\frac{dF}{d\beta},
\end{aligned}\right.$$

en désignant par F une fonction arbitraire. On aura donc à intégrer les deux équations simultanées aux dérivées partielles du second ordre (33) et (35), puis à vérifier les équations linéaires :

$$(36)\quad \frac{dL}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2L=0,\qquad \frac{dM}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2M=0,\qquad \frac{dN}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2N=0.$$

5. — On peut aussi se proposer les conditions plus simples :

$$(37)\quad \frac{dp}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2p=0,\qquad \frac{dq}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2q=0,\qquad \frac{dr}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2r=0,$$

et le calcul précédent n'en serait pas modifié ; mais alors l'intégration des équations (28) serait immédiate et on aurait :

$$(38)\qquad k=V-\frac{\tilde{\omega}}{\rho}-\frac{p^2+q^2+r^2}{2}=F(\beta)+T,$$

en désignant par T une fonction arbitraire du temps t. M. Poincaré a donné pour le cas du mouvement permanent, au passage cité de sa *Théorie des Tourbillons*, une formule analogue, mais moins précise. Cela résulte de ce qu'il a adopté, sans modifications, les formules de Helmholtz et de

Kirchhoff, moins générales que celles dont j'ai fait usage, comme je l'ai fait voir au n° 10 du *Mémoire sur l'Hydrodynamique* (Congrès de Nantes, 1898 ; voir aussi : *Helmholtz, Ueber Wirbelbewegungen*, § 5).

Pour donner une application simple des résultats qui précèdent, je suppose que l'on ait :

$$\beta = ax + by + cz. \tag{39}$$

Il en résulte pour les équations générales une assez grande simplification, car elles se réduisent à :

$$\left\{\begin{aligned}
&(b^2+c^2)\frac{d^2\gamma}{dx^2}+(c^2+a^2)\frac{d^2\gamma}{dy^2}+(a^2+b^2)\frac{d^2\gamma}{dz^2}-2ab\,\frac{d^2\gamma}{dxdy}\\
&\qquad -2bc\frac{d^2\gamma}{dydz}-2ca\,\frac{d^2\gamma}{dzdy}=0\,.\\
&\left(b\frac{d\gamma}{dy}+c\frac{d\gamma}{dz}\right)\frac{d^2\gamma}{dx^2}+\left(c\frac{d\gamma}{dz}+a\frac{d\gamma}{dx}\right)\frac{d^2\gamma}{dy^2}+\left(a\frac{d\gamma}{dx}+b\frac{d\gamma}{dy}\right)\frac{d^2\gamma}{dz^2}\\
&\qquad -\left(b\frac{d\gamma}{dx}+a\frac{d\gamma}{dy}\right)\frac{d^2\gamma}{dxdy}-\left(c\frac{d\gamma}{dy}+b\frac{d\gamma}{dz}\right)\frac{d^2\gamma}{dydz}\\
&\qquad -\left(a\frac{d\gamma}{dz}+c\frac{d\gamma}{dx}\right)\frac{d^2\gamma}{dzdx}=\frac{d\mathrm{F}}{d\beta}\,.
\end{aligned}\right. \tag{40}$$

Cette hypothèse correspond au cas du mouvement de l'eau dans les canaux découverts dont M. Bresse donne ainsi la description *(Hydraulique*, chap. IV, n° 66) :

« Nous admettons que le fond du cours est un plan dont les horizontales perpendiculaires au fil de l'eau ont une largeur indéfinie. Sur ce plan, et suivant la ligne de plus grande pente, glisse une première couche de liquide infiniment mince ; sur la première couche glisse parallèlement une seconde, sur la seconde une troisième, et ainsi de suite. »

L'intégration des équations (40) permettrait de renoncer à la plupart des restrictions usitées en hydraulique, mais elle paraît sujette à d'assez grandes difficultés. Soit cependant $a = 0$, $b = 0$, $c = 1$, d'où $\beta = z$; il vient :

$$\frac{d^2\gamma}{dx^2}+\frac{d^2\gamma}{dy^2}=0\,,\quad \frac{d\gamma}{dz}\left(\frac{d^2\gamma}{dx^2}+\frac{d^2\gamma}{dy^2}\right)-\frac{d\gamma}{dx}\frac{d^2\gamma}{dzdx}-\frac{d\gamma}{dy}\frac{d^2\gamma}{dydz}=\frac{d\mathrm{F}}{dz},$$

et en intégrant :

$$\frac{d^2\gamma}{dx^2}+\frac{d^2\gamma}{dy^2}=0,\qquad \frac{d\gamma_2}{dx}+\frac{d\gamma_2}{dy}+2\mathrm{F}(z)=\varphi(x,y)\,, \tag{41}$$

où φ désigne une fonction arbitraire. On a des méthodes pour intégrer

séparément ces deux équations aux dérivées partielles du second ordre et linéaire, tandis que l'autre est non linéaire, mais du premier ordre, et la principale difficulté de leur emploi sera de déterminer leurs solutions communes.

Pour intégrer sans hypothèse particulière les équations (40), j'observe qu'on peut les présenter ainsi :

$$(a^2+b^2+c^2)\Delta^2\gamma$$
$$-\left(a^2\frac{d^2\gamma}{dx^2}+b^2\frac{d^2\gamma}{dy^2}+c^2\frac{d^2\gamma}{dz^2}+2ab\frac{d^2\gamma}{dxdy}+2bc\frac{d^2\gamma}{dydz}+2ca\frac{d^2\gamma}{dzdx}\right)=0,$$
$$\left(a\frac{d\gamma}{dx}+b\frac{d\gamma}{dy}+c\frac{d\gamma}{dz}\right)\Delta^2\gamma-a\left(\frac{d\gamma}{dx}\frac{d^2\gamma}{dx^2}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d^2\gamma}{dxdy}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d^2\gamma}{dzdx}\right)$$
$$-b\left(\frac{d\gamma}{dx}\frac{d^2\gamma}{dxdy}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d^2\gamma}{dy^2}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d^2\gamma}{dydz}\right)$$
$$-c\left(\frac{d\gamma}{dx}\frac{d^2\gamma}{dzdx}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d^2\gamma}{dydz}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d^2\gamma}{dz^2}\right)=\frac{d\mathrm{F}}{d\beta}.$$

Soit :

$$(42)\qquad a\frac{d\gamma}{dx}+b\frac{d\gamma}{dy}+c\frac{d\gamma}{dz}=\Gamma,\qquad \frac{d\gamma_2}{dx}+\frac{d\gamma_2}{dy}+\frac{d\gamma_2}{dz}=\mathrm{C}^2.$$

On pourra mettre les équations à intégrer sous cette forme :

$$(a^2+b^2+c^2)\Delta^2\gamma=a\frac{d\Gamma}{dx}+b\frac{d\Gamma}{dy}+c\frac{d\Gamma}{dy},$$
$$\Gamma\Delta^2\gamma=a\mathrm{C}\frac{d\mathrm{C}}{dx}+b\mathrm{C}\frac{d\mathrm{C}}{dy}+c\mathrm{C}\frac{d\mathrm{C}}{dz}+\frac{d\mathrm{F}}{d\beta}.$$

Il en résulte :

$$(43)\quad \Delta^2\gamma=\frac{a\dfrac{d\Gamma}{dx}+b\dfrac{d\Gamma}{dy}+c\dfrac{d\Gamma}{dz}}{a^2+b^2+c^2}=\frac{a\mathrm{C}\dfrac{d\mathrm{C}}{dx}+b\mathrm{C}\dfrac{d\mathrm{C}}{dy}+c\mathrm{C}\dfrac{d\mathrm{C}}{dz}+\dfrac{d\mathrm{F}}{d\beta}}{\Gamma},$$

et si, pour simplifier, on pose :

$$(44)\qquad \Gamma^2-(a^2+b^2+c^2)\mathrm{C}^2=\Lambda^2,$$

il vient :

$$(45)\qquad a\Lambda\frac{d\Lambda}{dx}+b\Lambda\frac{d\Lambda}{dy}+c\Lambda\frac{d\Lambda}{dz}=(a^2+b^2+c^2)\frac{d\mathrm{F}}{d\beta}.$$

C'est, par rapport Λ^2, une équation aux dérivées partielles du premier

ordre et linéaire dont l'intégration est facile à effectuer. Pour cela soient l, m, n et λ, μ, ν, deux groupes de constantes pour lesquelles on ait :

$$al + bm + cn = 0, \qquad a\lambda + b\mu + c\nu = 0,$$

il vient par la méthode usuelle :

$$(46)\quad \left\{ \begin{array}{c} \Lambda^2 = \Gamma^2 - (a^2+b^2+c^2)C^2 = 2\dfrac{a^2+b^2+c^2}{a}\displaystyle\int \frac{dF}{d\beta}\,dx \\ + \Phi(lx+my+nz,\quad \lambda x+\mu y+\nu z). \end{array} \right.$$

Après avoir effectué l'intégration indiquée suivant la règle habituelle, il n'y aura plus qu'à substituer à Γ^2 et à C^2 leurs expressions (42) pour avoir une équation aux dérivées partielles du premier ordre que devra vérifier γ ; on obtient ainsi :

$$(47)\quad \left\{ \begin{array}{c} (b^2+c^2)\dfrac{d\gamma_2}{dx} + (c^2+a^2)\dfrac{d\gamma_2}{dy} + (a^2+b^2)\dfrac{d\gamma_2}{dz} - 2ab\dfrac{d\gamma}{dx}\dfrac{d\gamma}{dy} \\ - 2bc\dfrac{d\gamma}{dy}\dfrac{d\gamma}{dz} - 2ca\dfrac{d\gamma}{dz}\dfrac{d\gamma}{dx} + 2\dfrac{a^2+b^2+c^2}{a}\displaystyle\int\frac{dF}{d\beta}\,dx \\ + \Phi(lx+my+nz,\ \lambda x+\mu y+\nu z = 0, \end{array} \right.$$

où Φ désigne une fonction arbitraire.

Cette équation peut remplacer la seconde des équations (40) et par conséquent on a deux équations simultanées pour lesquelles, considérées séparément, on a des méthodes connues d'intégration. La recherche de leurs solutions communes présente néanmoins des difficultés qui ne peuvent être abordées sérieusement qu'à l'occasion d'un problème d'hydraulique parfaitement défini.

Je me bornerai ici à vérifier la théorie en prenant pour γ une expression particulière. Soit :

$$(48)\quad \left\{ \begin{array}{c} \gamma = Ax^2 + A'y^2 + A''z^2 + 2Bxyz + 2B'zx + 2B''xy + 2Cx \\ + 2C'y + 2C''z\ ; \end{array} \right.$$

il vient par la première des équations (40) :

$$2A(b^2+c^2) + 2A'(c^2+a^2) + 2A''(a^2+b^2) - 4abB'' - 4bcB - 4caB' = 0.$$

et on a :

$$\Gamma = 2(Aa + B''b + B'c)x + 2(B''a + A'b + Bc)y + 2(B'a + Bb + A''c)z + 2(Ca + C'b + C''c),$$

$$C^2 = 4[(A^2 + B''^2 + B'^2)x^2 + (B''^2 + A'^2 + B^2)y^2 + (B'^2 + B^2 + A''^2)z^2 + C^2 + C'^2 + C''^2] + 8[(AB'' + B''A' + B'B)xy + (B''B' + A'B + BA'')yz + (B'A + BB'' + A''B')zx] + 8[(CA + C'B'' + C''B')x + (CB'' + C'A' + C''B)y + (CB' + C'B + C''A'')z].$$

D'après cela, la seconde des équations à vérifier devient :

$$4(A + A' + A'')[(Aa + B''b + B'c)x + (B''a + A'b + Bc)y + (B'a + Bb + A''c)z + Ca + C'b + C''c] - 4[(A^2 + B''^2 + B'^2)x + (AB'' + B''A' + B'B)y + (B'A + BB'' + A''B')z + CA + C'B'' + C''B']a - 4[(AB'' + B''A' + B'B)x + (B''^2 - A'^2 + B^2)y + (B''B' + A'B + BA'')z + CB'' + C'A' + C''B]b - 4[(B'A + BB'' + A''B')x + (B''B' + A'B + BA'')y + (B'^2 + B^2 + A''^2)z + CB' + C'B + C''A'']C = \frac{dF}{d\beta},$$

et pour qu'elle puisse se réduire à une identité, il faut qu'on ait :

$$\frac{dF}{d\beta} = 4[G(ax + by + cz) + K],$$

en désignant par G et K des constantes arbitraires. On a ainsi quatre équations pour déterminer les neuf coefficients de γ ; il y aura donc, dans les expressions, des composantes de vitesse et des composantes de rotation :

$$p = 2b(B'x + By + A''z + C'') - 2c(B''x + A'y + Bz + C'),$$
$$L = a(A' + A'') - bB'' - cB',$$
$$q = 2c(Ax + B''y + + B'z + C) - 2a(B'x + By + A''z + C''),$$
$$M = b(A'' + A) - cB' - aB'',$$
$$r = 2a(B''x + A'y + Bz + C') - 2b(Ax + B''y + B'z + C),$$
$$N = c(A + A') - aB' - bB,$$

encore de l'indétermination et spécialement par rapport au temps t dont on profitera pour vérifier, suivant le cas, les équations (36) ou les équations (37), et satisfaire aux conditions accessoires.

6. — Les fonctions β et γ entrent d'une manière semblable dans les

expressions des composantes de vitesse et des composantes de la rotation élémentaire. Si on forme l'équation :

$$\mathrm{L}\frac{d\gamma}{dx}+\mathrm{M}\frac{d\gamma}{dy}+\mathrm{N}\frac{d\gamma}{dz}=\left(\frac{d}{dy}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}-\frac{d}{dz}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}\right)\frac{d\gamma}{dx}+\left(\frac{d}{dz}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}-\frac{d}{dx}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_3}\right)\frac{d\gamma}{dy}+\left(\frac{d}{dx}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_2}-\frac{d}{dy}\frac{d\mathrm{D}}{d\alpha_1}\right)\frac{d\gamma}{dz}=0,$$

vient, en ordonnant par rapport à β :

$$(49)\quad\left\{\begin{aligned}&\left(\frac{d\gamma_2}{dy}+\frac{d\gamma_2}{dz}\right)\frac{d^2\beta}{dx^2}+\left(\frac{d\gamma_2}{dz}+\frac{d\gamma_2}{dx}\right)\frac{d^2\beta}{dy^2}+\left(\frac{d\gamma_2}{dx}+\frac{d\gamma_2}{dy}\right)\frac{d^2\beta}{dz^2}\\&-2\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\gamma}{dy}\frac{d^2\beta}{dxdy}-2\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\gamma}{dz}\frac{d^2\beta}{dydz}-2\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\gamma}{dx}\frac{d^2\beta}{dzdx}\\&+\left[\frac{d\gamma}{dx}\frac{d^2\gamma}{dx^2}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d^2\gamma}{dxdy}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d^2\gamma}{dzdx}-\frac{d\gamma}{dx}\Delta^2\gamma\right]\frac{d\beta}{dx}\\&+\left[\frac{d\gamma}{dx}\frac{d^2\gamma}{dxdy}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d^2\gamma}{dy^2}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d^2\gamma}{dydz}-\frac{d\gamma}{dy}\Delta^2\gamma\right]\frac{d\beta}{dy}\\&+\left[\frac{d\gamma}{dx}\frac{d^2\gamma}{dzdx}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d^2\gamma}{dydz}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d^2\gamma}{dz^2}-\frac{d\gamma}{dz}\Delta^2\gamma\right]\frac{d\beta}{dz}=0,\end{aligned}\right.$$

et si l'on pose :

$$2\mathrm{M}r-2\mathrm{N}q=-\frac{d\mathrm{F}}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dx},\qquad 2\mathrm{N}p-2\mathrm{L}r=-\frac{d\mathrm{F}}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dy},$$

$$2\mathrm{L}q-2\mathrm{M}p=-\frac{d\mathrm{F}}{d\gamma}\frac{d\gamma}{dz},$$

on obtient :

$$(50)\quad\left\{\begin{aligned}&\left(\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\beta}{dz}\right)\frac{d^2\beta}{dx^2}+\left(\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\beta}{dz}+\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\beta}{dx}\right)\frac{d^2\beta}{dy^2}\\&+\left(\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\beta}{dx}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\beta}{dy}\right)\frac{d^2\beta}{dz^2}-\left(\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\beta}{dx}+\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\beta}{dy}\right)\frac{d^2\beta}{dxdy}\\&-\left(\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\beta}{dz}\right)\frac{d^2\beta}{dydz}-\left(\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\beta}{dz}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\beta}{dx}\right)\frac{d^2\beta}{dzdx}\\&-\left(\frac{d^2\gamma}{dy^2}+\frac{d^2\gamma}{dz^2}\right)\frac{d\beta_2}{dx}-\left(\frac{d^2\gamma}{dz^2}+\frac{d^2\gamma}{dx^2}\right)\frac{d\beta_2}{dy}-\left(\frac{d^2\gamma}{dx^2}+\frac{d^2\gamma}{dy^2}\right)\frac{d\beta_2}{dz}\\&+2\frac{d\beta}{dx}\frac{d\beta}{dy}\frac{d^2\gamma}{dxdy}+2\frac{d\beta}{dy}\frac{d\beta}{dz}\frac{d^2\gamma}{dydz}+2\frac{d\beta}{dz}\frac{d\beta}{dx}\frac{d^2\gamma}{dzdx}=\frac{d\mathrm{F}}{dy}.\end{aligned}\right.$$

Dans le cas du problème traité aux n^{os} 2 et 3, il faut qu'on ait à la fois les équations (33), (35), (49) et (50) ; mais d'après les explications

données au n° 4, il faut qu'on ait en même temps $\frac{d\mathrm{F}}{d\beta}=0, \quad \frac{d\mathrm{F}}{d\gamma}=0.$

Il suffit donc, pour la solution de ce problème, d'intégrer ces quatre équations ainsi modifiées. Lorsqu'on a pour β et pour γ les expressions (39) et (48), les équations (49) et (50) se réduisent à :

$$\left(\frac{d^2\gamma}{dy^2}+\frac{d^2\gamma}{dz^2}\right)\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\beta}{dx}+\left(\frac{d^2\gamma}{dz^2}+\frac{d^2\gamma}{dx^2}\right)\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\beta}{dy}+\left(\frac{d^2\gamma}{dx^2}+\frac{d^2\gamma}{dy^2}\right)\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\beta}{dz}$$
$$-\left(\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\beta}{dx}+\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\beta}{dy}\right)\frac{d^2\gamma}{dxdy}-\left(\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\beta}{dz}\right)\frac{d^2\gamma}{dydz}$$
$$-\left(\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\beta}{dz}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\beta}{dx}\right)\frac{d^2\gamma}{dzdx}=0,$$
$$-\left(\frac{d^2\gamma}{dy^2}+\frac{d^2\gamma}{dz^2}\right)\frac{d\beta_2}{dx}-\left(\frac{d^2\gamma}{dz^2}+\frac{d^2\gamma}{dx^2}\right)\frac{d\beta_2}{dy}-\left(\frac{d^2\gamma}{dx^2}+\frac{d^2\gamma}{dy^2}\right)\frac{d\beta_2}{dz}+2\frac{d\beta}{dx}\frac{d\beta}{dy}\frac{d^2\gamma}{dxdy}$$
$$+2\frac{d\beta}{dy}\frac{d\beta}{dz}\frac{d^2\gamma}{dydz}+2\frac{d\beta}{dz}\frac{d\beta}{dx}\frac{d^2\gamma}{dzdx}=0,$$

et si on y remplace par leurs valeurs les quotients différentiels de β et de γ comme aussi ceux de γ dans les équations (40), on obtient seulement les deux relations d'identité :

$$\text{(51)}\quad\begin{cases}\mathrm{A}(b^2+c^2)+\mathrm{A}'(c^2+a^2)+\mathrm{A}''(a^2+b^2)-2ab\mathrm{B}''-2bc\mathrm{B}-2ca\mathrm{B}'=0,\\ (\mathrm{A}'+\mathrm{A}'')a\frac{d\gamma}{dx}+(\mathrm{A}''+\mathrm{A})b\frac{d\gamma}{dy}+(\mathrm{A}+\mathrm{A}')c\frac{d\gamma}{dz}\\ -(b\mathrm{B}''+c\mathrm{B}')\frac{d\gamma}{dx}-(c\mathrm{B}+a\mathrm{B}'')\frac{d\gamma}{dy}-(a\mathrm{B}'+b\mathrm{B})\frac{d\gamma}{dz}=0,\end{cases}$$

d'où l'on déduit :

$$\text{(52)}\quad\begin{cases}\mathrm{A}(b^2+c^2)+\mathrm{A}'(c^2+a^2)+\mathrm{A}''(a^2+b^2)-2ab\mathrm{B}''\\ \quad-2bc\mathrm{B}-2ca\mathrm{B}'=0,\\ [(\mathrm{A}'+\mathrm{A}'')a-b\mathrm{B}''-c\mathrm{B}']\mathrm{A}+[(\mathrm{A}''+\mathrm{A})b-c\mathrm{B}-a\mathrm{B}'']\mathrm{B}''\\ \quad+[(\mathrm{A}+\mathrm{A}')c-a\mathrm{B}'-b\mathrm{B}]\mathrm{B}'=0,\\ [(\mathrm{A}'+\mathrm{A}'')a-b\mathrm{B}''-c\mathrm{B}']\mathrm{B}''+[(\mathrm{A}''+\mathrm{A})b-c\mathrm{B}-a\mathrm{B}'']\mathrm{A}'\\ \quad+[(\mathrm{A}+\mathrm{A}')c-a\mathrm{B}''-b\mathrm{B}]\mathrm{B}=0,\\ [(\mathrm{A}'+\mathrm{A}'')a-b\mathrm{B}''-c\mathrm{B}']\mathrm{B}'+[(\mathrm{A}''+\mathrm{A})b-c\mathrm{B}-a\mathrm{B}'']\mathrm{B}\\ \quad+[(\mathrm{A}+\mathrm{A}')c-a\mathrm{B}'-b\mathrm{B}]\mathrm{A}''=0,\\ [(\mathrm{A}'+\mathrm{A}'')a-b\mathrm{B}''-c\mathrm{B}']\mathrm{C}+[(\mathrm{A}''+\mathrm{A})b-c\mathrm{B}-a\mathrm{B}'']\mathrm{C}'\\ \quad+(\mathrm{A}+\mathrm{A}')c-a\mathrm{B}'-b\mathrm{B}]\mathrm{C}''=0.\end{cases}$$

Il y a d'ailleurs différentes manières d'effectuer cette identification sur lesquelles je crois inutile d'insister.

Si on suppose données les quantités a, b, c, la vélocite du second ordre

doit, en vertu de la seconde des équations (51), être une surface conique. Je prends pour son équation :

$$(53) \qquad A'y^2 + A''z^2 + 2Byz + 2C'y + 2C''z = \gamma,$$

ce qui revient à supposer dans l'équation (48) : $A = 0$, $B' = 0$, $B'' = 0$, $C = 0$; il en résulte, par les formules (52) :

$$(54) \quad \begin{cases} A'(c^2 + a^2) + A''(a^2 + b^2) - 2bcB = 0, & (A''A' - B^2)b = 0, \\ (A'A'' - B^2)c = 0, & (A''C' - BC'')b + (A'C'' - BC')c = 0. \end{cases}$$

On a, par les trois dernières de ces relations :

$$B = \sqrt{A'A''}, \qquad \frac{b}{c} = \frac{\sqrt{A'}}{\sqrt{A''}},$$

et en portant ces expressions dans la première, il vient :

$$(A' + A'')a^2 = 2bc\sqrt{A'A''} - A'c^2 - A''b^2 = 2A'c^2 - A'c^2 - A'c^2 = 0.$$

Or, on ne peut pas avoir $A + A' = 0$, car alors B serait imaginaire ; il faut donc que a soit nul on a donc définitivement :

$$(55) \quad \begin{cases} \beta = \left(\sqrt{\frac{A'}{A''}}\, y + z\right)c = \sqrt{A''}\left(y\sqrt{A'} + z\sqrt{A''}\right), \\ A'y^2 + A''z^2 + 2\sqrt{A'A''}\, yz + 2C'y + 2C''z = \gamma, \end{cases}$$

et il en résulte :

$$p = 2c\left[C''\sqrt{\frac{A'}{A''}} - C'\right], \qquad q = 0, \qquad r = 0,$$

ce qui, sans être en désaccord avec la théorie, n'offre pas d'intérêt parce qu'il y a potentiel de vitesse. Quoi qu'il en soit, ce procédé peut être appliqué à la recherche des cas particuliers du problème des nos 2 et 3.

6. — Par l'effet de la rotation élémentaire, il se manifeste dans l'hydrodynamique une dualité spéciale sur laquelle je crois utile d'insister parce qu'il en résulte un procédé général d'étude du mouvement des liquides.

Si l'on a traité une question quelconque dont les données soient empruntées à la considération des composantes de la vitesse, il en résulte généralement un problème analogue, dont les conditions se réfèrent aux composantes de la rotation élémentaire. Pour donner un exemple de cette corrélation, j'examinerai d'abord le cas où le mouvement d'un liquide

s'effectue avec potentiel de rotation, c'est-à-dire le problème défini par les égalités :

$$(56)\quad \begin{cases} \dfrac{d\mathrm{N}}{dy} - \dfrac{d\mathrm{M}}{dz} = -\dfrac{\Delta^2 p}{2} = 0, \qquad \dfrac{d\mathrm{L}}{dz} - \dfrac{d\mathrm{N}}{dx} = -\dfrac{\Delta^2 q}{2} = 0, \\ \dfrac{d\mathrm{M}}{dx} - \dfrac{d\mathrm{L}}{dy} = -\dfrac{\Delta^2 r}{2} = 0. \end{cases}$$

C'est un cas particulier du problème dont les conditions s'expriment par les égalités :

$$\mathrm{L} = a\frac{d\mathrm{F}}{dx}, \qquad \mathrm{M} = a\frac{d\mathrm{F}}{dy}, \qquad \mathrm{N} = a\frac{d\mathrm{F}}{dz},$$

où a désigne une fonction des coordonnées x, y, z et du temps t dont je m'occuperai plus loin, et il en résulte une solution analogue à celle qui a été donnée du problème corrélatif, au n° 2 du travail *sur l'Hydrodynamique*, inséré aux comptes rendus de l'Association Française (Congrès de Nantes, 1898). Mais ici, j'emploierai une méthode plus directe ; il résulte des relations (56) les suivantes :

$$\Delta^2\mathrm{L} = 0, \qquad \Delta^2\mathrm{M} = 0, \qquad \Delta^2\mathrm{N} = 0,$$

et en posant :

$$(57)\qquad \mathrm{L} = \frac{d\Omega}{dx}, \qquad \mathrm{M} = \frac{d\Omega}{dy}, \qquad \mathrm{N} = \frac{d\Omega}{dz},$$

on a :

$$2u = \frac{d\mathrm{N}}{dy} + \frac{d\mathrm{M}}{dz} = 2\frac{d^2\Omega}{dydz}, \qquad 2v = \frac{d\mathrm{L}}{dz} + \frac{d\mathrm{N}}{dx} = 2\frac{d^2\Omega}{dzdx},$$
$$2w = \frac{d\mathrm{M}}{dx} + \frac{d\mathrm{L}}{dy} = 2\frac{d^2\Omega}{dydx}.$$

Si donc on désigne, comme au n° 8 du travail *sur l'intégration dans un cas particulier des équations différentielles de l'Hydrodynamique* (Congrès de Saint-Étienne, 1897), par K le déterminant symétrique :

$$\begin{vmatrix} \dfrac{d\mathrm{L}}{dx} & w & v \\ w & \dfrac{d\mathrm{M}}{dy} & u \\ v & u & \dfrac{d\mathrm{N}}{dz} \end{vmatrix} = \frac{d\mathrm{L}}{dx}\frac{d\mathrm{M}}{dy}\frac{d\mathrm{N}}{dz} - u^2\frac{d\mathrm{L}}{dx} - v^2\frac{d\mathrm{M}}{dy} - w^2\frac{d\mathrm{N}}{dz} + 2uvw,$$

on aura :

$$(58)\quad \left\{ \mathrm{K} = \frac{d^2\Omega}{dx^2}\frac{d^2\Omega}{dy^2}\frac{d^2\Omega}{dz^2} - \frac{d^2\Omega_2}{dydz}\cdot\frac{d^2\Omega}{dx^2} - \frac{d^2\Omega_2}{dzdx}\cdot\frac{d^2\Omega}{dy^2} - \frac{d^2\Omega_2}{dxdy}\cdot\frac{d^2\Omega}{dz^2} + 2\frac{d^2\Omega}{dxdy}\frac{d^2\Omega}{dydz}\frac{d^2\Omega}{dzdx}, \right.$$

et il résulte des équations (26) :

$$(59)\quad \left\{ \begin{aligned} \mathrm{K}p &= \frac{1}{2}\frac{d\Psi}{dx}\left(\frac{d^2\Omega}{dy^2}\frac{d^2\Omega}{dz^2} - \frac{d^2\Omega_2}{dydz}\right) + \frac{1}{2}\frac{d\Psi}{dy}\left(\frac{d^2\Omega}{dydz}\frac{d^2\Omega}{dzdx} - \frac{d^2\Omega}{dz^2}\frac{d^2\Omega}{dxdy}\right) \\ &\quad + \frac{1}{2}\frac{d\Psi}{dz}\left(\frac{d^2\Omega}{dxdy}\frac{d^2\Omega}{dydz} - \frac{d^2\Omega}{dy^2}\frac{d^2\Omega}{dzdx}\right), \\ \mathrm{K}q &= \frac{1}{2}\frac{d\Psi}{dx}\left(\frac{d^2\Omega}{dydz}\frac{d^2\Omega}{dzdx} - \frac{d^2\Omega}{dz^2}\frac{d^2\Omega}{dxdy}\right) + \frac{1}{2}\frac{d\Psi}{dy}\left(\frac{d^2\Omega}{dz^2}\frac{d^2\Omega}{dx^2} - \frac{d^2\Omega_2}{dzdx}\right) \\ &\quad + \frac{1}{2}\frac{d\Psi}{dz}\left(\frac{d^2\Omega}{dzdx}\frac{d^2\Omega}{dxdy} - \frac{d^2\Omega}{dx^2}\frac{d^2\Omega}{dydz}\right), \\ \mathrm{K}r &= \frac{1}{2}\frac{d\Psi}{dx}\left(\frac{d^2\Omega}{dxdy}\frac{d^2\Omega}{dydz} - \frac{d^2\Omega}{dy^2}\frac{d^2\Omega}{dzdx}\right) \\ &\quad + \frac{1}{2}\frac{d\Psi}{dy}\left(\frac{d^2\Omega}{dzdx}\frac{d^2\Omega}{dxdy} - \frac{d^2\Omega}{dx^2}\frac{d^2\Omega}{dydz}\right) + \frac{1}{2}\frac{d\Psi}{dz}\left(\frac{d^2\Omega}{dx^2}\frac{d^2\Omega}{dy^2} - \frac{d^2\Omega_2}{dxdy}\right), \end{aligned} \right.$$

en posant pour simplifier :

$$(60)\qquad \Pi - \frac{d\Omega}{dt} = \Psi,$$

Soit encore :

$$(61)\quad \left\{ \begin{aligned} &\left(\frac{d^2\Omega}{dy^2}\frac{d^2\Omega}{dz^2} - \frac{d^2\Omega_2}{dydz}\right)\frac{d\Omega}{dx} + \left(\frac{d^2\Omega}{dydz}\frac{d^2\Omega}{dzdx} - \frac{d^2\Omega}{dz^2}\frac{d^2\Omega}{dxdy}\right)\frac{d\Omega}{dy} \\ &\quad + \left(\frac{d^2\Omega}{dxdy}\frac{d^2\Omega}{dydz} - \frac{d^2\Omega}{dy^2}\frac{d^2\Omega}{dzdx}\right)\frac{d\Omega}{dz} = \mathrm{P}, \\ &\left(\frac{d^2\Omega}{dydz}\frac{d^2\Omega}{dzdx} - \frac{d^2\Omega}{dz^2}\frac{d^2\Omega}{dxdy}\right)\frac{d\Omega}{dx} + \left(\frac{d^2\Omega}{dz^2}\frac{d^2\Omega}{dx^2} - \frac{d^2\Omega_2}{dzdx}\right)\frac{d\Omega}{dy} \\ &\quad + \left(\frac{d^2\Omega}{dzdx}\frac{d^2\Omega}{dxdy} - \frac{d^2\Omega}{dx^2}\frac{d^2\Omega}{dydz}\right)\frac{d\Omega}{dz} = \mathrm{Q}, \\ &\left(\frac{d^2\Omega}{dxdy}\frac{d^2\Omega}{dxdz} - \frac{d^2\Omega}{dy^2}\frac{d^2\Omega}{dzdx}\right)\frac{d\Omega}{dx} + \left(\frac{d^2\Omega}{dzdx}\frac{d^2\Omega}{dxdy} - \frac{d^2\Omega}{dx^2}\frac{d^2\Omega}{dydz}\right)\frac{d\Omega}{dy} \\ &\quad + \left(\frac{d^2\Omega}{dx^2}\frac{d^2\Omega}{dy^2} - \frac{d^2\Omega_2}{dxdy}\right) = \mathrm{R}, \end{aligned} \right.$$

il vient par la dernière des équations (26) pour déterminer Ψ l'équation aux dérivées partielles du premier ordre et linéaire :

$$(62)\qquad \mathrm{P}\frac{d\Psi}{dx} + \mathrm{Q}\frac{d\Psi}{dy} + \mathrm{R}\frac{d\Psi}{dz} = 2\mathrm{K}\left(\Psi + \frac{d\Omega}{dt}\right)$$

Or on a :

$$(63)\quad \begin{cases} P\dfrac{d^2\Omega}{dx^2}+Q\dfrac{d^2\Omega}{dxdy}+R\dfrac{d^2\Omega}{dzdx}=K\dfrac{d\Omega}{dx}\,,\ P\dfrac{d^2\Omega}{dxdy}+Q\dfrac{d^2\Omega}{dy^2}+R\dfrac{d^2\Omega}{dydz} \\ \qquad =K\dfrac{d\Omega}{dy},\ P\dfrac{d^2\Omega}{dzdx}+Q\dfrac{d^2\Omega}{dydz}+R\dfrac{d^2\Omega}{dz^2}=K\dfrac{d\Omega}{dz}. \end{cases}$$

et par conséquent on obtient pour intégrer l'équation (62), les équations différentielles simultanées :

$$(64)\quad \frac{d\dfrac{d\Omega}{dx}}{K\dfrac{d\Omega}{dx}}=\frac{d\dfrac{d\Omega}{dy}}{K\dfrac{d\Omega}{dy}}=\frac{d\dfrac{d\Omega}{dz}}{K\dfrac{d\Omega}{dz}}=\frac{d\Psi}{2K\left(\Psi+\dfrac{d\Omega}{dt}\right)}$$

On a immédiatement deux des intégrales de ces équations différentielles et comme la dernière de ces équations est du premier ordre et linéaire on pourra toujours l'intégrer et obtenir ainsi une expression de Ψ qui, portée dans les équations (59), permettra d'en déduire des expressions correspondantes pour les composantes p, q, r de la vitesse. Mais ici la question est moins simple que lorsqu'il s'agit du potentiel de vitesse et il reste encore à profiter de l'indétermination de Ψ pour vérifier les relations :

$$(65)\quad \begin{cases} \dfrac{dp}{dx}+\dfrac{dq}{dy}+\dfrac{dr}{dz}=0, & \dfrac{dr}{dy}-\dfrac{dq}{dz}=2\dfrac{d\Omega}{dx}, & \dfrac{dp}{dz}-\dfrac{dr}{dx}=2\dfrac{d\Omega}{dy}, \\ & \dfrac{dq}{dx}-\dfrac{dp}{dy}=2\dfrac{d\Omega}{dz}. & \end{cases}$$

Ce calcul paraît assez compliqué, mais selon toute apparence, il comporte d'assez grandes simplifications; quoi qu'il en soit, on pourra souvent l'éviter en procédant comme il suit.

Dans le cas actuel on peut présenter ainsi les formules (26) :

$$(66)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2\Omega}{dxdt}+\dfrac{d\Pi}{dx}=2\dfrac{d\Omega}{dx}\dfrac{dp}{dx}+2\dfrac{d\Omega}{dy}\dfrac{dp}{dy}+2\dfrac{d\Omega}{dz}\dfrac{dp}{dz}=\Delta^2(\Omega p), \\ \dfrac{d^2\Omega}{dydt}+\dfrac{d\Pi}{dy}=\Delta^2(\Omega q), \qquad \dfrac{d^2\Omega}{dzdt}+\dfrac{d\Pi}{dz}=\Delta^2(\Omega r), \end{cases}$$

et on y satisfait généralement en posant :

$$(67)\qquad \Omega p=\frac{d\Lambda}{dx}+\omega_1,\quad \Omega q=\frac{d\Lambda}{dy}+\omega_2,\quad \Omega r=\frac{d\Lambda}{dz}+\omega_3,$$

où Λ désigne une fonction à déterminer et ω_1, ω_2, ω_3 des fonctions potentielles.

Intégrant, il vient :

$$(68)\qquad \frac{d\Omega}{dt}+\Pi+T_1=\Delta^2\Lambda,$$

en désignant par T_1 une fonction du temps et par les relations (65) :

$$\frac{d\Omega}{dx}p+\frac{d\Omega}{dy}q+\frac{d\Omega}{dz}r=\Pi=\Delta^2\Lambda+\frac{d\omega_1}{dx}+\frac{d\omega_2}{dy}+\frac{d\omega_3}{dz},$$

$$2\Omega\frac{d\Omega}{dx}+r\frac{d\Omega}{dy}-q\frac{d\Omega}{dz}=\frac{d\omega_3}{dy}-\frac{d\omega_2}{dz},\quad 2\Omega\frac{d\Omega}{dy}+p\frac{d\Omega}{dz}-r\frac{d\Omega}{dx}=\frac{d\omega_1}{dz}-\frac{d\omega_3}{dx},$$

$$2\Omega\frac{d\Omega}{dz}+q\frac{d\Omega}{dx}-p\frac{d\Omega}{dy}=\frac{d\omega_2}{dx}-\frac{d\omega_1}{dy}.$$

On déduit de ces dernières :

$$(69)\quad\left\{\begin{aligned}
p&=\frac{\Pi\dfrac{d\Omega}{dx}+\dfrac{d\Omega}{dz}\left(\dfrac{d\omega_1}{dz}-\dfrac{d\omega_3}{dx}\right)-\dfrac{d\Omega}{dy}\left(\dfrac{d\omega_2}{dx}-\dfrac{d\omega_1}{dy}\right)}{\dfrac{d\Omega_2}{dx}+\dfrac{d\Omega_2}{dy}+\dfrac{d\Omega_2}{dz}},\\
q&=\frac{\Pi\dfrac{d\Omega}{dy}+\dfrac{d\Omega}{dx}\left(\dfrac{d\omega_2}{dx}-\dfrac{d\omega_1}{dy}\right)-\dfrac{d\Omega}{dz}\left(\dfrac{d\omega_3}{dy}-\dfrac{d\omega_2}{dz}\right)}{\dfrac{d\Omega_2}{dx}+\dfrac{d\Omega_2}{dy}+\dfrac{d\Omega_2}{dz}},\\
r&=\frac{\Pi\dfrac{d\Omega}{dz}+\dfrac{d\Omega}{dy}\left(\dfrac{d\omega_3}{dy}-\dfrac{d\omega_2}{dz}\right)-\dfrac{d\Omega}{dx}\left(\dfrac{d\omega_1}{dz}-\dfrac{d\omega_3}{dx}\right)}{\dfrac{d\Omega_2}{dx}+\dfrac{d\Omega_2}{dy}+\dfrac{d\Omega_2}{dz}},
\end{aligned}\right.$$

et en éliminant p, q, r au moyen des relations (67), substituant en outre à Π sa valeur :

$$(70)\quad\left\{\begin{aligned}
&\Omega\frac{d\Omega}{dx}\Delta^2\Lambda-\left(\frac{d\Omega_2}{dx}+\frac{d\Omega_2}{dy}+\frac{d\Omega_2}{dz}\right)\frac{d\Lambda}{dx}\\
&+\Omega\frac{d\Omega}{dx}\left(\frac{d\omega_1}{dx}+\frac{d\omega_2}{dy}+\frac{d\omega_3}{dz}\right)-\omega_1\left(\frac{d\Omega_2}{dx}+\frac{d\Omega_2}{dy}+\frac{d\Omega_2}{dz}\right)\\
&+\Omega\frac{d\Omega}{dz}\left(\frac{d\omega_1}{dz}-\frac{d\omega_3}{dx}\right)-\Omega\frac{d\Omega}{dy}\left(\frac{d\omega_2}{dx}-\frac{d\omega_1}{dy}\right)=0,\\
&\Omega\frac{d\Omega}{dy}\Delta^2\Lambda-\left(\frac{d\Omega_2}{dx}+\frac{d\Omega_2}{dy}+\frac{d\Omega_2}{dz}\right)\frac{d\Lambda}{dy}\\
&+\Omega\frac{d\Omega}{dy}\left(\frac{d\omega_1}{dx}+\frac{d\omega_2}{dy}+\frac{d\omega_3}{dz}\right)-\omega_2\left(\frac{d\Omega_2}{dx}+\frac{d\Omega_2}{dy}+\frac{d\Omega_2}{dz}\right)\\
&+\Omega\frac{d\Omega}{dx}\left(\frac{d\omega_2}{dx}-\frac{d\omega_1}{dy}\right)-\Omega\frac{d\Omega}{dz}\left(\frac{d\omega_3}{dy}-\frac{d\omega_2}{dz}\right)=0,\\
&\Omega\frac{d\Omega}{dz}\Delta^2\Lambda-\left(\frac{d\Omega_2}{dx}+\frac{d\Omega_2}{dy}+\frac{d\Omega_2}{dz}\right)\frac{d\Lambda}{dz}\\
&+\Omega\frac{d\Omega}{dz}\left(\frac{d\omega_1}{dx}+\frac{d\omega_2}{dy}+\frac{d\omega_3}{dz}\right)-\omega_3\left(\frac{d\Omega_2}{dx}+\frac{d\Omega_2}{dy}+\frac{d\Omega_2}{dz}\right)\\
&+\Omega\frac{d\Omega}{dy}\left(\frac{d\omega_3}{dy}-\frac{d\omega_2}{dz}\right)-\Omega\frac{d\Omega}{dx}\left(\frac{d\omega_1}{dz}-\frac{d\omega_3}{dx}\right)=0.
\end{aligned}\right.$$

On a de plus :

$$(71)\quad \begin{cases} \dfrac{d\Omega}{dt}+\dfrac{d\omega_1}{dx}+\dfrac{d\omega_2}{dy}+\dfrac{d\omega_3}{dz}+\mathrm{T}_1=0, \\ 2\Omega\left(\dfrac{d\Omega_2}{dx}+\dfrac{d\Omega_2}{dy}+\dfrac{d\Omega_2}{dz}\right)=\dfrac{d\Omega}{dx}\left(\dfrac{d\omega_3}{dy}-\dfrac{d\omega_2}{dz}\right)+\dfrac{d\Omega}{dy}\left(\dfrac{d\omega_1}{dz}-\dfrac{d\omega_3}{dx}\right) \\ \qquad\qquad +\dfrac{d\Omega}{dz}\left(\dfrac{d\omega_2}{dx}-\dfrac{d\omega_1}{dy}\right), \end{cases}$$

et on déduit des équations (70) la suivante :

$$(72)\quad \begin{cases} \Omega\Delta^2\Lambda-\dfrac{d\Omega}{dx}\dfrac{d\Lambda}{dx}-\dfrac{d\Omega}{dy}\dfrac{d\Lambda}{dy}-\dfrac{d\Omega}{dz}\dfrac{d\Lambda}{dz}+\Omega\left(\dfrac{d\omega_1}{dx}+\dfrac{d\omega_2}{dy}+\dfrac{d\omega_3}{dz}\right) \\ \qquad -\omega_1\dfrac{d\Omega}{dx}-\omega_2\dfrac{d\Omega}{dy}-\omega_3\dfrac{d\Omega}{dz}=0. \end{cases}$$

Telles sont les équations qu'on peut employer soit comme auxiliaires de la méthode indiquée au numéro précédent, soit même en les appliquant directement à l'intégration des équations différentielles de l'hydrodynamique dans le cas dont il s'agit.

En résumé on a cinq équations entre les quatre fonctions potentielles Ω, ω_1, ω_2, ω_3 et la fonction arbitraire Λ et il n'en est pas ici comme du problème corrélatif où il suffit de connaître le potentiel de vitesse pour être assuré qu'il s'en déduit un mouvement de liquide.

7. — Je prendrai pour exemple du cas plus général indiqué au numéro précédent, l'étude proposée par Helmholtz *(Ueber Wirbelbewegungen)* des tourbillons circulaires. On peut ici faire usage des formules (23) et poser d'après les données de la question :

$$(73)\qquad \eta=\sqrt{x^2+y^2},\qquad \zeta=z.$$

On aura donc :

$$(74)\quad \begin{cases} \mathrm{L}=\left(\dfrac{d\eta}{dy}\dfrac{d\zeta}{dz}-\dfrac{d\eta}{dz}\dfrac{d\zeta}{dy}\right)\mathrm{H}=\dfrac{y}{\eta}\mathrm{H},\qquad \mathrm{M}=\dfrac{d\eta}{dz}\dfrac{d\zeta}{dx}-\dfrac{d\eta}{dx}\dfrac{d\zeta}{dz}=-\dfrac{x}{\eta}\mathrm{H}, \\ \mathrm{N}=\dfrac{d\eta}{dx}\dfrac{d\zeta}{dy}-\dfrac{d\eta}{dy}\dfrac{d\zeta}{dx}=0, \end{cases}$$

où H désigne une fonction de η, ζ et du temps t et il vient :

$$2\left(\frac{dN}{dy}-\frac{dM}{dz}\right)=-\Delta^2 p=\frac{2x}{\eta}\frac{dH}{d\zeta};\qquad \frac{dN}{dy}+\frac{dM}{dz}=2u=-\frac{x}{\eta}\frac{dH}{d\zeta},$$

$$\frac{dL}{dx}=\frac{xy}{\eta^2}\frac{dH}{d\eta}-\frac{xy}{\eta^3}H,$$

$$2\left(\frac{dL}{dz}-\frac{dN}{dx}\right)=-\Delta^2 q=\frac{2y}{\eta}\frac{dH}{d\zeta};\qquad \frac{dL}{dz}+\frac{dN}{dx}=2v=\frac{y}{\eta}\frac{dH}{d\zeta},$$

$$\frac{dM}{dy}=-\frac{xy}{\eta^2}\frac{dH}{dy}+\frac{xy}{\eta^3}H,$$

$$2\left(\frac{dM}{dx}-\frac{dL}{dy}\right)=-\Delta^2 r=-\frac{2}{\eta}H-2\frac{dH}{dy},$$

$$\frac{dM}{dx}+\frac{dL}{dy}=2w=\frac{x^2-y^2}{\eta^2}\left(\frac{H}{\eta}-\frac{dH}{d\eta}\right),\qquad \frac{dN}{dz}=0,$$

$$\Delta^2 L=\frac{y}{\eta}\left(\frac{d^2H}{d\zeta^2}+\frac{d^2H}{d\eta^2}\right)+\frac{y}{\eta^2}\frac{dH}{d\eta}-\frac{y}{\eta^3}H,$$

$$\Delta^2 M=-\frac{x}{\eta}\left(\frac{d^2H}{d\zeta^2}+\frac{d^2H}{d\eta^2}\right)-\frac{x}{\eta^2}\frac{dH}{d\eta}+\frac{H}{\eta^3}X,\qquad \Delta^2 N=0.$$

Si donc on pose pour simplifier :

$$X=\frac{y}{\eta}\frac{dH}{dt}-\frac{h}{\rho}\left[\frac{y}{\eta}\left(\frac{d^2H}{d\zeta^2}+\frac{d^2H}{d\eta^2}\right)+\frac{y}{\eta^2}\frac{dH}{d\eta}-\frac{y}{\eta^3}H\right],$$

$$Y=-\frac{x}{\eta}\frac{dH}{dt}+\frac{h}{\rho}\left[\frac{x}{\eta}\left(\frac{d^2H}{d\zeta^2}+\frac{d^2H}{d\eta^2}\right)+\frac{x}{\eta^2}\frac{dH}{\eta}-\frac{x}{\eta^3}H\right].$$

On obtient pour les équations (26) :

$$(75)\quad\begin{cases}2\left(\dfrac{xy}{\eta^2}\dfrac{dH}{d\eta}-\dfrac{xy}{\eta^3}H\right)p+\dfrac{y^2-x^2}{\eta^2}\left(\dfrac{dH}{d\eta}-\dfrac{H}{\eta}\right)q+\dfrac{y}{\eta}\dfrac{dH}{d\zeta}r=\dfrac{d\Pi}{dx}-X,\\ \dfrac{y^2-x^2}{\eta^2}\left(\dfrac{dH}{d\eta}-\dfrac{H}{\eta}\right)p+2\left(\dfrac{xy}{\eta^3}H-\dfrac{xy}{\eta^2}\dfrac{dH}{d\eta}\right)q-\dfrac{x}{\eta}\dfrac{dH}{d\zeta}r=\dfrac{d\Pi}{dy}-Y\\ \dfrac{y}{\eta}Hp-\dfrac{x}{\eta}Hq=\Pi,\qquad \dfrac{y}{\eta}\dfrac{dH}{d\zeta}p-\dfrac{x}{\eta}\dfrac{dH}{d\zeta}q=\dfrac{d\Pi}{dz}.\end{cases}$$

Multipliant les trois premières de ces équations par x, y, z respectivement et faisant ensuite la somme des produits, on obtient :

$$y\left(\frac{\zeta}{\eta}\frac{dH}{d\zeta}+\frac{dH}{d\eta}-\frac{H}{\eta}\right)p-x\left(\frac{\zeta}{\eta}\frac{dH}{d\zeta}+\frac{dH}{d\eta}-\frac{H}{\eta}\right)q=x\frac{d\Pi}{dx}+y\frac{d\Pi}{dy}+z\frac{d\Pi}{dz},$$

à cause de :

$$xX+yY=0,$$

et en vertu de la dernière des équations (75) :

$$(76)\qquad \frac{\zeta\frac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\eta\frac{d\mathrm{H}}{d\eta}-\mathrm{H}}{\mathrm{H}}=\frac{x\frac{d\Pi}{dx}+y\frac{d\Pi}{dy}+z\frac{d\Pi}{dz}}{\Pi}.$$

On peut aussi multiplier par y la première des équations (75) puis la seconde par x et retrancher le second produit du premier, ce qui donne :

$$(77)\qquad \begin{cases} \eta\frac{d\mathrm{H}}{dt}-\frac{h}{\rho}\left[\eta\left(\frac{d^2\mathrm{H}}{d\zeta^2}+\frac{d^2\mathrm{H}}{d\eta^2}\right)+\frac{d\mathrm{H}}{d\eta}-\frac{\mathrm{H}}{\eta}\right]+(xp+yq)\left[\frac{d\mathrm{H}}{d\eta}-\frac{\mathrm{H}}{\eta}\right] \\ +\eta\frac{d\mathrm{H}}{d\zeta}r=y\frac{d\Pi}{dx}-x\frac{d\Pi}{dy}. \end{cases}$$

Enfin il résulte des deux dernières équations (75) :

$$(78)\qquad \frac{y}{\eta}\frac{dp}{dz}-\frac{x}{\eta}\frac{dq}{dz}=0,\qquad \frac{y}{\eta}p-\frac{x}{\eta}q=\chi(x,y)=\frac{\Pi}{\mathrm{H}},$$

en désignant par χ une fonction de x, y à déterminer et comme on en déduit :

$$\frac{d\Pi}{dx}=\mathrm{H}\frac{d\chi}{dx}+\frac{x}{\eta}\frac{d\mathrm{H}}{d\eta}\chi,\quad \frac{d\Pi}{dy}=\mathrm{H}\frac{d\chi}{dy}+\frac{y}{\eta}\frac{d\mathrm{H}}{d\eta}\chi,\quad \frac{d\Pi}{dz}=\chi\cdot\frac{d\mathrm{H}}{d\zeta},$$

vient :

$$x\frac{d\Pi}{dx}+y\frac{d\Pi}{dy}+z\frac{d\Pi}{dz}=\left(x\frac{d\chi}{dx}+y\frac{d\chi}{dy}\right)\mathrm{H}$$
$$+\left(\zeta\frac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\eta\frac{d\mathrm{H}}{d\eta}\right)\chi=\frac{\Pi}{\mathrm{H}}\left(\zeta\frac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\eta\frac{d\mathrm{H}}{d\eta}\right)+\left(x\frac{d\chi}{dx}+y\frac{d\chi}{dy}\right)\mathrm{H},$$

d'où l'on conclut à raison de l'équation (76) :

$$\frac{\Pi}{\mathrm{H}}\left(\zeta\frac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\eta\frac{d\mathrm{H}}{d\eta}-\mathrm{H}\right)=\frac{\Pi}{\mathrm{H}}\left(\zeta\frac{d\mathrm{H}}{d\zeta}+\eta\frac{d\mathrm{H}}{d\eta}\right)+\left(x\frac{d\chi}{dx}+y\frac{d\chi}{dy}\right)\mathrm{H},$$

et

$$(79)\qquad x\frac{d\chi}{dx}+y\frac{d\chi}{dy}+\chi=0.$$

Or on a :

$$y\frac{dp}{dz}-x\frac{dq}{dz}=0,\quad \frac{dr}{dx}=\frac{dp}{dz}+\frac{2x}{\eta}\mathrm{H},\quad \frac{dr}{dy}=\frac{dq}{dz}+2\frac{y}{\eta}\mathrm{H},\quad \frac{dq}{dx}-\frac{dp}{dy}=0,$$

$$\Delta^2(xq-yp)=0,\quad y\frac{dr}{dx}-x\frac{dr}{dy}=0\cdot\quad x\frac{dr}{dx}+y\frac{dr}{dy}=x\frac{dp}{dz}+y\frac{dq}{dz}+2\eta\mathrm{H},$$

$$\Delta^2(xp-yq)=-2\frac{dr}{d\zeta}-2\eta\frac{d\mathrm{H}}{d\zeta};$$

par conséquent r doit être une fonction de η et de ζ et il en est de même pour $xp+yq$.

D'autre part il vient :

$$y\frac{d\Pi}{dx}-x\frac{d\Pi}{dy}=\left(y\frac{d\chi}{dx}-x\frac{d\chi}{dy}\right)H,$$

et l'équation (77) ne pourra subsister que si l'expression $y\frac{d\chi}{dx}-x\frac{d\chi}{dy}$ est une fonction de η ; mais en vertu de l'équation (79), χ doit être une fonction homogène de degré -1 et il en est de même pour l'expression considérée. Il faut donc qu'on ait :

$$y\frac{d\chi}{dx}-x\frac{d\chi}{dy}=\frac{a}{\eta},$$

d'où il résulte en intégrant :

$$\chi=\frac{a}{\eta}\arcsin\frac{x}{\eta}+\frac{b}{\eta},\qquad \Pi=\left(\frac{a}{\eta}\arcsin\frac{x}{\eta}+\frac{b}{\eta}\right)H,$$

où a et b désignent des constantes. Par suite l'équation (77) devient:

$$(80)\left\{\begin{array}{r}\eta\frac{dH}{dt}-\frac{h}{\rho}\left[\eta\left(\frac{d^2H}{d\zeta^2}+\frac{d^2H}{d\eta^2}\right)+\frac{dH}{d\eta}-\frac{H}{\eta}\right]+(xp+yq)\left(\frac{dH}{d\eta}-\frac{H}{\eta}\right)\\ +\eta\frac{dH}{d\zeta}r=\frac{aH}{\eta},\end{array}\right.$$

et l'on a pour la détermination des composantes de vitesse :

$$xp-xq=a\arcsin\frac{x}{\eta}+b,\quad xp+yq=F(\eta,\zeta),\quad \Delta^2F+2\eta\frac{dH}{d\zeta}+2\frac{dr}{d\zeta}=0.$$

Il en résulte :

$$(81)\quad p=\frac{ay\arcsin\frac{x}{\eta}+xF(\eta,\zeta)+by}{\eta^2},\quad q=\frac{-ax\arcsin\frac{x}{\eta}+yF(\eta,\zeta)-bx}{\eta^2},$$

et

$$\frac{dp}{dx}+\frac{dq}{dy}=-\frac{dr}{dz}=\frac{1}{\eta}\frac{dF}{d\eta}+\frac{a}{\eta^2}.$$

On a ensuite :

$$\frac{dr}{dx}=\frac{dp}{dz}+2\frac{x}{\eta}H=\frac{x}{\eta^2}\frac{dF}{d\zeta}+2\frac{x}{\eta}H\qquad \frac{dr}{dy}=\frac{dq}{dz}+2\frac{y}{\eta}H=\frac{y}{\eta^2}\frac{dF}{d\zeta}+2\frac{y}{\eta}H,$$

et pour l'expression de r :

$$r = \int \left(\frac{1}{\eta^2}\frac{dF}{d\zeta} + \frac{2H}{\eta}\right)\eta d\eta - \left(\frac{1}{\eta}\frac{dF}{d\eta} + \frac{a}{\eta^2}\right)d\zeta. \tag{82}$$

Pour que le second membre de cette égalité soit intégrable, il faut qu'on ait l'équation aux dérivées partielles du second ordre :

$$\eta^2\left(\frac{d^2F}{d\zeta^2} + \frac{d^2F}{d\eta^2}\right) - \eta\frac{dF}{d\eta} + 2\eta^3\frac{dH}{d\zeta} - 2a = 0. \tag{83}$$

et on ne fait que reproduire cette équation, en égalant comme il suit les deux expressions de $\frac{dr}{d\zeta}$:

$$\Delta^2 F + 2\eta\frac{dH}{d\zeta} = \frac{2}{\eta}\frac{dF}{d\eta} + \frac{2a}{\eta^2}.$$

Les expressions (81) vérifient aussi la condition $\frac{dq}{dx} - \frac{dp}{dy} = 0$; par conséquent la solution du problème proposé consiste à déterminer les fonctions H et $F(\eta,\zeta)$ au moyen des équations simultanées aux dérivées partielles du second ordre (80) et (83).

8. — Il paraît difficile d'intégrer généralement ces deux équations, mais on peut en obtenir des solutions assez étendues. Je suppose d'abord qu'on y fasse $\frac{dH}{d\zeta} = 0$; elles deviennent :

$$\begin{cases} \eta\frac{dH}{dt} - \frac{h}{\rho}\left(\eta\frac{d^2H}{d\eta^2} + \frac{dH}{d\eta} - \frac{H}{\eta}\right) + F(\eta,\zeta)\left(\frac{dH}{d\eta} - \frac{H}{\eta}\right) - \frac{a}{\eta}H = 0, \\ \eta^2\frac{d^2F}{d\eta^2} - \eta\frac{dF}{d\eta} - 2a = 0. \end{cases} \tag{84}$$

Car il faut que l'on ait en même temps $\frac{dF}{d\zeta} = 0$ ou bien :

$$\frac{d'H}{d\eta} - \frac{H}{\eta} = 0. \tag{85}$$

Dans la première alternative, la dernière des équations (84) est une équation différentielle du second ordre qui a pour intégrale générale ;

$$F = c\eta^2 - a\log\eta + d, \tag{86}$$

et la première des équations (84) devient :

$$\eta\frac{d^2H}{d\eta^2}+\left[1-\frac{\rho}{h}(c\eta^2-a\log\eta+d)\right]\frac{dH}{d\eta}-\frac{\rho}{h}\eta\frac{dH}{dt}$$
$$+\left[\frac{\rho}{h}\ (c\eta^2-a\log\eta+d+a)-1\right]\frac{H}{\eta}=0.$$

Pour l'intégrer, je pose :

$$H=YT,$$

en désignant par Y une fonction de η et par T une fonction de t ; il vient. en substituant et divisant ensuite tous les termes par YT :

$$\eta\frac{\frac{d^2Y}{d\eta^2}}{Y}+\left[1-\frac{\rho}{h}\ (c\eta^2-a\log\eta+d)\right]\frac{\frac{dY}{d\eta}}{Y}-\frac{\rho}{h}\eta\frac{\frac{dT}{dt}}{T}$$
$$+\left[\frac{\rho}{h}\ (c\eta^2-a\log\eta+d+a)-1\right]\frac{1}{\eta}=0.$$

Si donc on pose :

$$\frac{dT}{dt}=GT\,, \tag{87}$$

en désignant par G une constante, il n'y aura plus qu'à joindre aux solutions de cette équation celles de l'équation différentielle du second ordre :

$$\left\{\begin{array}{l}\eta\dfrac{d^2Y}{d\eta^2}+\left[\left(1-\dfrac{\rho}{h}\ (c\eta^2-a\log\eta+d)\right]\dfrac{dY}{d\eta}\right.\\ \left.-\left[1-\dfrac{\rho}{h}\ (c\eta^2-a\log\eta+d+a)\right]\dfrac{1}{\eta}\,Y-\dfrac{\rho}{h}\,G\eta=0.\right.\end{array}\right. \tag{88}$$

Je me bornerai ici à mettre, d'après Sturm, cette équation différentielle sous la forme canonique :

$$\frac{d^2Y}{dz^2}=\Sigma.Y,$$

en posant :

$$\left\{\begin{array}{l}dz=\dfrac{C\,d\eta}{e^{\int\left[1-\frac{\rho}{h}\ (c\eta^2-a\log\eta+d)\right]\frac{d\eta}{\eta}}}\,,\\ \Sigma=\dfrac{1-\dfrac{\rho}{h}\ (c\eta^2-a\log\eta+d+a)}{C^2\eta^2}\,e^{2\int\left[1-\frac{\rho}{h}\ (c\eta^2-a\log\eta+d)\right]\frac{d\eta}{\eta}}\end{array}\right. \tag{89}$$

(sur l'équilibre d'élasticité de l'ellipsoïde n° 5, Congrès de Besançon, 1893).

Je profiterai de cette occasion pour rendre hommage à la mémoire d'Émile Mathieu, qui fut un des géomètres éminents de notre époque et dont les ouvrages de physique mathématique sont justément appréciés. C'est à son *cours de physique mathématique* que je dois la connaissance des travaux de Sturm sur les équations différentielles linéaires du second ordre. Il complète un peu plus loin son exposé en donnant une transformation analogue à celle que j'ai indiquée au travail cité et dont je fais ici l'application ; mais elle en diffère parce qu'il substitue à la fonction à déterminer une autre fonction, tandis que je fais une simple substitution de variable indépendante. On peut employer l'un ou l'autre de ces procédés, mais je crois que le dernier est en général préférable. J'y ai été conduit par un des résultats de l'étude dont je m'occupais, et peut-être ne l'aurais-je pas cherché si j'eusse connu la formule de Mathieu ; mais, préoccupé du souci d'accomplir ma tâche, je me bornai à consulter le passage de son cours qui m'était utile pour donner à un calcul effectué plus de généralité.

9. — Pour que H satisfasse à la relation (85) il faut qu'on ait $H = C\eta$, où C peut être une fonction de ζ et de t ou simplement une constante. Dans ce dernier cas qui s'accorde avec la relation $\frac{dH}{d\zeta} = 0$, il faut qu'on ait $a = 0$ pour que l'équation (80) soit vérifiée, et il n'y aura à intégrer que l'équation aux dérivées partielles :

$$\eta^2 \frac{d^2F}{d\zeta^2} + \eta^2 \frac{d^2F}{d\eta^2} - \eta \frac{dF}{d\eta} = 0. \tag{90}$$

On peut pour cela employer, comme je l'ai fait plus haut, le procédé généralement usité dans la physique mathématique et poser $F = YZ$, en désignant par Y une fonction de η et par Z une fonction de ζ ; on sait, d'après l'enseignement de Lamé, que, par cette voie, la vérification des conditions accessoires s'effectue assez souvent sans trop de difficulté.

Il vient alors :

$$p = \frac{xF + by}{\eta^2}, \qquad q = \frac{yF - bx}{\eta^2}, \qquad r = \int \left(\frac{1}{\eta}\frac{dF}{d\zeta} + 2C\eta\right)d\eta - \frac{1}{\eta}\frac{dF}{d\eta}\,d\zeta,$$

et si l'on prend pour F une constante, on a $r = C\eta^2 + D$. Par suite, on obtient pour les composantes de la vitesse :

$$L = Cy, \qquad M = -Cx, \qquad N = \frac{1}{2}\left(\frac{dq}{dx} - \frac{dp}{dy}\right) = 0,$$

et toutes les conditions du problème sont bien satisfaites.

Pour déterminer les vélocites, on a les équations différentielles :

$$\frac{\eta^2}{xF+by}dx=\frac{\eta^2}{yF-bx}dy=\frac{dz}{C\eta^2+D}=dt,$$

et par suite :

$$\frac{xdx+ydy}{F}=\frac{ydx-xdy}{b}=\frac{dz}{C\eta^2+D};$$

il en résulte :

$$\beta=\frac{1}{\eta}e^{\frac{F}{b}\operatorname{arc\,tg}\frac{x}{y}}\qquad\gamma=z-\frac{C}{4}\eta^4-\frac{D}{2}\eta^2.$$

On a donc une série de vélocites qui jouent en même temps le rôle de vorticites, bien que le mouvement du liquide puisse ne pas être permanent, c'est qu'alors les conditions indispensables pour qu'ait lieu le théorème de M. Poincaré sont néanmoins satisfaites.

Si on fait simplement dans l'équation (90) $\frac{dF}{d\zeta}=0$, il vient :

$$\frac{1}{\eta}\frac{dF}{d\eta}=2B,\quad r=\int 2C\eta d\eta-2Bd\zeta=C\eta^2-2B\zeta+D,\quad F=B\eta^2+A,$$

et on a pour déterminer les vélocites, les équations différentielles simultanées :

$$\frac{xdx+ydy}{B\eta^2+A}=\frac{ydx-xdy}{b}=\frac{dz}{C\eta^2-2B\zeta+D}.$$

Il en résulte :

$$\beta=\frac{(B\eta^2+A)^{\frac{1}{2A}}}{\eta^{\frac{1}{A}}}e^{\frac{1}{b}\left(\operatorname{arc\,tg}\frac{x}{y}\right)}\qquad\gamma=\frac{C}{4}\eta^4+\frac{D}{2}\eta-(B\eta+A)\zeta,$$

formules auxquelles s'applique aussi l'observation qui vient d'être faite.

10. — J'admets encore que dans les équations (80) et (83) F soit constante. On a :

$$\frac{dH}{d\zeta}=\frac{a}{\eta^3},\qquad H=\frac{a}{\eta^3}\zeta=f,$$

en désignant par f une fonction de η et de t, et l'équation (80) devient

$$\eta\frac{df}{dt}+\eta\frac{\frac{da}{dt}}{\eta^3}\zeta-\frac{h}{\rho}\left[\eta\frac{d^2f}{d\eta^2}+12\frac{a}{\eta^4}\zeta-\frac{3a}{\eta^4}\zeta-\frac{a}{\eta^4}\zeta+\frac{df}{d\eta}-\frac{f}{\eta}\right]$$
$$+\mathrm{F}\left(\frac{df}{d\eta}-\frac{f}{\eta}-\frac{3a}{\eta^4}\zeta-\frac{a}{\eta^4}\zeta\right)+\frac{a}{\eta^2}r=\frac{a^2}{\eta^4}\zeta+\frac{f}{\eta},$$

et en simplifiant :

$$\eta\frac{df}{dt}+\eta\frac{\frac{da}{dt}}{\eta^3}\zeta-\frac{h}{\rho}\left[\eta\frac{d^2f}{d\eta^2}+\frac{df}{d\eta}-\frac{df}{\eta}+8\frac{a}{\eta^4}\zeta\right]$$
$$+\mathrm{F}\left(\frac{df}{d\eta}-\frac{f}{\eta}-\frac{4a}{\eta^4}\zeta\right)+\frac{a}{\eta^2}r-\frac{a^2}{\eta^4}\zeta-\frac{af}{\eta}=0.$$

On a d'ailleurs :

$$r=\int\frac{2a}{\eta^3}\zeta\,d\eta+2f d\eta-\frac{a}{\eta^2}d\zeta=-\frac{a}{\eta^2}\zeta+\varphi,$$

$$\frac{dr}{d\eta}=\frac{2a}{\eta^3}\zeta+\frac{d\varphi}{d\eta}=\frac{2a}{\eta^3}\zeta+2f,$$

et par suite :

$$r=-\frac{a}{\eta^2}\zeta+2\int f d\eta\,.$$

Il faut donc qu'on ait séparément :

$$\frac{1}{\eta}\frac{da}{dt}-\left(\mathrm{F}+2\frac{h}{\rho}\right)\frac{4a}{\eta^4}-2\frac{a^2}{\eta^4}=0,$$

$$\eta\frac{df}{dt}-\frac{h}{\rho}\left(\eta\frac{d^2f}{d\eta^2}+\frac{df}{d\eta}-\frac{f}{\eta}\right)+\mathrm{F}\left(\frac{df}{d\eta}-\frac{f}{\eta}\right)+\frac{2a}{\eta^2}\int f d\eta-\frac{a}{\eta}f=0.$$

La première relation ne peut subsister sans que l'on ait :

$$\frac{da}{dt}=0,\qquad 4\frac{h}{\rho}+2\mathrm{F}+a=0,\qquad \text{ou bien seulement } a=0,$$

et la deuxième est une équation à intégrer dont on fait disparaître le signe intégral, en la différenciant par rapport à η après l'avoir multipliée par η^2. On obtient ainsi :

$$\eta^3\frac{df}{d\eta}-\frac{h}{\rho}\left(\eta^3\frac{d^2f}{d\eta^2}+\eta^2\frac{df}{d\eta}-\eta f\right)+\mathrm{F}\left(\eta\frac{df}{d\eta}-\eta f\right)+2a\int f d\eta-a\eta f,$$

et est différenciant par rapport à η :

$$\eta^3 \frac{d^2f}{d\eta dt} + 3\eta^2 \frac{df}{dt} - \frac{h}{\rho}\left(\eta^3 \frac{d^3f}{d\eta^3} + \eta^2 \frac{d^2f}{d\eta^2} - \eta \frac{df}{d\eta} - f\right) + \mathrm{F}\left(\eta^2 \frac{d^2f}{d\eta^2} + \eta \frac{df}{d\eta} - f\right) + af - a\eta \frac{df}{d\eta} = 0.$$

Si au contraire a est nul, il vient :

$$\eta \frac{df}{dt} - \frac{h}{\rho}\left(\eta \frac{d^2f}{d\eta^2} + \frac{df}{d\eta} - \frac{f}{\eta}\right) + \mathrm{F}\left(\frac{df}{d\eta} - \frac{f}{\eta}\right) = 0,$$

ou

$$\eta^2 \frac{d^2f}{d\eta^2} + \left(1 - \frac{\rho}{h}\mathrm{F}\right)\frac{df}{d\eta} - \frac{\rho}{h}\eta \frac{df}{dt} - \left(1 - \frac{\rho}{h}\mathrm{F}\right)\frac{f}{\eta} = 0.$$

Si dans cette équation linéaire aux dérivées partielles on fait :

$$f = \mathrm{YT},$$

en désignant par Y une fonction de η et par T une fonction de t et qu'on divise ensuite par YT, on aura :

$$\eta \frac{\dfrac{d^2\mathrm{Y}}{d\eta^2}}{\mathrm{Y}} + \left(1 - \frac{\rho}{h}\mathrm{F}\right)\frac{\dfrac{d\mathrm{Y}}{d\eta}}{\mathrm{Y}} - \left(1 - \frac{\rho}{h}\mathrm{F}\right)\frac{1}{\eta} - \frac{\rho}{h}\eta \frac{\dfrac{d\mathrm{T}}{dt}}{\mathrm{T}} = 0.$$

Si l'on fait ensuite :

$$\frac{d\mathrm{T}}{dt} = \mathrm{GT},$$

en désignant par G une constante, on obtient l'équation différentielle :

$$\eta \frac{d^2\mathrm{Y}}{d\eta^2} + \left(1 - \frac{\rho}{h}\mathrm{F}\right)\frac{d\mathrm{Y}}{d\eta} - \left(1 - \frac{\rho}{h}\mathrm{F} + \frac{\rho}{h}\mathrm{G}\eta\right)\mathrm{Y} = 0,$$

qui pourrait être amenée à n'avoir que des coefficients constants s'il n'y avait pas le terme où G est en coefficient ; mais on peut lui appliquer la transformation de Sturm et il vient :

$$\frac{d^2\mathrm{Y}}{dz^2} = \mathrm{UY};$$

en posant:

$$dz = \frac{C d\eta}{e^{\int \left(1-\frac{\rho}{h}\right)\frac{d\eta}{\eta}}} = \frac{C d\eta}{e^{1-\frac{\rho}{h}}\,\eta} = \frac{C}{e^{1-\frac{\rho F}{h}}}\log(\eta+g),$$

$$U = \frac{\rho}{h}G + \frac{h-F\rho}{h\eta^2}\,\frac{e^{2\left(\frac{h-\rho F}{h}\right)}}{C^2}\log^2(\eta+g).$$

Pour qu'il y ait potentiel de rotation, en conservant les conditions générales du problème actuel, il faut qu'on ait:

$$\frac{dN}{dy}-\frac{dM}{dz}=\frac{x}{\eta}\frac{dH}{d\zeta}=0, \qquad \frac{dL}{dz}-\frac{dN}{dx}=\frac{y}{\eta}\frac{dH}{d\zeta}=0,$$

$$\frac{dM}{dx}-\frac{dL}{dy}=-\frac{H}{\eta}-\frac{dH}{d\eta}=0,$$

c'est-à-dire :

$$\frac{dH}{d\zeta}=0, \quad H=\frac{e}{\eta}, \quad \frac{dH}{d\eta}=-\frac{e}{\eta^2}, \quad \frac{d^2H}{d\eta^2}=\frac{2e}{\eta^3}.$$

Par suite les équations (80) et (83) deviennent

$$\frac{de}{dt}-\frac{2e}{\eta^2}F(\eta,\zeta)-\frac{ae}{\eta^2}=0, \qquad \eta^2\frac{d^2F}{d\zeta^2}+\eta^2\frac{d^2F}{d\eta^2}-\eta\frac{dF}{d\eta}-2a=0;$$

or il résulte de la première qu'on doit avoir :

$$\frac{dF}{d\zeta}=0, \quad F=\frac{\eta^2\frac{de}{dt}-ae}{2e}, \quad \frac{dF}{d\eta}=2\frac{\frac{de}{dt}}{2e}\eta, \quad \frac{d^2F}{d\eta^2}=2\frac{\frac{de}{dt}}{2e},$$

et par conséquent $a=0$. D'après cela, il vient :

$$p=\frac{xF+by}{\eta^2}, \quad q=\frac{yF-bx}{\eta^2}, \quad r=\int 2C\eta d\eta-2\frac{\frac{de}{dt}}{2e}d\zeta$$

$$=C\eta^2-2\frac{\frac{de}{dt}}{2e}\zeta+C_1,$$

ou

$$p=\frac{x\frac{de}{dt}}{2e}+\frac{by}{\eta^2}, \quad q=\frac{y\frac{de}{dt}}{2e}-\frac{bx}{\eta^2}, \quad r=C\eta^2-2\frac{\frac{de}{dt}}{2e}\zeta+C_1,$$

et si $\frac{de}{dt} = 0$, on a :

$$p = \frac{by}{\eta^2}, \qquad q = -\frac{bx}{\eta^2}, \qquad r = C\eta^2 + C_1 ;$$

On a de plus pour la détermination des vélocites, les équations différentielles :

$$\frac{dx}{\frac{1}{2e}\frac{de}{dt}x + \frac{by}{\eta^2}} = \frac{d\eta}{\frac{1}{2e}\frac{de}{dt}y - \frac{bx}{\eta^2}} = \frac{\eta d\eta}{\frac{1}{2e}\frac{de}{dt}\eta^2} = \frac{ydx - xdy}{b} = \frac{dz}{C\eta^2 + C_1} = dt,$$

et il en résulte :

$$\frac{de}{dt}\operatorname{arc\,tg}\frac{x}{y} + \frac{1}{\eta^4} = \beta, \qquad \zeta - \frac{Ce\eta^2}{de} + \frac{2C_1 e}{de}\log\eta,$$

formules qui vérifient encore une fois le théorème de M. Poinçaré.

11. — L'intégration des équations aux dérivées partielles effectuée d'abord en des cas particuliers par d'Alembert, les Bernoulli et Euler a été plus tard traitée généralement par Lagrange et Cauchy. Mais il y a entre les méthodes dues à ces deux grands géomètres une différence essentielle. Tandis que Lagrange et les géomètres de son temps se contentaient le plus souvent de solutions vagues et imparfaitement définies, Cauchy fit sentir la nécessité de n'accepter pour la solution d'une équation aux dérivées partielles ou d'un système de telles équations que des fonctions complètement déterminées et qui pussent donner à l'esprit la satisfaction d'un objet certain, incapable de se dérober par la variété de formes indéfiniment changeantes, à l'explication des phénomènes de la nature. Son célèbre théorème est le principe essentiel des méthodes employées par Fourier et ses successeurs, pour satisfaire aux conditions accessoires qui, dans toutes les questions de la physique mathématique, se posent à la surface des corps, et il en fait comprendre toute l'importance. Or, il semble y avoir dans l'hydrodynamique, sur ce point, une certaine indécision qui dépend sans doute de la difficulté inhérente au sujet.

Dans son traité de *Mécanique générale*, après avoir pris pour les composantes des forces élastiques qui s'exercent en chaque point d'un liquide les expressions généralement adoptées :

$$(91)\quad \begin{cases} T_x = -h\left(\frac{dr}{dy} + \frac{dq}{dz}\right), T_y = -h\left(\frac{dp}{dz} + \frac{dr}{dx}\right), T_z = -h\left(\frac{dq}{dx} + \frac{dp}{dy}\right), \\ N_x = \varpi - 2h\frac{dp}{dx}, \qquad N_y = \varpi - 2h\frac{dq}{dy}, \qquad N_z = \varpi - 2h\frac{dr}{dz}, \end{cases}$$

Résal y ajoute les équations suivantes qui n'ont lieu qu'à la surface du corps :

$$(92)\quad \begin{cases} gp - h\left(\cos\alpha\,\dfrac{dp}{dx} + \cos\beta\,\dfrac{dp}{dy} + \cos\gamma\,\dfrac{dp}{dz}\right) = 0, \\ gq - h\left(\cos\alpha\,\dfrac{dq}{dx} + \cos\beta\,\dfrac{dq}{dy} + \cos\gamma\,\dfrac{dq}{dz}\right) = 0, \\ gr - h\left(\cos\alpha\,\dfrac{dr}{dx} + \cos\beta\,\dfrac{dr}{dy} + \cos\gamma\,\dfrac{dr}{dz}\right) = 0, \end{cases}$$

où g désigne une constante qui dépend à la fois de la nature du liquide et de celle de la paroi et α, β, γ représentent les angles que la normale intérieure à la surface du liquide fait avec les trois axes rectangulaires $0x$, $0y$, $0z$.

Ces conditions sont spéciales au cas où le liquide est en mouvement dans un tuyau de conduite ou dans un canal et elles ne sont suffisantes que si le liquide est, dans son ensemble, soumis à une même loi de mouvement, c'est-à-dire s'il n'y a pas de discontinuités dans son intérieur ; ce qui, ainsi que j'en ai déjà fait la remarque, ne peut avoir lieu que par exception. Il faut y joindre la suivante ::

$$(93)\qquad p\cos\alpha + q\cos\beta + r\cos\gamma = 0,$$

qui exprime que le liquide en contact avec la paroi ne cesse d'y adhérer pendant le mouvement.

Dans la vingt-sixième de ses leçons sur la physique mathématique, Kirchhoff se place au point de vue plus général où le liquide dont on étudie le mouvement est limité par d'autres liquides ou même par une autre partie du liquide considéré dont il ne se distingue que par la loi du mouvement dont il est animé. Dans ces circonstances, si l'on désigne par p_1, q_1, r_1 les composantes en un des points du contour de la vitesse du liquide extérieur, on doit avoir d'abord l'équation de condition :

$$(94)\qquad (p - p_1)\cos\alpha + (q - q_1)\cos\beta + (r - r_1)\cos\gamma = 0,$$

et Kirchhoff qualifie les quantités $p - p_1$, $q - q_1$, $r - r_1$, de composantes de la vitesse relative des molécules en contact des deux liquides.

Considérant ensuite la pression qui s'exerce sur l'élément variable de

contact ds et dont les composantes, suivant les axes des coordonnées X_n, Y_n, Z_n, s'expriment par les égalités :

$$X_n = N_x \cos\alpha + T_z \cos\beta + T_y \cos\gamma = \tilde{\omega} \cos z$$
$$- h\left[2\cos\alpha \frac{dp}{dx} + \left(\frac{dq}{dx} + \frac{dp}{dy}\right)\cos\beta + \left(\frac{dp}{dz} + \frac{dr}{dx}\right)\cos\gamma\right],$$
$$Y_n = T_z \cos\alpha + N_y \cos\beta + T_x \cos\gamma = \tilde{\omega} \cos\beta$$
$$- \left[\left(\frac{dq}{dx} + \frac{dp}{dy}\right)\cos\alpha + 2\cos\beta \frac{dq}{dy} + \left(\frac{dr}{dy} + \frac{dq}{dz}\right)\cos\gamma\right],$$
$$Z_n = T_y \cos\alpha + T_x \cos\beta + T_z \cos\gamma = \tilde{\omega} \cos\beta$$
$$- h\left[\left(\frac{dp}{dz} + \frac{dr}{dx}\right)\cos\alpha + \left(\frac{dr}{dy} + \frac{dq}{dz}\right)\cos\beta + 2\cos\gamma \frac{dr}{dz}\right];$$

Kirchhoff, par une hypothèse qui lui est propre, admet que l'on doit avoir à la limite des fluides en contact :

$$(95)\quad \begin{cases} X_n - (X_n \cos\alpha + Y_n \cos\beta + Z_n \cos\gamma)\cos\alpha = \lambda(p_1 - p), \\ Y_n - (X_n \cos\alpha + Y_n \cos\beta + Z_n \cos\gamma)\cos\beta = \lambda(q_1 - q), \\ Z_n - (X_n \cos\alpha + Y_n \cos\beta + Z_n \cos\gamma)\cos\gamma = \lambda(r_1 - r), \end{cases}$$

où λ désigne une constante qui dépend à la fois de la nature du liquide considéré et de celle du fluide avec qui il est en contact. Enfin il complète ce système de conditions en admettant que les composantes X_n, Y_n, Z_n doivent être, en chaque point de la surface mobile de contact, respectivement égales et de sens opposés pour les deux fluides.

L'expérience est seule en état de confirmer ou d'infirmer la valeur de l'hypothèse proposée par Kirchhoff, mais on peut observer que les deux systèmes de conditions aux limites dont il s'agit devraient coïncider dans le cas où elles doivent s'appliquer à une même question, c'est-à-dire pour $p_1 = q_1 = r_1 = 0$. Mais alors les formules de Kirchhoff deviennent :

$$- 2h\cos\alpha\frac{dp}{dx} - h\cos\beta\left(\frac{dq}{dx} + \frac{dp}{dy}\right) - h\cos\gamma\left(\frac{dp}{dz} + \frac{dr}{dx}\right)$$
$$+ \lambda p + 2h\cos\alpha\left[\frac{g}{h}(p\cos\alpha + q\cos\beta + r\cos\beta\right] = 0,$$
$$- 2h\cos\beta\frac{dq}{dy} - h\cos\gamma\left(\frac{dr}{dy} + \frac{dq}{dz}\right) - h\cos\alpha\left(\frac{dq}{dx} + \frac{dp}{dy}\right)$$
$$+ \lambda q + 2h\cos\beta\left[\frac{g}{h}(p\cos\alpha + q\cos\beta + r\cos\beta\right] = 0,$$
$$- 2h\cos\gamma\frac{dr}{dz} - h\cos\alpha\left(\frac{dp}{dz} + \frac{dr}{dx}\right) - h\cos\beta\left(\frac{dr}{dy} + \frac{dq}{dz}\right)$$
$$+ \lambda r + 2h\cos\gamma\left[\frac{g}{h}(p\cos\alpha + q\cos\beta + r\cos\gamma\right] = 0,$$

en ayant égard aux équations (92) et définitivement :

$$(96)\quad \begin{cases} (\lambda - g)p = h\left(\cos\alpha\,\dfrac{dp}{dx} + \cos\beta\,\dfrac{dq}{dx} + \cos\gamma\,\dfrac{dr}{dy}\right) \\ \text{ou} \qquad \lambda p = \varpi\,\cos\alpha - \mathrm{X}_n, \\ (\lambda - g)q = h\left(\cos\alpha\,\dfrac{dp}{dy} + \cos\beta\,\dfrac{dq}{dy} + \cos\gamma\,\dfrac{dr}{dy}\right) \\ \text{ou} \qquad \lambda q = \varpi\,\cos\beta - \mathrm{Y}_n, \\ (\lambda - g)r = h\left(\cos\alpha\,\dfrac{dp}{dz} + \cos\beta\,\dfrac{dq}{dz} + \cos\gamma\,\dfrac{dr}{dz}\right) \\ \text{ou} \qquad \lambda r = \varpi\,\cos\gamma - \mathrm{Z}_n. \end{cases}$$

En résumé, il convient de contrôler par l'expérience ces résultats théoriques ; si l'accord des formules en question était ainsi établi, on pourrait sans inconvénient leur substituer les égalités de condition (96) moins compliquées et d'une vérification plus facile.

M. Éd. COLLIGNON

Inspecteur général des Ponts et Chaussées, à Paris.

PROBLÈME DE MÉCANIQUE [R 7 f]

— Séance du 15 septembre. —

Dans un plan vertical donné on trace deux axes rectangulaires, l'un vertical, l'autre horizontal. On suppose qu'une courbe AB *(fig. 1)* soit tracée dans ce plan. En un point M de cette courbe, on lui mène une tangente MR, que l'on prolonge jusqu'au point R où elle rencontre l'axe horizontal OX, et l'on suppose qu'un point pesant, partant du repos au point M, glisse sans frottement le long de la tangente jusqu'au point R où il s'arrête. Soit T la durée du trajet. Si la courbe AB est donnée, la durée T sera une fonction connue de la hauteur de chute, c'est-à-dire de l'ordonnée y. Si, au contraire, on donne la fonction qui exprime T au moyen de y, on peut se demander de déterminer la courbe à laquelle correspond cette fonction. C'est le problème que nous nous proposons de traiter dans cette note.

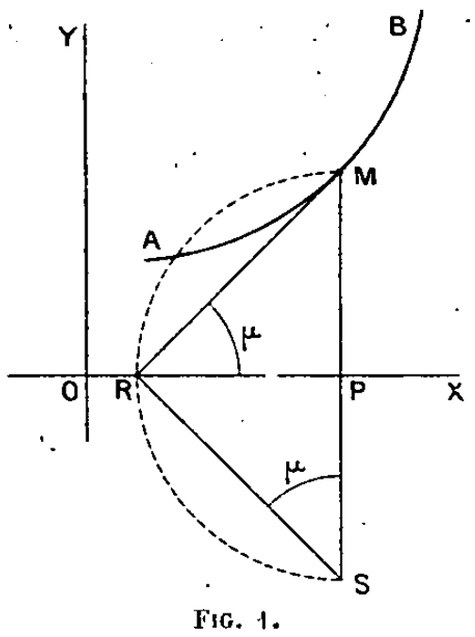


FIG. 1.

Soient donc AB la courbe cherchée, rapportée aux axes OX, OY ; $OP = x$ l'abscisse, $PM = y$, l'ordonnée d'un point M ; MR la tangente en ce point, et μ l'angle qu'elle forme avec l'axe OX. Soit enfin $T = \varphi(y)$ la durée du trajet MR sous l'action de la pesanteur, exprimée en fonction de la hauteur de chute MP. On demande l'équation de la courbe, ou la relation entre x et y.

Au point R élevons RS perpendiculaire à RM, et soit S le point où RS coupe l'ordonnée MP prolongée. La longueur MS sera le diamètre vertical d'une circonférence, dont toutes les cordes issues du point M seront parcourues pendant le même temps sous l'action de la pesanteur ; la durée du trajet de MR sera donc égale à la durée du trajet de la verticale de MS, c'est-à-dire à la durée T donnée par l'équation

$$MS = \frac{1}{2} g T^2 ;$$

donc enfin

$$T = \sqrt{\frac{2MS}{g}} = \varphi(y).$$

Mais

$$MS \sin \mu = MR,$$
$$MR \sin \mu = MP = y.$$

Donc

$$MS = \frac{y}{\sin^2 \mu}.$$

L'équation de la courbe devient donc

$$\sqrt{\frac{2y}{g}} = \sin\mu \, \varphi(y).$$

Or

$$\operatorname{tang} \mu = \frac{dy}{dx}$$

et

$$\sin \mu = \frac{dy}{\sqrt{dx^2 + dy^2}} = \frac{dy}{ds}$$

Remplaçant $\sin \mu$ par sa valeur, il vient

$$ds = \sqrt{\frac{g}{2y}} \varphi(y) dy, \tag{1}$$

équation différentielle qui lie l'arc s de la courbe à l'ordonnée y. Pour

passer de là à l'abscisse x, il suffit de remplacer ds par $\sqrt{dx^2+dy^2}$ résoudre l'équation par rapport à dx. Il viendra

$$dx = dy\sqrt{\frac{g(\varphi(y))^2}{2y}-1}, \tag{2}$$

Il faut que dx soit réel; par conséquent, on devra avoir l'inégalité

$$\frac{g(\varphi(y))^2}{2y} > 1,$$

ou, en extrayant la racine carrée des deux membres

$$\frac{\varphi(y)}{\sqrt{y}} > \sqrt{\frac{2}{g}};$$

condition qui, dans certains cas, limitera les valeurs à attribuer à l'ordonnée y.

On remarquera que $\sqrt{\frac{2y}{g}}$ représente la durée t du trajet d'un point pesant tombant suivant la verticale MP; et $\varphi(y)$ est, par hypothèse, le temps du trajet le long de l'oblique MR. Les équations (1) et (2) contiennent, en définitive, comme coefficients de dy un nombre qui dépend uniquement du rapport de ces deux durées.

Intégration de l'équation (1).

L'intégration de l'équation (1) revient à la quadrature de la fonction

$$\frac{\varphi(y)dy}{\sqrt{y}}.$$

Supposons que $\varphi(y)$ soit exprimée par la somme d'un nombre fini ou infini de termes proportionnels chacun à une puissance de y, et posons d'une manière générale :

$$\varphi(y) = A_0 + A_1 y + A_2 y^2 + \ldots + A_n y^n + \ldots$$

en n'admettant d'abord dans le développement que des puissances à exposants entiers et positifs.

Nous aurons, en divisant par $\sqrt{y}$,

$$\frac{\varphi(y)}{\sqrt{y}} = \frac{A_0}{\sqrt{y}} + A_1 y^{\frac{1}{2}} + A_2 y^{\frac{3}{2}} + \ldots + A_n y^{n-\frac{1}{2}} + \ldots$$

Multiplions par dy et intégrons; nous trouverons comme résultat, en appelant C une constante arbitraire;

$$\int \frac{\varphi(y)dy}{\sqrt{y}} = C + 2A_0\sqrt{y} + A_1\frac{y^{\frac{3}{2}}}{\left(\frac{3}{2}\right)} + A_2\frac{y^{\frac{5}{2}}}{\left(\frac{5}{2}\right)} + \ldots + A_n\frac{y^{n+\frac{1}{2}}}{n+\frac{1}{2}} + \ldots$$

$$= C + 2\sqrt{y}\left[A_0 + \frac{A_1}{3}y + \frac{A_2}{5}y^2 + \ldots + \frac{A_n}{2n+1}y^n + \ldots\right),$$

développement dont la loi est manifeste; si l'on pose d'une manière générale

$$\varphi(y) = \sum A_n y^n,$$

on aura pour l'intégrale cherchée

$$\int \frac{\varphi(y)dy}{\sqrt{y}} = C + 2\sqrt{y}\sum \frac{A_n y^n}{2n+1},$$

et cette expression peut s'appliquer à toutes les valeurs de l'exposant n, qu'elles soient entières ou fractionnaires, positives ou négatives; il y a exception pour la valeur particulière $n = -\frac{1}{2}$, qui introduirait dans la somme un terme de la forme

$$\frac{By^{-\frac{1}{2}}dy}{\sqrt{y}} = \frac{Bdy}{y},$$

et dans le développement de l'intégrale un terme $Bl(y)$.

Si le mobile qui parcourt la tangente MR, au lieu d'être un point isolé, était un corps rond, par exemple un cylindre ou une sphère, roulant sur la tangente au lieu d'y glisser, il suffirait de changer dans les équations (1) et (2) l'accélération g due à la pesanteur en $\frac{g}{1+\frac{K^2}{r^2}}$,

r étant le rayon de roulement, et K le rayon de giration du solide roulant, par rapport à l'axe horizontal autour duquel il tourne. On aurait $K = \frac{r}{\sqrt{2}}$ pour un cylindre de révolution, et $K = r\sqrt{\frac{2}{5}}$ pour une sphère.

On sait que le roulement n'a lieu que lorsque la tangente trigonométrique de l'angle μ que fait la droite MR avec l'horizon, est inférieure au produit $f \times \frac{K^2+r^2}{K^2}$, f désignant le coefficient du frottement de glisse-

ment du solide le long de la droite inclinée. Il conviendrait donc, dans ce cas, d'exclure les tangentes à la courbe qui se rapprochent trop de la verticale, ou qui font avec l'horizontale OX un angle μ supérieur à la limite indiquée.

Construction géométrique de la courbe cherchée.

Reprenons l'équation (1) $ds = \sqrt{\frac{g}{2y}}\varphi(y)dy$, qu'on peut mettre sous la forme $ds = \frac{T}{\theta}dy$, en appelant T la durée du parcours de la tangente, et θ la durée $\sqrt{\frac{2y}{g}}$ du parcours de l'ordonnée verticale.

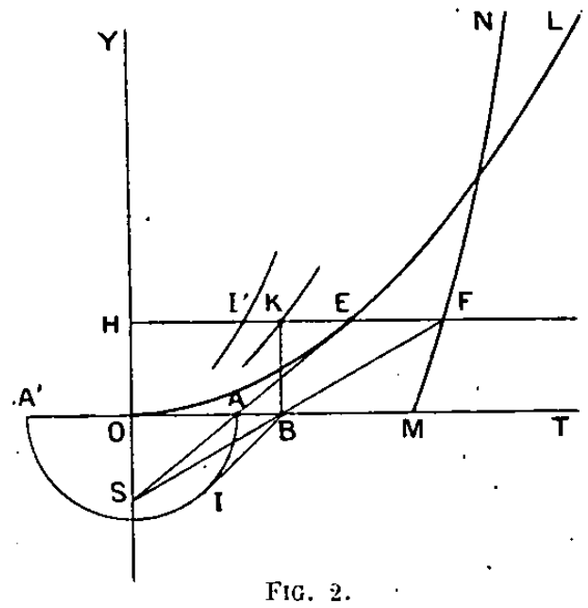


FIG. 2.

Dans le plan du papier menons deux axes rectangulaires OT, OY *(fig. 2)*, l'un sur lequel nous porterons des valeurs de T et de θ, tandis que les valeurs de y seront portées sur l'autre.

L'équation $\theta = \sqrt{\frac{2y}{g}}$, ou bien $y = \frac{1}{2}g\theta^2$, représente une parabole OL, tangente en O à l'axe OT. Cette courbe est indépendante de la fonction donnée $\varphi(y)$.

L'équation $T = \varphi(y)$ représente sur la figure une courbe qu'on peut tracer ; soit MN cette courbe.

Pour une ordonnée $y = OH$ quelconque, ces deux courbes ont des abscisses $\theta = HE$, $T = HF$. Prenons sur OT une longueur abstraite $OA = a$, qui sera pour ainsi dire notre unité ; joignons EA, et ayant déterminé le point S où EA coupe l'axe OY, menons la droite SF qui coupe OT en B. Soit $z = OB$ le segment qui en résulte sur l'axe OT. Nous aurons la proportion

$$\frac{OB}{OA} = \frac{HF}{HE}, \text{ ou bien } \frac{z}{a} = \frac{T}{\theta}.$$

Il suffit donc de prendre sur l'ordonnée HF une longueur $HK = OB = z$ pour avoir un point K d'une courbe (z,y) qui se trouve rattachée à l'arc s de la courbe cherchée par la relation

$$z = a\frac{T}{\theta}$$

ou bien

$$z\,dy = \frac{T}{\theta}\,dy = a\,ds.$$

Les aires de la courbe auxiliaire ainsi construite sont donc égales, à une constante près, à l'intégrale as, de sorte qu'en ramenant les aires $\int z\,dy$ à une dimension a uniforme, l'autre dimension fera connaître l'arc s cherché.

Il reste à déterminer x en fonction de y pour pouvoir construire la courbe. Or, de l'équation

$$\frac{ds}{dy} = \frac{z}{a} = \frac{OB}{OA}$$

on déduit, en observant que l'on a

$$dx = dy\sqrt{\left(\frac{ds}{dy}\right)^2 - 1} \quad = dy\sqrt{\frac{\overline{OB^2} - \overline{OA^2}}{\overline{OA^2}}},$$

$$a\,dx = dy\sqrt{\overline{OB^2} - \overline{OA^2}}.$$

Du point O comme centre avec OA pour rayon décrivons le cercle AA′, et menons du point B une tangente BI à ce cercle. Soit I le point de contact. On aura

$$\overline{BI}^2 = \overline{OB}^2 - \overline{OA}^2,$$

et par conséquent

$$a\,dx = BI \times dy.$$

Si donc on porte la longueur BI de H en I′ sur l'ordonnée HF, le lieu du point I′ sera une courbe dont les aires $\int BI \times dy$ représenteront, au facteur a près, les abscisses x correspondantes à l'ordonnée $y = OH$; on en déduira les valeurs de x par une réduction des aires obtenues à une même base a.

Application particulière.

1° Supposons d'abord que la fonction $T = \varphi(y)$ ait une valeur constante, que nous ferons égale à $\sqrt{\frac{\overline{4R}}{g}}$, en désignant par R une longueur. Il viendra

$$ds = \sqrt{\frac{g}{ry}} \times \sqrt{\frac{\overline{4R}}{g}}\,dy = \sqrt{\overline{2R}}\,\frac{dy}{\sqrt{y}},$$

d'où résulte l'équation

$$s = \sqrt{8Ry},$$

sans ajouter de constante, si l'on suppose que l'arc s et l'ordonnée y s'annulent à la fois. On retrouve l'équation de la cycloïde AOB *(fig. 3)*, entre l'arc $s = OM$ et l'ordonnée $y = MP$, l'origine étant placée au point le plus bas de la courbe, et l'axe des abscisses étant la tangente en ce point. Le parcours de la tangente MR est égal au parcours du diamètre vertical $S'R = 2R$ dans le cercle générateur. Les limites de y sont 0 et 2R, ce qui assure l'inégalité $\frac{\overline{g\varphi(y)}^2}{2y} > 1$, et entraîne une valeur réelle pour l'abscisse x.

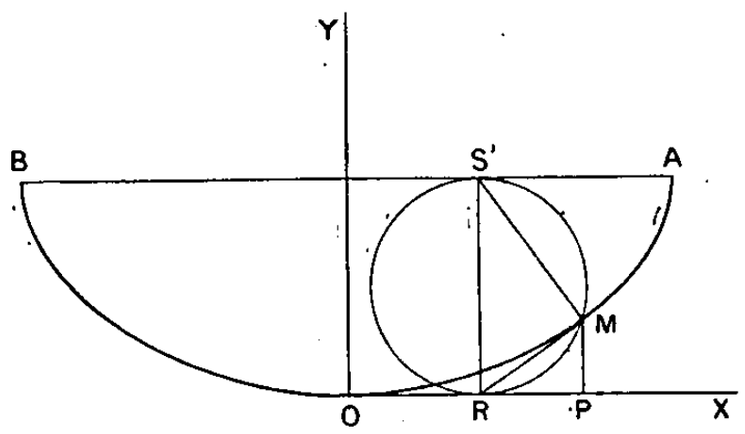


Fig. 3.

2° Faisons ensuite $\varphi(y) = \frac{y}{K}$, K désignant une quantité constante. Pour que $\varphi(y)$ représente une durée, il faut que K soit homogène à une vitesse, et nous poserons par conséquent

$$K = \sqrt{\frac{g\lambda}{2}},$$

en appelant λ une longueur. Il viendra $\varphi(y) = y\sqrt{\frac{2}{g\lambda}}$,

et

$$ds = \sqrt{\frac{g}{2y}} \times \sqrt{\frac{2}{g\lambda}}\, y dy = \sqrt{\frac{y}{\lambda}}\, dy.$$

L'intégration donne, avec une constante arbitraire C,

$$s = \frac{2}{3}\frac{y^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{\lambda}} + C.$$

Passons à la recherche de l'abscisse x. Nous aurons

$$dx = \sqrt{\frac{\overline{g\varphi(y)}^2}{2y} - 1}\, dy = \frac{1}{\sqrt{\lambda}}\sqrt{y - \lambda}\, dy,$$

d'où l'on déduit par l'intégration, avec une nouvelle constante C',

$$x = C' + \frac{2}{3}\frac{(y-\lambda)^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{\lambda}}.$$

L'abscisse x sera réelle, ainsi que l'arc s, si y est au moins égal à λ. Nous pouvons placer la courbe de telle sorte que pour $x = 0$, on ait $y = \lambda$. Alors la constante C' est nulle ; si l'on veut qu'au même point $s = 0$, il faudra faire $C = -\frac{2}{3}\lambda$.

On obtient, en définitive, pour les équations de la courbe

$$s = \frac{2}{3}\frac{y\sqrt{y} - \lambda\sqrt{\lambda}}{\sqrt{\lambda}},$$

$$x = \frac{2}{3}\frac{(y-\lambda)\sqrt{y-\lambda}}{\sqrt{\lambda}}.$$

Prenons sur l'axe OY *(fig. 4)* une longueur $OA = \lambda$. Si nous transportons l'axe des abscisses parallèlement à lui-même en AX', l'équation de la courbe deviendra, en appelant y' la nouvelle ordonnée $y - \lambda$,

$$x = \frac{2}{3}\frac{y'\sqrt{y'}}{\sqrt{\lambda}},$$

ou bien $$g\lambda x^2 = 4y'^3,$$

équation de la développée BAB' d'une parabole. Pour avoir cette parabole, prenons le tiers inférieur des tangentes AO, MR, menées aux divers points de la courbe. Ces points O', L appartiendront à la parabole cherchée, puisque dans la parabole le rayon de courbure ML est double de la portion LR de normale comprise entre la courbe et la directrice OX. Le foyer de la parabole est au point F, milieu du segment O'A, ou tiers supérieur de l'ordonnée OA. Elle a pour équation, rapportée à OX et OY, $y = \frac{\lambda}{3} + \frac{3x^2}{4\lambda}$.

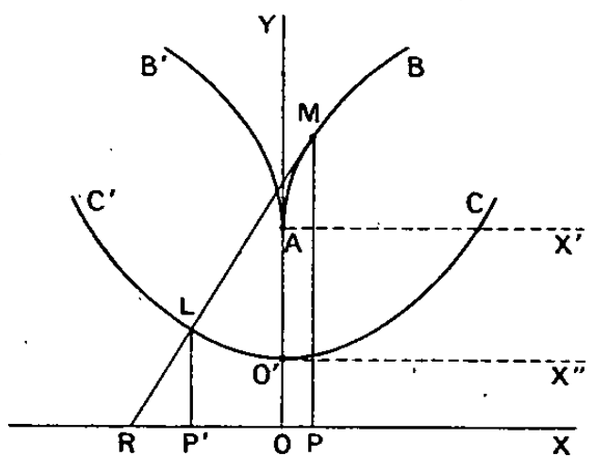


FIG. 4.

Puisque ML est les deux tiers de MR, et que les durées des parcours qui s'opèrent sous l'action de la pesanteur à partir d'un point M donné le long d'une droite inclinée MA sont proportionnelles aux racines carrées des espaces décrits, la durée du parcours MR étant $y\sqrt{\frac{2}{g\lambda}}$, la durée du par-

cours ML sera $y\sqrt{\frac{2}{g\lambda}\times\frac{2}{3}}=\frac{2y}{\sqrt{3g\lambda}}$; d'où résulte ce théorème : la durée du parcours du rayon de courbure d'une parabole à axe vertical, entre le centre du cercle osculateur et la courbe, est proportionnelle à la distance du centre de courbure à la directrice.

3° Nous ferons encore $\varphi(y)=\frac{A}{\sqrt{y}}$, ou plutôt $\varphi(y)=\frac{\lambda}{\sqrt{gy}}$, λ désignant une longueur donnée. Nous aurons

$$ds=\sqrt{\frac{g}{2y}}\times\frac{\lambda}{\sqrt{gy}},\ dy=\frac{\lambda}{\sqrt{2}}\frac{dy}{y},$$

$$dx=\sqrt{\frac{g}{2y}\times\frac{\lambda^2}{gy}-1},\qquad dy=\sqrt{\frac{\lambda^2-2y^2}{2}}\frac{dy}{y}.$$

On voit que y^2 est en plus égal à $\frac{\lambda^2}{2}$; posons $\lambda=a\sqrt{2}$; y aura pour valeur maximum la longueur a ; et si l'on veut que l'arc s et l'abscisse x s'annulent pour $y=a$, il faudra faire varier y en diminuant depuis cette valeur a jusqu'à zéro, ce qui conduit à prendre pour dy des valeurs négatives et à poser

$$ds=-\frac{\lambda}{\sqrt{2}}\frac{dy}{y}=-a\frac{dy}{y},$$

$$dx=-\sqrt{\frac{\lambda^2-2y^2}{2}}\frac{dy}{y}=-\sqrt{a^2-y^2}\frac{dy}{y}.$$

Il vient d'abord

$$s=C-al(y)=-al\left(\frac{y}{a}\right),$$

si l'on fait $y=a\sin\mu$, il vient

$$x=-a\int\left(\frac{d\mu}{\sin\mu}-\sin\mu d\mu\right)$$

$$=C'-2al\,\mathrm{tang}\frac{\mu}{2}-a\cos\mu=-2al\,\mathrm{tang}\frac{\theta}{2}-a\cos\mu.$$

Cette dernière équation représente la *tractrice* qui a une tangente constante et égale à a. L'équation différentielle

$$ds=-a\frac{dy}{y}$$

donne en effet

$$\frac{yds}{dy} = -a\ ;$$

or $\frac{yds}{dy}$ est la longueur de la tangente, longueur constante et égale à a en valeur absolue.

4° Faisons enfin $T = \varphi(y) = \sqrt{\frac{2}{g}\left(y + \frac{a^2}{y}\right)}$, en comparant la durée du parcours de la tangente à la durée de l'oscillation simple d'un pendule simple qui aurait y pour distance du centre de gravité à l'axe de suspension et a pour rayon de giration par rapport à l'axe parallèle mené par le centre de gravité.

On aura

$$ds = \sqrt{\frac{g}{2y}} \times \sqrt{\frac{2}{g}\left(y + \frac{a^2}{y}\right)}\, dy = \sqrt{1 + \frac{a^2}{y^2}}\, dy,$$

$$dx = \sqrt{\frac{g}{2y}\left(\frac{2}{g}\left(y + \frac{a^2}{y^2}\right) - 1\right)}\, dy = \sqrt{1 + \frac{a^2}{y^2} - 1}\, dy = \frac{a\,dy}{y},$$

et enfin

$$x = Ce^{\frac{y}{a}}$$

équation de *l'exponentielle* dont la sous-tangente est constante et égale à a.

Courbe auxiliaire.

Étant donnée une courbe AB, à laquelle on mène les tangentes MR, la durée du parcours de MR sous l'action de la pesanteur sera une fonction $\varphi(y)$ de l'ordonnée $y = MP$.

En un point O′ du plan de la figure *(fig. 5)*, menons une horizontale O′X′, que nous prendrons pour axe polaire; portons sur cet axe une longueur O′p égale à la sous-tangente RP de la courbe AB, et une ordonnée mp égale à l'ordonnée $y = MP$ de cette courbe. La droite Om′ sera égale et parallèle à RM, et la durée du parcours de la tangente MR sera égale à la durée du parcours du rayon vecteur mO′. A la courbe AB correspondra une courbe ab, lieu des points m, telle qu'il y aura identité entre les temps du parcours des tangentes à AB et des rayons vecteurs de ab.

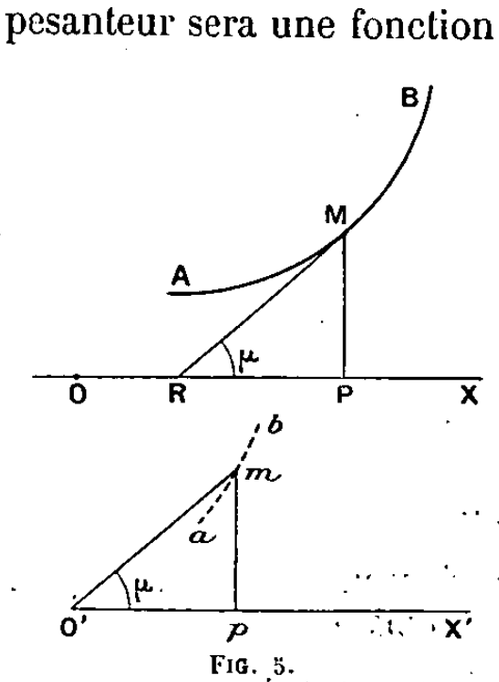


FIG. 5.

En coordonnées polaires, on aura entre le rayon r et l'angle polaire μ la relation

$$\sqrt{\frac{2r}{g \sin \mu}} = \varphi(r \sin \mu) ;$$

et si l'on pose $O'p = x'$, $pm = y'$, on aura, pour l'équation en coordonnées rectangles,

$$\sqrt{\frac{2(x'^2 + y'^2)}{gy'}} = \varphi(y').$$

A la cycloïde, pour laquelle $\varphi(y) =$ constante, correspondra la circonférence $2(x'^2 + y'^2) = agy'$;

A la tractrice, $\varphi(y) = \frac{\lambda}{\sqrt{gy}}$ correspond le cercle $x'^2 + y'^2 = \frac{1}{2}\lambda^2$;

A l'exponentielle $\varphi(y) = \sqrt{\frac{2}{g}\left(y + \frac{a^2}{y}\right)}$ correspond la verticale $x' = a$;

tc.

Remarques.

I. — La développée de parabole à axe vertical, rapportée à la directrice de la parabole, a cette propriété que la durée du parcours de ses tangentes, entre le point de contact et la directrice, est proportionnelle à la hauteur de chute.

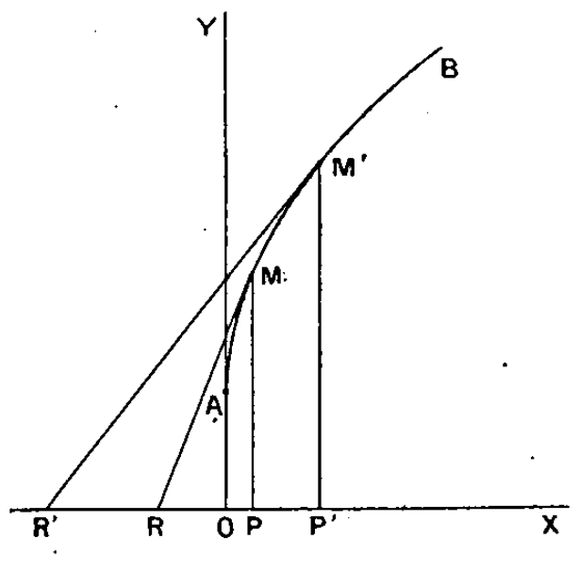


FIG. 6.

Si donc on prend sur la courbe des points A, M, M', M'' ... *(fig. 6)* tels que les ordonnées AO, MP, M'P', M''P'', ... soient proportionnelles aux nombres 1, 2, 3, 4, ... qu'on mène les tangentes AO, MR, M'R', M''R'', ... de ces points, et qu'on fasse glisser sans frottement des points pesants le long de ces tangentes, tous les points mobiles, abandonnés au même instant sans vitesse aux points A, M, M', M'', ... arriveront au pied de la tangente correspondante, sur la directrice OX, au bout de temps proportionnels à ces mêmes nombres 1, 2, 3, 4, ... ; ce qui revient à dire que les points pesants parviendront aux points O, R, R', R'', ... situés sur la directrice OX, à intervalles de temps égaux. Le

système des tangentes à la courbe constitue donc une horloge ou un métronome. Les rayons vecteurs de la courbe auxiliaire $\lambda(x^2 + y^2) = y^3$ possèdent la même propriété.

II. — Au lieu de considérer la durée du parcours des tangentes, on pourrait considérer la durée du parcours des normales.

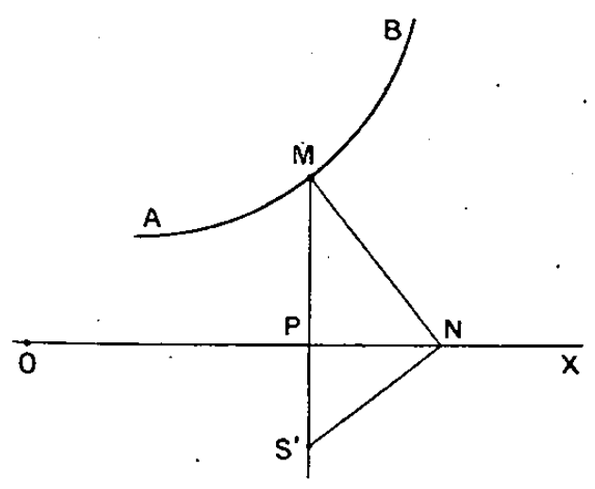


FIG. 7.

Soit AB *(fig. 7)* la courbe cherchée, MV la normale au point M, MP l'ordonnée; la durée du parcours de MN sera la même que celle du parcours de MS′, le point S′ étant déterminé sur l'ordonnée par la rencontre de NS′ normale à MN. Si cette durée est représentée par $\psi(y)$, on devra avoir l'équation

$$\sqrt{\frac{\overline{2MS'}}{g}} = \psi(y),$$

ou bien

$$\frac{ds}{dx}\sqrt{\frac{2y}{g}} = \psi(y).$$

Ici les variables x et y figurent avec s dans l'équation différentielle. Remplaçons ds^2 par $dx^2 + dy^2$; il viendra en résolvant par rapport à dx,

$$dx = dy\sqrt{\frac{2y}{g\psi(y)^2 - 2y}}.$$

La solution s'obtient par quadrature. Il faut pour que l'abscisse x soit réelle que l'on ait

$$\psi(y)^2 > \frac{2y}{g}.$$

1° Si l'on fait par exemple $\psi(y)$ constante, en posant $g\psi(y)^2 = 2a$, il viendra

$$dx = dy\sqrt{\frac{y}{a - y}},$$

équation où y ne peut pas surpasser numériquement la valeur a. Si l'on fait $a = 2R$ et si l'on pose

$$y = R(1 - \cos\alpha),$$

il vient pour l'abscisse x,

$$x = \mathrm{R}(\alpha - \sin\alpha),$$

sans avoir de constante à ajouter si l'on choisit convenablement l'origine sur la droite OX. La courbe est donc la cycloïde engendrée par le roulement sur l'axe OX du cercle de rayon R.

2° Faisons $$g(\psi(y))^2 = 2\mathrm{K}y,$$

le coefficient K représentant un nombre constant. Il viendra

$$dx = dy\sqrt{\frac{y}{\mathrm{K}y - y}} = \frac{dy}{\sqrt{\mathrm{K} - 1}},$$

équation différentielle d'une droite dont le coefficient d'inclinaison est $\sqrt{\mathrm{K} - 1}$. Si l'on donne à K la valeur $\frac{\pi^2}{2}$, plus grande que l'unité, il viendra

$$\psi(y) = \pi\sqrt{\frac{y}{g}},$$

durée de l'oscillation simple infiniment petite d'un pendule de longueur y. A l'inclinaison

$$\sqrt{\mathrm{K} - 1} = \sqrt{\frac{\pi^2}{2} - 1} = 1,98356$$

correspond un angle de la droite avec l'horizon égal à 63° 14′ 43″,2. La durée du parcours de la normale MN *(fig. 8)* à cette droite OM est égale à la durée de l'oscillation simple du pendule de longueur MP.

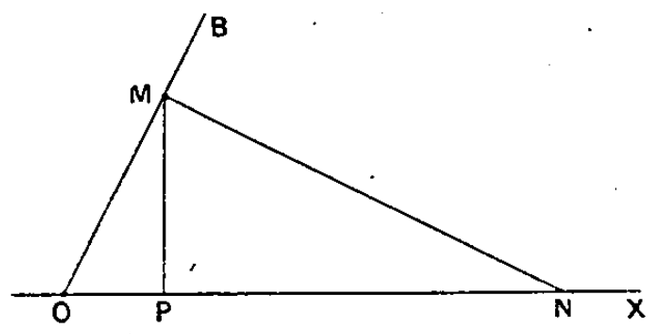


FIG. 8.

3° Faisons ensuite $g(\psi(y))^2 = 2\mathrm{K}y^2$, ce qui équivaut à poser $\psi(y) = y\sqrt{\frac{2\mathrm{K}}{g}}$. La durée du parcours de la normale doit être proportionnelle à la hauteur de chute. On aura en remplaçant K par $\frac{1}{a}$, inverse d'une longueur,

$$dx = dy\,\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{y - a}},$$

ce qui donne par l'intégration $x = 2\sqrt{a}\,\sqrt{y - a}$, sans ajouter de constante,

si l'on veut que x soit nulle lorsque y a la valeur a, son minimum. On trouve comme résultat la parabole

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

rapportée à son axe de figure et à sa directrice. Il serait facile de rattacher cette propriété à celle de la développée de la parabole relative au parcours de ses tangentes, exposée plus haut.

4° Nous poserons enfin

$$\varphi(y) = \sqrt{\frac{2}{g}\left(y + \frac{a^2}{y}\right)}.$$

La fonction à intégrer devient alors

$$dx = dy\sqrt{\frac{2y}{2\left(y + \frac{a^2}{y}\right) - 2y}} = \frac{ydy}{a},$$

et la courbe cherchée est la parabole $y^2 = ax$ rapportée à son axe horizontal et à la tangente au sommet.

On a, en effet, en élevant NS′ *(fig. 9)* perpendiculaire à la normale MN, jusqu'à la rencontre de l'ordonnée MP prolongée,

$$\text{MS}' = \text{MP} + \text{PS}' = y + \frac{a^2}{y},$$

puisque PN, sous normale, est égale à la constante a; et par suite le temps T du trajet de M en N, $\sqrt{\frac{2\text{MS}'}{g}}$, est égal à $\sqrt{\frac{2}{g}\left(y + \frac{a^2}{y^2}\right)}$

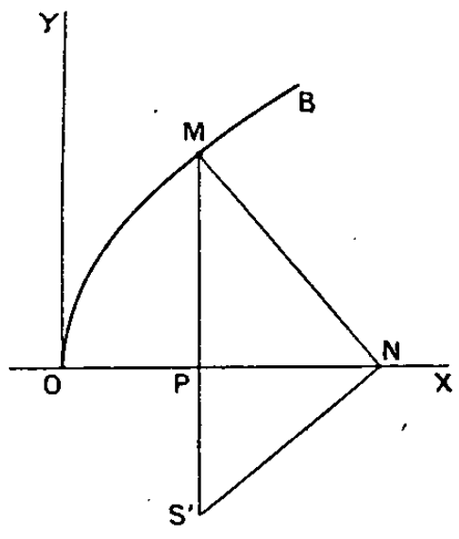


FIG. 9.

On peut construire une courbe auxiliaire pour le parcours des normales comme pour le parcours des tangentes. La courbe auxiliaire relative aux normales s'obtiendra en posant

$$y' = y$$
$$x'' = -\frac{ydy}{dx};$$

l'abscisse de la courbe cherchée est égale, au signe près, à la sous-normale de la courbe donnée.

A la cycloïde correspondra encore une circonférence;

A la parabole $y^2 = 2ax$, correspond la verticale $x'' = -a$.

III. — Les résultats que nous avons obtenus pour les courbes planes, tracées dans un plan vertical, et rapportées à des axes dont l'un soit horizontal, peuvent s'étendre à des courbes dans l'espace, rapportées à trois plans rectangulaires dont l'un soit horizontal. Il suffit d'enrouler le plan de la courbe sur un cylindre à arêtes verticales, qui deviendra le cylindre projetant de la courbe dans l'espace. Dans cette transformation, l'axe OX de la figure plane devient la section droite et la trace du cylindre projetant à la rencontre du plan horizontal; les tangentes conservent leur longueur et leur inclinaison, et la durée de leur trajet sous l'action de la pesanteur reste la même pour chacune. Quant aux normales, les résultats s'appliqueront encore, mais seulement à la normale unique située dans le plan tangent au cylindre vertical qui projette la courbe.

Problèmes divers.

Étant donnés dans le plan vertical une courbe AB *(fig. 10)* et un axe horizontal OX, trouver le point M de la courbe pour lequel la durée T du trajet sur la tangente jusqu'à l'axe OX soit la plus grande ou la plus petite possible.

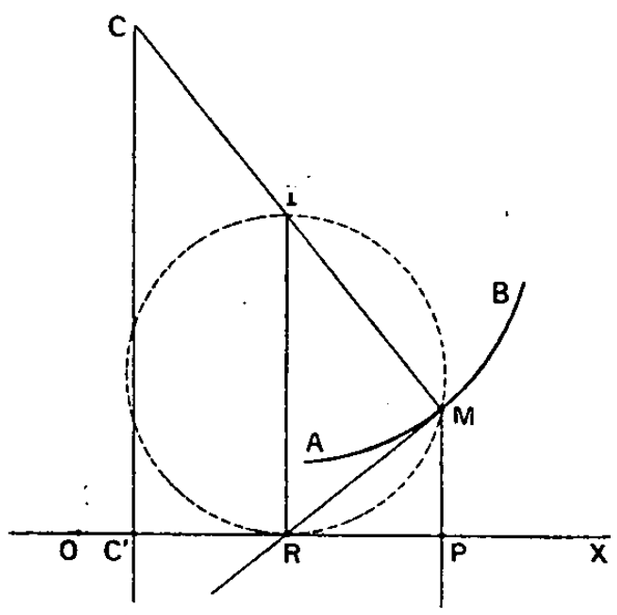


FIG. 10.

On a l'équation

$$T = \sqrt{\frac{2y}{g}} \times \frac{1}{\sin \mu},$$

μ étant l'angle que forme la tangente avec l'axe OX. Le problème revient à chercher le maximum ou le minimum de la fonction $\frac{y}{\sin^2 \mu}$, en égalant la différentielle de cette expression à zéro. Il vient, en réduisant et en rapprochant le dénominateur $\sin^3 \mu$,

$$\sin \mu\, dy - 2 \cos \mu\, y\, d\mu = 0,$$

mais $\sin \mu = \frac{dy}{ds}$, $\cos \mu = \frac{dx}{ds}$; posons $\frac{dy}{dx} = \operatorname{tang} \mu = p$.

On en déduit $d\mu = d \operatorname{arc\,tg} p = \frac{dp}{1+p^2}$. Il vient donc, en réduisant et en supprimant le dénominateur ds,

$$dy^2 - 2y dx \frac{dp}{1+p^2} = 0,$$

ou bien, en divisant par dx^2 et en remplaçant $\frac{dy}{dx}$ par p,

$$p^2 = 2y\frac{\frac{dp}{dx}}{1+p^2},$$

relation qu'on peut écrire

$$\frac{p(1+p^2)}{\frac{dp}{dx}} = 2\frac{y}{p} = 2\frac{ydx}{dy}.$$

Le premier membre représente la différence $x - x' = C'P$ de l'abscisse x du point M et de l'abscisse x' du centre C de courbure. Le second membre est le double de la sous-tangente RP. Le point R est donc le milieu du segment PC′, et la verticale élevée au point R coupe en deux parties égales au point I le rayon de courbure MC. Si l'on faisait rouler sur l'axe OX le cercle mené par les trois points R, M, I, le point M, entraîné par le cercle, décrirait une cycloïde qui serait osculatrice à la courbe donnée AB au point M; à la propriété que possède la cycloïde d'avoir une durée constante pour le parcours de ses tangentes, correspond, pour la courbe osculatrice, la propriété du maximum ou du minimum du parcours de sa tangente menée au point M.

Traitons le même problème pour le parcours de la normale.

On aura alors $T = \frac{1}{\cos\mu}\sqrt{\frac{2y}{g}}$, et on cherchera à rendre minimum ou maximum le rapport $\frac{y}{\cos^2\mu}$.

L'équation fournie par la différentiation se réduit à

$$\cos\mu\, dy + 2\sin\mu\, y d\mu = 0,$$

ou bien

$$dxdy + 2dy \times y\frac{dp}{1+p^2} = 0.$$

L'équation admet le facteur dy qui, égalé à zéro, donne une solution, au point le plus haut ou au point le plus bas de la courbe. Cette

solution écartée, nous avons, en divisant par dx, une équation qu'on peut mettre sous la forme

$$\frac{1+p^2}{\left(\frac{dp}{dx}\right)}+2y=0.$$

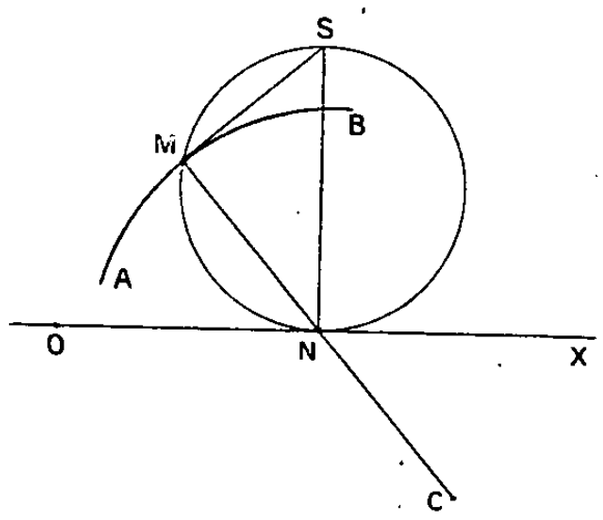


FIG. 11.

Or $\frac{1+p^2}{\left(\frac{dp}{dx}\right)}$ est la différence $y'-y$ entre l'ordonnée du centre de courbure et l'ordonnée du point M correspondant de la courbe. Il vient donc la relation

$$y'-y+2y=y'+y=0,$$

ce qui équivaut à dire que le point N *(fig. 11)*, pied de la normale MN, est le milieu du rayon de courbure MC. La courbe AB, au point M cherché, est osculatrice à la cycloïde qui serait engendrée par le cercle NMS, roulant sur l'axe OX.

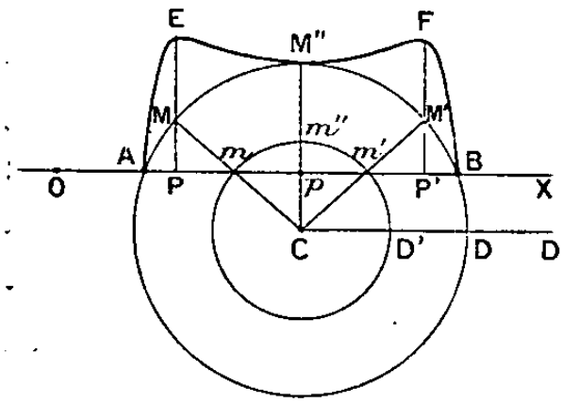


FIG. 12.

Faisons une application de ce problème à un cercle de rayon CD donné.

Si l'axe OX *(fig. 12)* rencontre la circonférence décrite de C comme centre avec $\frac{1}{2}$ CD pour rayon, aux points m et m', les points M et M′ sur le cercle auront leurs rayons de courbure divisés en deux parties égales par l'axe OX; à ces points correspondent des maxima de la durée du parcours de la normale Mm, M′m'. Au point M″, point le plus élevé du cercle, correspond une valeur nulle pour la différentielle dy; et le parcours de la normale M″p sera un minimum; la courbe des durées présentera la forme AEM″FB, les ordonnées rapportées à OX représentant les durées aux points où elles rencontrent le cercle.

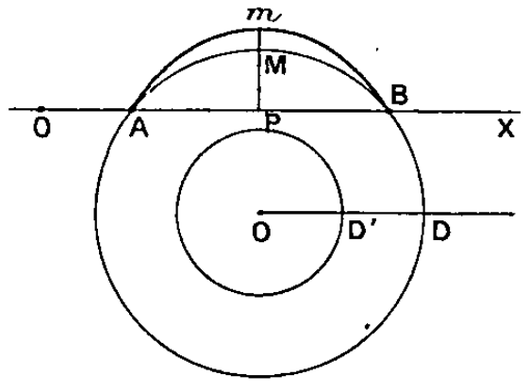


FIG. 13.

Si l'axe OX ne rencontre pas la circonférence de rayon $\frac{1}{2}$ CD *(fig. 13)*, la courbe des durées n'a pas les mêmes sinuosités, et les durées de trajet, nulles en A et B, atteignent leur maximum au point M″, point le plus élevé de la courbe.

Cherchons encore quelle est, pour un cercle donné, situé dans un plan

vertical et rapporté à une droite horizontale XX située dans ce plan, la tangente brachistochrone.

Soit O *(fig. 14)* le centre du cercle,

OA $= a$ son rayon,

OH $= h$ la hauteur de son centre au-dessus de l'horizontale XX. On suppose $a < h$, de sorte que le cercle soit tout entier au-dessus de XX.

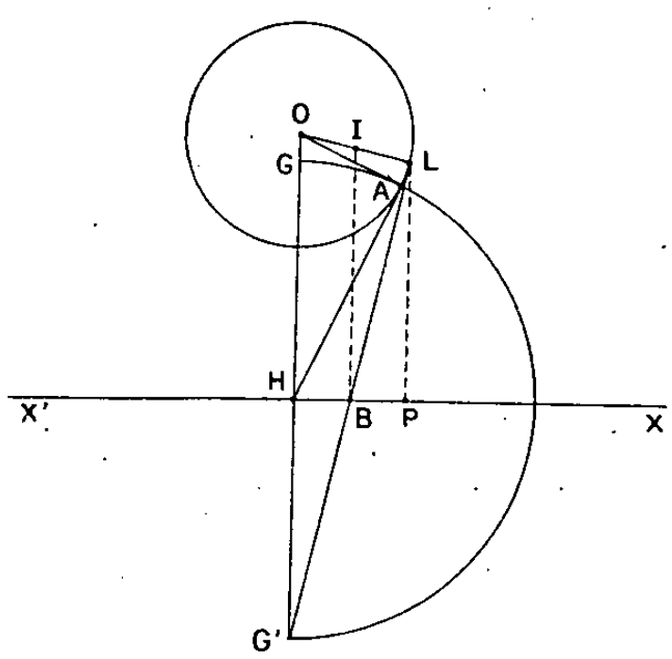


FIG. 14.

En appliquant la règle du minimum, on voit qu'il faut faire en sorte que le milieu I du rayon OL qui aboutit au point cherché, soit sur la verticale BI du pied de la tangente LB.

Si donc on mène l'ordonnée LP, la droite BI, dans le trapèze OLPA, est la demi-somme des bases HO, PL. Or, on a

$$\text{HO} = h, \qquad \text{PL} = h - a\cos\alpha,$$

en appelant α l'angle cherché HOL.

On a donc $\text{IB} = h - \frac{1}{2}a\cos\alpha$,

et comme le triangle BIL est rectangle en L et que l'angle BIL est égal à α, on aura

$$\text{IL} = \text{IB}\cos\alpha,$$

c'est-à-dire

$$\frac{1}{2}a = \left(h - \frac{1}{2}a\cos\alpha\right)\cos\alpha,$$

ou bien

$$\cos^2\alpha - \frac{2h}{a}\cos\alpha + 1 = 0.$$

On en déduit donc

$$\cos\alpha = \frac{h \pm \sqrt{h^2 - a^2}}{a};$$

les deux racines sont, l'une $\cos\alpha$, l'autre $\frac{1}{\cos\alpha} > 1$; et l'angle x est défini par son cosinus $\cos\alpha = \frac{h - \sqrt{h^2 - \alpha^2}}{a}$.

De là résulte la construction suivante : du point H, pied de l'ordonnée du centre, on mène au cercle une tangente HA; on décrit, du point H

comme centre avec HA pour rayon, un cercle GAG′ qui coupe OH en deux points G et G′. On aura pour les racines de l'équation proposée

$$OG = a\cos\alpha = h - \sqrt{h^2 - a^2}$$

$$OG' = \frac{a}{\cos\alpha} = h + \sqrt{h^2 - a^2}.$$

Il suffira donc d'élever GL perpendiculaire sur HO; la droite GL rencontrera la circonférence au point cherché L. On peut ajouter que la tangente en L, LB, prolongée, va passer par le point G′; car $OG'\cos\alpha$ est égal à $OL = a$. La longueur OG′ est double de la droite BI, et la durée du trajet de la tangente LB est égale à $\sqrt{\frac{2\times IB}{g}}$; elle est donc égale aussi à $\sqrt{\frac{OG'}{g}} = \sqrt{\frac{h+\sqrt{h^2-a^2}}{g}}$. En résumé, la tangente brachistochrone est LB, tandis que la plus courte tangente est $HA = \sqrt{h^2 - a^2}$.

TABLEAU RÉSUMÉ DES RÉSULTATS OBTENUS

	DURÉE DU PARCOURS	COURBE ab AUXILIAIRE
I. Parcours des tangentes Courbe AB		
1° Cycloïde	$\sqrt{\frac{2R}{g}}$	cercle $x^2 + y^2 = 2Ry$
2° Développée de parabole.	$y\sqrt{\frac{2}{g\lambda}}$	courbe $\lambda(x^2+y^2) = y^3$
3° Tractrice	$\frac{\lambda}{\sqrt{gy}}$	cercle $x^2 + y^2 = \frac{\lambda^2}{2}$
4° Exponentielle . .	$\sqrt{\frac{2}{g}\left(y + \frac{a^2}{y}\right)}$	verticale $x = a$
5° Chaînette : $y = \frac{a}{2}\left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}}\right)$	$y\sqrt{\frac{2}{g} + \frac{1}{\left(y - \frac{a^2}{y}\right)}}$.	courbe $r\sin\mu\cos\mu = a$ ou $a^2(x^2+y^2) = y^2x^2$

	DURÉE DU PARCOURS	COURBE *ab* AUXILIAIRE
II. Parcours des normales		
1° Cycloïde	$\sqrt{\frac{2R}{g}}$	cercle $x^2+y^2=2Ry$
2° Droite : $y=x\sqrt{K-1}$	$\sqrt{\frac{2Ky}{g}}$	droite $y=-\frac{x}{\sqrt{K-1}}$
3° Parabole : $y=a+\frac{x^2}{4a}$	$y\sqrt{\frac{2}{ga}}$	courbe $x=2y\sqrt{\frac{y-a}{a}}$
4° Parabole : $y^2=2ax$ . . .	$\sqrt{\frac{2}{g}\left(y+\frac{a^2}{y}\right)}$	verticale $x=-a$
5° Chaînette : $y=\frac{a}{2}\left(e^{\frac{x}{a}}+e^{-\frac{x}{a}}\right)$	$\frac{y\sqrt{y}}{a}\sqrt{\frac{2}{g}}$	courbe $r\sin^2\mu=a$ ou $y^4=a^2(x^2+y^2)$

M. Ed. COLLIGNON

PROBLÈME DES TOURS ÉQUIDISTANTES DESTINÉES A TRANSMETTRE DES SIGNAUX OPTIQUES [K 16 f]

— Séance du 15 septembre —

Soient O *(fig. 1)* le centre d'une sphère et OA son rayon ; AA′A″ l'un de ses grands cercles, sur lequel on prend des points équidistants A, A′, A″,.. Portons sur les prolongements des rayons menés à ces points, des quantités égales AB, A′B′, A″B″, et joignons BB′, B′B″, etc.

Nous pouvons faire en sorte que les droites de jonction BB′, B′B″,.. soient tangentes au cercle, aux points C, C′,.. milieux des arcs AA′, A′A″,.. et des droites de jonction elles-mêmes.

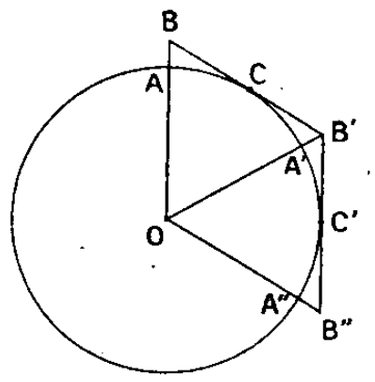


FIG. 1.

Nous imaginerons que la sphère considérée est le globe terrestre, supposé sphérique, et que les droites finies égales AB, A′B′, A″B″,.. sont des tours équidistantes, de même forme et de même hauteur, construites

normalement à sa surface. La disposition qu'on a définie permet de transmettre des signaux optiques du point B au point B′, du point B′ au point B″, et ainsi de suite, et assure la continuité de la transmission tout le long du grand cercle, avec le moins de tours possible et avec la moindre dépense, si la hauteur des tours est donnée, puisque la distance de deux tours consécutives ne peut être augmentée sans rendre les signaux invisibles d'une tour à l'autre, par suite de la courbure de la surface terrestre.

Les irrégularités du sol viendraient assurément rompre l'uniformité de distribution que nous admettons ici dans une hypothèse purement théorique. Il est cependant intéressant de voir à quelle distance il faudrait placer des tours égales, les plus hautes qu'on puisse construire, pour baliser par une ligne de signaux optiques continus une certaine étendue de terrain, 1.200 kilomètres par exemple. La limite supérieure des tours construites jusqu'à présent est 300 mètres, hauteur de la tour Eiffel. A cette hauteur, si l'on prend pour rayon de la terre 6.370.000 mètres, correspond une portée-limite égale à

$\sqrt{2Rh} = \sqrt{2 \times 6.370.000 \times 300} = 61820$ environ, soit 60 kilomètres en nombre rond.

L'espacement de 2 tours consécutives est le double de la portée-limite, ou 120 kilomètres ; et le balisage de 1.200 kilomètres exige 10 intervalles, ou 11 tours.

La distance totale que nous venons d'admettre, 1.200 kilomètres, est supérieure à la plus grande dimension de la France, qui n'atteint pas 1.100 kilomètres de Dunkerque à Perpignan.

Pour des pyramides telles que celles que l'on trouve en Egypte, en attribuant à chacune la hauteur (146 mètres) de la plus grande, on aurait $\sqrt{2Rh} = 43.130^{m}$, et l'espacement des pyramides successives serait de 86 kilomètres environ. Avec une hauteur de $146^{m},408$, la portée du signal correspondant à un rayon terrestre de 6.370.000 mètres, serait de 43.200 mètres, et l'espacement deviendrait égal à 86.400 mètres ; de sorte qu'il y aurait autant de mètres dans cet intervalle qu'il y a de secondes sexagésimales dans un jour de 24 heures.

Revenons à notre problème de géométrie.

L'espacement des tours successives dépend de leur hauteur h, et le choix de cette hauteur doit être fait de manière à réduire au minimum la dépense d'établissement. Désignons par $\varphi(h)$ le prix de la construction d'une tour de hauteur h, accessoires compris. A la hauteur h correspond une portée $\sqrt{2Rh}$; $n+1$ tours balisent une longueur totale égale à $2n\sqrt{2Rh}$, et, par suite, la dépense du balisage, rapportée à l'unité de longueur balisée, est le quotient :

$$\frac{(n+1)\varphi(h)}{2n\sqrt{2Rh}}.$$

Dans cette expression, l'inconnue h figure explicitement dans les facteurs $\varphi(h)$ et $\sqrt{2Rh}$, et implicitement dans le nombre n. On a, en effet, en appelant L la longueur totale de l'arc à garnir de signaux,

$$2n\sqrt{2Rh} = L,$$

d'où l'on déduit

$$n = \frac{L}{2\sqrt{2Rh}}$$

Par sa nature, n doit être un nombre entier. Nous pouvons étendre la signification de n à toutes les valeurs entières ou fractionnaires, en la définissant par l'équation

$$n\sqrt{h} = \text{constante}.$$

Le minimum de $(n+1)\varphi(h)$ s'obtiendra donc en égalant à zéro les différentielles de ces deux fonctions. Il vient

$$\sqrt{h}dn + \frac{ndh}{2\sqrt{h}} = 0,$$
$$\varphi(h)dn + (n+1)\varphi'(h)dh = 0.$$

La condition du minimum s'exprimera en éliminant le rapport $\frac{dn}{dh}$ entre ces deux équations, ce qui revient à égaler à zéro le déterminant des coefficients ; on obtient ainsi la relation

$$(n+1)\sqrt{h}\varphi'(h) - \frac{n\varphi(h)}{2\sqrt{h}} = 0,$$

ou bien

$$\frac{\varphi(h)}{\varphi'(h)} = 2h \times \frac{n+1}{n},$$

et en remplaçant n par sa valeur en fonction de h

$$\frac{\varphi(h)}{\varphi'(h)} = 2h \times \left(1 + \frac{2\sqrt{2Rh}}{L}\right).$$

On peut résoudre cette équation par approximations successives. Négligeons d'abord $\frac{1}{n}$ vis-à-vis de l'unité. Il viendra

$$\frac{\varphi(h)}{\varphi'(h)} = 2h,$$

équation qui fournira pour h une valeur h_1. Cette valeur, substituée dans le facteur correctif du second membre, conduira à une nouvelle équation de même forme

$$\frac{\varphi(h)}{\varphi'(h)} = 2h \times \left(1 + \frac{2\sqrt{2Rh_1}}{L}\right),$$

qui conduira à une valeur $h = h_2$, peu différente de h_1, si le terme $\frac{2\sqrt{2Rh_1}}{L}$ est suffisamment petit.

En général, dès que le nombre n est un peu grand, $\frac{1}{n}$ peut être négligé vis-à-vis de l'unité, et la première solution $h = h_1$, obtenue en résolvant l'équation

$$\frac{\varphi(h)}{\varphi'(h)} = 2h,$$

peut être conservée sans corrections. Remarquons d'ailleurs que les fonctions variant lentement dans le voisinage d'un minimum, la valeur h_1 fournie par la première approximation, fera connaître aussi bien que les valeurs corrigées le minimum cherché.

Cela revient à ne retenir dans le quotient

$$\frac{(n+1)\varphi(h)}{2n\sqrt{2Rh}}$$

que les facteurs contenant h explicitement, en traitant comme une constante le rapport $\frac{n+1}{n}$, qui, bien que variable avec h, diffère toujours très peu de l'unité. Nous aurons donc à considérer seulement la fraction $\frac{\varphi(h)}{\sqrt{h}}$, qui sera pour nous le *coefficient économique* du balisage adopté. La meilleure solution, au point de vue de la dépense, sera celle qui rend minimum le coefficient.

Nous retrouvons la fonction $\frac{\varphi(h)}{\sqrt{h}}$, déjà rencontrée dans le problème sur la durée du parcours des tangentes à une courbe en fonction de la hauteur de chute ; elle représentait dans ce problème un nombre proportionnel au sinus de l'angle de la tangente avec l'axe horizontal.

La valeur de h qui rend minimum la dépense s'obtient en égalant à zéro la dérivée de la fonction, ce qui conduit à poser

$$2h\varphi'(h) - \varphi(h) = 0,$$

ou bien

$$\frac{\varphi(h)}{\varphi'(h)} = 2h,$$

expression qui se prête à une interprétation géométrique. Soit AB la courbe qui représente la fonction $z = \varphi(h)$, rapportée à des axes rectangulaires ou obliques OH, OZ *(fig. 2)*; le rapport $\frac{\varphi(h)}{\varphi(h)}$ représentera la sous-tangente PR de la courbe en un point M d'abscisse $OP = h$; et l'équation $\frac{\varphi'(h)}{\varphi(h)} = 2h$ montre que la sous-tangente est double de l'abscisse, ou, en d'autres termes, que l'origine O est le milieu de la sous-tangente.

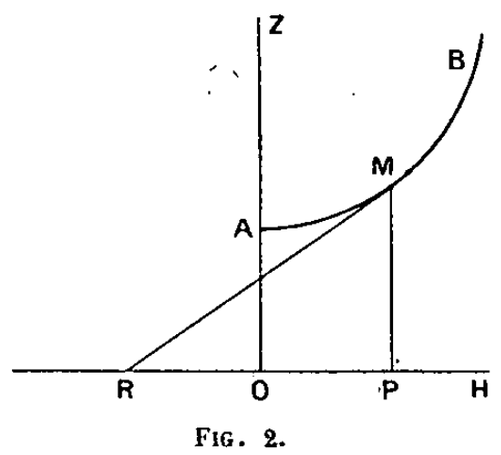


FIG. 2.

Le *coefficient économique* devient, dans le cas du minimum,

$$\frac{\varphi(h)}{\sqrt{h}} = \frac{2h\varphi'(h)}{\sqrt{h}} = 2\sqrt{h}\varphi'(h).$$

La solution cherchée s'obtiendra en construisant la courbe AB, dont l'équation est $z = \varphi(h)$, puis la courbe $z' = 2h\varphi'(h)$; les intersections M de ces deux courbes donneront les valeurs de h qui correspondent au minimum. La courbe AB étant tracée *(fig. 3)*, menons en un point m la tangente ms, puis doublons l'abscisse $Op = h$ en prenant $Op' = Op$. Par le point p', menons $p'm'$ parallèle à la tangente ms. Le point m' sera un point de la courbe $z' = 2h\varphi'(h)$.

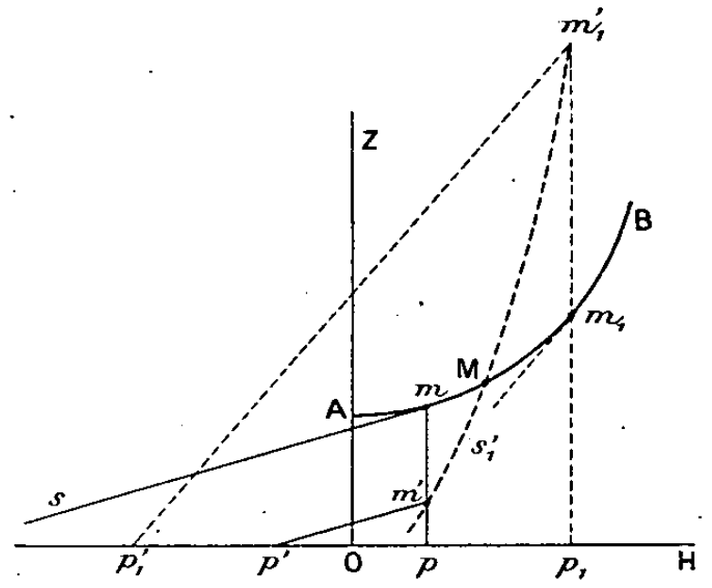


FIG. 3.

En général, la fonction $\varphi(h)$ croît avec la variable h, et elle n'est pas nulle pour $h = 0$, parce que la dépense de construction d'une tour renferme toujours, quelle que soit la hauteur, un terme constant qui représente les *frais généraux* de l'entreprise ; ce terme subsiste à la limite, lorsque le travail à faire devient infiniment petit. Dans ces conditions, le rapport $\frac{\varphi(h)}{\sqrt{h}}$ est infini pour h nul, et il décroît d'abord lorsque h croît à partir de zéro par degrés insensibles. Le même rapport devient

en général infiniment grand pour h croissant au delà de toute limite, de sorte qu'il existe une valeur positive de h pour laquelle il atteint son minimum. La plus petite valeur de h qui annule la dérivée est celle qu'il faut adopter : elle correspond à la plus petite valeur du coefficient économique.

EXAMEN DE DIVERS CAS PARTICULIERS.

On ne peut donc pas admettre pour la fonction $\varphi(h)$ une forme telle qu'elle s'annule pour $h = 0$. Si l'on posait, par exemple,

$$\varphi(h) = \sqrt{\mathrm{A}h},$$

il en résulterait pour la différence $2h\varphi'(h) - \varphi(h)$ une valeur constamment nulle, et la hauteur de la tour serait indifférente, ce qui est pratiquement impossible.

On peut admettre, au contraire, les fonctions

1° $\varphi(h) = \mathrm{A}h^m + \mathrm{C}$,

2° $\varphi(h) = \mathrm{C}e^{\frac{h}{\mathrm{H}}}$,

3° $\varphi(h) = \mathrm{A}h^2 + \mathrm{B}h + \mathrm{C}$,

qui donnent la valeur C, différente de zéro, pour une valeur nulle de la variable.

1° Il vient pour $\varphi(h) = \mathrm{A}h^m + \mathrm{C}$

$$2h\varphi'(h) = 2h \times m\mathrm{A}h^m = 2m\mathrm{A}h^m,$$

et la valeur de h est donnée par la formule

$$h = \sqrt[m]{\frac{\mathrm{C}}{(2m-1)\mathrm{A}}}.$$

Pour $m = 1$ on a $h = \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{A}}$.

Pour $m = 2$ on a $h = \sqrt{\frac{\mathrm{C}}{3\mathrm{A}}}$.

2° Soit $\varphi(h) = \mathrm{C}e^{\frac{h}{\mathrm{H}}}$.

On aura $2h\varphi'(h) = \frac{2\mathrm{C}h}{\mathrm{H}}e^{\frac{h}{\mathrm{H}}}$,

et la solution est donnée par la formule $h = \frac{\mathrm{H}}{2}$.

3° Posons enfin $\varphi(h) = Ah^2 + Bh + C$,
d'où l'on déduit

$$\varphi'(h) = 2Ah + B.$$

La valeur de h sera donnée par l'équation du second degré

$$3Ah^2 + Bh - C = 0,$$

dont on prendra la racine positive.

DÉTERMINATION DE LA FONCTION $\varphi(h)$.

Nous définirons la forme de la tour en donnant sa section horizontale nette, ω, en fonction de la hauteur z. La tour est formée de matériaux d'une certaine nature, pesant p kilogrammes par unité de volume, et dont le prix est évalué en fonction du volume à raison de a francs par unité. Nous supposerons que ce prix a comprenne les prix d'acquisition, de transport à pied d'œuvre, de préparation et de pose, mais en laissant en dehors le prix de l'ascension des matériaux, du chantier de préparation au niveau qu'ils doivent occuper dans l'édifice; ce dernier prix s'évaluera en fonction du poids des matériaux et de la hauteur à laquelle on les élève, à raison de b francs pour l'élévation de l'unité de poids à l'unité de hauteur.

Les frais de construction de la tranche d'épaisseur dz, située à la hauteur z au-dessous du sol, comprendront donc deux termes, $a\omega dz$, pour le prix d'acquisition et d'emploi des matériaux, et $bp\omega z dz$, pour le prix de l'élévation du poids de la tranche à la hauteur z. A la somme de ces deux éléments étendue à toutes les tranches, il faut ajouter un terme C qui représentera les frais généraux de l'entreprise, et l'on aura pour le prix total P de la tour arrêtée à la hauteur h,

$$(1) \qquad P = \varphi(h) = \int_0^h a\omega dz + \int_0^h bp\omega z dz + C,$$

expression connue, si l'on donne les prix élémentaires a, b, la constante C, et la valeur de ω en fonction de z.

Pour une tour cylindrique, pour laquelle ω est constant à toute hauteur, on a

$$P = \varphi(h) = a\omega h + \frac{1}{2} bp\omega h^2 + C.$$

Si la tour a la forme d'une pyramide, la section ω sera proportion-

nelle au carré de la distance verticale au sommet; il viendra donc, en appelant Ω la section de la base,

$$\frac{\omega}{\Omega} = \left(\frac{h-z}{h}\right)^2,$$

d'on l'on déduit

$$P = \varphi(h) = \frac{1}{3}\, a\Omega h + \frac{1}{12}\, bp\Omega h^2 + C,$$

Dans ces deux cas, la fonction φ est un trinome du second degré en h.

SOLUTION DU PROBLÈME INVERSE.

Etant donnée la fonction $\varphi(h)$, déterminer la forme de la tour qui justifie l'emploi de cette fonction pour représenter son prix de revient.

La question se résoudra en différenciant l'équation (1) par rapport à la limite supérieure h de l'intégration indiquée.

De la relation donnée

$$\varphi(h) = a\int_0^h \omega dz + bp\int_0^h \omega z dz + C$$

on tire en différenciant

$$\varphi'(h) = a\omega + bp\omega h.$$

ou bien, en remplaçant h par z,

$$\omega = \frac{\varphi'(z)}{a + bpz}.$$

On reconnaît qu'il est impossible de poser $\varphi(z) = \sqrt{Az}$. Car il en résulterait $\varphi'(z) = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{A}{2}}$, et quelles que soient les constantes données a et bp, la section ω prendrait une valeur infiniment grande à la base, pour $z = 0$.

APPLICATION A LA TOUR RONDE D'ÉGALE RÉSISTANCE.

La tour ronde d'égale résistance étudiée par Poncelet dans son *Introduction à la mécanique industrielle* est définie par l'équation

$$\omega = \Omega e^{-\frac{z}{f}},$$

dans laquelle Ω est la section de la tour à sa base, ω la section nette à la hauteur z, et f le rapport $\frac{R}{p}$ de la pression uniforme R par unité de surface à laquelle la matière est partout soumise, au poids spécifique p des matériaux employés. Ce rapport représente en réalité une hauteur. Nous aurons, pour définir la fonction φ, à intégrer la différentielle

$$\varphi'(z)dz = \omega(a + bpz)dz = \Omega(a + bpz)e^{-\frac{z}{f}}dz,$$

ce qui donne

$$\varphi(z) = C + \Omega a\int_0^z e^{-\frac{z}{f}}dz + \Omega bp\int_0^z ze^{-\frac{z}{f}}dz$$

$$= C + \Omega af + \Omega bpf^2 - (\Omega af + \Omega bpf(f + z))e^{-\frac{z}{f}}.$$

Pour savoir à quelle hauteur h il faut arrêter la tour, de manière à assurer l'économie des frais d'installation du balisage, on devra résoudre l'équation

$$\frac{\varphi(h)}{\varphi'(h} = \frac{C + \Omega af + \Omega bpf^2 - (\Omega af + \Omega bpf(f + h))e^{-\frac{h}{f}}}{(\Omega a + \Omega bph)e^{-\frac{h}{f}}} = 2h,$$

ou, en résolvant par rapport à l'exponentielle $e^{+\frac{h}{f}}$,

$$e^{\frac{h}{f}} = \frac{\Omega af + \Omega bpf^2 + (2\Omega a + \Omega bpf)h + 2\Omega bph^2}{C - \Omega af + \Omega bpf^2}.$$

La solution sera fournie, en définitive, par l'intersection de deux courbes, savoir : l'exponentielle

$$y = e^{\frac{h}{f}}$$

et la parabole du second degré

$$y' = \frac{\Omega af + \Omega bpt^2 + (2\Omega a + \Omega bpf)h + 2\Omega bph^2}{C + \Omega af + \Omega bpf^2}.$$

L'abscisse du point commun à ces deux courbes sera la hauteur cherchée.

DERNIER EXEMPLE

Cherchons quelle forme il faut donner à la tour pour que le prix total P soit une fonction linéaire de la hauteur h, ce qui revient à dire que P croît proportionnellement à la hauteur.

On aura alors

$$\varphi(h) = \mathrm{A}h + \mathrm{C},$$

A et C désignant des constantes. La section ω à la hauteur z sera égale au quotient

$$\omega = \frac{\varphi'(z)}{a + bpz} = \frac{\mathrm{A}}{a + bpz'}$$

de sorte que la section nette ω est l'ordonnée d'une hyperbole dont la hauteur z est l'abscisse.

La hauteur h qui correspond au minimum est donnée par l'équation

$$2h\varphi'(h) = \varphi(h),$$

ce qui conduit à la valeur $h = \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{A}}$;

et le coefficient économique correspondant est $\frac{\varphi(h)}{\sqrt{h}} = 2\sqrt{\mathrm{AC}}$.

Si l'on admet cette forme de tour, chaque tranche horizontale de hauteur dz revient au même prix dP. On peut considérer à part le travail de l'élévation des tranches successives; il s'exprime par le produit

$$p\omega z dz = \frac{p\mathrm{A}z dz}{a + bpz} = \frac{p\mathrm{A}}{bp}\left(1 - \frac{a}{a + bpz}\right) dz,$$

et l'on reconnaît que le coefficient de dz va en croissant de la valeur $\frac{p\mathrm{A}}{bp}$, pour $z = 0$, à la valeur $\frac{p\mathrm{A}}{bp}\left(1 - \frac{a}{a + bph}\right)$, pour $z = h$, hauteur totale de la tour. La tranche qui demande le plus de travail pour l'élévation des matériaux est donc la tranche supérieure.

La même recherche appliquée à la tour en forme de pyramide, dans laquelle on aurait

$$\omega = \Omega\,\frac{(h - z)^2}{h^2},$$

montre que la tranche de hauteur dz qui exige le plus de dépense pour

l'élévation des matériaux est celle qui est à une hauteur égale au tiers de la hauteur totale h, et la tranche qui exige le plus de dépense totale est celle dont la hauteur est donnée par la relation

$$z = \frac{1}{3}h - \frac{2a}{3pb};$$

de sorte qu'au-dessus du tiers inférieur, l'élévateur de la tour demande, à hauteurs égales, de moins en moins de travail et d'effort. Au contraire, avec la forme hyperbolique, l'effort va en augmentant de la base au sommet.

Si l'on cherche la pression moyenne développée sur la base Ω de la tour hyperbolique définie par la relation

$$\omega = \frac{A}{a + bpz},$$

on trouve, pour le poids total de la tour,

$$Q = \frac{A}{b} l\left(1 + \frac{bph}{a}\right),$$

les logarithmes étant pris dans le système dont la base est e, et pour pression moyenne sur la section inférieure $\Omega = \frac{A}{a}$, la quantité

$$R = \frac{Q}{\Omega} = \frac{a}{b} l\left(1 + \frac{bph}{a}\right).$$

Il est aisé de reconnaître l'homogénéité de cette formule.

Le facteur a est le prix de l'unité de volume des matériaux ; b est le prix de l'unité de poids monté à l'unité de hauteur, et bph représente aussi un prix rapporté à l'unité de volume, car p représente le poids de cette unité et h la hauteur à laquelle on l'élève. Le rapport $\frac{bph}{a}$ est donc un nombre ; quant à la fraction $\frac{a}{b}$, elle représente une quantité homogène à ph, puisque bph est homogène à a, c'est-à-dire une quantité homogène à une pression évaluée au moyen d'une colonne de poids spécifique p, de hauteur h, s'exerçant sur l'unité de surface qui lui sert de base ; le résultat final R est donc bien une pression par unité de surface.

M. le général Michel FROLOV

à Genève.

NOTE SUR LA GÉOMÉTRIE NON EUCLIDIENNE [Q]

— Séance du 15 septembre —

1. — Contrairement à l'opinion de Gauss et de la plupart des mathématiciens modernes, que la *géométrie non euclidienne ne renferme en elle rien de contradictoire*, nous allons montrer qu'elle n'est pas entièrement exempte de contradictions. Il suffit d'examiner le célèbre ouvrage de Lobatschevsky, *Recherches géométriques sur la théorie des parallèles*, pour y trouver des propositions qui paraissent contredire l'hypothèse fondamentale, celle qui nie l'axiome XI ou le postulat d'Euclide et qui est exposée dans les §§ 16 et 22.

Telle est, par exemple, la proposition du § 25 : *Deux droites parallèles à une troisième sont parallèles entre elles*, qui est en désaccord avec cette hypothèse, selon laquelle on peut mener à une droite quelconque une infinité de parallèles qui se coupent ou, au contraire, qui sont non-sécantes l'une de l'autre, au lieu d'être parallèles entre elles. Tout dépend ici du *sens de parallélisme*, que passe sous silence l'énoncé de cette proposition. Si elle était exacte, toutes les droites du plan seraient parallèles.

Dans le § 29, l'auteur arrive à la conclusion que *si l'on admet que deux des trois perpendiculaires élevées sur les milieux des côtés d'un triangle rectiligne ne se coupent pas, la troisième ne pourra pas non plus rencontrer les deux autres*. Puis, en s'appuyant sur cette conclusion, il démontre dans le § 30 la proposition : *Les perpendiculaires élevées aux milieux des côtés d'un triangle rectiligne seront toutes les trois parallèles entre elles, dès que l'on en supposera deux parallèles*.

Lobatschevsky a, sans doute, considéré cette proposition comme générale, c'est-à-dire applicable à tous les triangles, car il n'a pas jugé nécessaire d'indiquer les cas où elle ne l'est pas. Or, elle manque entièrement de généralité, car il y a une infinité de triangles où ce parallélisme des perpendiculaires médianes ne saurait exister. Tels sont, par exemple, les

triangles équilatéraux et tous ceux dont le plus grand des angles intérieurs ne surpasse pas la somme des deux autres. En effet, on démontre facilement que, dans ces cas, les trois perpendiculaires se coupent en un point situé au milieu du plus grand des côtés ou à l'intérieur du triangle. Donc, cette proposition, qui équivaut à admettre la possibilité des triangles, dans lesquels le point de rencontre des trois perpendiculaires est reculé à l'infini, est inadmissible pour la plupart des triangles, sans qu'on s'explique la raison pourquoi dans ces derniers il n'est pas permis de *supposer* que deux perpendiculaires soient parallèles entre elles, quoique cette supposition reste toujours conforme à l'hypothèse fondamentale.

2. — Considérons un angle quelconque NCP *(fig. 1)*. Soit K*k* sa bissectrice et QR la parallèle commune de ses deux côtés CN et CP, qui coupe la bissectrice en O. Selon la notation de Lobatschevsky, on a $CO = p$ et l'angle $NCK = \Pi(p)$. Faisons $CD = CF = CO$ et élevons sur CN et sur CP les perpendiculaires E*e* et G*g*, qui seront parallèles à K*k*, car les biangles EDCK et GFCK sont superposables aux biangles QOCN et ROCP, et seront parallèles entre elles, par raison de leur symétrie, par rapport à la droite K*k*. Faisons $AD = BF = CO$, joignons A et B et nous obtiendrons le triangle isoscèle ABC, dont les trois perpendiculaires E*e*, G*g*, K*k* sont parallèles entre elles. Pour chaque angle proposé, il n'y a qu'un seul triangle isoscèle, qui possède cette propriété. Dans ce triangle on a $CD > CH$, $DL < HL$. Joignons les points d'intersection I, J, L, M avec le sommet C et nous aurons $CL = AL$, angle $DCL = A$, angle $ICN =$ angle $ICK = \frac{1}{4}$ angle NCP, et, par suite, angle $ICN > A$. Donc $C > 2(A + B)$. Voici la condition de la possibilité du parallélisme des perpendiculaires dans un triangle isoscèle. On peut l'exprimer, en disant que le plus grand de ses angles doit surpasser le double de la somme des deux autres angles.

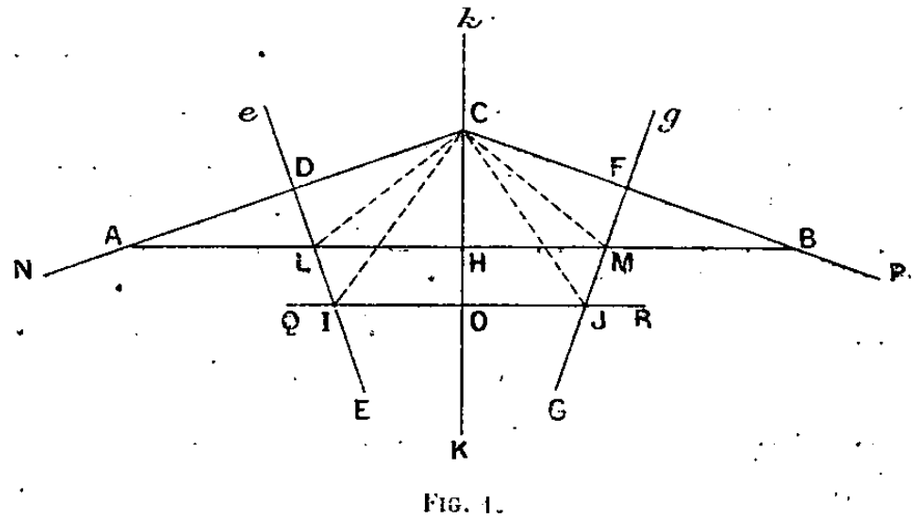


FIG. 1.

3. — Reprenons le triangle isoscèle ABC avec ses trois perpendiculaires E*e*, G*g*, K*k* *(fig. 2)*, parallèles entre elles. Prenons sur E*e* et sur G*g* deux points symétriques D′ et F′, élevons les perpendiculaires D′C′ et F′C′ qui se coupent en C′ sous un angle très petit. Faisons $A'D' = C'D'$, $B'F' = C'F'$,

joignons A′ et B′ et nous aurons le triangle isoscèle A′B′C′. En s'éloignant de plus en plus les points D′ et F′ des points D et F, l'angle en C′ décroîtra de plus en plus et il arrivera nécessairement que lorsque ces points viendront en d et en f, deux points tels qu'on ait angle $Edf = \frac{1}{2}$ angle $Eda = \frac{d}{2}$, les côtés A′C′ et B′C′ prendront les positions aa' et bb', en se détachant l'un de l'autre et en devenant parallèles l'un à l'autre et à la droite Kk. Alors l'angle C′ deviendra nul et le triangle se transformera en biangle $aa'b'b$ ou en trois droites parallèles l'une à l'autre. Ainsi l'angle C′ deviendra successivement moindre que 2(A′ + B′), puis moindre que (A′ + B′), et même moindre que A′ = B′. Il s'ensuit que les perpendiculaires Ee, Gg, Kk, supposées parallèles entre elles, ne sauraient l'être.

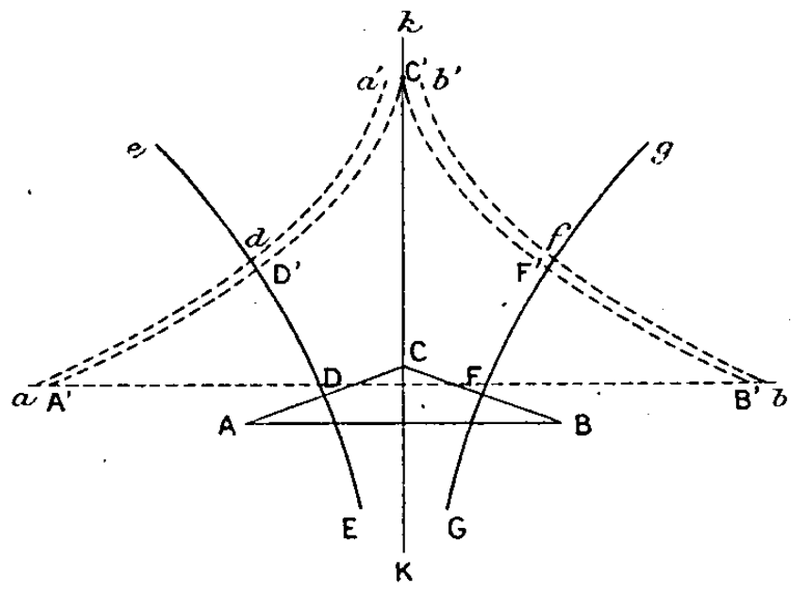


FIG. 2.

4. — Il semble que cette contradiction suffit pour faire rejeter la proposition du § 30, avec toutes ses conséquences, telles que la possibilité des horicycles, établie dans les §§ 31 et 32, celle des horisphères, établie dans le § 34, les formules trigonométriques des §§ 36 et 37, enfin avec tous les faits essentiels de la géométrie non euclidienne. Au reste, ce résultat était à prévoir, après que nous avons réussi dernièrement à donner une démonstration rigoureuse que *la somme des angles intérieurs d'un triangle rectiligne ne peut pas être moindre que deux angles droits (a)*.

(a) *Théorie des parallèles*. Deuxième édition, 1899. Paris, Carré et Naud, éditeurs, 3, rue Racine (Théorème XIV, pages 34-37).

M. J. CURIE

Lieutenant-colonel du Génie en retraite, à Versailles.

SYSTÈMES DE CONSTRUCTION DES CARTES DE BABINET ET SANSON [V 10 b]

— Séance du 15 septembre —

Comparaison entre les systèmes à méridiens elliptiques et sinusoïdaux.

Dans les comptes rendus du Congrès de Saint-Étienne (séance du 9 août 1897), nous avons inséré un article sur le système de construction de cartes de M. Babinet.

Avant de revenir sur cette question, nous devons dire que M. le colonel Laussedat nous a appris que le système de cartes à méridiens elliptiques et à parallèles rectilignes, avec espacement assurant la conservation des surfaces, est dû, en réalité, à Mollweide, ainsi que M. d'Avezac l'a signalé à la Société de Géographie et dans une brochure. Le fait est d'ailleurs constaté dans la géographie de Malte-Brun (édition de Huot, 1841). De plus, dans l'excellent ouvrage de M. Germain, ingénieur hydrographe, sur les projections géographiques, il est dit que c'est le savant professeur Mollweide de Halle qui a imaginé, en 1805, la projection dont on a fait, depuis 1857, de nombreuses applications, sous le nom de *projection homalographique de M. Babinet*. M. Germain ajoute que ce fut Mollweide qui eut le mérite de trouver la loi d'espacement des droites destinées à représenter les parallèles de manière à réaliser la conservation des surfaces (p. 107 et 108). Il donne aussi (p. 110) la formule de l'espacement des parallèles (voir encore p. 319, et projection n° XVI).

Dans notre article de 1897, nous définissions comme il suit la projection du système Babinet :

« Dans ce système, on trace un premier méridien en ligne droite, sur lequel on porte des degrés de latitude égaux. Les parallèles, comme dans la projection de Mercator, sont des droites perpendiculaires à ce premier méridien, mais avec cette différence qu'elles sont également espacées entre elles. Sur chacun de ces parallèles, on porte des degrés auxquels on donne la longueur qu'ils ont en réalité sur le globe, mais réduite à l'échelle de la carte. Les méridiens sont alors figurés par des ellipses dont l'un des axes est égal au développement d'un demi-méridien et dont

les ordonnées perpendiculaires à cet axe sont les produits des ordonnées du cercle décrit sur cet axe par un rapport invariable pour un même méridien. »

Ainsi que nous l'avons indiqué dans un *erratum* inséré dans le premier volume des comptes rendus du Congrès tenu à Nantes, en 1898 (p. 110), les méridiens tels qu'ils sont définis ci-dessus, ne sont pas des ellipses, ce sont des courbes sinusoïdales dont les ordonnées perpendiculaires au méridien rectiligne sont les produits de celles de la sinusoïde par un coefficient qui reste le même pour une même longitude.

D'après l'atlas de M. Schrader, et d'après l'ouvrage de M. Germain, la projection sinusoïdale a été imaginée par Sanson, en 1650.

M. Germain donne la théorie de la projection sinusoïdale improprement nommée projection de Flamsteed (p. 90 et 313, et mappemonde XVIII).

Sur la figure 1, le développement du premier méridien est $OP = \frac{\pi}{2} R$, OR étant le rayon R de la terre. Le développement du quart OE de l'équateur est de même égal à $\frac{\pi}{2} R$.

L'arc de longitude de 30° étant OM_0, si l'on considère les deux cercles décrits avec OE et OM_0 comme rayons ; si l'on mène un rayon $O\mu'_{40}$ et l'ordonnée $\mu'_{40}J$; puis, par l'intersection M''_{40} du rayon avec le deuxième cercle, si l'on trace la parallèle $M''_{40}M'_{40}$ à OP, le point M'_{40} sera un point de l'ellipse qui, d'après ce que nous disions, figurerait le méridien de 30°.

Méridiens elliptiques.

Aussitôt que les comptes rendus du Congrès de Saint-Étienne ont paru, M. Gouin, ancien ingénieur des ponts et chaussées, administrateur de la Compagnie des Transports maritimes à vapeur, à Marseille, me fit remarquer que la surface de l'ellipse dont le demi-grand axe est $a = 2OE = \pi R$, et le demi-petit axe $b = OP = \frac{\pi R}{2}$, serait $\pi ab = \frac{\pi^3 R^2}{2}$ au lieu de la surface de la sphère $4\pi R^2$, et que le rapport de ces deux surfaces est $\frac{\pi^2}{8} = \frac{9{,}86}{8}$. Il y a donc une erreur évidente à corriger.

Or, le quart de l'équateur étant $\frac{\pi}{2} R$, le quart du parallèle de 40° sera $\frac{\pi}{2} R \cos L$; cette latitude de 40° étant désignée par L ; et si l'on représente par K le rapport $\frac{OM_0}{OE} = \frac{30°}{90°} = \frac{1}{3}$, l'ordonnée $M''_{40}I$ sera égale à

$K\frac{\pi}{2}R\cos L$; et cette ordonnée représentera bien le développement de l'arc de latitude, pour la longitude de $30° = G$. Si maintenant on reporte cette longueur en $M'_{40}J$, on obtient un point de l'ellipse $M_0M'_{40}P$.

Mais ce n'est pas en $M'_{40}J$ qu'il faut reporter cette longueur, c'est en $M_{40}L$, sur le parallèle dont la latitude est $40° = L$.

L'erreur consiste donc à avoir associé l'ordonnée $K\frac{\pi}{2}R\cos L$ avec l'abscisse OJ, au lieu de l'abscisse $OL = L \times R = x$.

Le résultat a été de reporter plus au nord qu'il n'aurait fallu les ordonnées qui deviennent ainsi celles de l'ellipse, et de trop arrondir au pôle la configuration de la carte qui doit prendre en ce point la forme anguleuse du système sinusoïdal.

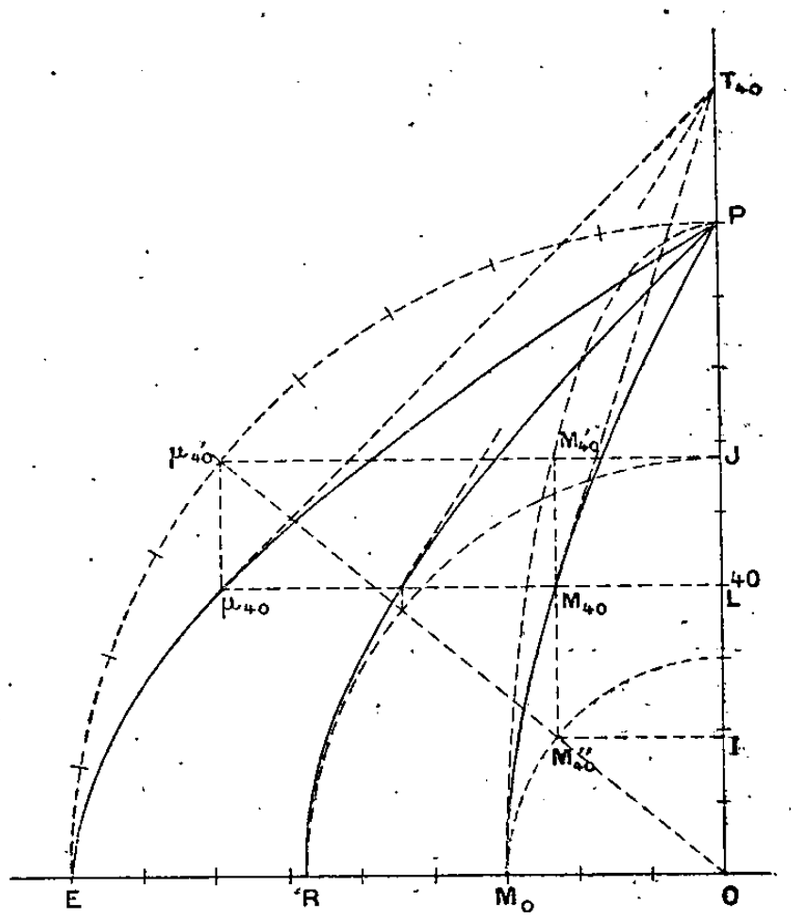


FIG. 1.

Méridiens sinusoïdaux.

Pour obtenir l'équation de la courbe, il faut poser $y = K\frac{\pi}{2}R\cos L$ et $x = RL$, d'où, après l'élimination de L,

$$(S)\quad y = K\frac{\pi}{2}R\cos\frac{x}{R}.$$

Si l'on veut rapporter cette courbe au point P pris pour origine, les x positifs étant comptés dans le sens de PO, ce que l'on peut faire en posant $X = \frac{\pi}{2}R - x$, d'où $x = \frac{\pi}{2}R - X$, l'équation devient :

$$g = K\frac{\pi}{2}R\sin\frac{x}{R}.$$

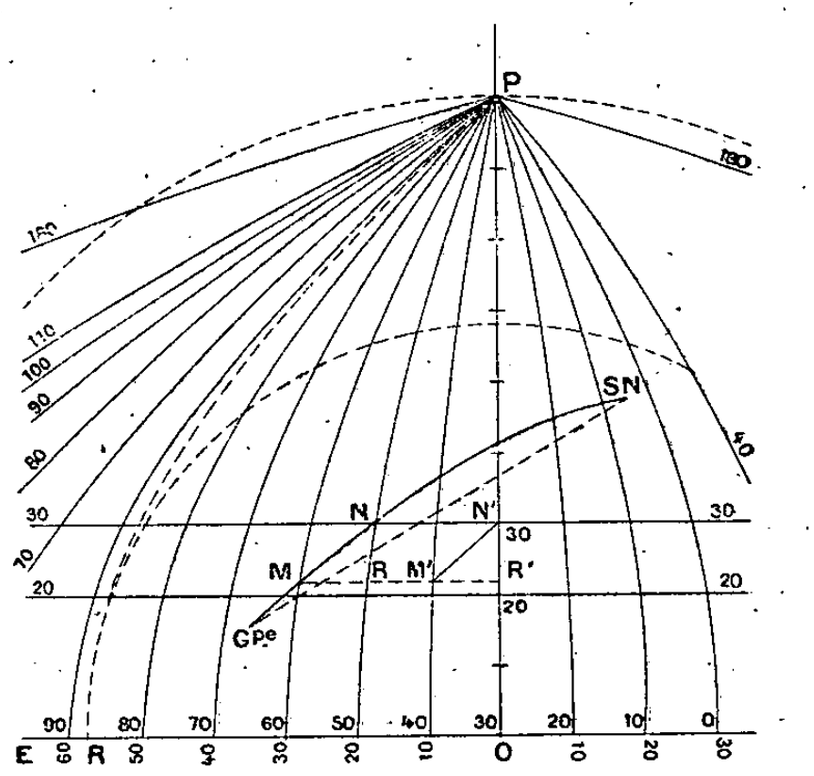


FIG. 2.

Dans l'hypothèse $K\frac{\pi}{2} = 1$, l'équation (S) représente une sinusoïde ordinaire. Dans le cas général, c'est une courbe sinusoïdale qui ne diffère de la sinusoïde qu'en ce que ses ordonnées sont le produit de celles de la sinusoïde pour laquelle $K = 1$ par le coefficient K.

Tangente aux méridiens sinusoïdaux.

M. Gouin fait remarquer que l'équation de la tangente à la courbe en x_1, y_1, est :

$$y = -x\frac{K\pi}{2}\sin\frac{x_1}{R} + \frac{K\pi}{2}\left(R\cos\frac{x_1}{R} + x_1\sin\frac{x_1}{R}\right).$$

Si l'on fait $y = 0$, on trouve pour x l'abscisse de l'intersection de la tangente avec l'axe OP, une expression indépendante de K (*a*).

Ainsi, les tangentes à tous les méridiens aux points de même latitude couperont l'axe des pôles en un même point distant du parallèle d'une longueur $R\,\text{tang}\left(\frac{\pi}{2} - L\right)$.

C'est une propriété analogue à celle que présentent les méridiens elliptiques.

Système à méridiens elliptiques réalisant la conservation des surfaces.

Si l'on se reporte aux comptes rendus de l'Académie des sciences, on voit que, dans la séance du 3 décembre 1855, M. Babinet a présenté, au nom de l'éditeur M. Bourdin et au sien, la première livraison de ses cartes *homalographiques*, où, dit-il, « la proportion des espaces pris sur le globe, et les espaces représentés sur la carte est conservée » ; et il ajoute que « les méridiens sont des ellipses et les parallèles des lignes droites ». Un mémoire plus détaillé que l'auteur annonçait ne semble pas avoir été publié.

Babinet ne dit pas que les degrés de latitude mesurés sur la carte sont de longueur variable, mais M. Germain expose (p. 107 et suivantes) deux méthodes par lesquelles Mollweide est arrivé, pour obtenir la conservation des surfaces, à la formule (X) que nous donnons ci-après et que nous avons trouvée par un calcul différent.

M. Germain donne aussi (p. 319 et suivantes) des tables que M. Jules Bourdin a calculées au moyen de cette formule.

(*a*) Cette propriété est commune aux courbes dont l'équation est de la forme $y = Kf(x)$.

Si nous considérons deux ellipses méridiennes différentes, leurs surfaces seront $\pi a'b$ et $\pi a''b$ et la différence sera $\pi(a' - a'')b$. Si $a' - a''$ est une différence constante contenue un nombre n de fois dans a, la différence $\pi(a' - a'')b$ sera contenue n fois dans πab. Comme les surfaces terrestres comprises entre deux méridiens dont les longitudes diffèrent d'une quantité $a' - a''$ constante sont égales et contenues n fois dans la surface de la sphère, on voit que la conservation des surfaces a lieu pour les *surfaces totales* comprises entre deux quarts de méridiens elliptiques.

On peut réduire les axes de l'ellipse de manière que sa surface soit égale à celle de la terre. Il n'y a qu'à poser $\pi ab = 4\pi R^2$ et $a = 2b$, ce qui donne $2\pi b^2 = 4\pi R^2$, d'où $b = R\sqrt{2}$ et $a = 2R\sqrt{2}$; alors l'aire de l'ellipse sera la même que l'aire sinusoïdale.

La figure 3 ci-contre, où l'axe OP de l'ellipse est $R\sqrt{2}$ et où la longueur des degrés est variable, représente, à l'échelle de $0^m,033$ pour R, la surface d'une partie quelconque de la sphère. Voici comment a été calculé l'espacement des parallèles pour que cette condition soit remplie :

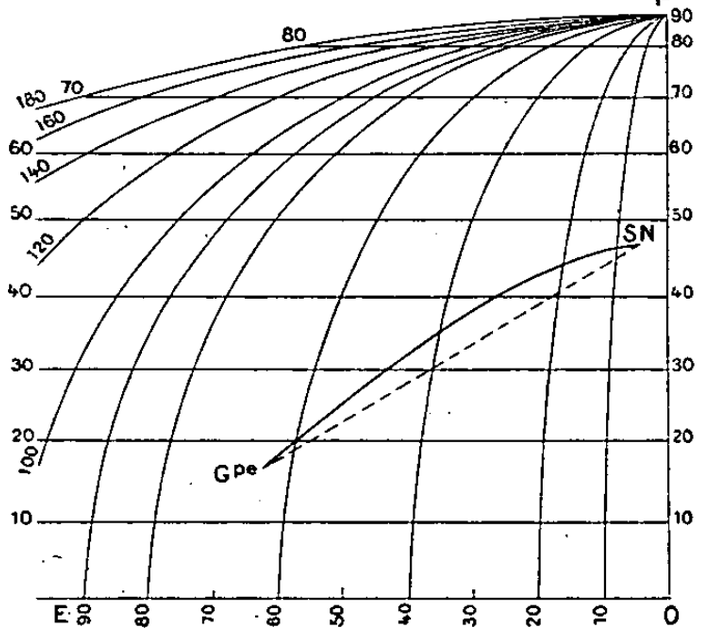


FIG. 3.

L'aire comprise entre l'équateur et la latitude l, pour une ellipse dont l'axe $b = KR\sqrt{2}$, est :

$$(\lambda) \qquad \int_0^l KR\sqrt{2}\cos l \times R\sqrt{2}\cos l dl = 2KR^2\left(\frac{1}{4}\sin 2l + \frac{l}{2}\right),$$

car $\qquad y = KR\sqrt{2}\cos l\,; \qquad x = R\sqrt{2}\sin l\,;$ et :

$$\int \cos^2 l dl = \int \frac{1}{2}(\cos 2l + 1)dl = \frac{1}{4}\sin 2l + \frac{l}{2}.$$

Comme le méridien sinusoïdal remplit exactement la condition de la conservation des surfaces, nous égalerons la surface (λ) ci-dessus, fonction de l, à la surface (Λ) de la courbe sinusoïdale correspondante, fonction de L, ce qui donnera une relation entre l et L, au moyen de laquelle on trouvera, pour une valeur donnée de L, la valeur correspondante de l. On construira graphiquement cette valeur de l, qui doit être mesurée sur la circonférence du méridien, et on la cotera L, parce que L est la latitude terrestre à laquelle correspond l'aire considérée.

L'aire du méridien sinusoïdal est :

$$(A) \qquad \int_0^L \frac{K\pi R}{2} \cos L \times R dL = K \frac{\pi}{2} R^2 \sin L.$$

On a donc à résoudre l'équation :

$$(X) \begin{cases} 2KR^2\left(\frac{1}{4}\sin 2l + \frac{l}{2}\right) = K\frac{\pi}{2}R^2 \sin L \\ \frac{1}{2}\sin 2l + l = \frac{\pi}{2}\sin L. \end{cases}$$

Pour les valeurs ci-après de l on trouve les valeurs correspondantes de L :

$l =$	5°,	15°,	30°,	45°,	60°,	75°,	85°,	90°
L =	6°,125,	20°,055,	38°,022,	54°,98,	70°,48,	82°,78,	89°,02,	90°

La forme de l'équation a permis d'obtenir pour des valeurs de l en nombres ronds, les valeurs de L. Pour avoir les valeurs de l correspondantes à des valeurs de L exprimées en nombres ronds, on aura recours à une construction graphique *(fig. 4)*.

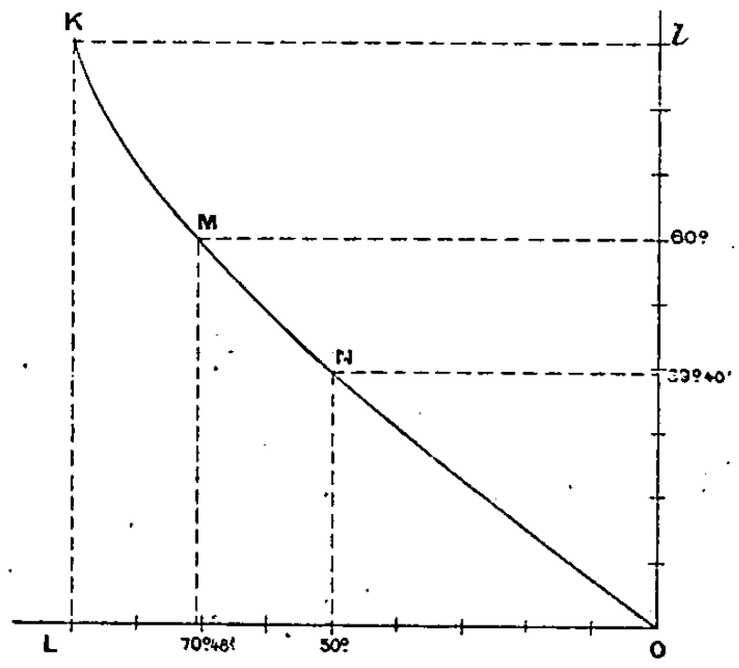


FIG. 4.

Sur deux axes rectangulaires, on porte des longueurs $Ol = OL = R\sqrt{2}$ qu'on divise en 90 degrés. Sur le premier, on mesure les valeurs de l ci-dessus, et sur l'autre axe les valeurs de L correspondantes. On obtient ainsi une courbe dont l et L sont les coordonnées. En portant sur l'axe des L les arcs de 10°, 20°,... 90°, on aura sur la courbe les points dont les abscisses l auront les dimensions en degrés voulues pour que les aires elliptiques soient égales aux aires sinusoïdales des arcs L de 10°, 20°, etc. Ces latitudes sont rapportées sur l'arc de méridien EP de la figure 3 avec les cotes L auxquelles correspondent les aires, et, par les extrémités de ces arcs, on mènera les parallèles rectilignes de la carte.

Emploi des cartes à méridiens elliptiques ou sinusoïdaux.

Quand on connaît les coordonnées géographiques d'un point, il n'y a aucune difficulté à le placer sur la carte.

De même, pour tracer une droite faisant un angle donné avec un méridien, on portera à la même latitude cet angle sur le méridien rectiligne, et on formera un triangle rectangle dont l'autre côté de l'angle droit sera sur un parallèle *(fig. 2)*. On reportera sur le méridien curviligne le côté de l'angle droit de ce triangle qui coïncide avec le méridien rectiligne, en conservant aux extrémités de ce côté les mêmes latitudes ; et l'autre côté sera transporté suivant sa direction, et en conservant sa longueur sur le parallèle. Le triangle obliquangle ainsi obtenu fait voir quelle est la déformation de l'angle que fait une droite avec le méridien.

La projection sinusoïdale seule réalise en même temps la conservation des surfaces, celle des latitudes et celle des longitudes *(fig. 2)*.

La similitude des figures ne peut être obtenue dans aucun système de projection sur un plan. Dans la projection stéréographique seule, on réalise la conservation des angles, mais un triangle plan sur le tableau correspond sur la sphère à un triangle curviligne *(a)* avec lequel il n'y a pas à proprement parler similitude, et un triangle curviligne sur la sphère ne correspondra pas, généralement sur le tableau, à un triangle rectiligne, parce que la somme de ses trois angles n'est pas égale à deux droits.

Pour la construction graphique du tracé de l'arc de grand cercle, on partira de la formule :

$$(b) \qquad \text{tang } b = \sin c \text{ tang B}$$

(*fig.* 2 de 1897) qui donne l'expression :

$$(c) \qquad \text{tang } \frac{c + c'}{2} = \frac{\sin (b + b')}{\sin (b - b')} \text{ tang } \frac{G' - G}{2},$$

au moyen de laquelle on obtient $c + c'$, la différence $c - c'$ étant connue. Ayant $c + G = \gamma$ qui est la longitude du point B, on trouve l'angle B par la formule *(b)*. La valeur de $\text{tang } \frac{c + c'}{2}$ s'obtient par une quatrième proportionnelle *(c)* et l'angle B résulte de la construction d'un triangle rectangle qui a $\sin c$ et $\text{tang } b$ pour les deux côtés de l'angle

(a) Les côtés de ce triangle curviligne ne sont généralement pas des arcs de grand cercle. Pour qu'ils soient des arcs de grand cercle, il faut que leur plan passe par le centre de la sphère.

droit. Ayant l'angle B, on trouve $b = L$, pour un point quelconque dont la longitude est G, en prenant pour le côté de l'angle droit adjacent à B, la longueur sin $c =$ sin $(\gamma - G)$; tang b est alors le côté de l'angle droit opposé à B ; on construit ensuite L ou b par sa tangente.

Nous donnons plus loin les détails graphiques de ces constructions.

Système sinusoïdal ; loxodromie.

On a vu que pour mener une droite KT faisant un angle α avec le méridien rectiligne, si l'écartement de deux parallèles voisins est $\Delta x = \delta$, et si tang $\alpha = \frac{\eta}{\delta}$, il faut la diriger d'un point K de ce méridien, situé sur un parallèle donné KM, vers un point T, du parallèle suivant SQ, situé à une distance η du méridien rectiligne. De même, pour une portion de méridien curviligne MQ, comprise entre les deux parallèles KM et SQ, une droite MN fera l'angle α avec ce méridien si elle va de l'intersection M du premier parallèle coupant ce méridien à un point N, distant du même méridien d'une longueur QN $= \eta =$ ST, distance comptée à partir du point Q sur le second parallèle SQ.

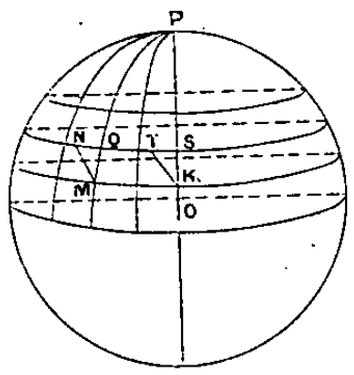


Fig. 5.

Cela résulte de ce que, sur la sphère, l'angle NMQ étant égal à α, dans le triangle NMQ, qui est rectangle en Q, quand on passe à la construction de la carte, la figure MKSQ deviendra un trapèze dans lequel les dimensions KS, MK et SQ seront développées en conservant leurs longueurs ; mais l'angle Q ne sera plus droit. Le coefficient angulaire de l'arc de méridien sinusoïdal MQ sera $\frac{\Delta y}{\Delta x}$, et celui de la loxodromie, qui fait l'angle α avec ce méridien, $\frac{\Delta y + NQ}{\Delta x}$ ou $\frac{\Delta y + \eta}{\Delta x}$, ou encore $\frac{\Delta y}{\Delta x} + \frac{\eta}{\Delta x} = \frac{\Delta y}{\Delta x} +$ tg α, ou enfin, pour des parallèles iufiniment rapprochés les uns des autres :

$$(\alpha) \qquad \frac{dY}{dx} = \frac{dy}{dx} + \text{tang } \alpha.$$

Y étant l'ordonnée de la loxodromie sur la carte. C'est à M. Gouin que nous devons cette expression de $\frac{dY}{dx}$.

On ne doit pas poser $\frac{dY}{dx} =$ tang $(0 + \alpha)$, 0 étant l'arc dont la tangente est $\frac{dy}{dx}$, parce qu'au lieu de la loxodromie, on obtiendrait une courbe

faisant, sur la carte, un angle α avec chaque méridien sinusoïdal, et cette courbe, ramenée sur la sphère, ne ferait plus l'angle α avec les différents méridiens terrestres.

Équation différentielle.

L'équation ci-dessus va nous permettre d'obtenir l'équation différentielle de la loxodromie. Le méridien sinusoïdal est représenté par l'équation (S).

En différentiant, on trouve $\frac{dy}{dx} = -\mathrm{K}\frac{\pi}{2}\sin\frac{x}{\mathrm{R}}$.

En substituant dans l'équation (α) ci-dessus, on a :

$$\frac{d\mathrm{Y}}{dx} = -\frac{\mathrm{K}\pi}{2}\sin\frac{x}{\mathrm{R}} + \operatorname{tg}\alpha.$$

Puis, éliminant K entre cette équation et celle du méridien, on obtient, pour l'équation différentielle de la loxodromie $\frac{d\mathrm{Y}}{dx} = -\frac{y\sin\frac{x}{\mathrm{R}}}{\mathrm{R}\cos\frac{x}{\mathrm{R}}} + \operatorname{tg}\alpha$,

ou

$$(\lambda) \qquad \frac{dy}{dx} + \frac{y}{\mathrm{R}}\operatorname{tg}\frac{x}{\mathrm{R}} = \operatorname{tang}\alpha.$$

Intégration.

Cette équation est de la forme de l'équation linéaire du premier degré $\frac{dy}{dx} + \mathrm{P}y = \mathrm{Q}$.

Pour l'intégrer, on pose $y = uz$, d'où :

$$u\frac{dz}{dx} + z\left(\frac{du}{dx} + \frac{u}{\mathrm{R}}\operatorname{tg}\frac{x}{\mathrm{R}}\right) = \operatorname{tg}\alpha.$$

On détermine u de manière à annuler le facteur qui multiplie z, en posant :

$$\frac{du}{dx} + \frac{u}{\mathrm{R}}\operatorname{tg}\frac{x}{\mathrm{R}} = 0.$$

$$\frac{du}{u} = \frac{d\cos\frac{x}{\mathrm{R}}}{\cos\frac{x}{\mathrm{R}}},$$

$\log u = \log \cos \frac{x}{R}$, sans qu'il y ait lieu d'ajouter une constante ; puis $u = \cos \frac{x}{R}$.

On a ensuite : $$u \frac{dz}{dx} = \text{tang } \alpha,$$

$$\cos \frac{x}{R} \frac{dz}{dx} = \text{tang } \alpha,$$

$$dz = R \text{ tang } \alpha \frac{d \frac{x}{R}}{\cos \frac{x}{R}} \quad (*)$$

$$z = -R \text{ tg } \alpha l. \text{ tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{x}{2R} \right) + C ; \text{ et comme } y = uz$$

$$(\Lambda) \qquad y = -\cos \frac{x}{R} R \text{ tg } \alpha l. \text{ tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{x}{2R} \right) + C \cos \frac{x}{R}.$$

Autre intégration.

On peut encore effectuer l'intégration en mettant l'équation différentielle (λ) sous la forme $Mdx + Ndy = 0$, dont on multiplie tous les termes par un facteur v, pour lequel le calcul donne $v = \frac{1}{\cos \frac{x}{R}}$.

Constantes.

On pourra déterminer C par la condition de faire passer la courbe par le point de départ donné, si tang α est connue, ou bien déterminer Cet tang α de manière à faire passer la courbe par deux points dont on a les coordonnées.

L'angle α ainsi obtenu est celui que la loxodromie doit faire avec le méridien pour que, partant du point x_0, y_0 donné, elle passe par le deuxième point x_1, y_1.

(*) Pour calculer $\int \frac{dx}{\cos x}$, on pose $z = \text{tg } x = \frac{\sin \frac{1}{2} x}{\cos \frac{1}{2} x}$, ce qui donne $\cos^2 \frac{1}{2} x = \frac{1}{z^2 + 1}$ et $dx = \frac{2dz}{z^2 + 1}$.

On met $\int \frac{dx}{\cos x}$ sous la forme $2 \int \frac{d \frac{x}{2}}{2 \cos^2 \left(\frac{x}{2} \right) - 1} = \int \frac{2dz}{1 - z^2}$ et on remplace $\frac{2}{1 - z^2}$ par $\frac{1}{1 - z} + \frac{1}{1 + z}$,

On trouve par ce calcul, d'abord :

$$C = \frac{y_0}{\cos \frac{x_0}{R}} + R \operatorname{tg} \alpha \; l \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{x_0}{2R} \right),$$

$$\text{puis } R \operatorname{tg} \alpha = \frac{\dfrac{y_1}{\cos \dfrac{x_1}{R}} - \dfrac{y_0}{\cos \dfrac{x_0}{R}}}{l \operatorname{tg} \left(\dfrac{\pi}{4} - \dfrac{x_0}{2R} \right) - l \operatorname{tg} \left(\dfrac{\pi}{4} - \dfrac{x_1}{2R} \right)}.$$

Une fois la valeur de tg α connue, celle de C pourra être calculée par la formule ci-dessus.

En introduisant dans l'expression de tang α les coordonnées de Saint-Nazaire et de la Guadeloupe, on trouve $\alpha = -58°$.

Arc de grand cercle.

Ainsi que nous l'avons dit dans notre travail de 1897, l'arc de grand cercle peut être considéré comme ayant pour équation la formule :

$$\text{tang } b = \sin c \text{ tang B}.$$

Voici comment doit être effectuée la transformation en coordonnées rectilignes.

Pour rapporter la courbe à l'origine O des longitudes, au lieu du point B où le grand cercle coupe l'équateur, il suffit, puisque $c = \gamma - G$, de substituer cette valeur de c, ce qui donne :

$$\text{tang } b = \sin (\gamma - G) \text{ tg B}$$
$$\text{ou} \quad \text{tang L} = \sin (\gamma - G) \text{ tg B},$$

B et γ étant calculés par la condition que l'arc de grand cercle passe par les points C et C′.

Pour transformer ensuite les coordonnées géographiques en coordonnées rectilignes ordinaires, on posera $L = \frac{x}{R}$ et $G = \frac{y}{R \cos L}$. L'équation devient alors :

$$\text{tang } \frac{x}{R} = \sin \left(\gamma - \frac{y}{R \cos L} \right) \text{tg B},$$

ou, si l'on fait tang B = M :

$$\text{tang } \frac{x}{R} = M \sin \left(\gamma - \frac{y}{R \cos L} \right) = M \sin \gamma - \left(\frac{y}{R \cos \frac{x}{R}} \right)$$

Pour $x = 0$, cette équation donne $\sin\left(\gamma - \frac{y}{R}\right) = 0$, d'où $y = R\gamma$.

La plus grande valeur que puisse prendre $\sin\left(\gamma - \frac{y}{R\cos L}\right)$ est 1, d'où $y = \left(\gamma - \frac{\pi}{2}\right) R \cos L$. C'est un point dont la longitude diffère de 90° de celle du point B. On a en même temps $\text{tang}\frac{x}{R} = \text{tg}\,B$ ou $x = B.R$.

Construction graphique de l'arc de grand cercle.

Voici comment on peut effectuer graphiquement le tracé de l'arc de grand cercle.

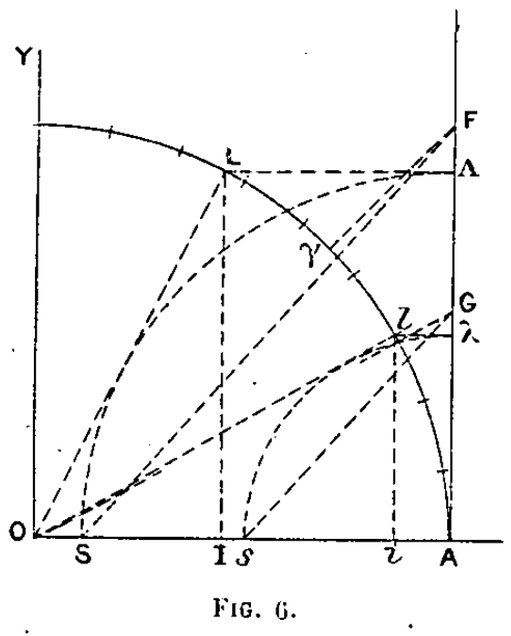


FIG. 6.

La figure 6 permet, par la construction d'une quatrième proportionnelle, formule *(c)* ci-dessus, de trouver la longitude γ du point B où le grand cercle qui passe par les points G_0, L_0 (Saint-Nazaire) et G_1, L_1 (La Guadeloupe, Grande Terre, Vigie), coupe l'équateur.

Les coordonnées de Saint-Nazaire étant $L_0 = 47°\,16'$ et $G_0 = 4°\,32'$, et celles de la Guadeloupe $L_1 = 16°\,31'$, $G_1 = 63°\,48'$, on trouve $\gamma - \frac{G_0 + G_1}{2} = \gamma - 34°\,10' = 44°\,57'$ d'où $\gamma = 79°\,7'$.

Par la construction de la figure 7, on obtienda ensuite l'angle B du plan du grand cercle avec l'équateur. La formule *(b)* devient :

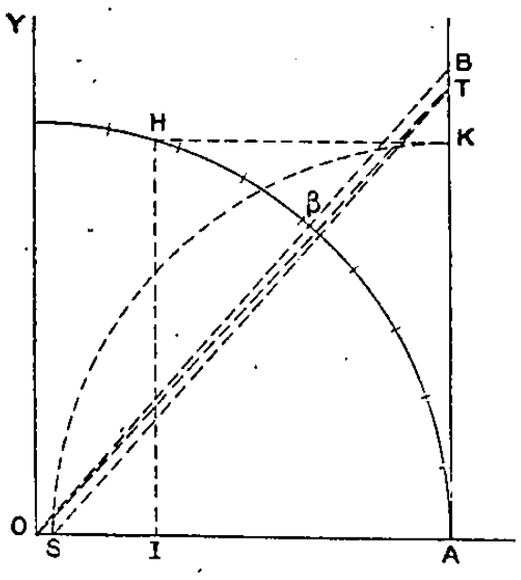


FIG. 7.

$$\text{tang}\,L = \sin(\gamma - G)\,\text{tang}\,B,$$

qu'on peut écrire,

$$1 : \text{tang}\,B = \sin(\gamma - G) : \text{tang}\,L.$$

Ensuite, B étant connu, on obtient pour des valeurs de G intermédiaires à G_1 et G :

G =	9° 7′,	19° 7′,	29° 7′,	39° 7′,	49° 7′,	59° 7′ ;
γ − G =	70°,	60°,	50°,	40°,	30°,	20° ;
L =	47°,	46°,	41° 30′,	36° 30′,	30°,	21° 30′.

Ces valeurs de G et de L sont les coordonnées de l'arc de grand cercle allant de Saint-Nazaire à la Guadeloupe, au moyen desquelles on a tracé cet arc sur les figures 2 (système sinusoïdal) et 3 (système à méridiens elliptiques).

Loxodromie.

Quant à la loxodromie, si on la trace de manière à la faire passer par les deux points extrêmes donnés, elle ne s'écarte pas sensiblement de la ligne droite à l'échelle adoptée.

Longueur d'une ligne tracée sur la carte.

Pour mesurer la longueur vraie d'une petite distance figurée sur la carte, on forme le triangle qui a pour ses deux autres côtés l'arc de méridien et la portion de parallèle comprise entre le méridien et l'autre extrémité de cette distance. On ramène ce triangle sur le méridien rectiligne de manière à le remplacer par un triangle rectangle dont les sommets ont les mêmes latitudes et dont le côté coïncidant avec le parallèle conserve sa longueur. L'hypoténuse de ce triangle est la longueur vraie cherchée.

Pour mesurer un parcours quelconque tracé sur la carte, on le divise en petites portions sensiblement rectilignes, correspondant autant que possible aux méridiens plutôt qu'aux parallèles de la carte, parce que les parallèles sont plus faciles à intercaler que les méridiens.

On a représenté sur la figure 2 un des triangles élémentaires dont la somme des hypoténuses donne approximativement le développement de l'arc de grand cercle allant de Saint-Nazaire à la Guadeloupe.

D'après M. Germain, la projection sinusoïdale ne doit avoir qu'un emploi très restreint, car l'altération des angles et des arcs de méridien y croît rapidement, à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur, seul parallèle coupé à angle droit par les méridiens.

Nous pensons que ces inconvénients sont largement compensés par la facilité des constructions graphiques qui permettent de trouver la vraie valeur d'un angle et celle d'un élément de ligne compris entre deux points. D'ailleurs, pour le tracé de la route d'un navire, on peut toujours placer la route à suivre de manière qu'elle ne s'éloigne que très peu du méridien rectiligne du réseau des méridiens et des parallèles sur lesquels on ferait le tracé, et il en est de même pour la carte d'un pays.

Projections de Mercator et d'Hilleret.

On sait que dans la projection de Mercator, la loxodromie est une ligne droite.

Cette condition est remplie par la formule (M) que M. Germain donne à la page 38 :

$$(M) \qquad x = -\frac{R}{2} l \operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} - \frac{L}{2}\right).$$

x étant l'abscisse des latitudes croissantes, mesurée sur le méridien.

Nous ne reproduisons pas, faute de place, le calcul qui nous y a conduit.

Dans la projection Hilleret (1878), qui n'est qu'une perspective de la surface terrestre sur un plan tangent à la sphère, le point de vue étant au centre, l'arc de grand cercle est figuré par une droite.

Conclusions.

En terminant, nous appelons très sérieusement l'attention sur les cartes du système sinusoïdal imaginé par Sanson en 1650.

Ces cartes ont l'avantage, que ne présentent pas les autres systèmes, de figurer à une échelle uniforme les arcs de latitude et les arcs de longitude sur les parallèles aux diverses latitudes. En même temps, elles réalisent la conservation des surfaces, bien mieux que le système à méridiens elliptiques.

Dans le système sinusoïdal, les constructions graphiques *(fig. 6 et 7)*, empruntées aux procédés de la géométrie analytique, permettant de trouver les résultats donnés par les formules de la trigonométrie sphérique, complètent les facilités que donne l'extrême simplicité du système pour l'utilisation des cartes.

Enfin, pour l'étude des questions relatives aux zones d'influence que les puissances européennes se partagent dans les autres continents, le système sinusoïdal s'impose sans contestation possible, puisqu'à toutes les facilités de tracé qu'il offre, vient s'ajouter la propriété de la conservation des surfaces et la possibilité, pour éviter sur un point important une déformation exagérée, de construire une carte spéciale en faisant passer par ce point un méridien rectiligne auquel on est libre d'assigner la longitude qui conviendra le mieux.

M. Ed. COLLIGNON

à Paris.

NOTE SUR L'EXISTENCE GÉOMÉTRIQUE DU RECTANGLE [K 10 a]

— Séance du 15 septembre —

A l'exemple de notre collègue et ami M. le général Frolov, nous allons essayer de rattacher logiquement aux axiomes consacrés la théorie des parallèles et le postulatum qui lui sert de base. Il suffit pour cela d'établir qu'il est possible de construire un rectangle.

Commençons par poser les principes sur lesquels repose toute la géométrie. Nous admettons tous les axiomes d'Euclide. L'espace que nous avons en vue est l'espace réel, celui qui est connu de toute antiquité, celui qui permet aux corps d'exister et de se mouvoir, sans que le fait du mouvement entraîne pour eux ni dilatation, ni contraction, ni déformation d'aucune sorte. Nous le concevons comme indéfiniment étendu dans tous les sens.

Nous pouvons aussi supposer connues les premières propositions de la géométrie élémentaire, celles dont la démonstration n'emprunte rien au postulatum, savoir :

Les théorèmes qui établissent l'existence de la perpendiculaire élevée en un point d'une droite, de la perpendiculaire abaissée d'un point sur une droite;

La propriété que possède la perpendiculaire d'être plus courte que l'oblique;

Les propositions relatives aux cas d'égalité des triangles, etc.

A ces premières notions nous pouvons ajouter quelques propositions que l'on place d'habitude dans le second livre, et qui sont, comme les précédentes, indépendantes du postulatum :

1° La tangente à une circonférence O est la droite perpendiculaire au rayon mené au point de contact; toute autre droite menée par le même point rencontre en un second point la circonférence;

2° Étant données une circonférence O *(fig. 1)* et une droite LL′ située dans son plan, la distance MP d'un point M pris sur la circonférence à la droite est la plus grande ou la plus petite possible lorsque le point M coïncide avec l'une ou l'autre des extrémités du diamètre BC perpendiculaire à LL′.

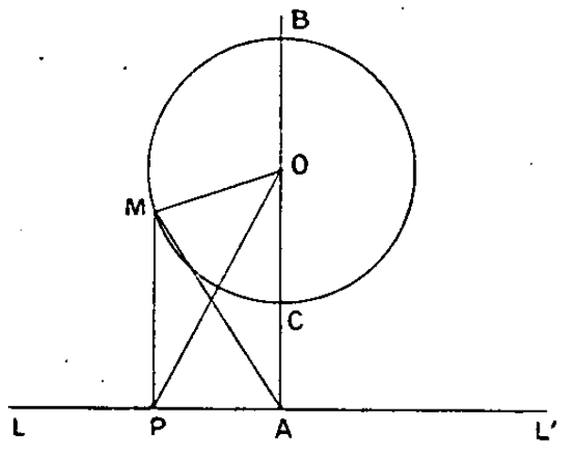


FIG. 1.

L'énoncé de ce théorème suppose la droite LL′ toute entière extérieure au cercle.

Soit BC le diamètre perpendiculaire à LL′. Abaissons MP perpendiculaire à la même droite, et joignons MO, OP, MA.

La perpendiculaire MP est plus courte que l'oblique MA, laquelle est moindre que la somme $MO + OA = BA$; donc enfin $MP < AB$, et le maximum de la distance MP a lieu lorsque le point M coïncide avec le point B.

On a de plus dans le triangle MOP,

$$PO < MP + MO,$$

et *a fortiori*

$$OA < MP + MO.$$

Donc

$$MP > OA - MO,$$

c'est-à-dire $MP > CA$. Le minimum de MP correspond donc à la position C attribuée au point M, c'est-à-dire à la seconde extrémité du diamètre BC, perpendiculaire à LL′.

Lorsque la droite LL′ traverse le cercle, les conclusions doivent être modifiées; la distance MP devient nulle, en effet, aux points de rencontre, et elle a deux maxima, l'un au point B, l'autre au point C. On les distinguerait au besoin en donnant un signe à l'ordonnée MP. Pour éviter la discussion de ces divers cas, on peut regarder la droite LL′ comme une horizontale, et la droite OA qui lui est perpendiculaire comme une verticale, direction de la pesanteur. Le point B devient alors le point le plus haut du cercle et le point C le point le plus bas; et nous pourrons dire d'une manière générale que, sur une circonférence, le point le plus haut et le point le plus bas sont situés aux extrémités d'un même diamètre.

Toutes ces propositions s'établissent aisément, sans recourir au postulatum d'Euclide.

§ 1er

La première proposition de la théorie des parallèles a pour objet de faire voir que, par un point A extérieur à une droite CD *(fig. 2)*, on peut mener une droite EF qui ne rencontre pas cette droite. La solution s'obtient en menant par le point A une transversale arbitraire AB, qui coupe CD en un point B quelconque, puis en faisant l'angle EAB égal à l'angle ABD. La droite EF ne peut avoir aucun point commun avec CD : c'est une parallèle à cette droite. Mais la construction fait intervenir une droite AB prise arbitrairement. On peut se demander si la droite EF ne varie pas de position avec la transversale dont on a fait usage. S'il en était ainsi, on pourrait mener par un même point A plusieurs parallèles à CD; si l'on en peut mener deux distinctes, on en peut mener une infinité. Le *postulatum d'Euclide* affirme que toutes les droites EF menées par le point A coïncident, et ne forment qu'une seule et même droite; mais cette proposition n'est pas évidente et a besoin d'une démonstration.

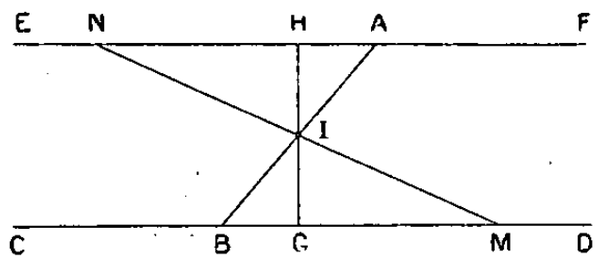


Fig. 2.

On reconnaît sans difficulté :

1° Que toute droite MN, menée par le point I milieu de AB, de manière à rencontrer l'une des deux droites CD, EF, rencontre l'autre; qu'elle a son milieu au point I; que les angles INF, IMC sont égaux entre eux; que, par conséquent, la construction, appliquée à la transversale NM passant par le point I, conduit à la même parallèle EF;

2° Que, si l'on abaisse du point I sur CD la perpendiculaire IG, cette droite, prolongée en IH, est perpendiculaire à la droite EF, de sorte que les droites CD, EF sont perpendiculaires à une même droite GH, dont le point I est le milieu.

Ce point I est, comme on le voit, un centre pour l'ensemble des deux droites. L'existence d'un tel point montre bien que les droites CD et EF ne peuvent se rencontrer; car, si elles avaient un point commun, elles en auraient un second, symétrique du premier par rapport au point I, et coïncideraient dans toute leur étendue.

Plaçons-nous provisoirement au point de vue de la géométrie non-euclidienne, en admettant que, par le point A, on puisse mener plusieurs parallèles distinctes à la droite CD. Nous pourrons dire que *la droite* EF *et la droite* CD *sont des parallèles euclidiennes appartenant au point I;* car l'emploi de l'une quelconque des transversales AB, HG, NM... menées par

ce point permet de déduire la droite EF de la droite CD, ou la droite CD de la droite EF. L'énoncé que nous adoptons réserve la possibilité, admise par les non-euclidiens, de mener par le point A d'autres parallèles que EF, rencontrant cette droite sans rencontrer CD, ces nouvelles parallèles pouvant appartenir à d'autres points que le point I.

Notre essai de démonstration du postulatum a pour but direct de faire voir qu'*on peut construire un rectangle*, c'est-à-dire un quadrilatère dont les quatre angles soient à la fois des angles droits. Toute la théorie des parallèles peut se déduire de cette proposition dès qu'elle est reconnue vraie.

Si, sur une base donnée AB *(fig. 3)*, on élève aux deux extrémités A et B des perpendiculaires AD, BC, sur lesquelles on porte des quantités égales AD = BC, et qu'on joigne DC, on aura un quadrilatère ABCD, qui a deux angles droits en A et B, et deux côtés opposés égaux en AD et BC; mais on ne peut pas affirmer sans preuve que les angles D et C sont droits, et que le côté DC est égal à la base AB. Tout ce qu'on a pu démontrer jusqu'à présent sans recourir au postulatum, c'est que le quatrième côté n'est pas plus petit que le côté opposé AB, de sorte que l'on a

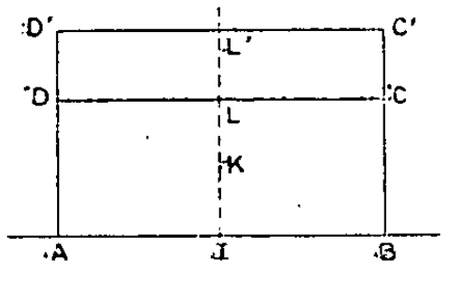


FIG. 3.

$$\text{soit } DC = AB, \text{ soit } DC > AB.$$

Au point I, milieu de AB, élevons une perpendiculaire IL à la base; la droite IL sera un axe de symétrie de la figure; les angles DLI, CLI sont droits, de sorte que les quadrilatères égaux AILD, BILC, ont trois angles droits reconnus. Les droites DC, AB, perpendiculaires à une même droite IL, sont des parallèles euclidiennes appartenant au milieu K de la longueur IL.

Si l'on fait varier la dimension AD = BC, en ajoutant une même quantité DD', CC', aux deux côtés de la figure, on obtient un quadrilatère ABC'D', dans lequel le côté D'C', perpendiculaire à LL', est parallèle euclidien aux droites AB et DC. La droite finie D'C' est donc toute entière située d'un même côté de la droite DC. Nous pouvons regarder la droite AB comme une horizontale au-dessus de laquelle la figure serait construite. Grâce à cette conventoin, nous pourrons dire d'une manière générale que, *lorsque les deux extrémités* D *et* C *de la droite finie* DC *s'élèvent d'une même quantité, cette droite finie s'élève toute entière.*

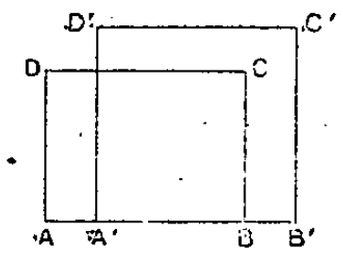


FIG. 4.

Cette proposition subsiste encore lorsque l'élévation commune des points D et C est accompagnée d'un déplacement latéral des deux droites AD, BC, amenant la disjonction des

deux quadrilatères ABCD, A′B′C′D′ *(fig. 4)*. Plus généralement si deux droites AB, CD *(fig. 5)*, sont parallèles euclidiennes par rapport à un point K, milieu de leur perpendiculaire commune IL, et qu'on prenne arbitrairement deux points D′ et C′ en dehors de la bande ou portion de plan comprise entre les deux parallèles, et d'un même côté de l'une d'elles, la droite *finie* D′C′ sera toute entière en dehors de la bande indéfinie ABCD. En effet, s'il existait sur cette droite un point M situé entre les parallèles, les traits continus D′M, MC′ dont l'ensemble constitue la droite finie D′C′, rencontreraient chacun en un point la parallèle DC la plus voisine; les droites D′C′ et DC auraient donc deux points communs, et coïncideraient, résultat contradictoire à l'hypothèse qui place les points D′ et C′ en dehors de la droite DC.

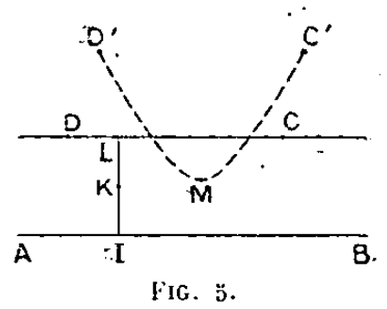


Fig. 5.

Il résulte de là que, si les points D et C s'élèvent tous deux en D′ et C′, au-dessus de la position primitive de la droite DC, la droite finie DC s'élève toute entière, par rapport à la droite AB, au-dessus de la position qu'elle occupait d'abord.

§ 2.

Il s'agit de montrer que *l'on peut construire un rectangle*, étant données la base AB $= a$, et la hauteur b mesurée sur chacun des côtés perpendiculaires à la base.

Sur une droite indéfinie XX′ *(fig. 6)*, qu'on peut regarder comme une horizontale, portons de la base donnée AB $= a$; prenons ensuite à partir des points A et B, dans un sens ou dans l'autre,

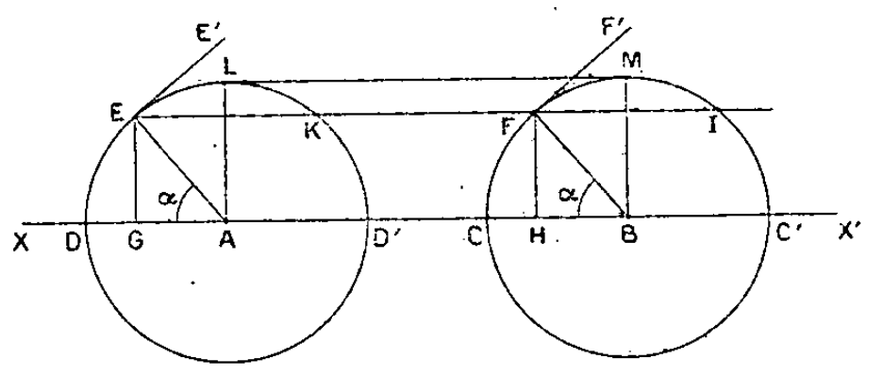


Fig. 6.

des quantités égales AD $=$ BC $= b$, représentant la hauteur donnée. Des points A et B comme centres, avec un rayon égal à b, décrivons des circonférences, que le diamètre XX′ partage en deux parties égales. Nous nous occuperons spécialement des moitiés situées au-dessus de XX′. Si nous menons en A et en B des perpendiculaires AL, BM à cette droite XX′, nous obtiendrons en L et en M les points les plus hauts des deux circonférences. Peu importe d'ailleurs que les deux circonférences se coupent ou soient extérieures l'une à l'autre.

Par le point A, menons une droite AE, faisant avec AX un angle quelconque EAX $= \alpha$; au point B, reproduisons ce même angle α en FBX Les

droites AL, BF seront des parallèles euclidiennes par rapport au milieu de la droite AB. Elles déterminent sur les circonférences deux points E et F, qui sont également distants de la droite XX′. Abaissons, en effet, les perpendiculaires EG, FH sur cette droite. Nous formons deux triangles EGA, FHB, rectangles en G et en H, ayant des hypoténuses AE, BF égales par hypothèse, et des angles EAG, FBH égaux par construction. On en déduit EG = FH.

Traçons la droite EF, déterminée de position par les deux points E et F, mais dont la longueur peut être constante ou variable, et demeure indifférente. La droite EF est parallèle euclidienne à la droite XX′, ainsi que nous l'avons dit plus haut du quatrième côté de la figure EGHF, dans laquelle les angles à la base sont droits, et les côtés EG, FH sont égaux. Elle est distincte, en général, des tangentes EE′, FF′, aux deux cercles; elle pénètre dans ces cercles en E et en F, et ressort de chacun d'eux en K et en I. Nous trouvons donc, en général, quatre points E, K, F, I, à la rencontre de la direction EF et des deux courbes. Lorsque l'angle α est nul, ces quatre points sont situés en D, D′, C, C′ sur le diamètre commun aux deux cercles. A mesure que l'on fait croître l'angle α, les distances EG, FH vont croissant, et la droite EF s'élève, en même temps les points E et K se rapprochent sur la circonférence A, et les points F et I se rapprochent de la circonférence B.

Quelle valeur faut-il attribuer à l'angle α pour rendre maximum les distances égales EG, FH? On a vu que cette valeur est égale à l'angle droit, car elle fait passer les points mobiles aux points les plus hauts L et M des deux cercles. Si l'on joint LM, on aura par conséquent la position la plus élevée que puisse occuper la droite EF dont les extrémités s'élèvent également sur les deux circonférences.

Or remarquons, qu'à partir de chaque position de la droite mobile EF, le mouvement initial de chacune des extrémités E et F s'opère dans la direction même de la tangente à la courbe qu'elle suit. Arrivée en LM, la droite mobile, parvenue à sa position la plus haute, cesse de monter, et elle redescendrait si l'angle α continuait à croître. C'est dire qu'elle reste un instant stationnaire; son déplacement élémentaire s'effectue suivant sa propre direction, il se réduit à un glissement de la droite sur elle-même, ce qui la laisse immobile en tant que direction indéfinie. Puisque les points E et F se déplacent toujours suivant les tangentes aux courbes qui les guident, la droite LM est à la fois tangente aux deux cercles.

Cette conclusion est d'accord avec la considération des points de rencontre E, K, F, I, qui, deux par deux, s'élèvent en se rapprochant sur les deux circonférences. A la limite, quand ils approchent des points les plus hauts, ils viennent s'y confondre en un seul et les cordes EK, FI deviennent la tangente commune LM.

Nous sommes ainsi conduit à reconnaître l'existence d'un quadrilatère ABML, dont les quatre angles sont droits, savoir : les angles en A et B par construction, et les angles en L et M comme angles formés par la tangente à la circonférence et le rayon mené au point de contact.

De là, on déduit facilement l'égalité des côtés opposés LM, AB. Les angles en A et B étant droits et les côtés AL, BM égaux entre eux, on a l'une des deux relations

$$LM = AB \quad \text{ou} \quad LM > AB.$$

Mais les angles en L, M étant aussi droits, on peut appliquer les mêmes relations au quadrilatère construit sur la base LM, ce qui conduit à poser

$$AB = LM \quad \text{ou} \quad AB > LM.$$

Les inégalités étant contradictoires et ne pouvant subsister simultanément, la seule conclusion admissible est l'égalité $LM = AB$. La considération des deux triangles rectangles que l'on obtiendrait en menant l'une des diagonales, LB, de la figure, conduirait immédiatement au même résultat.

Comme conclusion définitive, nous pouvons dire qu'avec les deux dimensions a et b, on peut construire un rectangle ALMB, dans lequel nous aurons

$$AB = LM = a,$$
$$AL = BM = b.$$

La figure est entièrement définie par la base AB, et les deux côtés adjacents AL, BM, perpendiculaires à AB et égaux entre eux. Le quatrième côté LM est normal aux côtés AL, BM, et égal à la base AB.

Le théorème s'applique immédiatement au quadrilatère EFGH, dans lequel nous avons des angles en G et en H qui sont droits, avec la condition $EG = FH$. Il en résulte $EF = GH$, et par suite $EF = AB$; de sorte que la droite mobile EF conserve une longueur constante, égale à la distance des centres des circonférences décrites par les points E et F. On reconnaît dans la figure le mécanisme qui sert à transmettre la rotation d'une roue A à une roue B, à l'aide d'une bielle parallèle EF; c'est le mécanisme qu'on emploie pour *coupler* les roues motrices des locomotives.

On y voit, de plus, un exemple de translation d'une figure plane dans son plan. Nous pouvons, en effet, amener le cercle A à coïncider avec le cercle B, en faisant décrire à chaque point E de la circonférence A, ainsi qu'au centre A lui-même, un chemin rectiligne $EF = AB$, parallèle euclidien à la direction XX'.

Nous ferons voir dans le paragraphe suivant que l'existence du rectangle

entraîne toute la théorie des parallèles, telle qu'elle est donnée dans les Éléments, et renferme la démonstration du postulatum d'Euclide.

§ 3.

L'existence reconnue du rectangle permet d'établir que *deux parallèles euclidiennes*, c'est-à-dire deux droites perpendiculaires à une même troisième, *sont partout équidistantes*.

Soient deux droites AX, BY, perpendiculaires à la droite AB *(fig. 7)*. Elles sont parallèles euclidiennes appartenant au point I, milieu de la perpendiculaire commune. Si nous prenons sur AX et sur BY deux quantités égales BC = AD, et que nous joignions CD, nous formons un rectangle ABCD, dans lequel les angles en C et D sont droits, et où le côté CD est égal au côté opposé AB. La droite CD, perpendiculaire commune aux deux droites BY, AX, mesure la distance de ces deux droites dans la région où elle est tracée; et comme CD est égale à AB, l'équidistance des parallèles AX, BY est démontrée, en quelque point qu'on la considère.

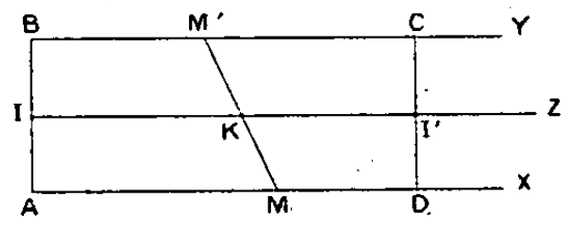


Fig. 7.

La droite IZ, perpendiculaire au milieu de AB, est un axe de symétrie pour la figure; elle coupe donc le côté AB en son milieu I′ et à angle droit; de sorte que les parallèles euclidiennes AX, BY appartiennent aussi bien au point I′ qu'au point I, et, par conséquent, elles appartiennent à tout point de la droite IZ. *Toute transversale, menée par les points* K *de* IX, *et rencontrant* AX *en un point* M, *rencontre* BY *en un autre point* M′ *et le milieu du segment* MM′ *est le point* K.

Nous nous servirons encore de la propriété du rectangle pour démontrer que *la somme des angles d'un triangle est égale à deux angles droits.*

Soit ABC un triangle donné quelconque *(fig. 8)*. Prolongeons indéfiniment le côté AC, et, sur sa direction AX, prenons des longueurs CC′, C′C″ portées bout à bout à partir du point C et égales au côté AC. Sur CC′ et sur CC″

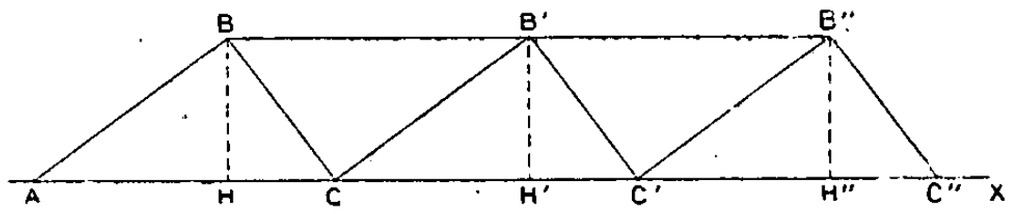


Fig. 8.

construisons les triangles CB′C′, C′B″C″, égaux au triangle donné ABC. Des points B, B′, B″ abaissons BH, B′H′, B″H″ perpendiculaires sur la base AX; nous aurons trois droites égales; car le triangle CB′C′, et sa hauteur B′H′,

ne sont que la reproduction du triangle primitif et de sa hauteur BH; de même C′B″C″ et sa hauteur B″H″ est une seconde reproduction de la figure ABC avec la hauteur BH. On a donc à la fois BH = B′H′ = B″H″, et AH = CH′ = C′H″. Si l'on joint BB′, B′B″, on forme deux rectangles HH′B′B et H′H″B″B′, dont les bases sont égales HH′ = H′H″ et les hauteurs BH, B′H′, B″H″ égales. Les angles BB″H′, B″B′H′ étant droits dans ces deux rectangles jointifs, les deux droites B′B, B′B″ sont en prolongement l'une de l'autre. On a, de plus, BB′ = HH′ = AC. Le triangle BCB′ est donc encore égal au triangle donné ABC, comme ayant des côtés égaux chacun à chacun. De même, le triangle B′C′B″ est égal au même triangle ABC. Les angles BB′C, CB′C′, C′B′B″ sont donc égaux respectivement aux trois angles du triangle ABC. Leur somme est égale à deux angles droits, puisque les côtés extrêmes de ces trois angles, réunis jointivement autour du point B′, sont en ligne droite. Il en est de même des angles du triangle donné, et le théorème est démontré.

La figure nous offre un second exemple d'un *mouvement de translation*. Si l'on fait glisser la droite AC le long de la droite AX, et qu'on la transporte d'abord en CC′, puis en C′C″, le point B, lié invariablement au côté AC, se transporte d'abord en B′, puis en B″, en décrivant des droites BB′, puis B′B″, égales et parallèles aux déplacements AC, CC′ du point A ainsi qu'aux déplacements CC′, C′C″ du point C; et l'on obtient le théorème :

Lorsqu'une droite d'une figure de forme invariable, mobile dans son plan, glisse le long de sa propre direction, tous les points de la figure subissent des mouvements rectilignes, parallèles à la droite directrice, et les chemins parcourus par les divers points pendant un même temps sont égaux.

THÉORÈME. — *Toutes les transversales que l'on peut employer pour tracer par un point* A *une parallèle euclidienne à une droite donnée* BC, *conduisent à une seule et même droite* EF *(fig. 9).*

Par le point A menons la transversale arbitraire AD, et faisons l'angle EAD = ADC. La droite AE sera la parallèle euclidienne à BC correspondante à la transversale AD.

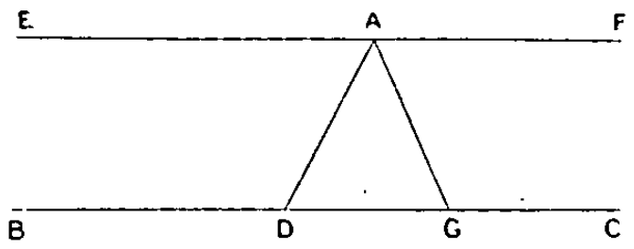


FIG. 9.

Par le même point, menons une seconde transversale AG, et formons l'angle GAF égal à l'angle AGB. La droite AF sera la parallèle euclidienne à BC correspondante à la transversale AG. La somme des angles du triangle ADG étant égale à deux angles droits, il en est de même de la somme des angles EAD, DAG, GAF, qui leur sont respectivement égaux, et par suite les deux droites AE, AF sont en prolongement l'une de l'autre, et ne forment qu'une seule et même droite EF.

Remarque. — 1° L'ensemble formé par deux parallèles euclidiennes peut être considéré comme une figure invariable, qui peut glisser sans déformation le long de l'une ou de l'autre des parallèles composantes; la restitution de la figure formée par les parallèles s'opère d'une manière continue dans quelque position qu'on arrête la figure mobile;

2° On pourrait définir la parallèle euclidienne menée par un point A à une droite BC, la position que prendrait la droite BC, supposée rattachée solidairement à une transversale quelconque AD, et entraînée par celle-ci dans un glissement le long de sa propre direction DA, jusqu'à ce que le point D vienne occuper le point A.

Jusqu'ici nous avons toujours opéré sur des figures finies, limitées en tous sens, et sans faire entrer dans nos raisonnements aucune considération tirée des régions inaccessibles du plan où elles sont tracées; il en résulte que tout ce que nous affirmons est susceptible de vérification effective. Pour rattacher le postulatum à notre théorie, il est indispensable de sortir de cette réserve; car la nouvelle proposition vise un point de rencontre de droites, qui peut être indéfiniment éloigné. Ce sera l'objet de notre dernier paragraphe.

§ 4.

Commençons par établir un lemme préliminaire.

Lemme. — Étant données deux droites OX, OY *(fig. 10)*, formant un angle aigu quelconque YOX, si l'on prend sur la droite OY deux points M, M′ tels que l'on ait

$$OM' = OM \times 2,$$

et qu'on abaisse des points M et M′ les perpendiculaires MA, M′A′ sur la droite OX, perpendiculaires qui tomberont nécessairement dans l'angle aigu, on aura

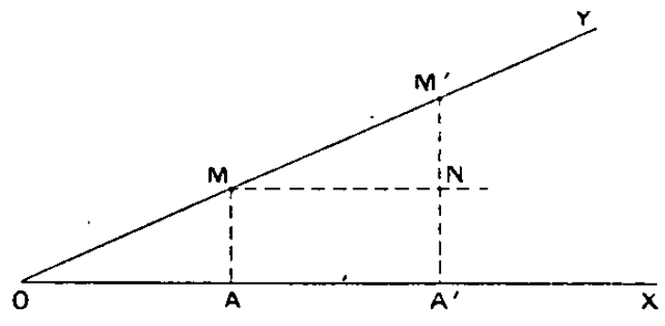


FIG. 10.

$$M'A' = MA \times 2.$$

Menons au point M la droite MN parallèle euclidienne à OX, en faisant l'angle YMN égal à l'angle YOX. La droite MN sera perpendiculaire à MA, et coupera M′A′ en un point N, dont la distance NA′ à OX sera égale à MA. Car les deux parallèles sont partout équidistantes. Les triangles M′MN et MOA, rectangles en A et en N,

ont, par hypothèse, des hypoténuses égales, $OM = MM'$, et les angles $M'MN$, MOA égaux par construction. On a donc $M'N = MA$, et par suite

$$M'A' = M'N + NA' = MA \times 2.$$

Par conséquent, en doublant la longueur OM, on double la distance MA, du point M à la droite OX. La même construction, appliquée à la longueur OM', conduirait à un point M'', dont la distance M''A'' à OX serait double de M'A', c'est-à-dire quadruple de MA ; et, en continuant ainsi à doubler la dernière distance employée, on arrive à cette conclusion : si l'on prend sur OY une longueur

$$O\mu = OM \times 2^n,$$

la distance $\mu\alpha$ du point μ à OX sera égale à

$$\mu\alpha = MA \times 2^n.$$

On peut donc prendre l'exposant n assez grand pour que la distance $\mu\alpha$ surpasse toute quantité donnée, quelque grande qu'elle soit.

Cette démonstration suppose que la distance de deux points puisse être rendue aussi grande qu'on le voudra, et exclut par conséquent toute hypothèse de limitation de l'espace. Rappelons que, d'accord en ceci avec la grande majorité des géomètres et des philosophes, *nous concevons l'espace comme indéfini dans tous les sens.*

La démonstration du postulatum d'Euclide se déduit immédiatement du lemme que l'on vient d'établir. Soient AC, BD deux parallèles euclidiennes *(fig. 11)*, perpendiculaires à la fois à la droite AB. Soit AY une droite quelconque, faisant avec AC un certain angle YAC. Je dis qu'elle coupera la droite BD en un point situé à distance finie, d'autant plus grande que l'angle YAC est plus petit.

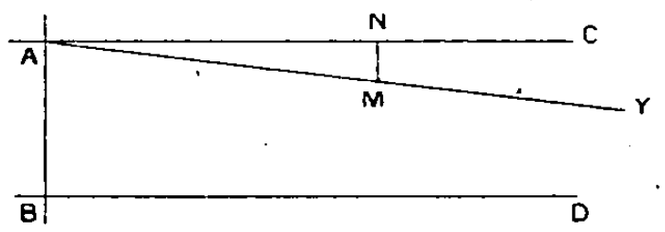


FIG. 11.

Prenons en effet sur AY un point M, à la distance arbitraire AM du point A, et abaissons MN perpendiculaire sur AC. Prenons ensuite un exposant n assez grand pour que le produit $MN \times 2^n$ surpasse la quantité AB, qui mesure en tout point la distance des deux euclidiennes AC, BD. Si l'on prend les logarithmes dans un système quelconque, il suffira de satisfaire à l'inégalité

$$n > \frac{\log\left(\frac{AB}{MN}\right)}{\log 2}.$$

Cela posé, si l'on porte sur AY une longueur Aμ égale au produit $AM \times 2^n$, on obtiendra un point μ qui sera situé au delà de BD par rapport à AC ; car la distance μα à la droite AC sera, d'après le lemme démontré,

$$\mu\alpha = MN \times 2^n,$$

quantité supérieure à AB, distance uniforme des deux droites AC, BD.

Il y aura donc rencontre des droites AY et BD, et nous obtenons comme résultat le postulatum :

Quand deux droites sont parallèles, toute droite qui rencontre l'une rencontre l'autre.

Corollaires. — *1° La parallèle euclidienne est la seule parallèle qu'on puisse mener par un point donné* A *à une droite donnée* BD. *L'épithète d'euclidienne est par suite inutile.*

2° La parallèle AC *est la position-limite vers laquelle tend une sécante* AR, *lorsque le point* R *où elle coupe la droite* BD *s'éloigne indéfiniment du point* B, *pied de la perpendiculaire commune* AB *(fig. 12).*

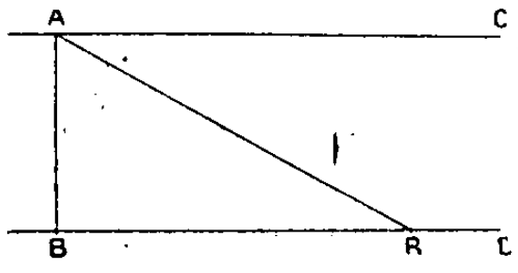


FIG. 12.

Car à toute valeur finie de l'angle RAC correspond un point R à distance finie du point B. C'est seulement lorsque l'angle RAC s'annule que la distance BR devient infiniment grande.

En d'autres termes, les *droites asymptotes* de la théorie de Lobatschevsky coïncident avec la parallèle euclidienne qui diviserait leur angle en deux parties égales, et cet angle est un angle nul.

Soient AC, BD, deux parallèles, perpendiculaires à une même droite AB *(fig. 13)*. Au point P, pris sur l'une d'elles, BD, élevons PN perpendiculaire à BD, et prenons sur cette droite des longueurs PM = *a*, PN = *b*, constantes arbitraires. Menons les droites AM, AN. Si nous faisons mouvoir le point P, en l'éloignant de plus en plus du point B, les droites AM, AN pivotent toutes deux autour du point A, et leur position-limite commune sera la droite AC, parallèle à BD, lorsque BP surpasse toute grandeur donnée.

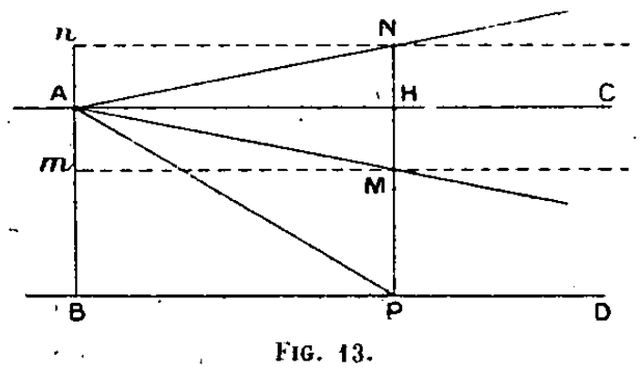


FIG. 13.

Les lieux des points M et N, équidistants de la droite AC, sont les parallèles *m*M, *n*N à cette droite. Les points M et N s'éloignent indéfiniment de la perpendiculaire AB à mesure que le point P s'écarte indéfiniment du point B. La parallèle AC est donc la position-limite commune aux deux droites AM, AN, lorsque les points M s'éloignent de *m* et *n* au delà de toute grandeur assignable.

L'éloignement indéfiniment augmenté de la droite PMN, réduit à zéro les angles PAH, MAH, NAH, sous lesquels on voit du point A les segments PH, MH, NH, de longueurs constantes, pris sur la droite mobile. Comme vérification expérimentale qui confirme ce résultat, on peut citer ce fait bien connu : l'éloignement de plus en plus grand d'un objet donné suffit pour réduire le diamètre apparent de cet objet à une valeur de plus en plus petite.

Nous pourrions citer de nombreux exemples qui viennent à l'appui des principes consacrés. Sans nous arrêter à ces détails, notre conclusion définitive sera conforme à celle de MM. Rouché et de Comberousse, dans la sixième édition de leur Traité de géométrie : *la Géométrie pratique est la Géométrie euclidienne, et il faut admettre le postulatum comme une vérité expérimentale.* (Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891, page 593). Aussi voyons-nous la géométrie euclidienne employée journellement, non seulement par les euclidiens, mais encore par les non-euclidiens les plus convaincus.

M. LÉMERAY

SUR CERTAINS NOMBRES COMBINATOIRES [J 1]

— Séance du 15 septembre —

Considérons les puissances entières successives des nombres entiers y compris zéro, et calculons les différences des divers ordres des puissances de même exposant. On obtient ainsi les tableaux :

| | | |

colonne de chaque tableau par $p!$ On obtient ainsi les nombres bien connus $\frac{\Delta^p(0^m)}{p!}$ (*) qu'on désigne par K^p_m.

Nombres K^p_m

m \ p	1	2	3	4	5	..	..
1	1	0	0	0	0	..	..
2	1	1	0	0	0	..	..
3	1	3	1	0	0	..	..
4	1	7	6	1	0	..	..
5	1	15	25	10	1	..	..
.	..	..	..	..	..	..	..
m							

Cela posé, au moyen des nombres K^p_m, définissons d'autres nombres L^p_m par les conditions initiales :

$$L^1_1 = 0, \qquad L^2_1 = L^3_1 = \ldots = L^p_1 = 1,$$

et par la loi symbolique de récurrence :

$$L^p_m = \frac{s^p - s}{s - 1},$$

où, après avoir effectué la division, on remplace s^μ par :

$$K^\mu_p L^\mu_{m-1}.$$

Cela donne :

$$L^p_m = K^1_p L^1_{m-1} + K^2_p L^2_{m-1} + \ldots + K^{p-1}_p L^{p-1}_{m-1}$$

On obtient ainsi le tableau suivant :

Nombres L^p_m

m \ p	1	2	3	4	5	6	7	..	..
1	0	1	1	1	1	1	1	..	..
2	0	0	3	13	50	201	875	..	..
3	0	0	0	18	205	1865	16674	..	..
4	0	0	0	0	180	4245	74165	..	..
5	0	0	0	0	0	2700	114345	..	..
6	0	0	0	0	0	0	56700	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
m									

(*) Voir Cesaro, *Nouvelles Annales*, 1885. Sur une équation aux différences mêlées.

Ces nombres possèdent, comme on va le voir, une propriété assez intéressante dont je n'ai pu toutefois trouver de démonstration.

Considérons les fonctions :

$$y_1 = \frac{e^x}{e}, \quad y_2 = \frac{e^{y_1}}{e} \cdots y_{u+1} = \frac{e^{y_u}}{e} \cdots \cdots$$

obtenues en répétant la substitution $x, \frac{e^x}{e}$ (*)

et calculons les dérivées successives de ces fonctions par rapport à x. De la relation générale :

$$y_{u+1} = \frac{e^{y_u}}{e}$$

on tire :

$$y'_{u+1} = \frac{e_{yu}}{e} y'_u = y_{u+1} y_u$$

puis :

$$y''_{u+1} = y_{u+1} y''_u + y'_u y'_{u+1}$$

etc., et symboliquement :

$$y^{(p)}_{u+1} = y'_u \left(y^{u+1} + y_u\right)^{(p-1)}$$

En appliquant cette loi de récurrence au cas où l'on fait $x = 1$, on obtient le tableau des nombres suivants que nous désignerons par Π^p_u :

Indices de dérivation.

Nombres Π^p_u

Valeurs de u	1	2	3	4	5	6	..	..	p
0	1	0	0	0	0	0	..	..	
1	1	1	1	1	1	1	..	..	
2	1	2	5	15	52	203	..	..	
3	1	3	12	60	358	2471	..	..	
4	1	4	22	154	1304	12915	..	..	
5	1	5	35	315	3455	44590	..	..	
6	1	6	51	561	7556	120196	..	..	
.	..	..	..	..	..	..	..	..	
u									

(*) Avec la notation des surpuissances employées dans notre Mémoire du Congrès de Bordeaux 1895, et dans un Mémoire paru aux *Proceedings of the Edimburgh Mathematical Society*, 1897-98, on a :

$$y_u = \frac{1}{e}^{\left(\frac{1}{e^e}\right)^{\cdot^{\cdot^{u}}}}\Bigg|^{ex}$$

Ce tableau renferme certaines suites connues; la troisième colonne est composée des nombres pentagonaux, la ligne qui correspond à $u = 2$ contient les nombres de Cesaro (*a*).

Calculons les différences des divers ordres des nombres de chaque colonne du tableau précédent. Cela donne :

$p=1$	$p=2$	$p=3$	$p=4$
0	1 1	1 4 7	1 14 45 94 . ..
	0	3 3	13 31 49 .. .. ..
		0	18 18 .. ..
			0 .. ..

$p=5$	$p=6$
1 51 306 966 2151 ..	1 202 2268 10444 31675 75606
50 255 640 1205	201 2066 8176 21231 43931 ..
205 385 565	1865 6110 18055 22700 .. ..
180 180	4245 6945 9645 .. .. ..
0	2700 2700 .. ..
	0 .. ..

En examinant la première colonne de chacun de ces tableaux, on retrouve successivement les colonnes du tableau des nombres L_m^p. C'est cette propriété que nous voulions signaler. Si on l'admet comme établie par les quelques calculs qui précèdent, on peut l'exprimer par la relation :

$$L_m^p = \Delta^m \Pi_0^p .$$

M. Emile LEMOINE

Ancien Élève de l'École Politecnique (*b*).

COMPARAISON GÉOMÉTROGRAFIQUE DE DOUZE CONSTRUCTIONS DÉDUITES DE ONZE SOLUTIONS D'UN MÊME PROBLÈME [K 2 e]

— Séance du 15 septembre —

M. *Phileter* a posé dans *l'Intermédiaire des mathématiciens* (t. VI, 1899, p. 4), sous le n° 1431, la question suivante : « Je demanderai à un lecteur

(*a*) *Loc. cit.*

(*b*) Ce mémoire est écrit avec l'ortografie de la Société filologique française.

de me donner la solution *géométrique élémentaire* du problème suivant qui n'offre, d'ailleurs, aucune difficulté en employant le calcul ; une indication sommaire me suffira : *Construire un triangle* ABC, *connaissant la base* BC, *la médiane partant de* A *et la différence des angles* B *et* C ».

Nous avons reçu un grand nombre de réponses ; les dimensions du Journal nous empêcheront de les reproduire *in extenso* dans *l'Intermédiaire* et de faire autre chose que de les signaler, mais j'y trouve l'ocasion d'une étude géométrografique métant en évidence à son propos, la diférence radicale des points de vue où doivent se placer le géomètre qui *indique* une solution et celui qui veut la construire éfectivement; ce sera le sujet de ce travail. Jusqu'ici, et *sans exception*, seul le point de vue du géomètre a été considéré.

Quand on avait indiqué, sans détails, un moyen par lequel le résultat *pouvait* être construit, on s'arêtait, et, si la chose était *énoncée* simplement, on disait que la solution était simple. La géométrografie dont j'ai exposé les principes à divers Congrès de l'Association Française (Oran, 1888 ; Pau, 1892 ; Besançon, 1893 ; Caen, 1894), prend la question où le géomètre la laisse, et se propose : 1° de construire avec la plus grande simplicité possible tèle solution indiquée ; 2° de choisir la plus simple à construire, s'il y en a plusieurs ; 3° de doner une sorte de mesure de cète simplicité. C'est un point de vue qui n'avait jamais été considéré, dis-je, et qui done lieu à bien des surprises, les instruments à la main, au sujet de la simplicité réèle des constructions que le géomètre indique, car èle n'a souvent aucun raport avec la simplicité didactique de ces solutions, et quelquefois la meilleure, à ce dernier point de vue, est la plus compliquée à construire.

Le problème dont nous examinons ici les diverses constructions envoyées à *l'Intermédiaire des mathématiciens*, a un petit historique ; je ne conais pas son origine, mais il a été traité par l'illustre Bessel, et c'est un sujet du concours général de 1850.

Remarquons que les réponses que nous examinerons donaient, come toujours, quoiqu'il s'agisse d'une construction, des solutions seulement au point de vue du *géomètre* et nulement au point de vue géométrografique, le seul qui nous ocupe ici.

Convenons une fois pour toutes que, à moins d'avis contraire, nous apèlerons m la médiane donée que, a le côté BC du triangle, et nous poserons $B - C = \delta$.

Nous suposons qu'on n'a qu'un seul compas à sa disposition pour éfectuer les constructions ; nous faisons encore, dans toutes les solutions examinées, les conventions suivantes, en prenant ainsi un point de départ identique pour chacune d'èles, afin de les rendre comparables :

1° Nous suposons qu'il n'y a sur l'épure *(fig. 1)*, à l'origine que : 1° une droite sur laquèle sont marqués $A_1A_2 = a$ et $M_1M_2 = m$; 2° un angle V_1VV_2 qui représente B — C ; 3° nous convenons de ne pas construire *le triangle demandé* sur un des éléments placés sur l'épure come donées ; 4° nous suposons B > C ; 5° come une discussion géométrique du problème montre qu'il peut y avoir deus solutions distinctes, ou une seule solution répondant *élement* à la question (l'autre corespondant à une valeur suplémentaire de δ, ainsi que me l'a fait remarquer mon ami Brocard), ou pas du tout, nous convenons que nous ne construirons qu'une seule des solutions, c'est-à-dire que nous nous arêterons quand nous aurons *éfectivement tracé* les trois côtés *d'un* triangle ABC répondant aux donées.

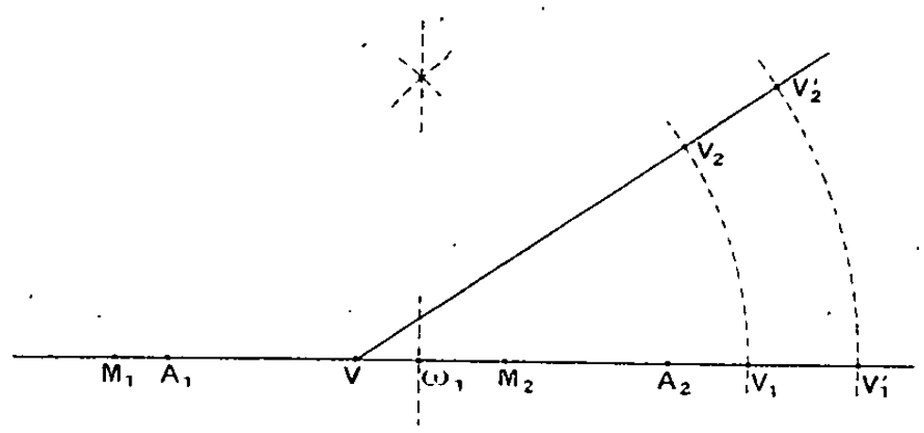


Fig. 1.

Je désignerai come à l'ordinaire par N(φ) ou N(PQ) le cercle de centre N et de rayon φ ou PQ.

Si les figures paraissent un peu complexes, c'est que nous avons tracé *toutes* les lignes auxiliaires et même d'autres puisque les lignes ponctuées des figures servent pour l'explication de la solution, mais sont inutiles à la construction.

Je me suis astreint, come toujours en géométrografie, pour étudier la construction d'un problème *en général*, à n'employer que des constructions générales, c'est-à-dire qui s'apliquent quèles que soient les donées particulières du problème ; par exemple, je n'utiliserai pas, pour tracer une droite, l'intersection de deus cercles de la figure sur laquèle j'opère matérièlement, s'il y a des cas où, avec d'autres grandeurs des donées, les deus cercles corespondant à ces cas ne se rencontrent pas ; j'emploie alors, pour tracer cète droite, le moyen qui convient à tous les cas, sans utiliser cète simplification de hasard.

Remarquons que les simboles donés pour chaque construction, ne sont pas démontrés être définitifs ; en géométrografie ils ne le sont jamais ; je veus dire que lorsque l'on a fait la construction le plus simplement que l'on a pu, rien ne dit qu'un autre géomètre plus ingénieus et plus atentif n'y trouvera des simplifications opératoires qui auront échapé.

(A). — *Construction indiquée par* MM. B. Niewenglowski et Wild.

Soient D le milieu de BC *(fig. 2)*, M le point où AD coupe le cercle circonscrit; on a : $AD.DM = \overline{BD}^2$, donc on conaît la corde $AM = AD + DM = AD + \frac{\overline{BD}^2}{AD}$. On a de plus : angle AOD $= 180 - \delta$ ou $= \delta$, suivant que A est aigu ou obtus, c'est-à-dire suivant que l'on a $a < 2m$ ou $a > 2m$. On conclut de là la construction suivante : 1° sur la médiane AD, décrire un segment capable de δ ; 2° prolonger $\overline{AD}$ de $\overline{DM}$ égal à $\frac{\overline{BD}^2}{AD}$ ou $\frac{a^2}{4m}$; 3° élever la perpendiculaire au milieu de AM, ce qui done le centre O de ABC par l'intersection avec le segment capable ; 4° tracer les cercles O(OA), puis $D\left(\frac{a}{2}\right)$ qui coupe O(OA) en B et C ; 5° tracer AB, AC, BC.

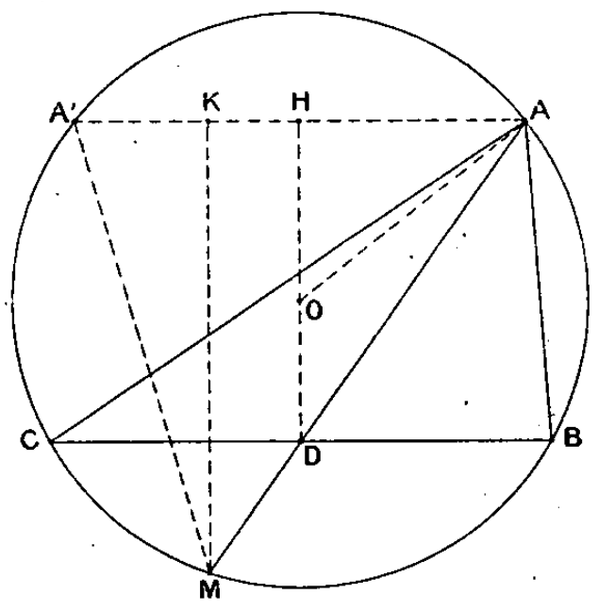


Fig. 2.

Détails de la construction géométrografique A.

1° Je trace *(fig. 3)* une droite quelconque AD, op. : (R_2) ; je prends

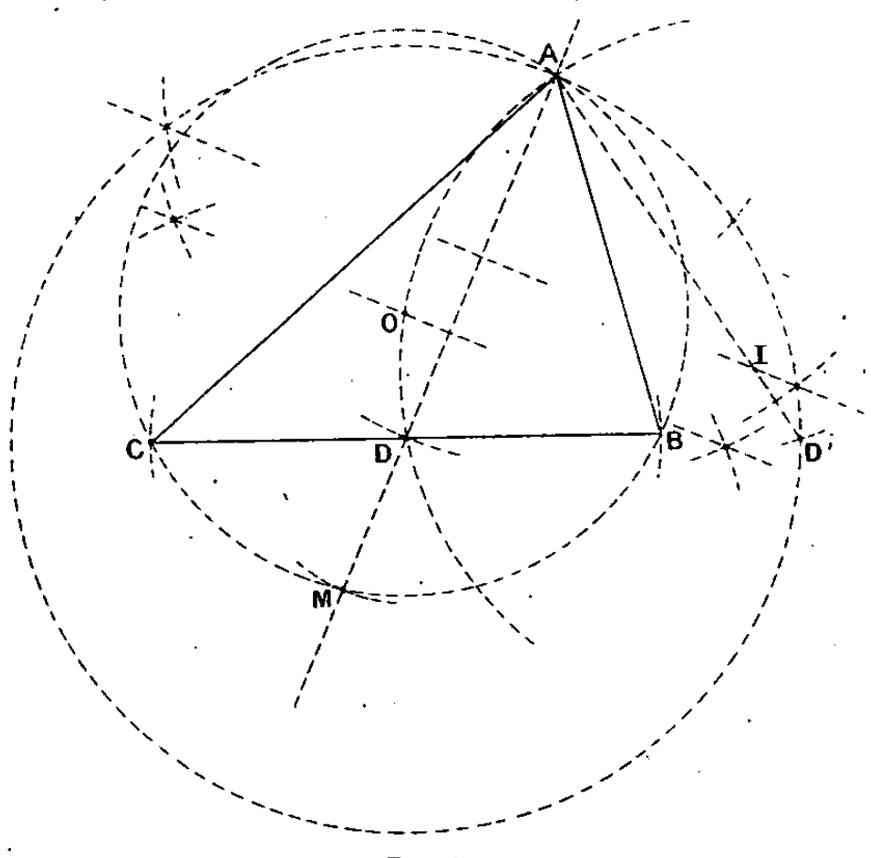


Fig. 3.

m dans le compas, op. : $(2C_1)$; à partir d'un point quelconque A de cète droite, je porte $AD = m$ en décrivant A(m), op. : $(C_2 + C_3)$. Je

décris sur AD un segment capable de δ dont j'apèle I le centre, en me servant de la métode géométrografique indiquée ci-après, op. : $(4R_1 + 2R_2 + 8C_1 + 5C_3)$. Il faut remarquer que pour qu'un point O coresponde réèlement à une solution du problème, il doit être sur l'arc qui sous-tend l'angle obtus $\pi - \delta$ si $a < 2m$, et sur l'arc qui sous-tend δ si $a > 2m$.

2° Nous devons construire la longueur $\frac{a^2}{4m} = DM$, c'est-à-dire trouver la troisième proportionèle entre $\left(\frac{a}{2}\right)^2$ et m. Je divise la longueur A_1A_2 donée *(fig. 1)* en deus parties égales, op. : $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3)$; soit ω_1 son milieu. J'ai à construire $\frac{\overline{\omega_1A_1}^2}{M_1M_2}$. Je le fais par la métode géométrografique indiquée ci-après, op. : $(4R_1 + 2R_2 + 5C_1 + C_2 + 3C_3)$. Je trace *(fig. 3)* $D\left(\frac{a}{2}\right)$ pendant que j'ai $\frac{a}{2}$ dans le compas, op. : $(C_1 + C_3)$; cela servira plus loin (voir 4°). Je porte sur $\overline{AD}$, $\overline{DM}$, égale à cète longueur $\frac{\overline{\omega_1A_1}^2}{M_1M_2}$, op. : $(3C_1 + C_3)$.

3° J'élève la perpendiculaire au milieu de AM, op. : $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3)$, qui done O.

4° Je trace O(OA), op. : $(2C_1 + C_3)$, qui coupe $D\left(\frac{a}{2}\right)$ en B et en C.

5° Je trace AB, AC, BC, op. : $(6R_1 + 2R_2)$; j'ai ainsi le triangle ABC par op. : $(18R_1 + 10R_2 + 25C_1 + 2C_2 + 16C_3)$; simplicité : 71; exactitude : 45; tracé de 10 droites et de 16 cercles.

Métode géométrografique *pour construire le segment capable de l'angle* δ *sur une droite donée* AD.

Soit $\alpha\omega\beta$ l'angle doné *(fig. 4)*. Je trace A(AD), D(AD), ω(AD), op. : $(4C_1 + 3C_3)$, ω(AD) coupant $\omega\alpha$ et $\omega\beta$ en α et β; je prends la longueur $\alpha\beta$ dans le compas, op. : $(2C_1)$, et je porte cète longueur deus fois sur le cercle D(AD) à partir de A, à la suite l'une de l'autre en D', de façon à avoir arc AD' = 2 arc $\alpha\beta$, op. : $(2C_1 + 2C_3)$; je trace AD' et, au moyen des deus cercles tracés A(AD), D(AD), la perpendiculaire au milieu de AD, op. : $(4R_1 + 2R_2)$, èle coupe AD' en I, je trace I(ID), op. : $(2C_1 + C_3)$, il done le segment cherché par op. : $(4R_1 + 2R_2 + 10C_1 + 6C_3)$, simplicité : 22; exactitude : 14; 2 droites, 6 cercles.

Il faut remarquer que dans la construction (A) *(fig. 3)* je ne dois pas compter le tracé du cercle A(AD) pour tracer le segment capable, car ce cercle a déjà été tracé pour placer AD et j'ai encore son rayon dans le compas, rayon que j'ai employé pour tracer D(AD), ω(AD). J'ai donc

une économie de op. : $(2C_1 + C_3)$, dont j'ai tenu compte, puisqu'au

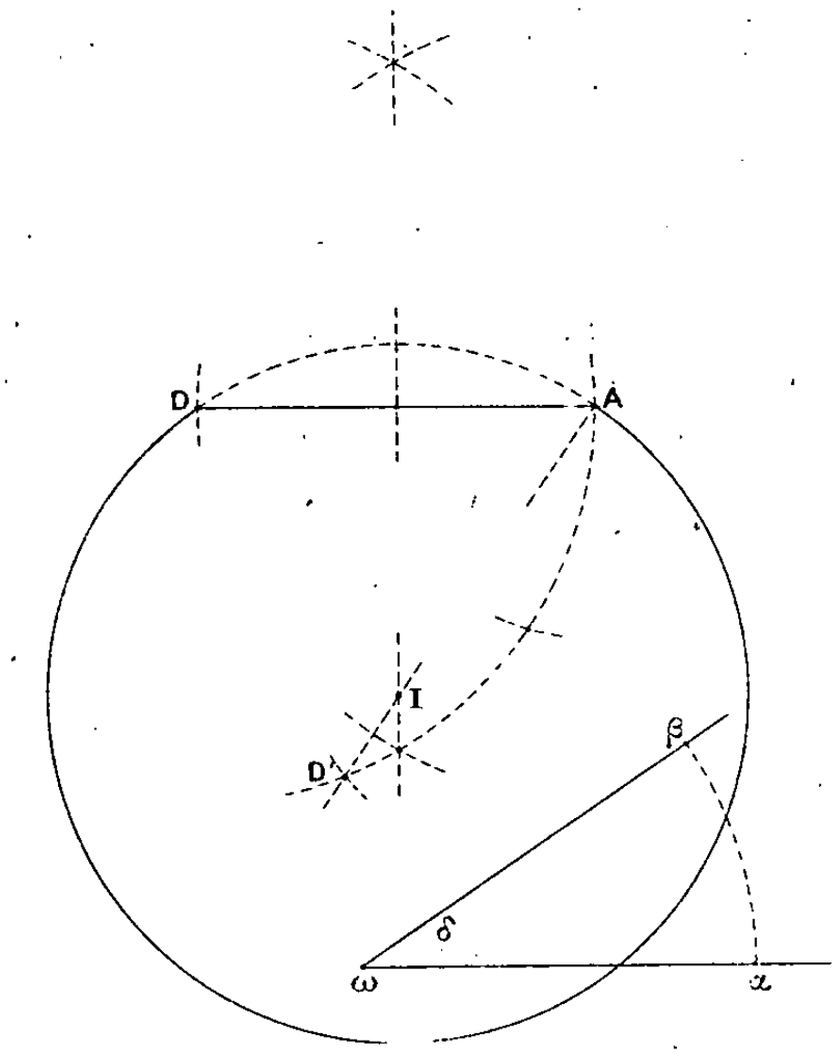


FIG. 4.

lieu du simbole précédent pour construire le segment capable, j'ai pris seulement op. : $(4R_1 + 2R_2 + 8C_1 + 5C_3)$.

MÉTODE GÉOMÉTROGRAFIQUE *pour construire* $\frac{N^2}{M}$.

Je trace un cercle d'un rayon quelconque *(fig. 5)*, mais supérieur à la moitié de la plus grande des lignes M et N, op. : (C_3) ; ici, N c'est $\frac{a}{2} = \omega_1 A_1$, M c'est AD $= m$. Par un point R quelconque de ce cercle, je trace R(N), op. : $(2C_1 + C_2 + C_3)$ qui le coupe en A et en B, puis R(M), op. : $(3C_1 + C_3)$ qui le coupe en C. Je trace AB, op. : $(2R_1 + R_2)$, puis RC, op. : $(2R_1 + R_2)$ qui coupe AB en H ; RH est la longueur cherchée,

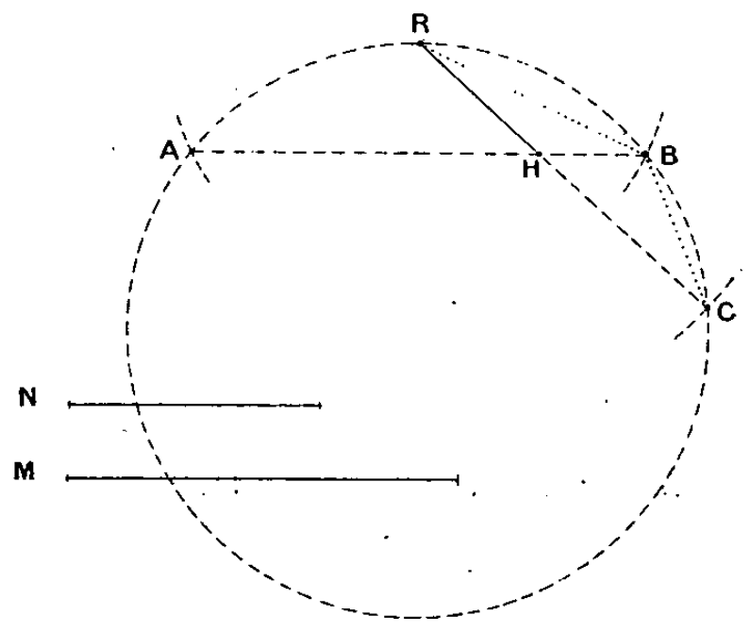


FIG. 5.

car si on trace RB, BC, on voit que les deus triangles RHB, RBC sont

semblables et donent $\frac{RH}{RB} = \frac{RB}{RC}$ d'où $RH = \frac{\overline{RB}^2}{RC} = \frac{N^2}{M}$, obtenue par op. : $(4R_1 + 2R_2 + 5C_1 + C_2 + 3C_2)$; simplicité : 15 ; exactitude : 10 ; 2 droites, 3 cercles.

(B). — *Construction indiquée par* M. Paul Niewenglowski (*a*).

Si l'on supose le problème résolu *(fig. 2)*, A′ étant le point où la parallèle à BC menée par A coupe le cercle circonscrit, M le point où la médiane AD coupe le cercle circonscrit K et H, les projections de M et

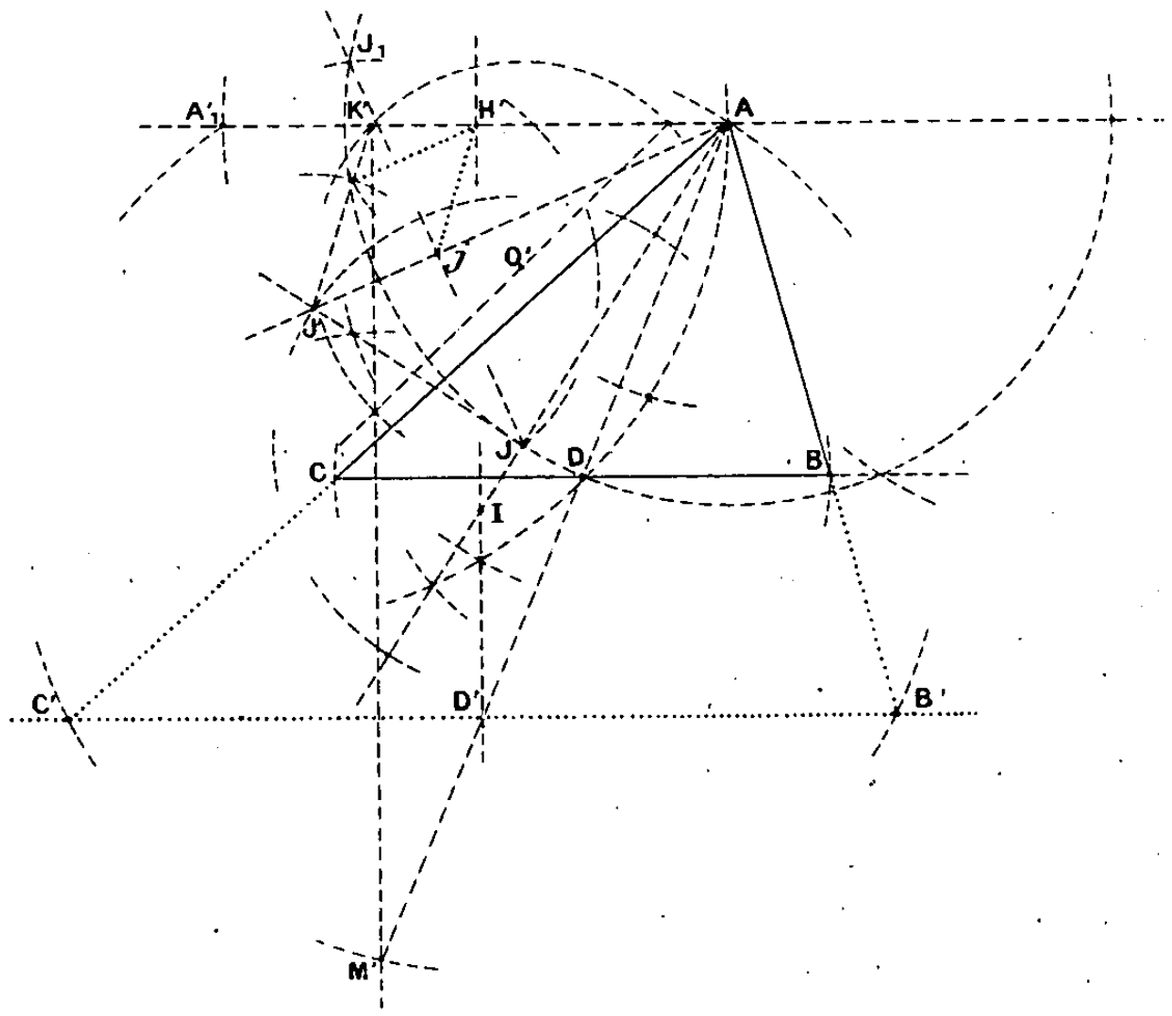


Fig. 6.

de D sur AA′, on voit facilement que l'angle $AMA' = \delta$. $MD.DA = CD.DB = \frac{a^2}{4}$ d'où $\frac{DA}{DM} = \frac{a^2}{4\overline{DA}^2} = \frac{a^2}{4m^2}$, mais come $\frac{DA}{DM} = \frac{HA}{HK}$, on a :

(*a*) M. P. Niewenglowski, fils de M. B. Niewenglowski, est actuèlement élève au lycée Louis-le-Grand.

$\frac{HA}{HK} = \frac{a^2}{4m^2}$. En prenant *(fig. 6)* une droite quelconque AA'_1, décrivant sur èle un segment capable de δ, prenant sur AA'_1 le point K′ tel que H′ étant le milieu de AA′ on ait : $\frac{AH'}{H'K'} = \frac{a^2}{4m^2}$. élevant en K′ la perpendiculaire à AA′ qui coupe le segment capable en M′, traçant M′A qui est coupée en D′ par la perpendiculaire au milieu de AA′, menant en D′ une paralèle à AA′, qui coupe le segment capable en B'_1C', le triangle AB′C′ sera semblable au triangle cherché et la construction s'achèvera immédiatement.

Détails de la construction géométrografique de B.

1° Je place *(fig. 6)* une longueur $AA'_1 = a$ . . .op. : $(R_2 + 2C_1 + C_2 + C_3)$.

2° Sur AA'_1 je décris un segment capable de l'angle δ en employant la construction de la figure 4, seulement, dans la figure 6, le point que j'apelais D dans la figure 4, s'apèle A'_1. Je diminue d'ailleurs le simbole du segment capable de $2C_1 + C_3$, puisque $A(AA'_1)$ est déjà tracé en plaçant AA'_1 . . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2 + 8C_1 + 5C_3)$.

3° Pour placer K′ je fais un triangle rectangle AJJ′, rectangle en J qui ait pour côtés $AJ = m$, $JJ' = \frac{a}{2}$; je projète J en j sur AJ′ et, H′ étant le milieu de AA'_1, je mène par J′ une paralèle à jH' ; èle coupe AA'_1 en K ; en effet, $\frac{K'H'}{H'A} = \frac{jJ'}{jA} = \frac{\overline{JJ'}^2}{\overline{JA}^2}$, c'est-à-dire $\frac{\left(\frac{a}{2}\right)^2}{m^2} = \frac{a^2}{4m^2}$. Pour éfectuer cela, I étant le centre du segment capable, je trace $A(m)$, op. : $(3C_1 + C_3)$, qui coupe AI (déjà tracée) en J ; je trace $J\left(\frac{a}{2}\right)$, op. : $(3C_1 + C_3)$, en prenant AH′ dans le compas (H′ est placé par la description du segment capable) ; ce cercle $J\left(\frac{a}{2}\right)$ me permet de tracer la perpendiculaire JJ′ sur AJ par op. : $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3)$. Cète perpendiculaire coupe $J\left(\frac{a}{2}\right)$ en J′ ; je trace AJ′, op. : $(2R_1 + R_2)$; pour abaisser la perpendiculaire Jj sur AJ′, je prends sur $A(m)$ le simétrique J_1 de J par raport à AJ′, op. : $(2C_1 + C_3)$, je trace JJ_1, op. : $(2R_1 + R_2)$, qui coupe AJ′ en j ; enfin, sans tracer $H'j$, je mène par J′ une paralèle à $H'j$, op. : $(2R_1 + R_2 + 5C_1 + 2C_3)$, èle coupe AA'_1 en K′ qui est donc obtenu ainsi par. . . . . op. : $(8R_1 + 4R_2 + 15C_1 + 7C_3)$.

4° Je mène en K′ la perpendiculaire à AA'_1, op. : $(4R_1 + 2R_2 + C_1$

$+ C_3$), èle coupe le segment capable en M′; je trace AM′, op. : $(2R_1 + R_2)$, qui coupe en D′ la perpendiculaire H′I menée au milieu de AA'_1 et A(m) en D. Par D je mène une paralèle BC à AA'_1 au moyen des arcs interceptés sur A(m), op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + C_3)$; je trace D $\left(\frac{a}{2}\right)$, op. : $(3C_1 + C_3)$, qui coupe la paralèle en B et C; je trace AB, AC, op. : $(4R_1 + 2R_2)$, et ABC est le triangle cherché. 4° est donc obtenu par . . . . . op. : $(12R_1 + 6R_2 + 7C_1 + 3C_3)$. et la construction totale C a pour simbole, op.: $(24R_1 + 13R_2 + 32C_1 + C_2 + 16C_3)$; simplicité : 86; exactitude : 57; 13 droites, 16 cercles.

Le simbole serait un peu plus simple si l'on avait plusieurs compas à sa disposition, puisqu'on ne serait pas obligé de reprendre dans le compas des longueurs qui seraient déjà dans un autre.

(C). — *Construction indiquée par* M. E. Collignon.

La réponse est envoyée sans démonstration. C'est *une construction* qui nous est adressée : 1° Sur un diamètre arbitraire EF *(fig. 7)*, décrivons une circonférence; par le point E, menons une droite EA formant avec le diamètre l'angle $AEF = \frac{\delta}{2}$. Le point A sera pris pour le somet du triangle à construire. 2° Formons le raport $\lambda = \frac{a}{2m}$ et déterminons le nombre $1 + \lambda^2$. Traçons une droite D_1D' paralèle à EF et tèle que sa distance au point A soit à la distance du diamètre EF au même point, dans le raport de $1 + \lambda^2$ à l'unité, D_1D' coupe la circonférence en un point D_1. 3° Je trace D_1A qui coupe EF en T. 4° Par T je mène une perpendiculaire à EF, èle rencontrera la circonférence en deus points B′ et C′ et le triangle AB′C′ sera semblable au triangle cherché. 5° Je prends sur la médiane $\overline{AI}$ de AB′C′, $\overline{AD} = m$ et je mène par D une paralèle à B′C′ qui détermine B et C sur AB′ et sur BC′.

Détails de la construction géométrografique C *et discussion.*

J'ai souvent fait remarquer, à propos du rôle de la géométrografie, que les géomètres, dans les solutions qu'ils énoncent, *même quand ils les donent sous le nom de constructions*, ne se préocupent jamais de *l'exécution* réèle de cète construction, ils disent : on fait tèle chose, puis tèle autre, etc., qui est reconue possible, c'est tout. On considérait jusqu'ici la construction come simple ou non, d'après la brièveté de cète exposition téorique. Rien n'est plus propre à mètre en évidence l'utilité *pratique* de la géométrografie qu'une discussion come cèle-ci sur les

constructions indiquées par d'habiles géomètres, constructions *irréprochables* au point de vue qui, *seul*, a été considéré, jusqu'à ce moment dans la science, mais qui ne peuvent soutenir le moindre examen rationel lorsqu'on doit les tracer.

1° Dans cète construction, marquer un diamètre arbitraire EF et décrire sur EF une circonférence, ce sont des constructions tout à fait inutiles ; voici coment il faut opérer : décrire d'un rayon quelconque une circonférence avec un rayon quelconque et tracer un diamètre quelconque EF ; on a ainsi, op. : $(R_1 + R_2 + C_3)$ au lieu de op. : $(2R_1 + 2R_2 + 3C_1 + C_2 + 3C_3)$ que l'on aurait en exécutant ce qui est indiqué ; le tracé de AEF $= \frac{\delta}{2}$ peut être fait plus simplement, en arangeant convenablement les constructions, come on le verra, qu'en divisant V_1VV_2 *(fig. 1)* en deus parties égales et en faisant en E *(fig. 7)*, avec EF, un angle égal à

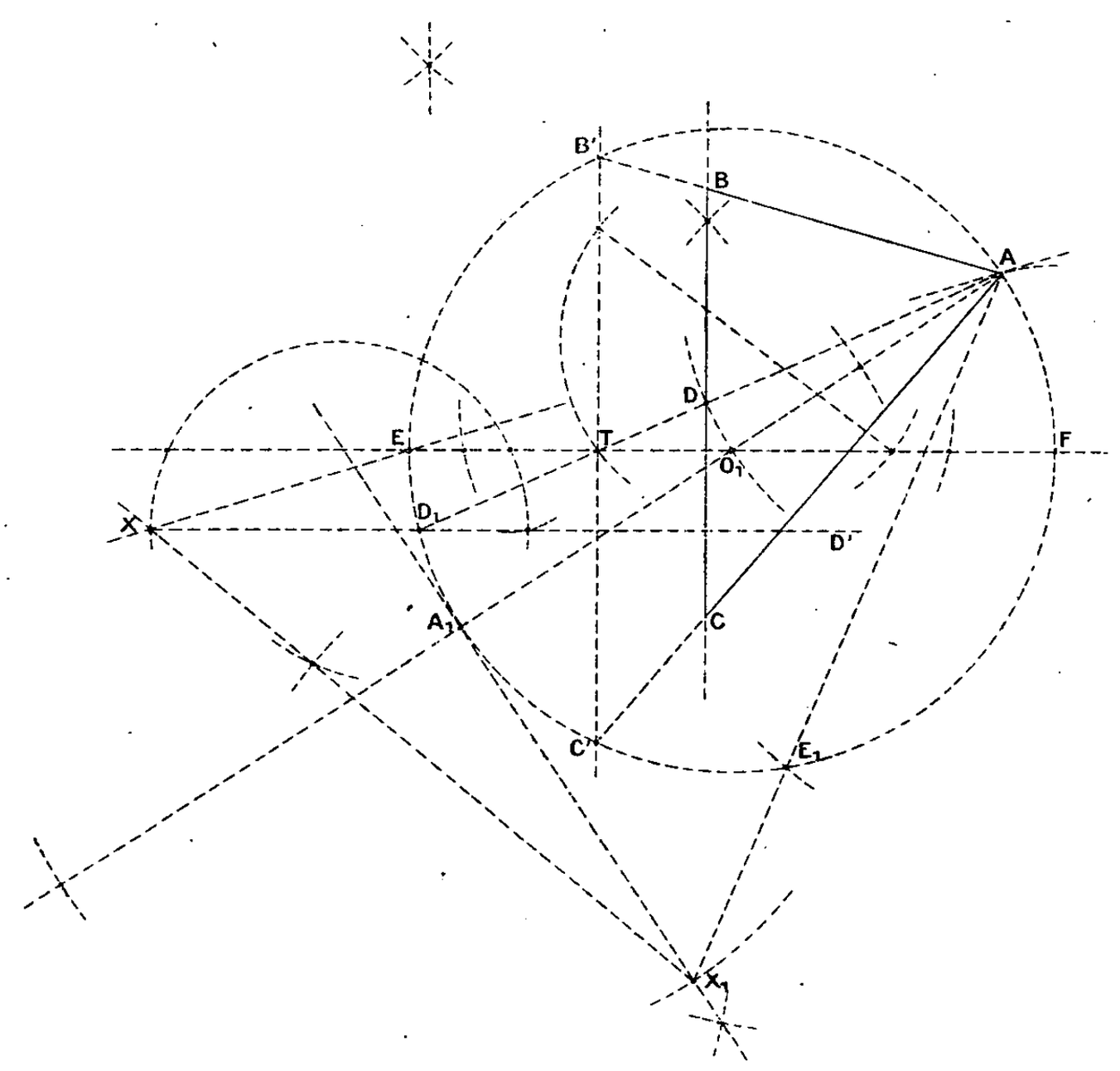


FIG. 7.

cète moitié. Je supose, *come cela doit toujours être fait avant d'exécuter une construction*, que l'on ait étudié le tracé sur un croquis préalable afin de reconaître les simplifications possibles. Cète étude préalable montrera

qu'ici, pour la coordination des constructions, il vaut mieus, au lieu de prendre un rayon arbitraire, mètre dans le compas le rayon m, op. : $(2C_1)$ et, O_1 étant un point quelconque, tracer $O_1(m)$ *(fig. 7)*, puis le diamètre quelconque EF, op. : $(R_1 + R_2 + C_3)$. Pour tracer $FEA = \frac{\delta}{2}$, je trace *(fig. 1)* $V(m)$ qui coupe les côtés de l'angle doné en V_1V_2 ; je prends V_1V_2 dans le compas et je trace *(fig. 7)* $F(V_1V_2)$, op. : $(4C_1 + 2C_3)$ qui coupe $O_1(m)$ en A ; enfin je trace EA, op. : $(2R_1 + R_2)$.

Le 1° est ainsi obtenu par. . . . . op. : $(3R_1 + 2R_2 + 6C_1 + 2C_3)$.

2° Prendre deus droites dans le raport $\frac{a}{2m} = \lambda$, pour en avoir deus autres qui donent $1 + \lambda^2 = \frac{a^2 + 4m^2}{4m^2}$, cela est assez compliqué, mais on peut beaucoup simplifier le mode opératoire ; en effet, soit X *(fig. 7)* le point où D_1D' de la solution coupe EA, on doit avoir :

$$\frac{XA}{EA} = \frac{1 + \lambda^2}{1} = \frac{a^2 + 4m^2}{4m^2}, \text{ d'où } \frac{XA - EA}{EA} = \frac{a^2}{4m^2} \text{ ou } \frac{XE}{EA} = \frac{a^2}{4m^2}.$$

Il sufit donc de placer X et, par X, de mener la paralèle à EF ; ce sera D_1D'. Pour cela, traçons le diamètre AO_1A_1, op. : $(2R_1 + 2R_2)$; traçons en A_1 une perpendiculaire à A_1A, op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3)$: traçons $A_1(a)$, op. : $(3C_1 + C_3)$ qui coupe cète perpendiculaire en X_1 ; pendant que j'ai a dans le compas, traçons $A(a)$, op. : $(C_1 + C_3)$ qui nous servira pour 5° ; je trace AX_1 op. : $(2R_1 + R_2)$ qui coupe $O_1(m)$ en E_1 ; il est clair que $\frac{X_1E_1}{E_1A} = \frac{\overline{A_1X_1}^2}{\overline{AA_1}^2} = \frac{a^2}{4m^2}$ puisque ce sont les segments que la hauteur déterminerait sur l'hipoténuse du triangle AA_1X_1 dont les côtés sont a et $2m$. Si, sans tracer EE_1, je mène par X_1 la paralèle à E_1E, op. : $(2R_1 + R_2 + 4C_1 + 2C_3)$, èle coupe EA au point X par lequel je mène une paralèle à EF, op. : $(2R_1 + R_2 + 4C_1 + 2C_3)$ qui coupe $O_1(m)$ en D_1. — Je ne m'ocupe que d'un des points d'intersection de cète paralèle avec $O_1(m)$ parce que j'ai convenu que je ne construirais qu'une solution, même s'il y en avait deus acceptables, ce qui n'est d'ailleurs pas le cas de la figure 7 ; l'autre solution corespondrait à $B - C = \pi - \delta$.

Les constructions du n° 2 se résument en . . . . . op. : $(10R_1 + 5R_2 + 16C_1 + 9C_3)$.

3° Je trace D_1A qui coupe EF en T. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$.

4° Par T mener la perpendiculaire à EF qui done B′ et C′ sur $O_1(a)$ . . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3)$.

5° D_1A_1 déjà tracée, coupe $A(a)$, déjà tracée (voir 2°) en D, et je mène

par D la perpendiculaire à EF, op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3)$; je trace AB^1, AC^1, op. : $(4R_1 + 2R_2)$ qui me donent B et C par leurs intersections avec la perpendiculaire à EF menée par D. En tout, pour 5°. . . . . op. : $(6R_1 + 3R_2 + 3C_1 + 3C_3)$.

Le triangle ABC est donc obtenu dans la solution C par. . . . . op. : $(25R_1 + 13R_2 + 26C_1 + 16C^3)$; simplicité : 80 ; exactitude : 51 ; 11 droites, 16 cercles.

Il est probable que la solution interprète des résultats de calcul ; en tout cas, exécutée rigoureusement, tèle qu'èle était énoncée, sans simplifications géométrografiques, èle aurait eu un simbole *beaucoup* plus élevé,

(D). — *Construction indiquée par* M. C.-A. Laisant.

Soit D le milieu de BC *(fig. 8)*, imaginons le triangle DAM directement

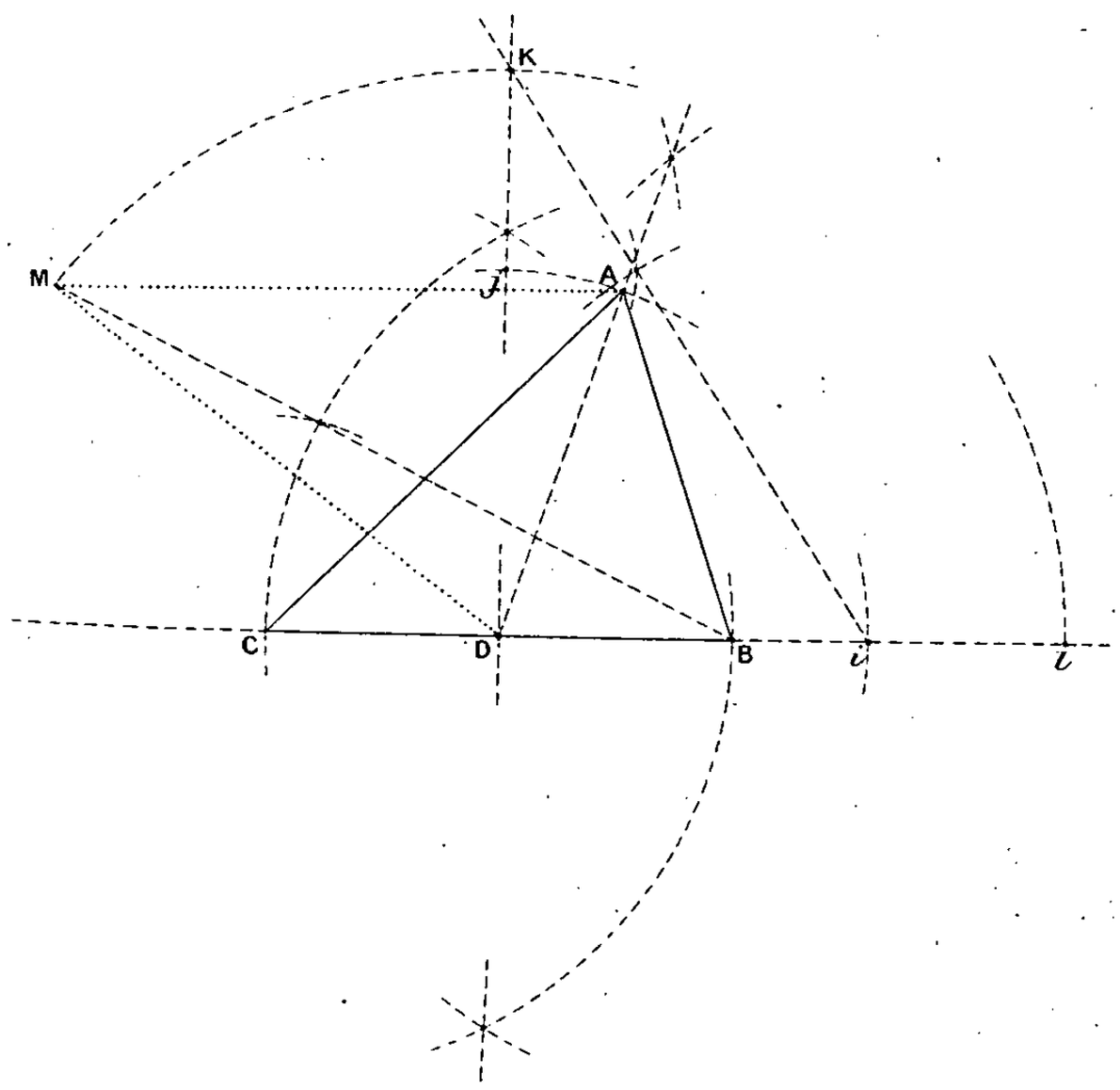


Fig. 8.

semblable à DBA ; il est aisé de voir que $\widehat{BAM} = \widehat{CDA}$ et que $\frac{BA}{AM} = \frac{CD}{DA}$. Donc $\widehat{ABM} = C$ et $\widehat{MBC} = \delta$. Enfin $DM = \frac{\overline{DA}^2}{DB}$, longueur facile à construire. Donc :

1° Tracer la droite BM faisant l'angle δ avec BC ; 2° construire $\frac{\overline{DA}^2}{DB}$ ou $\frac{2m^2}{a} = t$, tracer D(t) qui coupe BM en M ; 3° la bissectrice de l'angle BDM est DA et come DA $= m$, la construction est terminée.

Détails géométrografiques de la construction D.

1° Tracer une droite quelconque BC, op. : (R_2) *(fig. 8)*, prendre sur èle BC $= A_1A_2 = a$, op. : ($2C_1 + C_2 + C_3$), prendre son milieu D en utilisant le cercle B(a) décrit pour placer C, traçant C(a) et de l'intersection de B(a) et de C(a) qui coupe BC en D, op. : ($2R_1 + R_2 + C_1 + C_3$) ; tracer BM tel que $\widehat{MBC} = \delta$ en utilisant le rayon a que nous avons dans le compas, op. : ($2R_1 + R_2 + 4C_1 + 2C_3$). 1° est donc obtenu par. . . . .
. . . . . op. : ($4R_1 + 2R_2 + 7C_1 + C_2 + 4C_3$).

2° Je trace D(m), op. : ($3C_1 + C_3$), qui coupe DB en i et la perpendiculaire en D à CB (tracée pour obtenir D) en j ; par i, sans tracer Bj, je mène une paralèle à Bj qui coupe Dj en K, on a DK $= \frac{m^2}{\left(\frac{a}{2}\right)}$, puisque dans les deux triangles BDj, iDK on a $\frac{DK}{Dj} = \frac{Di}{DB}$, op. : ($2R_1 + R_2 + 5C_1 + 2C_3$), je trace D(DK), op. : ($2C_1 + C_3$) qui coupe BM en M et Di en l ; 2° est donc obtenu par op. : ($2R_1 + R_2 + 10C_1 + 4C_3$).

3° Je trace, en me servant des points M et l, sur l'arc de cercle MKl, la bissectrice de l'angle MDl, op. : ($2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3$), èle coupe D(m) en A ; je trace AB, AC, op. : ($4R_1 + 2R_2$). 3° est alors obtenu par
. . . . . op. : ($6R_1 + 3R_2 + 2C_1 + 2C_3$).

La construction D a donc pour simbole total : Op. : ($12R_1 + 6R_2 + 19C_1 + C_2 + 10C_3$) ; simplicité : 48 ; exactitude : 32 ; 6 droites, 10 cercles.

Cète construction fort simple géométriquement et géométrografiquement a été obtenue par la métode des équipollences qui done fréquement pour les problèmes résolubles avec la règle et le compas des solutions aussi élégantes que simples.

(E). — *Construction qui se trouve dans les* Questions de Géométrie élémentaire *de* Desboves, 3e édition, p. 343.

Cète indication a été comuniquée à l'*Intermédiaire* par plusieurs corespondants, MM. Retali, Delahaye, Neuberg, etc.

Voici la solution : Si M est le point où la paralèle à BC menée par A *(fig. 9)* rencontre le cercle circonscrit D le milieu de BC, E le point où la médiane AD rencontre le cercle circonscrit, on peut construire le triangle

MDE dans lequel on conaît $DE = \frac{\overline{DB}^2}{\overline{DA}} = \frac{a^2}{4m}$, angle $AEM = \delta$ et $DM = DA = m$. On est donc conduit à : 1° placer DA, déterminer la longueur DE, placer E ; 2° faire l'angle $AEM = \delta$ et placer M ; 3° mener par D, CB, paralèle à MA ; 4° placer sur CB, $DB = CD = \frac{a}{2}$, tracer AC, AD.

Détails géométrografiques de la construction E.

1° Je trace une droite sur laquèle je place DA *(fig. 9)* en décrivant $D(m)$, op. : $(R_2 + 2C_1 + C_2 + C_3)$ et je trace $A(m)$, op. : $(C_1 + C_3)$ qui me servira pour 3° ; je prends sur A_1A_2 *(fig. 1)* le milieu ω_1 de $A_1A_2 = a$ et je trace $D\left(\frac{a}{2}\right)$ *(fig. 9)*, op. : $(2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3)$. Pour placer E je mène par D une droite quelconque, op. : $(R_1 + R_2)$ qui coupe $D\left(\frac{a}{2}\right)$ en B_1 et $D(m)$ en A′. B_1 et A′ étant du même côté de D ; soit A_1 le point où AD coupe $D\left(\frac{a}{2}\right)$, A_1 étant de l'autre côté que A de D ; sans tracer A_1A', je mène par B_1 une paralèle à A_1A' en cherchant le somet ν du paralèlograme $B_1A'A_1\nu$, op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + 2C_3)$, èle coupe AD en E, car on a : $\frac{DE}{DB_1} = \frac{DA_1}{DA'}$ ou $DE = \frac{a_2}{4m}$. 1° est donc obtenu par le simbole . . . . . op. : $(5R_1 + 4R_2 + 13C_1 + C_2 + 7C_3)$.

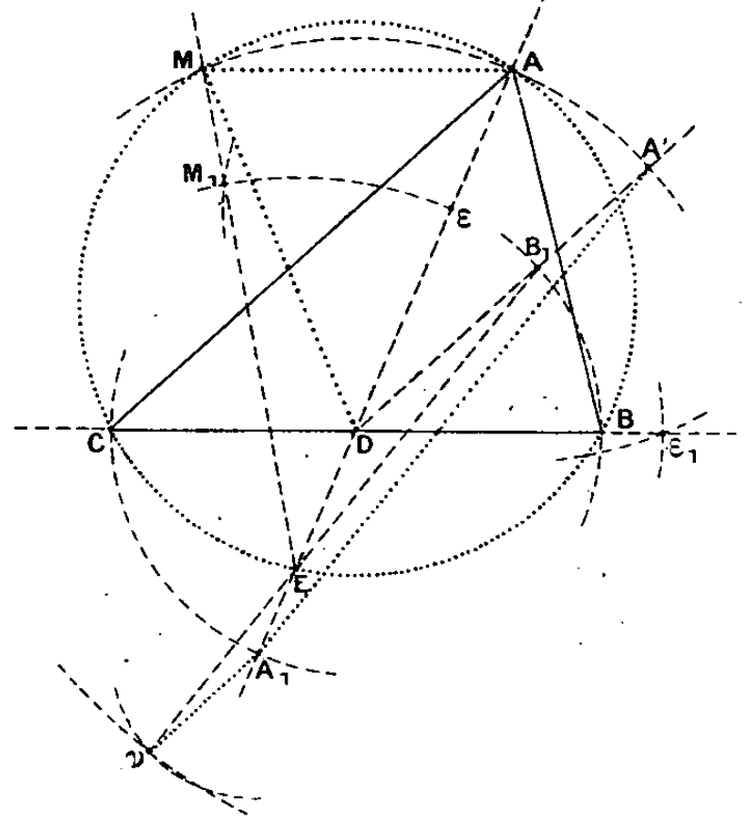


FIG. 9.

2° Je fais en E, avec EA, au moyen des donées *(fig. 1)*, l'angle $AEM_1 = \delta$, EM_1 coupe $D(m)$ en M *(fig. 9)*. . . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3)$.

3° Je trace par D la paralèle à AM en traçant D(AM), op. : $(3C_1 + C_3)$, qui coupe $A(m)$ en ε_1, je trace $D\varepsilon_1$, op. : $(2R_1 + R_2)$, qui place B et C sur $D\left(\frac{a}{2}\right)$, pour 3° j'ai donc. . . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + C_3)$.

4° Je trace AB, AC . . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$.

La construction E a donc pour simbole total . . . . . op. : $(13R_1 + 8R_2 + 21C_1 + C_2 + 11C_3)$; simplicité : 54 ; exactitude : 35 ; 8 droites, 11 cercles.

(F). — *Construction de* BESSEL.

M. H. Brocard l'a raportée tèle qu'èle se trouve dans l'article *Ueber eine geometrische Aufgabe*, de Bessel (OEuvres, p. 360).

M. W. Stott a envoyé une solution identique.

1° Décrire *(fig. 10)* les circonférences $D\left(\frac{a}{2}\right)$, $D(m)$, D étant un point quelconque et tracer une droite quelconque passant par D que $D\left(\frac{a}{2}\right)$ coupe en B et en C; 2° par B mener la droite BE coupant $D(m)$ en E et tèle que $EBC = \delta$; 3° joindre ED qui coupe $D\left(\frac{a}{2}\right)$ en M et mener par M la paralèle MF à BE, F étant sur $D(m)$; 4° mener la bissectrice de l'angle FDB qui coupe $D(m)$ en A, joindre AB, AC.

Détails géométrografiques de la construction F.

1° Je prends *(fig. 1)* le milieu ω_1 de A_1A_2. op. : $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3)$ et je trace *(fig. 10)* une circonférence $D(\omega_1A_1)$, c'est-à-dire $D\left(\frac{a}{2}\right)$, D étant quelconque, op. : $(2C_1 + 2C_3)$; je trace $D(m)$, op. : $(3C_1 + C_3)$; puis une droite quelconque passant par D, op. : $(R_1 + R_2)$, qui coupe $D\left(\frac{a}{2}\right)$ en B et en C. J'ai 1° par . . . . . op. : $(3R_1 + 2R_2 + 7C_1 + 4C_3)$;

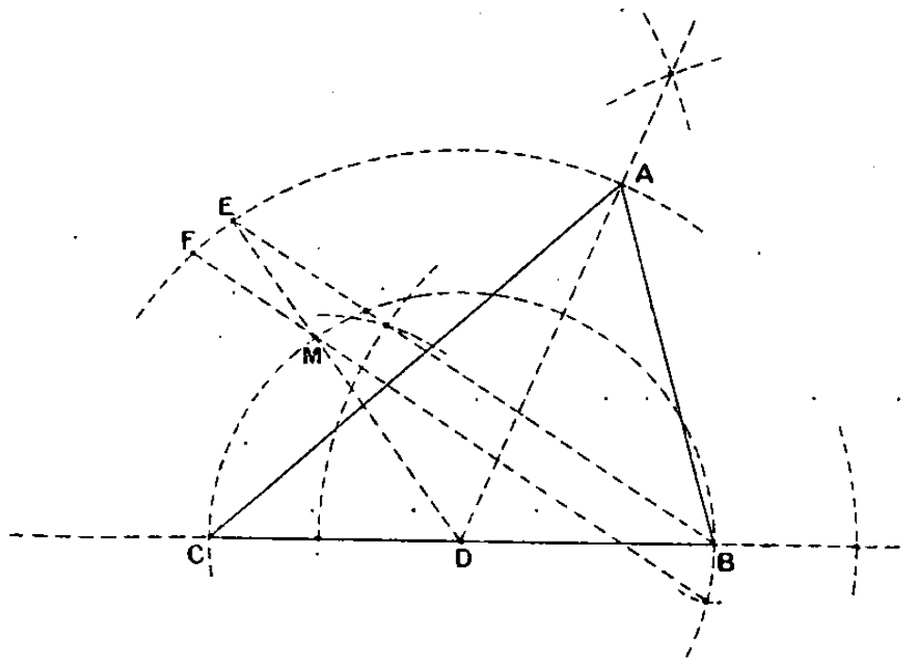


FIG. 10.

2° Je fais en B l'angle $FBC = \delta$, F étant sur $D(m)$. . . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3)$;

3° Je trace ED, op. : $(2R_1 + R_2)$, qui coupe $D\left(\frac{a}{2}\right)$ en M et par M, je mène

une paralèle à EB, paralèle qui coupe D(m) en F, au moyen des arcs égaus, que ED et cète paralèle interceptent sur $D\left(\frac{a}{2}\right)$, op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + C_3)$, j'obtiens donc (3°) par le simbole. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2 + 3C_1 + C_3)$;

4° Je mène la bissectrice de FDB sans tracer FD, op. : $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3)$, èle coupe D($m$) en A, je trace AB, AC, op. : $(4R_1 + 2R_2)$ 4° est donc obtenu par. . . . . op. : $(6R_1 + 3R_2 + 2C_1 + 2C_3)$, et la construction totale F est représentée par le simbole . . . . . op. : $(15R_1 + 8R_2 + 17C_1 + 10C_3)$; simplicité : 50 ; exactitude : 32 ; 8 droites, 10 cercles.

La construction sur la fig. 10 paraît encore plus simple qu'èle ne l'est en réalité parce qu'une partie des constructions est faite sur les donées.

(G). — *Construction indiquée par* M. Espanet.

Si l'on supose le problème résolu *(fig. 11)* que l'on prolonge AD de $\overline{DA'} = \overline{AD}$, il est facile de voir que la bissectrice intérieure BI de l'angle ABA', I étant sur AD, fait avec BC l'angle $\frac{\delta}{2}$, soit J le point ou la bissectrice de l'angle suplémentaire de ABA' coupe AD, il est clair que les points I et J sont conjugués harmoniques de A et de A' et que l'on a : $DI.DJ = \overline{DA}^2$.

Soient P et N les points où BI coupe D(m), puisque l'on a $DI.DJ = \overline{DA}^2$, il est clair que J apartient au cercle qui est le lieu du point J tels que I étant un point quelconque de BI, on ait : $DI.DJ = \overline{DA}^2$; ce cercle passe par les points P, D, N.

De là on déduit la construction suivante : 1° placer DB ; 2° faire l'angle $IBD = \frac{\delta}{2}$; 3° décrire le cercle D(m) qui coupe BI en P et N ; 3° tracer le cercle PDN ; 4° tracer la perpendiculaire en B à BI, èle coupe le cercle PDN en J ; 5° tracer JD qui done A sur D(m), puis tracer AB, AC.

Détails géométrografiques de la construction G.

1° Je divise *(fig. 1)* en deux parties égales la droite $A_1A_2 = a$ donée sur l'épure ; D étant un point quelconque *(fig. 11)*, je décris $D\left(\frac{a}{2}\right)$ et je trace un diamètre qui coupe $D\left(\frac{a}{2}\right)$ en B et en C. . . . . op. : $(3R_1 + 2R_2 + 4C_1 + 3C_3)$;

2° Je fais l'angle IBD $= \frac{\delta}{2}$ en prenant sur $D\left(\frac{a}{2}\right)$ à partir de C un arc CK égal à celui que le cercle de rayon $\frac{a}{2}$ et ayant pour centre le somet V de l'angle doné *(fig. 1)* sur l'épure, intercepte entre les côtés de cet angle,

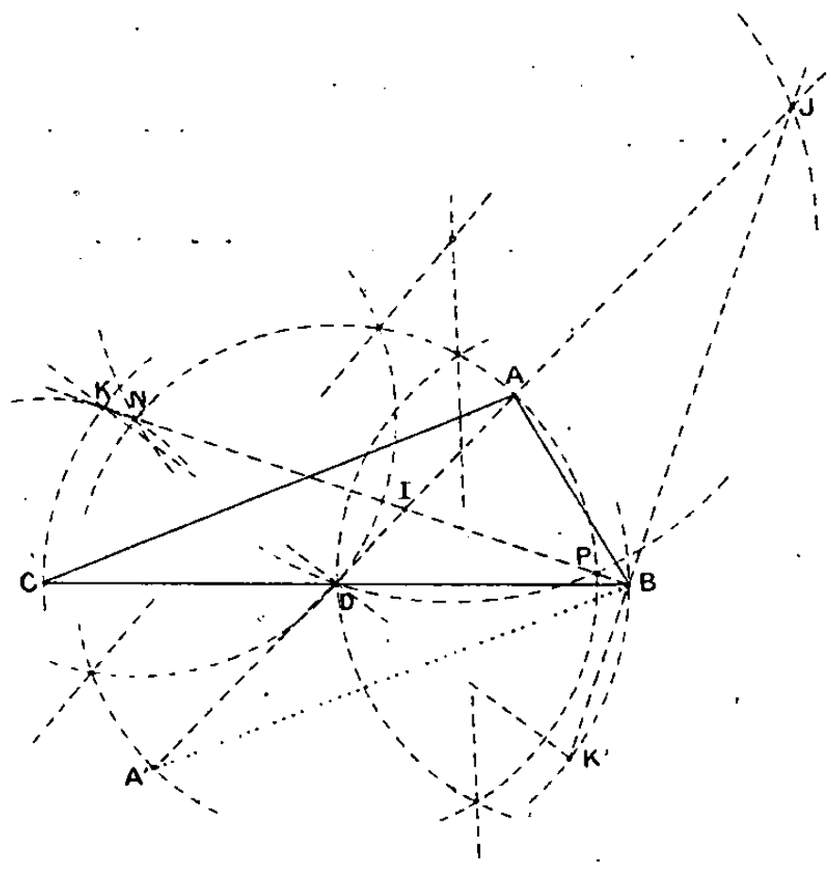


FIG. 11.

op. : $(4C_1 + 2C_3)$ et je trace *(fig. 11)* BK, op. : $(2R_1 + R_2)$; l'angle KBC $= \frac{\delta}{2}$;

2° est obtenu ainsi par le simbole . . op. : $(2R_1 + R_3 + 4C_1 + 2C_3)$;

3° Je décris D(m) qui coupe BK en P et N. . . . op. : $(3C_1 + 2C_3)$;

4° Je trace le cercle PDN en me servant du rayon m, que j'ai dans le compas, pour mener les perpendiculaires aus milieus de DN et de DP. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2 + 4C_1 + 3C_3)$;

5° Je trace KD qui coupe $D\left(\frac{a}{2}\right)$ en K′ et je trace K′B qui coupe le cercle PDN en J. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$;

6° Je trace JD qui done A sur D(m), puis AB, AC . . . . . op. : $(6R_1 + 3R_2)$.

Le simbole total de la construction G est donc : op. : $(19R_1 + 10R_2 + 15C_1 + 9C_3)$; simplicité : 53 ; exactitude : 34 ; 10 droites ; 9 cercles.

(H.). — *Construction indiquée par* M. BARBARIN.

Traçons *(fig. 12)* BC $= a$, faisons l'angle CBI $= \frac{\delta}{2}$ et abaissons CI perpendiculaire sur BI.

Élevons CF $= 2m$ perpendiculaire à BC et décrivons sur EB une circonférence. Traçons les deus cercles B(BI — CI), B(BI + CI) qui coupent la circonférence décrite sur EB come diamètre en F et F′, F et F′ étant de part et d'autre de BE. L'angle FEF′ sera égal à l'angle A,, ce qui ramène à une construction classique. En éfet, $CI = a \sin \frac{B-C}{2} = (b-c) \cos \frac{A}{2}$, $BI = a \cos \frac{B-C}{2} = (b+c) \sin \frac{A}{2}$, on a $\overline{BE}^2 = 4m^2 + a_2 = 2(b^2+c^2)$ et $\frac{\overline{BI}^2}{\sin^2 \frac{A}{2}} + \frac{\overline{CI}^2}{\cos^2 \frac{A}{2}} = 2(b^2+c^2)$. Donc $\overline{BE}^2 = \frac{\overline{BI}^2}{\sin^2 \frac{A}{2}} + \frac{\overline{CI}^2}{\cos^2 \frac{A}{2}}$.

On peut alors poser, φ étant un angle convenable, $BI = BE \sin \frac{A}{2} \cos \varphi$

$CI = BE \cos \frac{A}{2} \sin \varphi$, d'où $BI + CI = BF' = BE \sin \left(\frac{A}{2} + \varphi\right)$;

$BI - CJ = BF = BE \sin \left(\frac{A}{2} + \varphi\right)$; $\cos \left(\frac{A}{2} - \varphi\right)$.

Donc $BEF' = \frac{A}{2} + \varphi$, $BEF = \frac{A}{2} - \varphi$ et leur some ou $FEF' = A$.

Détails géométrografiques de la construction H.

Parmi les *solutions* géométriques que j'examine ici en les transformant géométrografiquement en constructions, quelques-unes, come la solution G, n'avaient pas été jusqu'au bout s'arêtant, suivant l'usage des géomètres, quand la *solution* était ramenée à cèle d'*un* problème conu, mais ici, le désintéressement absolu que l'on a de la construction réèle à éfectuer est tout à fait en évidence, car lorsque l'on a trouvé A, le triangle n'est pas construit, c'est une nouvèle donée, on est ramené non pas à *une* question conue ou très facile, mais à plusieurs, puisque l'on peut choisir par exemple les donées a, m, A ; a, B — C, A ; B — C, m, A pour achever le problème ; il n'est pas venu à l'idée du géomètre de dire ce qu'il falait choisir pour la plus grande simplicité à obtenir, ni coment on finirait alors. Il est probable que dans l'esprit de l'auteur, c'est a, m, A qui devait être pris, car il n'y avait qu'à décrire sur BC un segment capable de A et à tracer D(m), mais le croquis d'étude fait avant la construction amène à choisir a, B — C, A qui done, en l'espèce, une construction un peu plus simple que a, m, A et beaucoup plus simple que B — C, m, A, c'est cèle que nous alons développer. Nous ferons remarquer une fois de plus que la solution géométrique, suivie à la lètre, comporte le plus souvent une grande prodigalité de tracés inutiles que la géométrografie aprend à éviter, ce qui rend la construction plus simple et plus *exacte*.

Je place CB en prenant a dans le compas *(fig. 1)*, op. : $(2C_1)$, et je décris $V(a)$ — qui me servira tout à l'heure — op. : $(C_1 + C_3)$, $V(a)$ coupe VV_1 en V'_1 et VV_2 en V'_2. Je trace une droite quelconque, op. : (R_2), et d'un point quelconque B de cète droite *(fig. 12)*, je trace $B(a)$ qui la coupe

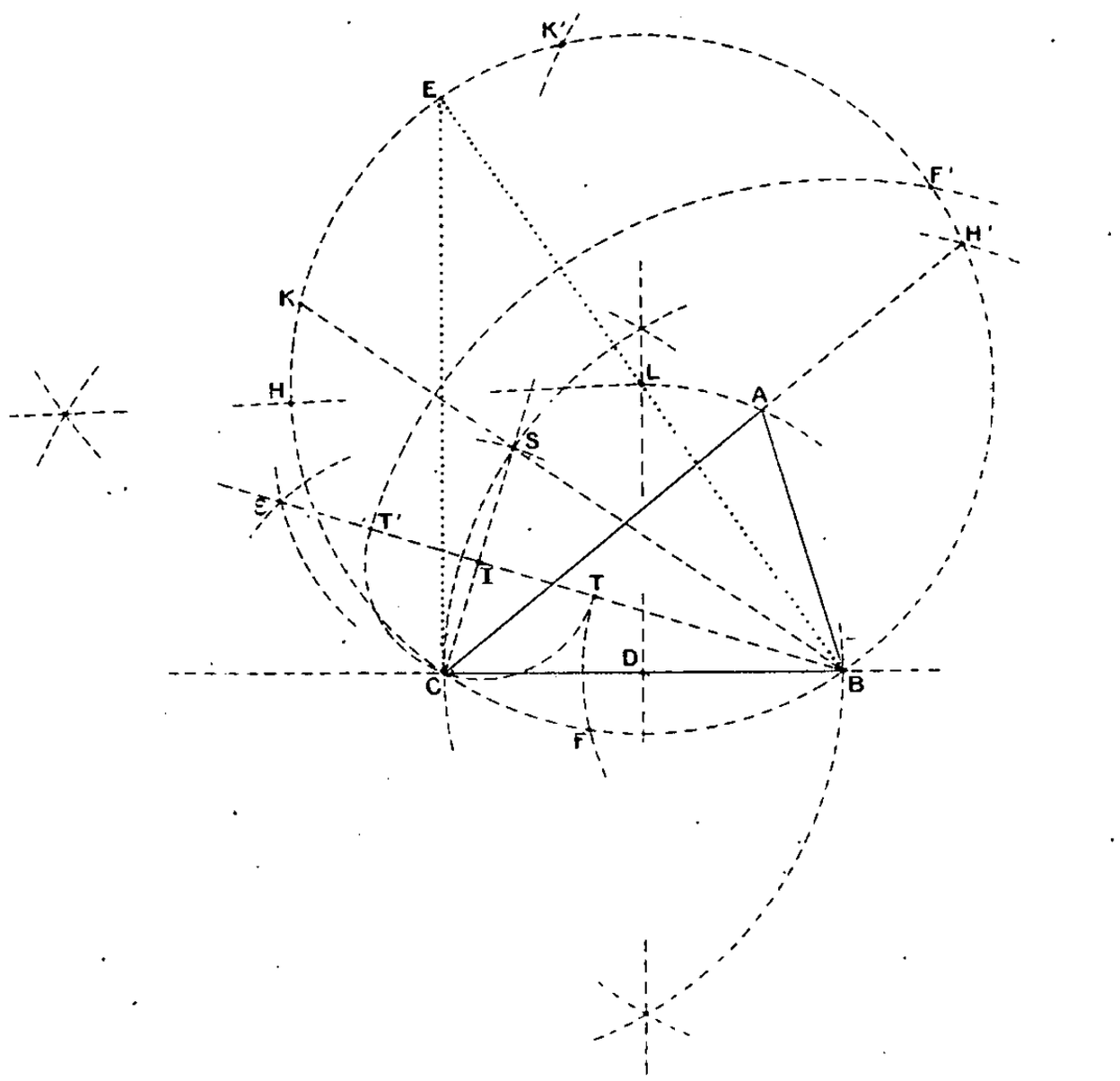


FIG. 12.

en C, op. : $(C_2 + C_3)$. Je prends le milieu D de BC — qui me servira tout à l'heure — en décrivant $C(a)$, op. : $(C_1 + C_3)$, et traçant l'intersection de $B(a)$ et de $C(a)$, op. : $(2R_1 + R_2)$. Je fais l'angle $IBC = \frac{\delta}{2}$, pour cela je prends *(fig. 1 et 12)* l'arc $CS = V'_1V'_2$ sur $B(a)$ à partir de C, en traçant $C(V'_1V'_2)$, op. : $(3C_1 + C_3)$; je trace BS, op. : $(2R_1 + R_2)$ — qui me servira tout à l'heure — je trace $S(V'_1V'_2)$ qui coupe $C(V'_1V'_2)$ en un point ε que je joins à B, op. : $(2R_1 + R_2 + C_1 + C_3)$; $\varepsilon BC = \frac{\delta}{2}$.

J'abaisse de C la perpendiculaire CI sur BI en traçant CS, op. : $(2R_1 + R_2)$. Je trace I(IC), op. : $(2C_1 + C_3)$, qui coupe BI en T et en T'. On a $BT = BI - IC$, $BT' = BI + IC$. Je trace B(BT), B(BT'), op. : $(3C_1 + 2C_3)$. Sur la perpendiculaire déjà élevée au milieu de BC pour avoir D, je prends

DL = m, en traçant D(m), op. : ($3C_1 + C_3$). Je trace L(LB), op. : ($2C_1 + C_3$), c'est le cercle CEB dont parle la solution géométrique. Ce cercle coupe B(BT) en F, B(BT′) en F′, F et F′ étant de côtés diférents de BI. L'angle FCF′, come l'angle FEF′, est égal à A. Soit K le point où BS coupe L(LB) KBC = δ. Si je prends sur L(LB) dans le sens convenable, arc F′K′ = arc CK, op. : ($3C_1 + C_3$), l'angle K′CF serait A + B — C ou 180 — 2C ; donc en divisant en deux parties égales en H, op. : ($2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3$), l'arc FCK′, l'arc FCH sera tel que le segment capable de C décrit sur sa corde est l'arc FBH′K′H. Il suit de là que si je porte dans le sens convenable arc FH à partir de B en H′, op. : ($3C_1 + C_3$), et que je trace CH′, op. : ($2R_1 + R_2$), ce sera le côté CA du triangle cherché. La circonférence D(m) coupe CH′ au point A, il ne me reste plus qu'à tracer AB, op. : ($2R_1 + R_2$) et la construction H me done le triangle ABC par le simbole op. : ($14R_1 + 8R_2 + 26C_1 + C_2 + 14C_3$) ; simplicité : 63 ; exactitude : 41 ; 8 droites, 14 cercles.

(I). — *Solution indiquée par* M. J.-J. Duran-Loriga.

Le point A *(fig. 2)* est sur l'hiperbole équilatère passant par B et C qui a pour asimptotes les droites passant au milieu D de BC et faisant avec BC l'une, un angle égal à $90 - \frac{\delta}{2}$, l'autre un angle égal à $180 - \frac{\delta}{2}$, A est aussi sur le cercle D(m), le problème revient donc à trouver l'intersection d'une hiperbole équilatère avec un cercle concentrique, ce qui peut se résoudre au moyen de la géométrie élémentaire.

Cète solution ne répond pas, en réalité, à la question posée, car èle fait intervenir l'hiperbole et ce que M. *Phileter* demande c'est une solution élémentaire, c'est-à-dire obtenue avec les éléments euclidiens, et non simplement une construction avec la règle et le compas par n'importe quel moyen, mais je note ici la réponse de M. J.-J. Duran-Loriga parce que j'y prends encore sur le fait, ce que, au point de vue de la géométrie, on apèle généralement résoudre un problème. M. Duran-Loriga le ramène à une question que l'on sait pouvoir être résolue, et cela sufit. Soit, au point de vue géométrique, mais au point de vue de la construction à faire, cela sufit si peu, cela est tèlement diférent d'une réponse qu'il m'est impossible d'examiner ici cète solution pour en déduire ses coéficients géométrografiques. On sait bien, en éfet, que lorsqu'une hiperbole équilatère est déterminée, on *peut* déterminer aussi avec la règle et le compas les points où èle rencontre un cercle concentrique ; mais suivant les éléments qui déterminent cète hiperbole, les constructions sont diférentes et je ne sais point cèle à laquèle l'auteur s'arêterait s'il alait jusqu'au bout. De cète hiperbole équilatère on conaît, ou bien l'on peut déterminer

presque imédiatement, le centre D, un diamètre BC, les asimptotes, la tangente en B qui fait avec CB l'angle $180 - \delta$, etc. Mais coment combiner ces éléments, surabondants d'ailleurs, pour placer A? ce qui est toute la question. Il n'y a même pas, à vrai dire, de solution *classique* à ces problèmes, quèle que soit la façon dont on combine les donées ; une réponse *géométrique* serait de déterminer les foyers F et F′ de l'hiperbole et dans le triangle FAF′ on conaîtrait la base FF′, la diférence des côtés F′A — FA (égale à F′B — FB) et la médiane DA. C'est une construction à chercher qui ne paraît pas du tout plus simple que cèle que M. *Phileter* demande Cependant M. Brocard, dans une lètre qu'il m'a adressée, déduit la construction F (de Bessel) du principe indiqué par M. Duran-Loriga.

Il va sans dire que ceci n'est point une critique de la solution géométrique de M. J.-J. Duran-Loriga, c'est une critique générale de la façon dont, le plus souvent, les géomètres, quels qu'ils soient, croient doner des constructions quand ils en démontrent seulement la possibilité sans les examiner *jamais* dans leur détail, si même ils vont jusqu'au bout de leurs indications. C'est cet examen métodique et codifié qui est l'objet de la géométrografie.

(J). — *Construction indiquée par* M. Luiz Sanchez de la Campa.

Soient $2k$ la base BC du triangle doné, 2γ l'angle BAC, m la médiane partant de A, $2\theta = B - C$, si c et b sont les côtés BA et CA on a : $b \sin\gamma + c \sin\gamma = 2k \cos\theta$; $c \cos\gamma - b \cos\gamma = 2k \sin\theta$,
d'où, très facilement :

$$b^2 - c^2 = 2\left[\frac{k^2 \cos^2\theta}{\sin^2\gamma} + \frac{k^2 \sin^2\theta}{\cos^2\gamma}\right]; \qquad \left(\frac{k\cos\theta}{\sin\gamma}\right)^2 + \left(\frac{k\sin\theta}{\cos\gamma}\right)^2 = k^2 + m^2.$$

On en déduit les constructions suivantes (le lecteur est prié de faire la figure) : Je trace les deux cercles de rayons $k\cos\theta$, $k\sin\theta$, de centres g et f tels que $\overline{gf}^2 = m^2 + k^2$, je mène une tangente comune extérieure, à ces deus cercles, i étant le point de contact sur le cercle de centre g, j le point de contact sur l'autre. La circonférence décrite sur gf come diamètre coupe ij en p et en q (les points i, p, q, j se succèdent dans cet ordre). On a pour γ les deus solutions ipg, iqg et $AC = qg + qf$, $AB = qg + qf$.

Détails géométrografiques de la construction J.

Construisons géométrografiquement la solution de M. de la Campa qui, selon l'habitude des géomètres, n'est qu'indiquée. C'est l'angle $B - C = 2\theta$ qui est doné ; pour construire $fde = \theta$ il faut donc d'abord diviser sur la

donée l'angle 2θ en deus parties égales, op.: $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + C_3)$ avec le rayon ρ, que j'ai pour cela dans le compas, je décris sur l'épure un cercle dont le centre est un point d quelconque (C_3). Je divise sur la donée, $2k$ en deus parties égales $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3)$. Je mène par d une droite quelconque $(R_1 + R_2)$ sur laquèle je prends $df = k$ $(3C_1 + C_3)$ au moyen de l'arc qui sous-tend θ, je trace la droite de tèle que $fde = \theta$ $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + C_3)$. Je projète f en e sur de $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3)$; on a $de = k\cos\theta$, $fe = k\sin\theta$. Je trace dg perpendiculaire à df en utilisant le cercle déjà tracé $d(\rho)$ $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3)$ et je prends $dg = m$ $(3C_1 + C_3)$. Je tracc $f(fe)$ $(2C_1 + C_3)$, $g(de)$ $(3C_1 + C_3)$ et je trace une tangente comune extérieure à ces deus cercles, je peus le faire avec op : $(8R_1 + 4R_2 + 12C_1 + 6C_3)$ par une construction où je me sers du cercle décrit sur gf come diamètre, lequel est déjà tracé; on a ainsi les points p et g. Pour achever la construction d'une des deus solutions, par exemple cèle où $iqg = \gamma$, je trace qg, qf $(4R_1 + 2R_2)$, puis $q(qf)$ $(2C_1 + C_3)$ qui coupe qg en g_1 tel que qg et qg_1 soient de même sens et en g_2 tel que gq et gg_2 soient de même sens. On a : $gg_1 = AB$, $gg_2 = AC$. Je trace $q(qi)$ $(2C_1 + C_3)$ qui coupe $g(gi)$ en i' et je trace qi' $(2R_1 + R_2)$; $iqi' = 2\gamma = A$. Je prends sur qi, $q\lambda = AC$ ou gg_2 $(3C_1 + C_3)$, je trace $\lambda\lambda'$ $(2R_1 + R_2)$ le triangle $q\lambda\lambda'$ égal à ABC. triangle cherché, est aussi obtenu par : op. : $(27R_1 + 14R_2 + 46C_1 + 26C_3)$; simplicité : 113; exactitude : 73; 14 droites, 26 cercles.

(K). — *Construction de* M. *A.-P. Ericsson.*

M. *Ericsson* (pseudonime) a envoyé une solution exacte et ingénieuse géométriquement parlant, mais presque autant que cèle de M. Duran-Loriga, èle est tèlement vague pour la construction définitive à exécuter qu'on peut la terminer de plusieurs façons très diférentes au point de vue géométrografique.

Voici la solution géométrique. Je supose le problème résolu (le lecteur est prié de faire la figure, nous ne répétons pas les notations de l'énoncé). Par D, milieu de BC, je mène une perpendiculaire à la bissectrice intérieure de A, èle la coupe en I; par B une perpendiculaire BE à DI (E sur DI). Le triangle rectangle DBF est conu car $DB = \frac{1}{2}BC$ et l'angle $BDE = \frac{B - C}{2}$. Je conais donc BE et DE. M. *Ericsson* démontre que l'on a $BE.DE = IA.DI$ et come $\overline{IA}^2 + \overline{DI}^2 = m^2$ on trouve $DA + DI$ et l'on est ramené, dit-il, à un problème classique, il s'arête là. Je supose que le problème classique que M. *Ericsson* a en vue est de construire le triangle rectangle ADI où l'on conaît l'hipoténuse et la some des deus côtés $DA + DI$. Il restera ensuite, ADI étant construit, à construire ABC.

Détails géométrografiques de la construction K.

Parmi les constructions dérivées de cète solution, toutes d'ailleurs géométrografiquement assez compliquées, je choisis cèle qui me *paraît* la plus simple, je n'ai pas le loisir de les analiser toutes.

J'apèle PQ la droite donée égale à $DA = m$, RS la donée égale à $BC = a$, je prends le milieu ω de RS $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3)$, je trace une droite quelconque (R_2) sur cète droite à partir d'un point D quelconque, je prends $DB = DC = \omega R\ (2C_1 + C_2 + C_3)$. Je divise la donée BC en deus parties égales $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3)$ et je fais en D avec DB un angle BDE $= \frac{B - C}{2}\ (2R_1 + R_2 + 4C_1 + 2C_3)$. J'abaisse de B la perpendiculaire BE sur DE $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3)$. D'après la solution géométrique j'ai à trouver AI + ID qui m'est donée par $(AI + ID)^2 = \overline{AD^2} + 2DE.BE$. il faut donc construire d'abord une longueur l égale à $\sqrt{2DE.BE}$ puis la droite égale à $\sqrt{\overline{AD^2} + l^2}$. Come j'ai $AI.DI = BE.DE = \frac{l^2}{2}$ il faut trouver la longueur $\frac{l}{\sqrt{2}}$ et enfin construire les longueurs AI et DI dont j'ai la some et le produit, porter sur DE en DI la longueur égale à DI, déterminer alors le point A et joindre enfin AB et AC. Tout cela est fort long et, en simplifiant géométrografiquement le plus que j'ai pu, j'ai trouvé pour simbole total :

op. : $(20R_1 + 12R_2 + 45C_1 + 25C_3)$;

simplicité : 102; exactitude : 65; 12 droites; 25 cercles.

On peut ariver souvent à simplifier une construction, en étudiant la solution géométrique avec la préocupation seule d'ariver à une simplification de la construction. La solution K va nous en fournir un exemple. J'apèle K′ cète modification à K. Je comence la construction come précédemment jusques et y compris le moment où j'abaisse la perpendiculaire BE sur DE ; ayant fait jusques-là le sopérations $(8R_1 + 5R_2 + 15C_1 + 11C_3)$. On a : AI.ID = BE.ED, mais AI.DI c'est le double de l'aire du triangle ADI, donc si l'on apèle h la longueur de la perpendiculaire abaissée de I sur AD on aura : $h = \frac{BE.ED}{AD}$. Construisons h. Je prends dans le compas la longueur $PQ = AD = m\ (2C_1)$. Je trace P(PQ) (C_3) et je trace la perpendiculaire au milieu ω_1 de PQ $(2R_1 + R_2 + C_1 + C_3)$ et je prends sur ED, dans le sens ED, $EA_1 = AD\ (C_1 + C_3)$; je trace D(AD) qui servira plus tard $(C_1 + C_3)$ puis par D je mène une paralèle à A_1B (non tracée) $(2R_1 + R_2 + 5C_1 + 2C_3)$ qui coupe EB en B_1, on a : $EB_1 = h$. Je puis maintenant construire sur la donée PQ le triangle $PQx = DAI$, pour cela je prends $\omega_1\beta = h\ (3C_1 + C_3)$ et

par β je mène une paralèle à PQ ($2R_1 + R_2 + 4C_1 + 2C_3$) èle coupe en γ le cercle $\omega_1(\omega_1 P)$ que je décris ($2C_1 + C_3$); $\gamma P = DI$, $\gamma Q = IA$; je trace $D(\gamma P)$ ($3C_1 + C_3$) qui place I sur DB puis $I(\gamma Q)$ ($3C_1 + C_3$) qui coupe D(DA) en A. Enfin, je trace BA, AC ($4R_1 + 2R_2$) et j'ai le triangle ABC par : op. : ($18R_1 + 10R_2 + 40C_1 + 23C_3$); simplicité : 91; exactitude : 58; 10 droites, 23 cercles.

Et rien ne dit qu'on ne puisse simplifier encore, car de même qu'en géométrie on ne peut afirmer qu'une démonstration est la plus simple qui soit, en géométrografie on doit toujours regarder come possible que des simplifications soient aportées à la façon dont on a construit.

SIMBOLE DES DIVERSES CONSTRUCTIONS PRÉCÉDENTES EN ADMÉTANT L'EMPLOI DE L'ÉQUÈRE, TANT POUR MENER LES PARALÈLES QUE POUR MENER LES PERPENDICULAIRES.

Construction A. — L'équère n'a pas d'emploi.

Construction B. — Dans 3° pour tracer JJ', au lieu de op. : ($2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3$) j'ai op. : ($2R'_1 + E + R_2$); pour tracer J*j*, au lieu de op. : ($2R_1 + R_2 + 2C_1 + C_3$), j'ai op. : ($2R'_1 + E + R_2$); pour tracer J'K', au lieu de op. : ($2R_1 + R_2 + 5C_1 + 2C_3$), j'ai op. : ($2R'_1 + E + R_2$). Dans 4° pour mener en K' la perpendiculaire en AA'_1, au lieu de op. : ($4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3$), j'ai op. : ($2R'_1 + E + R_2$); pour mener par D la paralèle à AA', au lieu de op. : ($2R_1 + R_2 + 3C_1 + C_3$), j'ai op. : ($2R'_1 + E + R_2$).

Ce qui done pour le simbole de la construction B avec l'équère :

Op. : ($10R_1 + 10R'_1 + 11R_2 + 5E + 19C_1 + C_2 + 9C_3$); simplicité : 65; exactitude : 45; 11 droites, 9 cercles.

Construction C. — Dans 1°, avec le compas pour mener en A_1 la perpendiculaire à AA, j'ai : op. : ($2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3$) et pour mener par X_1 la paralèle à EE, j'ai : op. : ($2R_1 + R_2 + 5C_1 + 2C_3$) en employant l'équère j'aurai op. : ($2R'_1 + E + R_2$) et op. : ($2R'_1 + E + R_2$). Dans 4°, pour mener en T la perpendiculaire à EF, au lieu de op. : ($4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3$) que j'ai avec le compas, j'ai avec l'équère op. : ($2R'_1 + E + R_2$). Dans 5°, pour mener par D la perpendiculaire à EF au lieu de op. : ($2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3$) avec le compas, j'ai avec l'équère, op. : ($2R'_1 + E + R_2$) ce qui fait que le simbole de la construction C avec l'équère, est :

Op. : ($15R_1 + 8R'_1 + 4E + 12R_2 + 14C_1 + 7C_3$); simplicité : 60; exactitude : 41; 12 droites, 7 cercles.

Construction D. — Dans 2°, pour mener par *i* une paralèle à B*j* avec le compas, j'ai op. : ($2R_1 + R_2 + 5C_1 + 2C_3$), avec l'équère, j'ai op. : ($2R'_1 + E + R_2$).

Le simbole total avec l'équère est donc :

Op. : ($10R_1 + 2R'_1 + E + 6R_2 + 14C_1 + C_2 + 8C_3$); simplicité : 42; exactitude : 28; 6 droites, 8 cercles.

Construction E. — Dans 1°, pour mener par B_1 une paralèle à A_1A', au lieu de op. : $(2R_1 + R_2 + 5C_1 + 2C_3)$, j'ai op. : $(2R'_1 + E + R_2)$ et pour mener par D la paralèle à AM, au lieu de op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + C_3)$ et du tracé de A(m) op. : $(C_1 + C_3)$ dans 1° j'ai op. : $(2R'_1 + E + R_2)$.

Simbole total :

Op. : $(11R_1 + 2R'_1 + E + 8R_2 + 17C_1 + C_2 + 9C_3)$; simplicité : 45; exactitude : 29; 8 droites, 8 cercles.

Construction F. — Dans 3°, pour mener par M une paralèle à EB, au lieu de op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + C_3)$, j'ai : op. : $(2R'_1 + E + R_2)$.

Simbole total avec l'équère :

Op. : $(13R_1 + 2R'_1 + E + 8R_2 + 14C_1 + 9C_3)$; simplicité : 47; exactitude : 30; 8 droites, 9 cercles.

Construction G. — Dans 5°, pour mener K'J, au lieu de op. : $(4R_1 + 2R_2)$, j'ai op. : $(2R'_1 + E + R_2)$.

Simbole total avec l'équère :

Op. : $(15R_1 + 2R'_1 + E + 9R_2 + 15C_1 + 9C_3)$; simplicité : 51; exactitude : 33; 9 droites, 9 cercles.

Construction H. — L'équère ne pourait s'employer qu'une fois et cet emploi n'abaisserait pas le simbole; *au contraire*, il l'augmenterait d'une opération, si l'on s'en servait pour mener la perpendiculaire CI sur BI — ce que l'on fait avec op. : $(2R_1 + R_2)$ — il faudrait op. : $(2R'_1 + E + R_2)$; come il n'y a qu'à joindre deux points, l'emploi de l'équère ne pourait venir que d'une inatention?

Construction I. — N'est pas sufisament explicitée pour être analysée.

Construction J. — L'équère ne peut s'employer que pour projeter f en e par $(2R'_1 + E + R_2)$ au lieu de $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3)$ et pour tracer dg perpendiculaire à df par $(2R'_1 + E + R_2)$ au lieu de $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3)$, ce qui fait pour simbole :

Op. : $(23R_1 + 4R'_1 + 2E + 14R_2 + 41C_1 + 21C_3)$; simplicité : 105; exactitude : 70; 14 droites, 21 cercles.

Construction K. — L'équère n'est à employer que pour abaisser de B la perpendiculaire BE sur DE, ce qui revient dans le simbole général à remplacer $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3)$ par $(2R'_1 + E + R_2)$.

Le simbole total en employant l'équère serait donc :

Op. : $(18R_1 + 2R'_1 + E + 12R_2 + 42C_1 + 22C_3)$; simplicité : 97; exactitude : 63; 12 droites, 22 cercles.

Construction K' ou K simplifiée. — L'équère n'est à employer que 1° pour mener la perpendiculaire BE de B sur DE $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3)$ est remplacée par $(2R'_1 + E + R_2)$; 2° pour mener par D une paralèle à A_1B (non tracée) $(2R_1 + R_2 + 5C_1 + 2C_3)$ est remplacé par $(2R'_1 + E + R_2)$; 3° pour méner par β une paralèle à PQ $(2R_1 + R_2 + 4C_1 + 2C_3)$ est remplacée par $(2R'_1 + E + R_2)$ Le simbole, avec l'équère, de la construction K' est donc :

Op. : $(12R_1 + 6R'_1 + 3\dot{E} + 10R_2 + 28C_1 + 16C_3)$; simplicité : 75; exactitude : 49 ; 10 droites; 16 cercles.

Cette discussion de douze constructions peut se résumer dans le tableau suivant d'où il ressort que la *construction* D fournie par la métode des équipollences est incontestablement la meilleure.

Le premier nombre à gauche dans chaque colone, done le coéficient de simplicité, le second, celui d'exactitude et les deus autres le nombre de droites et le nombre de cercles tracés.

DÉSIGNATION des CONSTRUCTIONS	AVEC LA RÈGLE ET LE COMPAS SEULS			EN ADMÉTANT AUSSI L'ÉQUÈRE		
A	71	45	10,16	L'équère n'a pas d'emploi.		
B	86	57	13,16	65	45	11, 9
C	80	51	13.16	60	41	12. 7
D	48	32	6,10	42	28	6, 8
E	54	35	8,11	45	29	8, 8
F	50	32	8.10	47	30	8, 9
G	53	34	10,9	51	33	9, 9
H	63	41	8,14	L'équère n'a pas d'emploi.		
I	Je n'ai pu examiner de construction dérivant de la solution I, qui n'est pas sufisamment explicitée.					
J	113	73	14,26	105	70	14,21
K	102	65	12,25	97	63	12,22
K′	91	58	10,23	75	49	10,16

M. R. FERET

Ancien élève de l'École Polytechnique, chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées, de Boulogne-sur-Mer

ÉTUDE GRAPHIQUE DE LA FLEXION DE PRISMES IMPARFAITEMENT ÉLASTIQUES [T 2 a]

— Seance du 18 septembre. —

Données du problème. — Soit un prisme homogène, rectangulaire, de largeur b et d'épaisseur h, formé d'une matière dans laquelle les allongements positifs ou négatifs ne soient pas proportionnels aux tensions correspondantes.

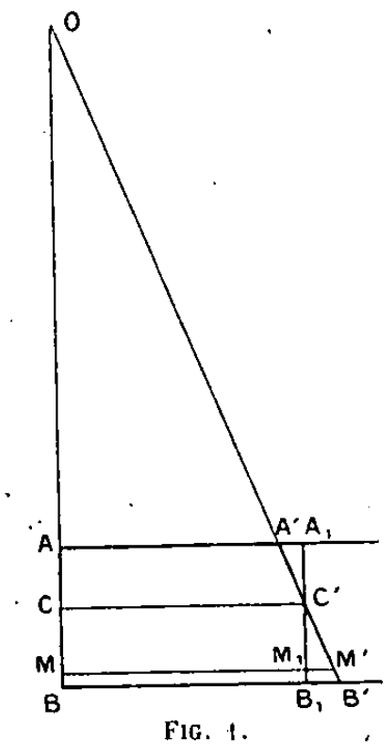


FIG. 1.

Supposons ce prisme sollicité exclusivement par des forces extérieures parallèles à sa hauteur, symétriques par rapport à son plan de symétrie vertical-longitudinal, et appelons M le moment fléchissant produit par ces forces dans une section transversale quelconque AB *(fig. 1)*, définie par son abscisse x, comptée suivant la longueur du prisme, à partir d'une origine quelconque.

En vertu du principe souvent vérifié de la conservation des sections planes, une section A_1B_1 située à une distance dx de la première prendra, par rapport à celle-ci, après flexion, une nouvelle position $A'B'$, et le rayon de courbure ρ de la fibre neutre déformée CC′ sera mesuré par la longueur OC.

La *résistance des matériaux* enseigne qu'avec une matière parfaitement élastique, la fibre neutre se trouve au milieu de l'épaisseur du prisme. Dans le cas actuel, il n'en est plus nécessairement de même. Soit z_0 sa distance inconnue AC à la fibre la plus comprimée. Pour une fibre quelconque MM_1 située à la distance $AM = z$ de cette dernière, l'allongement absolu est mesuré par M_1M' et l'on a :

$$\frac{M_1M'}{CC'} = \frac{C'M_1}{OC}, \quad \text{d'où :} \quad \frac{M_1M'}{dx} = \frac{z - z_0}{\rho}.$$

Solution algébrique. — Soit, pour la matière considérée, R la tension positive (traction) ou négative (compression), ramenée à l'unité de surface, correspondant à un allongement positif ou négatif λ par unité de longueur. Soit C_1OT_1 *(fig. 2)* la courbe, ayant pour abscisses λ et pour ordonnées R, qui définit la loi de déformation de la matière, loi que nous supposerons, pour un instant, traduite algébriquement par une équation :

$$R = f(\lambda). \tag{1}$$

Le rapport $\frac{M_1M'}{dx}$ n'est autre que λ, de sorte que l'on a :

$$\lambda = \frac{z - z_0}{\rho}, \tag{2}$$

et la tension correspondante est mesurée, avec son signe, par :

$$R = f\left(\frac{z - z_0}{\rho}\right).$$

Pour qu'il y ait équilibre entre les forces extérieures et intérieures agissant sur l'une des fractions de prisme limitées par le plan AB, il faut d'abord que la projection horizontale de toutes les forces intérieures développées dans la section considérée soit nulle. Pour une bande infiniment mince d'épaisseur dz et de la largeur du prisme, l'effort total est $bRdz$. La condition cherchée est donc :

$$\int_o bRdz = 0, \qquad \text{ou :} \qquad b\int_o^h f\left(\frac{z - z_0}{\rho}\right) dz = 0. \tag{3}$$

Il faut, d'autre part, que la somme des moments des forces intérieures, par rapport à l'horizontale du point C, soit égale à M, d'où la seconde condition :

$$M = \int_o^h b(z - z_0)\, Rdz, \text{ ou : } M = b\int_o^h (z - z_0) f\left(\frac{z - z_0}{\rho}\right) dz. \tag{4}$$

Quand la fonction f est définie algébriquement, ces deux équations font connaître les deux inconnues z_0'' et ρ, et il est ensuite facile d'en déduire, grâce aux égalités (1) et (2), l'allongement et la tension en un point quelconque de la section déformée.

Mais, outre que la résolution des équations (3) et (4) serait subordonnée à des difficultés d'intégration parfois inextricables, il est le plus souvent impossible de traduire en une formule algébrique les courbes de déformation fournies directement par les appareils d'essai des matériaux. Nous allons donc chercher à résoudre graphiquement le problème en partant de la courbe C_1OT_1.

Solution graphique. — Considérons, sur l'une des branches de courbe, deux points infiniment voisins M_1 et M_1' dont les abscisses OM et OM′ soient respectivement égales à λ et à $\lambda + d\lambda$; l'aire infiniment petite $MM_1M_1'M'$ est mesurée par $Rd\lambda$. Soient, dans la section considérée du prisme, OC et OT les allongements par unité de longueur $-\frac{z_0}{\rho}$ et $\frac{h - z_0}{\rho}$ des fibres extrêmes pour le moment fléchissant M.

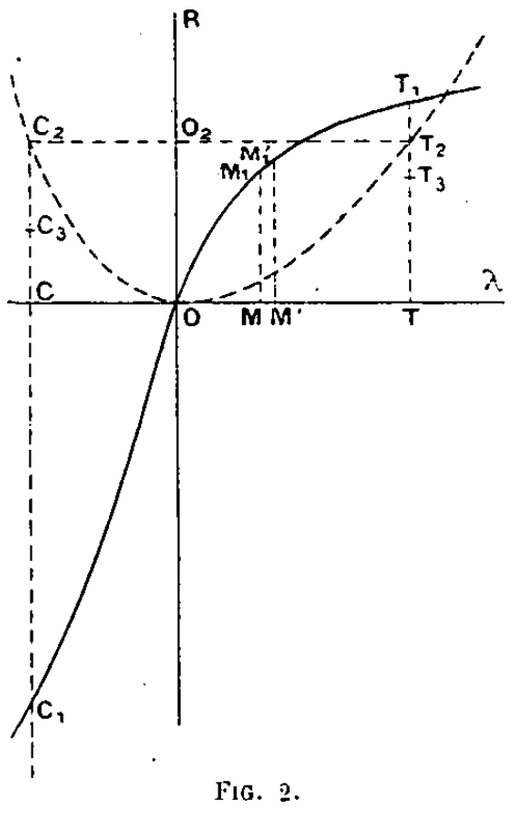


FIG. 2.

On a immédiatement : $CT = \frac{h}{\rho}$.

D'autre part, l'équation (3) devient, en remplaçant z par $z_0 + \lambda\rho$ [formule (2)] et écrivant séparément les efforts de compression et de traction :

$$(5) \qquad b\rho \int_{\frac{-z_0}{\rho}}^{0} R\,d\lambda + b\rho \int_{0}^{\frac{h - z_0}{\rho}} R\,d\lambda = 0.$$

Sous cette forme, elle exprime que l'aire du triangle curviligne OTT_1 est égale, en valeur absolue, à celle du triangle curviligne OCC_1.

Si donc, d'un même côté de l'axe des abscisses, on trace une courbe C_2OT_2 lieu géométrique des points C_2 et T_2 tels que :

$$CC_2 = \text{Aire } OCC_1,$$
$$TT_2 = \text{Aire } OTT_1,$$

toute parallèle à l'axe des abscisses coupera cette courbe en deux points C_2 et T_2 dont les abscisses mesureront les allongements par unité de longueur des deux fibres extrêmes de la section AB pour un certain moment fléchissant ; les valeurs de ρ et de z_0 seront d'ailleurs données par les égalités :

$$\frac{\rho}{h} = \frac{1}{CT}, \qquad \frac{z_0}{h} = \frac{CO}{CT},$$

et les tensions extrêmes seront mesurées par les ordonnées CC_1, TT_1, des points ayant mêmes abscisses sur la première courbe.

De même, l'équation (4) deviendra :

$$(6) \qquad M = b\rho^2 \left[\int_{\frac{-z_0}{\rho}}^{0} R\lambda\,d\lambda + \int_{0}^{\frac{h - z_0}{\rho}} R\lambda\,d\lambda \right].$$

Traçons la courbe C_3OT_3 lieu géométrique des points C_3 et T_3 tels que l'on ait :

$$CC_3 = \int_0^{OC} R\lambda d\lambda \quad \text{et} \quad TT_3 = \int_0^{OT} R\lambda d\lambda. \quad (*)$$

Nous aurons : $M = b\rho^2 (CC_3 + TT_3) = bh^2 \dfrac{CC_3 + TT_3}{\overline{CT}^2}$.

Mesurons le quotient $\dfrac{CC_3 + TT_3}{\overline{CT}^2}$ pour tous les groupes de points conjugués C et T qu'on peut déduire de la courbe C_2OT_2 et portons-en les valeurs en ordonnées, d'un même côté de l'axe des abscisses, aux points C et T. Nous aurons ainsi comme lieu géométrique une courbe C_4OT_4 qui, jointe à la courbe initiale C_1OT_1, permettra de résoudre rapidement tous les problèmes possibles sur la flexion de prismes rectangulaires, de dimensions quelconques, faits avec la matière considérée (**).

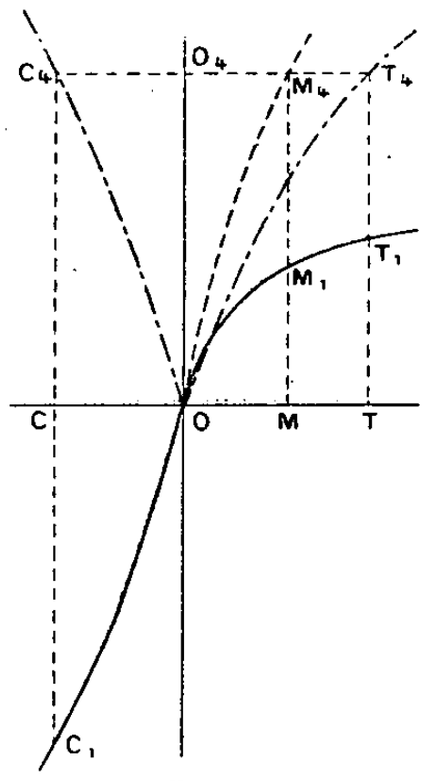


FIG. 5.

Soit, en effet, dans une section transversale quelconque d'un pareil prisme soutenu et chargé d'une manière quelconque, M le moment fléchissant à un instant quelconque du chargement.

A partir de l'origine *(fig. 5)*, prenons sur l'axe des ordonnées une longueur OO_4 égale au quotient $\dfrac{M}{bh^2}$ et, par le point O_4, menons à l'axe des abscisses une parallèle qui coupe la dernière courbe aux points C_4 et T_4, de part et d'autre de O_4 ; par ces points,

(*) Chacune de ces courbes pourra être obtenue facilement comme il suit : à une distance arbitraire $OA = a$ de l'origine *(fig. 3)*, traçons une parallèle à l'axe des ordonnées ; par le point T_1 menons une parallèle à OA, qui la coupe en B, et joignons OB, qui coupe TT_1 en t. On aura : $\dfrac{Tt}{AB} = \dfrac{OT}{OA}$, d'où $Tt = \dfrac{R\lambda}{a}$. Il suffira donc de tracer le lieu du point t et de porter en TT_3 une longueur égale au quotient par a de l'aire du triangle curviligne OTt.

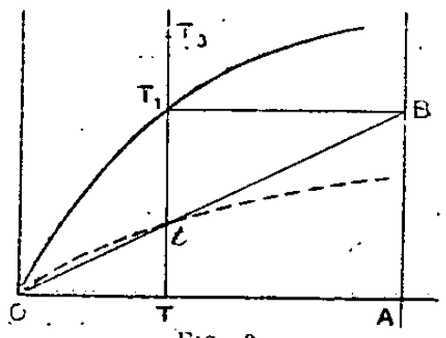


FIG. 3.

(**) La courbe C_4OT_4 peut être construite graphiquement comme il suit : Supposons les courbes OC_3 et OT_3 tracées, la première du côté des ordonnées négatives, la seconde du côté des ordonnées positives *(fig. 4)* ; joignons par une droite les deux points conjugués C_3 et T_3, et, du point C, abaissons une perpendiculaire sur cette droite. T′ étant son point d'intersection avec l'ordonnée du point T, on vérifie facilement que TT′ est égal à l'inverse de l'ordonnée cherchée. Dès lors, si l'on prend sur l'axe des abscisses une longueur arbitraire constante $TA = a$, et que du point A on élève une perpendiculaire à la droite AT′, cette ligne coupera l'ordonnée du point T en un point T_4 dont la distance à T sera égale au produit de l'ordonnée cherchée par la constante a^2, dont le choix fixera l'échelle des ordonnées de la nouvelle courbe. Enfin on construira l'autre branche en prenant $CC_4 = TT_4$.

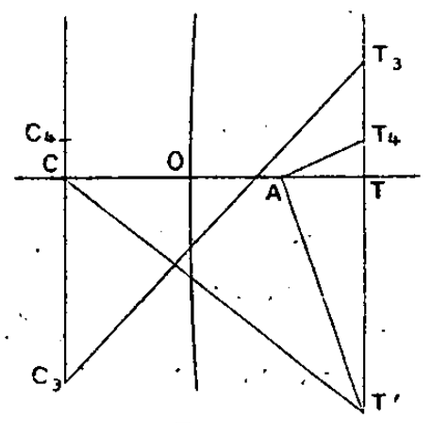


FIG. 4.

menons des parallèles à l'axe des ordonnées, coupant en C_1 et T_1 la première courbe. D'après la construction faite, on aura :

$$\frac{\rho}{h} = \frac{1}{C_4T_4}, \qquad \frac{z_0}{h} = \frac{C_4O_4}{C_4T_4},$$

Contraction par unité de longueur de la fibre la plus comprimée $= C_4O_4$;
Allongement par unité de longueur de la fibre la plus tendue $= O_4T_4$;
Compression par unité de surface de la fibre la plus comprimée $= CC_1$;
Tension par unité de surface de la fibre la plus tendue $= TT_1$.

Enfin, pour une fibre quelconque définie par sa distance z à la fibre la plus comprimée, on tracera l'ordonnée M_4M_1M telle que $\frac{C_4M_4}{C_4T_4} = \frac{z}{h}$, et l'on aura :

Allongement par unité de longueur (avec son signe) $= O_4M_4$;
Tension par unité de surface (avec son signe) $= MM_1$.

Conséquences diverses. — Il résulte immédiatement de ce qui précède que, quelles que soient la loi de déformation de la matière et les dimensions du prisme rectangulaire, la variation des allongements et des tensions suivant l'épaisseur du prisme dépend uniquement du rapport $\frac{M}{bh^2}$, de telle sorte que, pour une même matière et une même valeur de ce rapport, on a toujours, sur une fibre située à une fraction donnée de l'épaisseur des prismes, un même allongement et une même tension.

En particulier, les allongements et les tensions des fibres extrêmes sont des fonctions du rapport $\frac{M}{bh^2}$ seul ; mais, tandis que, pour les matières parfaitement élastiques ($R = E\lambda$), ils lui restent proportionnels (R maximum $= 6\frac{M}{bh^2}$), au contraire, dans le cas actuel, ils sont liés à $\frac{M}{bh^2}$ par une relation plus ou moins complexe traduite graphiquement, pour les allongements, par les courbes OC_4 et OT_4, et, pour les tensions, par des courbes analogues qu'il est aisé de déduire de ces dernières par l'intermédiaire des courbes OC_1 et OT_1.

On remarque en même temps, comme corollaire, qu'à un même allongement et une même tension de la fibre la plus tendue (et en particulier à la tension de rupture de cette dernière), correspondent toujours, pour une même matière, une même contraction et une même compression de la fibre la plus comprimée.

Enfin, la valeur de $\frac{z_0}{h}$ variant avec M, et par suite d'une section à l'autre,

le prisme soumis à une charge fixe n'a pas, à proprement parler, une *fibre neutre*, attendu que le lieu des points d'allongement nul affecte une forme courbe. De même, quand la charge varie, la *ligne neutre* se déplace.

Répartition des tensions. — La construction qui précède permet de déterminer la tension de la matière en tout point d'une section donnée. Il est donc facile de tracer la courbe de variation de ces tensions en fonction de z et d'en projeter les points à cote ronde sur la droite suivant laquelle la section correspondante se projette sur l'épure du prisme en élévation. En répétant la même opération pour un nombre suffisant de sections échelonnées sur toute la longueur du prisme, puis joignant les points de mêmes cotes, on aura une série de sortes de courbes de niveau, lieux géométriques des points du prisme pour lesquels, sous une charge fixe donnée, la tension a une même valeur.

En particulier, on pourra étudier, au moyen de ces lignes, la répartition des tensions le long d'une même fibre et la représenter par une courbe ayant pour base la projection de cette fibre et pour ordonnées les tensions de la matière en chaque point. Cette courbe pourra d'ailleurs être déduite directement de la figure 5, après qu'on aura tracé sur cette figure la courbe OM_4 lieu géométrique des points tels que le produit $\frac{C_4M_4}{C_4T_4} \times h$ soit constant et égal à l'ordonnée de la fibre considérée.

Répartition de l'effort tranchant dans chaque section. — S désignant la résistance au glissement longitudinal des fibres en un point quelconque, ou encore la composante verticale, en ce point, de l'effort tranchant, on a, comme dans le cas de l'élasticité parfaite : $\frac{dS}{dz} = \frac{dR}{dx}$.

Si donc on trace, pour un certain nombre de fibres, les courbes dont il vient d'être question, et qu'ensuite on mesure les coefficients angulaires des tangentes à ces courbes pour les points d'intersection de chaque fibre par une même section transversale du prisme, ces coefficients angulaires seront égaux aux valeurs successives de $\frac{dS}{dz}$ dans la section considérée.

On pourra donc tracer une nouvelle courbe ayant pour abscisses les valeurs de z et pour ordonnées celles de $\frac{dS}{dz}$, et la valeur de S correspondant à une valeur de z quelconque sera égale, à une constante près, à l'aire comprise entre l'axe des abscisses, la courbe et les ordonnées correspondant à l'origine et à la valeur de z considérée. On déterminera la constance de telle sorte que la somme des produits Sdz pour toute l'épaisseur du prisme, c'est-à-dire l'aire totale de la courbe en z et S depuis $z = 0$

jusqu'à $z = h$, soit égale au quotient de l'effort tranchant total, dans la section considérée, par la largeur b du prisme. Comme vérification, les valeurs de S devront être nulles pour les fibres extrêmes.

Le maximum de S a lieu, dans chaque section, non plus exactement au passage de la ligne neutre, mais néanmoins très près de cette ligne.

En répétant cette construction pour un nombre suffisant de sections transversales, et projetant sur leurs traces les points pour lesquels S a des valeurs exprimées par des nombres ronds formant une progression arithmétique, on pourra tracer, dans l'épure du prisme en élévation, les lieux géométriques des points pour lesquels S a une même valeur.

Distribution des efforts autour d'un point quelconque. — Les valeurs de R et de S en un point quelconque étant connues, on en déduit, comme dans le cas de l'élasticité parfaite, les efforts développés en ce point normalement et tangentiellement à un élément plan perpendiculaire au plan moyen du prisme et faisant l'angle ω avec la direction des fibres, par les relations :

$$X = S \sin 2\omega + \frac{R}{2}(1 - \cos 2\omega),$$

$$Y = S \cos 2\omega + \frac{R}{2} \sin 2\omega.$$

La valeur maximum de Y est mesurée par l'hypoténuse d'un triangle rectangle ayant pour côtés $\frac{R}{2}$ et S ; quant aux efforts normaux maximum de tension et de compression développées autour du point en question, ils sont égaux, en valeur absolue, à la somme et à la différence de cette hypoténuse et de la demi-tension longitudinale $\frac{R}{2}$.

Forme prise par le prisme sous charge. — Le rayon de courbure de la ligne neutre déformée, pour une section dans laquelle le quotient $\frac{M}{bh^2}$ a une valeur donnée mesurée par la longueur OO_4, est inversement proportionnel à la longueur C_4T_4.

On pourra donc, grâce à la construction qui précède, mesurer ce rayon de courbure pour toutes les sections transversales du prisme et construire de proche en proche la courbe de la ligne neutre déformée.

Toutefois cette ligne ne représentera pas la déformation d'une fibre. On aura la courbe correspondant à une fibre quelconque d'ordonnée z_1, en augmentant partout ρ de la valeur correspondante de la différence $z - z_0$,

z_0 étant mesuré, comme on l'a vu, par le produit de la hauteur h par le rapport $\frac{C_4O_4}{C_4T_4}$.

Poutres hétérogènes. — Les constructions qui précèdent s'appliquent encore, à condition qu'on les modifie convenablement, au cas de poutres formées par un ensemble de plusieurs matériaux, et, en particulier, aux poutres en ciment armé, à condition toutefois que, dans ces dernières, on considère le fer comme parfaitement élastique et la loi de déformation du mortier comme identique à elle-même à toute distance de l'armature. La description de la méthode à appliquer dans ce cas allongerait trop cette note ; elle sera d'ailleurs développée dans un ouvrage sur les poutres armées que nous comptons publier prochainement.

Déformations permanentes. — Enfin, la même méthode permet de déterminer la position de retour, après déchargement, d'une section quelconque d'une poutre, homogène ou non, position qui, en raison des déformations permanentes de la matière, diffère de la position initiale de la section. On trouvera, en outre, dans le même travail, la détermination des tensions rémanentes dans chaque fibre après modification ou cessation des efforts extérieurs.

M. C.-A. LAISANT

Docteur ès Sciences, Examinateur à l'École Polytechnique.

AIRE D'UNE COURBE GAUCHE FERMÉE [O3]

— Séance du 19 septembre —

1. — Si l'on considère une courbe plane fermée, ou plutôt un contour plan fermé quelconque, on peut imaginer l'aire de cette courbe ou de ce contour comme représentée par un vecteur perpendiculaire au plan de la figure et dirigé dans un sens ou dans le sens opposé, suivant le sens de circulation qui caractérise le signe de l'aire.

Si AB est un élément infiniment petit du contour, en appelant O un point arbitraire du plan, l'aire OAB est représentée en grandeur et en

signe par un vecteur infiniment petit qui peut s'écrire (*) $V(OA.OB) = V_{AB}$, et la représentation de l'aire totale dont nous venons de parler peut être donnée par le symbole $\int V_{AB}$, le signe $\int$ s'étendant à tout le contour et représentant une somme d'éléments vectoriels infiniment petits, mais tous perpendiculaires au plan de la figure, et par conséquent parallèles entre eux.

Il y a, bien entendu, des contours dont l'aire est nulle ; l'exemple le plus naturel et le plus frappant peut-être qu'on en puisse donner est celui de la lemniscate.

Nous rappelons pour mémoire que toutes les propriétés projectives des aires planes se traduiront par celles des vecteurs correspondants. Ainsi les projections de l'aire sur des plans quelconques seront représentées par celles des vecteurs sur les axes de ces plans ; la grandeur de l'aire est la racine carrée de la somme des carrés des aires des projections sur trois plans rectangulaires, etc.

2. — Ces notions étant rappelées, il va nous être facile de les étendre à un contour fermé quelconque dans l'espace, contour gauche en général. Considérons, en effet, tout d'abord un contour polygonal ABC...LA. Si O est un point quelconque de l'espace, et si nous considérons l'aire OAB, elle peut être représentée, en écrivant $OA = A$, $OB = B$, par le vecteur V_{AB}, en grandeur, direction ou orientation, et sens. En effectuant la somme *géométrique* de tous ces vecteurs, nous aurons :

$$\sum V_{AB} = V_{AB} + V_{BC} + \ldots + V_{LA}.$$

Or, si nous avions choisi un autre point O_1, en posant $O_1O = K$, et en faisant la même opération, nous trouverions :

$$\sum V_{(K+A)(K+B)} = \sum V_{K^2} + \sum V_{KB} + \sum V_{AK} + \sum V_{AB}.$$

Mais V_{K^2} est identiquement nul, et $V_{PQ} = -V_{QP}$, de sorte que l'ensemble des trois premiers termes s'annule et que le résultat $\sum V_{AB}$ est le même que ci-dessus. Le vecteur représentatif de l'aire totale est donc indépendant du point O. Si nous supposons maintenant que les éléments AB, BC, ... deviennent infiniment petits et infiniment nombreux, nous voyons que la propriété dont il s'agit s'étend à un contour gauche curviligne ou mixtiligne absolument quelconque, pourvu qu'il soit fermé (**).

(*) Au facteur près $\frac{1}{2}$ que nous supprimons constamment pour simplifier.

(**) On peut encore, X étant un point quelconque de la courbe, exprimer l'aire élémentaire OXX, par $V_x dx$ et l'aire totale par $\int V_x dx$; et comme $V_{(x+K)}dx = V_x dx + V_K dx$, on a :

$$\int V_{(x+K)}dx = \int V_x dx + V_K \int dx = \int V_x dx, \text{ car } \int dx = 0,$$

ce qui prouve que l'aire est indépendante du point O.

On peut donner de cette propriété fondamentale une démonstration extrêmement simple et élégante (*), qui dispense de tout recours au calcul vectoriel, et qui emprunte des notions élémentaires à la statique. Si, en effet, dans le polygone ABC...LA ci-dessus, nous considérons AB, BC,..., LA, comme représentant des forces respectivement appliquées en A, B,..., L, la résultante de translation est nulle; le système se réduit donc à un couple, et c'est précisément le vecteur de ce couple qui représente ce que nous avons considéré comme l'aire du polygone. On passe, du reste, du polygone à un contour curviligne exactement comme ci-dessus.

3. — Il suit de là qu'à une courbe gauche fermée (ou plus généralement à un contour fermé) sont attachées une *grandeur* qu'on peut appeler la grandeur de son aire, et une *orientation* de plan qu'on peut appeler l'orientation du plan moyen de la courbe en question. Ces deux notions se confondent avec les notions d'aires habituelles, s'il s'agit d'une courbe plane.

Il est d'ailleurs bien aisé, d'après ce qui précède, de comprendre comment peuvent être déterminés les deux éléments dont il s'agit. Projetons, en effet, la courbe sur trois plans rectangulaires quelconques formant le trièdre trirectangle $Oxyz$, et appelons X, Y, Z les aires, en grandeur et en signe, de ces trois projections. La grandeur de l'aire sera $\sqrt{X^2+Y^2+Z}$ et le plan moyen sera perpendiculaire à la droite OM, joignant l'origine au point ayant pour coordonnées X, Y, Z. En d'autres termes, OM sera le vecteur représentatif de l'aire de la courbe.

4. — Si, en particulier, nous prenons un système d'axes coordonnés rectangulaires $Oxyz$, tel que Oz coïncide avec OM, la projection de la courbe sur le plan des xy aura pour aire celle de la courbe elle-même. Sa projection sur tout plan perpendiculaire à celui des xy sera nulle.

Les propriétés suivantes deviennent alors intuitives :

Si l'on projette une courbe fermée quelconque sur des plans passant par un point fixe :

1° *Tous les plans sur lesquels la projection a une aire nulle passent par une même droite* (Δ) ;

2° *Tous les plans sur lesquels la projection a une aire qui reste constante, sont tangents à un cône de révolution dont l'axe est* (Δ) ;

3° *La projection sur un plan perpendiculaire à* (Δ) *est maximum.*

On remarquera que si les projections sur trois plans formant un trièdre ont des aires nulles, il en sera de même pour un plan quelconque. L'orientation du plan moyen devient alors indéterminée.

Lorsque deux cylindres se coupent sans pénétration, la courbe d'arrachement a pour plan d'orientation moyenne un plan parallèle aux géné-

(*) Elle m'a été indiquée par M. Appell.

ratrices des deux cylindres. Cela résulte de ce que les projections sur les plans des sections droites sont évidemment nulles.

Il est important aussi de constater que si l'on substitue à la courbe (T) considérée sa projection (T_1) sur un plan d'orientation moyenne, cette courbe plane (T_1) la représente, pour ainsi dire, complètement au point de vue des propriétés concernant les aires ; c'est-à-dire que sur un plan quelconque, les projections de l'une et de l'autre courbe auront des aires égales.

On remarquera enfin que l'aire de toute surface s'appuyant sur la courbe est supérieure à la grandeur de l'aire orientée que nous avons définie, puisque chaque élément de cette dernière est la projection d'un élément correspondant de l'autre sur le plan d'orientation moyenne.

Quelques-unes des propriétés signalées dans ce numéro m'ont été indiquées par M. Félix Lucas, qui a bien voulu s'intéresser à la question, à la suite de conversations échangées entre nous à ce sujet.

5. — Une application assez intéressante consiste dans la détermination de l'aire d'un quadrilatère gauche ABCD. On peut l'évaluer en rapportant les vecteurs au point A pris comme origine, et l'on a :

$$V(AB.AC) + V(AC.AD) = V(AB.AC) - V(AD.AC = V(DB.AC).$$

L'aire est donc représentée par un vecteur perpendiculaire aux deux diagonales DB, AC, et sa grandeur est le produit de ces diagonales par le demi-sinus de l'angle qu'elles forment. L'orientation moyenne du quadrilatère est celle d'un plan parallèle aux deux diagonales. Si l'on compare le quadrilatère ABCD et le tétraèdre ABCD, on peut dire aussi que le volume du tétraèdre, en grandeur, est donné par le produit de l'aire du quadrilatère multiplié par le tiers de la plus courte distance des deux diagonales. On remarque aussi que la projection du quadrilatère sur tout plan parallèle à la perpendiculaire commune aux deux diagonales a une aire nulle.

6. — Reprenons, comme plus haut (4), un système d'axes coordonnés rectangulaires, tel que le plan des xy soit parallèle à l'orientation moyenne ; et supposons, en outre, que la projection (T_1) sur ce plan ayant été faite, on ait choisi comme origine O le centre de gravité de l'aire de cette courbe plane (T_1). L'axe des z devient alors ce que nous pouvons appeler l'axe central de la courbe. Cet axe central est complètement déterminé, comme on le voit, en direction et en position, dès que la courbe est elle-même donnée.

Avec ce choix de coordonnées, soit σ l'aire de la courbe (T_1) et $d\sigma$ un élément de cette aire compris entre deux rayons issus de O et infiniment voisins. Si nous considérons un point M de (T) correspondant à cet élé-

ment, en appelant z son ordonnée perpendiculaire au plan des xy, nous écrirons $\int z d\sigma = \zeta\sigma$; prenons, sur $0z$, le segment $0\Omega = \zeta$; le point Ω sera ce que nous pourrons appeler le centre de l'aire de la courbe.

En portant l'origine en Ω, on aura $\int z d\sigma = 0$; on peut considérer alors que le plan d'orientation moyenne passant par Ω, c'est-à-dire le plan des xy, est le véritable plan moyen de la courbe, au point de vue de l'aire, celui dont la courbe se rapproche le plus.

En résumé, le système des coordonnées étant celui que nous venons d'indiquer, avec Ω pour origine, on a les conditions suivantes, en appelant x,y,z les coordonnées d'un point quelconque de la courbe :

$$(1) \qquad \int z dx = 0, \qquad \int z dy = 0,$$

$$(2) \qquad \int x^2 dy = \int xy dx; \qquad \int y^2 dx = \int xy dy,$$

$$(3) \qquad \int zx dy = \int yz dx.$$

Les équations (1) expriment que les projections sur les plans des zx et des zy ont des aires nulles ; les équations (2) expriment que l'origine est le centre de gravité de l'aire de la projection sur le plan des xy ; et l'équation (3) exprime que l'origine Ω est le centre de l'aire. Naturellement, les intégrales sont prises entre les limites qui correspondent au contour complet.

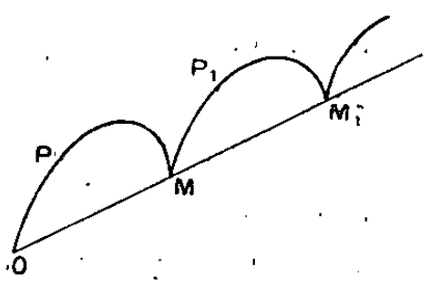
Si l'on représente chaque point par les coordonnées polaires r,θ de sa projection sur le plan des xy et par son ordonnée z, l'angle polaire θ étant la variable indépendante, les conditions ci-dessus peuvent s'écrire :

$$(1') \quad \int z \cos\theta \, dr = \int zr \sin\theta \, d\theta, \qquad \int z \sin\theta \, dr = -\int zr \cos\theta \, d\theta,$$

$$(2') \qquad \int r^3 \cos\theta \, d\theta = 0, \qquad \int r^3 \sin\theta \, d\theta = 0,$$

$$(3') \qquad \int zr^2 \, d\theta = 0.$$

7. — En prenant un point fixe arbitraire O, comme nous l'avons fait précédemment, et en faisant parcourir la courbe fermée par un point mobile, on obtient une représentation vectorielle assez intéressante de l'aire relative à ce point. Il suffit, en effet, de considérer le vecteur infiniment petit perpendiculaire au plan OAA', AA' étant un élément de la courbe, et d'effectuer la sommation de ces vecteurs dans l'espace, pour avoir à chaque instant la représentation de l'aire balayée par le rayon mobile OA ; l'extrémité P du vecteur représentatif décrira une courbe dans l'espace, et chaque élément de cette courbe sera perpendiculaire à l'élément OAA' correspondant, c'est-à-dire au plan tangent au cône de sommet O, ayant la



courbe pour directrice. Lorsque tout le contour de la courbe aura été parcouru, le point P sera venu en M, et le vecteur OM sera précisément celui que nous avons considéré comme représentant l'aire de la courbe, c'est-à dire indépendant du point O. En continuant alors à faire circuler le point mobile A sur la courbe donnée, la courbe (P) se reproduira identiquement à partir de M, et ainsi de suite indéfiniment. Nous aurons ainsi, pour chaque point O de l'espace, une courbe $OPMP_1M_1\ldots$ formée d'une infinité de branches identiques, et pour toutes ces courbes OM restera constant en grandeur, direction et sens. Les tangentes en O, M, $M_1, \ldots$, sont perpendiculaires au plan tangent au cône, au point A_0 choisi comme position initiale. On voit que ces courbes représentatives dépendent non seulement du point O, mais aussi de cette position initiale. L'étude en serait sans doute intéressante, mais elle nous entraînerait au delà des limites dans lesquelles nous tenons à maintenir cette communication.

M. DRUART

à Reims.

RÉFORME DU CALENDRIER [529.5]

— Séance du 18 septembre —

A la suite d'un concours organisé par M. Camille Flammarion, il y a quelques années, pour la réforme du calendrier, un des concurrents avait trouvé la combinaison suivante, qui fut adoptée :

Il serait retranché un jour de l'année actuelle ordinaire, deux jours dans les années bissextiles.

Il restait ainsi 364 jours qui formeraient quatre trimestres égaux de 91 jours chacun, soit 13 semaines.

Chaque trimestre commencerait un lundi pour se terminer un dimanche. Il serait composé de deux mois à 30 jours et d'un mois à 31 jours.

Le jour retranché s'appellerait *Premier jour de l'année*, sans emprunter aucun nom de mois ni de jour de semaine et remplacerait le premier janvier actuel.

Le premier janvier nouveau ne commencerait que le lendemain.

Là s'arrêtait la conception. Restait donc à déterminer quel serait le mois

de chaque trimestre qui aurait 31 jours et à quelle date et sous quel nom se placerait le jour supplémentaire des années bissextiles.

Par une décision des plus fâcheuses, *et c'est sur ce point que je désire attirer votre attention*, c'est le premier mois de chaque trimestre qui a été adopté pour avoir 31 jours.

Cette décision, qui ne repose sur aucune raison scientifique, est donc simplement arbitraire. Elle aurait les plus graves inconvénients au point de vue des échéances de fin de mois des effets de commerce, échéances qui seraient, en effet, des plus bizarres, ainsi que vous allez pouvoir en juger :

En effet si le mois de 31 jours était le premier du trimestre, ce premier mois ayant 31 jours, les échéances seraient le 31 ; le deuxième mois ayant 30 jours, les échéances seraient le 30 ; le troisième mois ayant 30 jours, les échéances seraient le 29, puisque ce troisième mois finissant un dimanche, les effets de commerce se présenteraient la veille.

C'est donc une échéance différente pour chaque mois.

Frappé de ce grave inconvénient, j'ai proposé, sans y réussir, que ce soit le troisième mois de chaque trimestre qui ait 31 jours et en voici les raisons :

N'est-il pas d'ailleurs très naturel que ce soient les mois des équinoxes et des solstices, soit des quatre saisons, qui aient 31 jours.

Bien que cette considération n'ait qu'une valeur relative, on peut bien admettre, il semble, qu'elle aurait dû avoir un certain poids dans la décision à prendre.

Mais où l'adoption du troisième mois de chaque trimestre pour celui à 31 jours, acquiert une très grande valeur, c'est au point de vue des échéances des effets de commerce dont il est parlé plus haut.

Voici, en effet, ce qui en résulterait :

Le premier mois ayant 30 jours, les échéances seraient le 30;
le deuxième mois ayant 30 jours, les échéances seraient le 30;
le troisième mois ayant 31 jours, les échéances seraient le 30;
puisque ce troisième mois se terminerait par un dimanche.

Donc, toutes les échéances de fin de mois seraient uniformément le 30; c'est un avantage inappréciable.

Quant à la place à donner au jour supplémentaire des années bissextiles, j'ignore quelle décision a été prise.

Certains ont proposé de le placer après le premier jour de l'année, en l'appelant deuxième jour de l'année ; ce qui ne signifie pas grand'chose.

J'ai proposé, sans qu'on y ait répondu, de placer ce jour à la fin de l'année, après le 31 décembre, entre cette date et le premier jour de l'an, sans nom de mois ni de jour de semaine, comme ce dernier, en le dénommant simplement *Jour supplémentaire*. N'est-ce pas rationnel ?

J'ai reçu à ce sujet des félicitations de savants.

Ne serait-il pas utile de soumettre cette question à la Société pour l'avancement des sciences. Cette Société est à même de donner à cette réforme une grande chance de réussite, au moyen des sociétés savantes avec lesquelles elle se trouve en correspondance à l'étranger et de ses nombreux membres en France.

Le moment est bien choisi pour cela, à l'occasion de l'Exposition de 1900 où se trouveront réunis à Paris un grand nombre de membres et de délégués de sociétés savantes de tout l'univers. C'est peut-être la seule occasion qui se présentera de longtemps de résoudre enfin cette question universelle de la *Réforme du calendrier*, mise sur le tapis depuis si longtemps et dont il n'est plus même question aujourd'hui.

On pourrait alors commencer le vingtième siècle par *le premier jour de l'an 1901*.

M. A. BEGHIN

Licencié ès sciences mathématiques et ès sciences physiques,
Professeur à l'Ecole Nationale des Arts Industriels de Roubaix.

RÈGLE A CALCULS (MODÈLE SPÉCIAL), PERMETTANT DE RÉSOUDRE, PAR UN SEUL MOUVEMENT DE LA RÉGLETTE, TOUTES LES OPÉRATIONS EFFECTUÉES PAR LES AUTRES RÈGLES, AVEC UNE APPROXIMATION DEUX FOIS PLUS GRANDE ET EN PLUS PRINCIPALEMENT : LE PRODUIT DE TROIS FACTEURS, LE QUOTIENT D'UN NOMBRE PAR LE PRODUIT DE DEUX AUTRES.

— Séance du 18 septembre —

Préliminaires. — La règle à calculs est un ingénieux instrument dont les applications sont multiples, les organes absolument simples et indéréglables, la manœuvre d'une facilité extrême; elle possède ainsi des titres plus que suffisants pour prétendre au bénéfice de la popularité. Ce si utile auxiliaire du calculateur — et tout le monde l'est plus ou moins — devient indispensable à qui a voulu prendre la peine, bien légère, de se familiariser avec son fonctionnement; les ingénieurs et les praticiens éclairés ne font aucune opération sans y recourir, soit pour obtenir, soit pour contrôler un résultat. Mais, combien encore ses services pourraient être généralisés et étendus, si d'abord on voulait bien lui accorder, dans l'enseignement,

une place moins modeste, restreinte qu'elle est à quelques rares écoles. Son étude ne surchargerait pas sensiblement des programmes qui le sont déjà trop, et dont on pourrait par contre et avec profit, supprimer nombre de questions purement spéculatives, inadmissibles à notre époque où la lutte sur le terrain industriel a atteint un maximum d'intensité qui, en donnant au temps une valeur considérable, a mis en première ligne tout ce qui contribue à l'économiser. La règle peut revendiquer à bon droit cet honneur, car elle fournit immédiatement des résultats nécessitant parfois de longs calculs; de plus, elle éclaire le jugement au moyen d'une certitude mathématique réservée trop souvent à quelques initiés. Ces propriétés éminemment précieuses mériteraient qu'on en rende la pratique obligatoire non seulement pour ceux qui reçoivent une certaine culture intellectuelle, mais encore, et surtout, pour les futurs ouvriers qui n'ont pas le loisir de s'arrêter aux raisonnements et aux abstractions mathématiques ; il n'est pas exagéré de prétendre que l'inscription de cette étude dans les programmes de l'enseignement primaire, qui serait le meilleur moyen de le vulgariser, contribuerait dans une large mesure, à élever le niveau intellectuel des travailleurs et serait véritablement un bienfait social.

Pénétré de ces idées, j'ai cru faire œuvre utile en cherchant à accroître le domaine des opérations effectuées par cet admirable instrument, de manière qu'il n'y eût, en pratique, que de très rares calculs qui puissent lui échapper, à augmenter en même temps la précision des résultats tout en conservant, ce qui est indispensable, la simplicité dans le mode opératoire. Pour arriver à en faire, pour ainsi dire, un outil populaire, l'auteur et le constructeur ont renoncé à tirer un bénéfice, l'un de son œuvre, l'autre de son travail supplémentaire. Ils se croiront suffisamment rémunérés si le public reconnaît que le but proposé a été atteint.

Historique. — *Types de règles.* — La règle à calculs, imaginée par Gunther et Wingate au commencement du XVII^e^ siècle, fut perfectionnée par Partridge en 1671 et par Leadbetter en 1750. Son introduction en France date de 1821 ; elle y fut construite par Lenoir d'abord, puis par ses successeurs, Gravet-Lenoir et Tavernier-Gravet.

Il existe deux modèles courants de règles, la règle ordinaire et la règle modifiée, avec curseur, inventée par M. Mannheim en 1851. D'autres types ont été proposés mais n'ont pas prévalu dans la pratique ordinaire ; toutefois il convient de citer parmi les plus remarquables, la règle à double réglette de M. Péraux et la règle à échelles repliées de M. Mannheim.

Une règle à calculs comprend une règle proprement dite et une partie mobile, réglette ou tiroir qui glisse dans une coulisse de la règle. Elle possède différentes échelles graduées de 1 à 10 avec subdivisions ; les longueurs portées sur ces échelles depuis l'origine sont proportionnelles

aux logarithmes des nombres qui y sont inscrits ; les lectures se font sans tenir compte de la place de la virgule.

La règle ordinaire porte à sa partie supérieure deux échelles identiques placées à la suite l'une de l'autre et à sa partie inférieure une seule échelle mais de longueur double. La réglette est graduée en haut et en bas comme la partie supérieure de la règle.

Le perfectionnement de M. Mannheim a été de graduer inférieurement la réglette comme la règle, à laquelle elle devient absolument identique. Cette règle nécessite, pour quelques opérations, l'emploi d'un curseur.

Une règle à calculs est essentiellement un instrument de proportions ; dans une position quelconque de la réglette, les nombres en regard sur ses échelles et sur celles de même espèce de la règle sont dans le même rapport ; cette propriété permet de déterminer une quatrième proportionnelle. Avec la règle ordinaire, on ne peut opérer qu'au moyen des échelles supérieures ; avec la règle Mannheim, en se servant des échelles inférieures, on obtiendra les résultats avec une précision deux fois plus grande, mais leur emploi est soumis à des restrictions ; si nous considérons la proportion $x = \frac{mn}{p}$, on pourra vérifier que m et n étant tous deux inférieurs en valeur absolue à p, l'emploi des échelles inférieures exige que p soit aussi inférieur en valeur absolue, à mn ; si, au contraire m, et n sont ensemble supérieurs, en valeur absolue, à p, il faut que la valeur absolue de p soit plus grande que celle de mn. Si p ou n sont égaux à l'unité, l'opération se réduit à une multiplication ou à une division, toujours possible avec les échelles inférieures.

Propriétés et description de la nouvelle règle. — La nouvelle règle à calculs que j'ai fait construire par la maison Tavernier-Gravet présente l'avantage de pouvoir, *dans tous les cas*, déterminer une quatrième proportionnelle au moyen des grandes échelles (échelles inférieures des règles ordinaire et Mannheim). De plus, avec les mêmes grandes échelles, et *par un seul mouvement* de la réglette, elle effectue *le produit de trois facteurs* et *le quotient d'un nombre par le produit de deux autres*. Ces propriétés sont obtenues, *sans aucune complication dans le procédé opératoire* et sans que la règle cesse de pouvoir résoudre, par un seul déplacement de la réglette, les mêmes opérations que les règles anciennes.

Certaines opérations fréquemment rencontrées telles que $x = \frac{mA^2}{B^2}$ ou $x = m\sqrt{\frac{A}{B}}$, dont le calcul direct n'est pas toujours possible avec les autres modèles sont ici susceptibles d'une solution générale, par un seul déplacement de la réglette

L'approximation est généralement deux fois plus grande qu'avec les autres règles de même longueur et elle le devient *quatre fois* pour le produit de trois facteurs et le quotient d'un nombre par un produit, tandis que *la rapidité est alors doublée.* Le modèle de $0^m,26$, qui est le plus courant, donne une approximation relative de $\frac{1}{600}^e$ qui peut atteindre, avec un peu d'habitude, $\frac{1}{1000}^e$ dans toute l'étendue de la graduation ; c'est-à-dire que l'on aura toujours les trois premiers chiffres d'un résultat. De 100 à 200 les nombres peuvent s'évaluer aisément à 0,2 près ; de 200 à 500 et même à 600, à 0,5 près ; de 600 à 1.000 à 1 unité près. Ces approximations sont bien suffisantes pour la pratique et il est extrêmement rare que l'on exige plus.

Ces avantages ont été obtenus par la substitution aux échelles supérieures des règles ordinaire et Mannheim, d'une échelle ayant toute la longueur de l'instrument, mais dont l'origine se trouve au milieu. Cette nouvelle échelle est ainsi coupée en deux parties ; elle commence à $\sqrt{10} = 3.162$ et va jusqu'à 10, pour se continuer ensuite de 1 à 3.162.

Dans ces conditions, pour représenter un rapport quelconque en faisant correspondre les deux termes pris respectivement, l'un sur la règle et l'autre sur la réglette, il n'est jamais nécessaire de tirer celle-ci de plus de la moitié de sa longueur, à droite ou à gauche à volonté. Or, comme dans une moitié de la règle, se trouve moitié en haut, moitié en bas l'échelle entière, il est évident que quels que soient les termes d'un autre rapport, égal à celui considéré, il figurera sur l'instrument.

Les rapports seront représentés par les nombres correspondants de la règle et de la réglette, en se servant indifféremment des échelles supérieures ou inférieures, ou bien des unes et des autres ensemble. Toutefois, à cause du facteur $\sqrt{10}$ dont elles sont affectées, les échelles supérieures ne peuvent figurer qu'un nombre pair de fois dans un calcul.

Si les deux termes de chaque rapport sont lus sur des échelles semblables, supérieures ou inférieures — et ceci est toujours possible — sans qu'il soit nécessaire d'ailleurs que les rapports eux-mêmes le soient, l'un pouvant être lu supérieurement et l'autre inférieurement, l'emploi du curseur n'est plus indispensable.

La résolution d'une égalité de rapports comprend comme cas particuliers, la multiplication et la division ; il suffit de supposer que l'un des termes devient égal à l'unité.

Produit de trois facteurs et quotient d'un nombre par un produit. — Pour arriver à la résolution directe de ces opérations, j'ai ajouté sur le milieu de de la réglette, une échelle supplémentaire identique aux autres, mais

renversée. La distance comptée depuis l'origine jusqu'à un nombre donné est ainsi proportionnelle au cologarithme du nombre.

En mettant en regard un premier facteur pris sur cette échelle avec un autre pris sur la règle, en haut ou en bas, mais de manière à tirer la réglette de moins de la moitié de sa longueur, on lira le produit sur la règle en regard du troisième facteur lu sur la réglette. Si les deuxième et troisième facteurs ont été lus sur des échelles semblables (toutes deux supérieures ou toutes deux inférieures) le produit sera sur l'échelle inférieure. Il sera, au contraire, sur l'échelle supérieure, si les deuxième et troisième facteurs appartiennent à des échelles dissemblables.

Pour le calcul du quotient d'un nombre par le produit de deux autres, on fera, comme précédemment, correspondre l'un de ces facteurs pris sur l'échelle du milieu de la réglette avec l'autre pris sur la règle. Le quotient se lira sur la réglette en regard du nombre à diviser lu sur la règle. Comme précédemment, il est très aisé de fixer les échelles en se rappelant le principe général que, dans tout calcul, les supérieures ne doivent figurer qu'un nombre pair de fois.

D'après cela, si le nombre à diviser et l'un des facteurs appartiennent à des échelles semblables, le quotient sera sur l'échelle inférieure de la réglette. Dans le cas contraire il sera sur l'échelle supérieure.

Opérations diverses qui peuvent s'effectuer par un seul mouvement de la réglette. — Je ne puis traiter ici en détail de toutes les opérations dont la règle nouvelle permet la résolution. Je renvoie pour cela à mon livre (1). J'ai voulu simplement mettre en évidence les propriétés les plus saillantes du nouvel instrument. Voici quelques-unes des opérations, parmi les plus fréquemment rencontrées, qui peuvent s'effectuer, dans tous les cas, *par un seul mouvement de la réglette* : élévation au carré, au cube et à une puissance quelconque d'un nombre, d'un produit ou d'un quotient; extraction de la racine carrée d'un nombre, d'un produit ou d'un quotient; extraction d'une racine cubique et d'une racine quatrième ; produit et quotient d'un carré ou d'une racine carrée par un nombre ; *produit d'un facteur par le rapport de deux carrés ou de deux racines carrées.*

Revers de la réglette. — Le revers de la réglette porte les échelles trigonométriques des sinus et tangentes dans la division centésimale (ou sexagésimale) ; elles correspondent à l'échelle inférieure de la règle, ce qui

(1) RÈGLE A CALCULS, *modèle special.* — Instruction sur la règle Beghin, suivie de 62 problèmes pratiques et industriels, par A. Beghin, licencié ès sciences mathématiques et ès sciences physiques. Une brochure grand in-8 de 90 pages, avec 122 fig. — 1 fr. 50.

Librairie polytechnique, Ch. Béranger, éditeur, successeur de Baudry et Cie, 15, rue des Saints-Pères, Paris.

donne une précision double de celle des autres systèmes ; on peut toujours compter sur les trois premiers chiffres.

Dans tous les cas, on résout $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B}$ par un seul déplacement de la réglette, en employant indifféremment les échelles inférieure ou supérieure ; ces dernières en nombre pair (0 ou 2 fois).

Les échelles trigonométriques permettent de résoudre l'équation du second degré par deux et l'équation du 3me par quatre mouvements de la réglette.

Le calcul des lignes trigonométriques des angles très petits se fait, avec la réglette dans sa position normale, au moyen d'un diviseur tracé sur la règle.

Pour l'opération du produit d'un facteur par le rapport de deux carrés ou de deux racines qui trouve une importante application dans le calcul du poids des pièces ramené à un seul déplacement de la réglette, j'ai conservé, mais au revers de la réglette seulement, l'échelle des carrés c'est-à-dire la double graduation consécutive 1 à 10 des règles ordinaires. On pourra ainsi avec des diviseurs spéciaux, inscrits sur la tranche et auxquels on se réfère au moyen de biseaux placés sur le curseur, obtenir directement le poids de parallélépipèdes, sphères ou cylindres de corps usuels. L'opération, plus commode qu'avec les autres modèles, est en même temps plus avantageuse pour apprécier la variation due à l'élément le plus important ; ainsi, dans une position donnée de la réglette, *on pourra lire, en même temps les poïds pour différents diamètres d'un cylindre d'une substance quelconque.*

Logarithmes. — Les logarithmes se lisent sur la tranche, sans emploi de la réglette. Ils correspondent aux nombres de l'échelle inférieure et sont indiqués par un biseau spécial du curseur. L'usage en est beaucoup plus commode que dans la disposition ordinaire.

Curseur. — Le curseur de la règle nouvelle présente plusieurs perfectionnements. En général, on sait qu'en supprimant la lecture des résultats intermédiaires, cet utile accessoire permet d'opérer plus rapidement et plus exactement. Dans un grand nombre de calculs complexes où on doit en faire usage, tels que $x = \frac{abcde}{AB}$; $x = abcde$, etc., l'abréviation sera très importante avec la règle nouvelle, en même temps que le résultat sera considérablement plus approché, à la fois à cause de l'emploi constant des grandes échelles et de la réduction du nombre d'opérations.

Revers de la règle. — Les indications placées au revers de l'instrument

ont été complètement modifiées ; un texte compact a permis d'en doubler le nombre. Une table nouvelle à double entrée, donnant les trois derniers chiffres d'un carré a pu y trouver place ; elle permet d'obtenir ainsi exactement, en s'aidant de la règle, ceux de moins de sept chiffres.

Le revers de la règle porte encore une table des diviseurs pour le calcul du poids des pièces, les charges pratiques en kilogrammes par millimètre carré, une table de l'intérêt pour 1 jour de 1 franc à différents taux et de log $(1 + r)$ pour le calcul des intérêts composés et annuités. Ces derniers calculs étaient rarement possibles avec les autres règles, à cause de l'insuffisance de l'approximation obtenue. Les inscriptions du revers se terminent par des constantes numériques et de nombreuses formules usuelles adaptées à l'usage de la règle.

Conclusion. — Permettre à tous d'utiliser l'admirable découverte de Néper, c'est-à-dire mettre la table de logarithmes sous sa forme la plus pratique et la plus fructueuse, tout en en conservant la simplicité, c'est amener la règle à calculs au degré de perfection susceptible de la vulgariser.

Cela a été le but de mon travail. Puissé-je l'avoir atteint !

M. TURC

Lieutenant de vaisseau, à Toulon.

MÉMOIRE SUR UN TYPE NOUVEAU DE NAVIRE SANS TANGAGE ET SANS ROULIS [699]

— Séance du 15 septembre —

L'objet du présent mémoire est d'exposer les caractéristiques d'une forme nouvelle de carène ayant pour but de supprimer d'une façon pratiquement absolue le tangage et le roulis, de manière que le pont du navire reste toujours horizontal.

Quand on pense à la facilité avec laquelle la grosse mer remue les plus puissants paquebots, ce but de supprimer le tangage et le roulis paraît bien ambitieux et presque irréalisable. Aussi, marin de métier, ai-je d'abord examiné mon idée de forme de carène avec le sentiment que je me leurrais, jusqu'au jour où un examen plus approfondi m'a convaincu que la forme de carène dont je vais exposer les caractéristiques résout d'une façon pratique le problème du bateau sans tangage et sans roulis.

Voici l'idée qui m'a guidé :

Un navire, dans un état déterminé de chargement, a une période de roulis qui varie très peu et avec l'amplitude du roulis et avec l'état de la mer. Cette durée du roulis est donc une caractéristique du navire pour chaque état de chargement.

D'un autre côté, les houles qu'on rencontre en haute mer sont de périodes très variables, mais la période dépasse rarement 10 secondes dans les petites mers comme la Méditerranée, et 15 secondes dans les grandes étendues d'eau comme l'océan Atlantique.

Or, il est un fait que la théorie a fait prévoir et, chose plus importante quand il s'agit des qualités nautiques, que la pratique a constamment vérifié ;

C'est que : *un navire dont la période de roulis est sensiblement plus longue que la période de la houle ne roule pas ou ne roule que très peu sur cette houle.*

Ainsi, la marine française a eu plusieurs cuirassés tels que le *Suffren*, le *Richelieu*, dont la période de roulis était d'environ 20 secondes, et la période de tangage d'environ 6 secondes.

Dans la Méditerranée, avec les houles de 5 à 6 mètres de hauteur, mais courtes et de faible période (8 à 10 secondes environ), ces navires n'ont jamais roulé, pendant qu'ils avaient sur ces mêmes houles des tangages de grande amplitude et très rapides. Ces navires ont, du reste, roulé très rarement dans l'océan Atlantique où la houle a, en général, une période plus longue que dans la Méditerranée et les rares fois où ils y ont roulé, c'est avec des houles de très longue période (15 secondes environ).

Mais ces bateaux, qui ne roulaient jamais dans la Méditerranée et qui roulaient très rarement dans l'océan Atlantique, tanguaient dans ces deux mers autant que les bateaux qui y roulaient beaucoup.

Pour supprimer aussi le tangage, nous utiliserons la propriété rappelée ci-dessus, *en donnant à la carène des formes telles que la période de tangage soit sensiblement plus longue que la période de la houle sur les mers où le bateau est appelé à naviguer.*

Or, les périodes de roulis et de tangage sont données par les formules connues :

$$Tr = 2\pi \sqrt{\frac{Ir}{P(r - a)}}.$$

$$Tt = 2\pi \sqrt{\frac{It}{P(R - a)}}.$$

Dans ces formules :

Ir et It représentent respectivement le moment d'inertie de la masse du bateau au roulis et au tangage.

$P(r - a)$ et $P(R - a)$ représentent respectivement les moments de stabilité transversale et longitudinale.

Il résulte de la formule ci-dessus, donnant la valeur de la période du tangage, que pour augmenter cette période il faut augmenter It ou diminuer $R - a$.

Or, It, moment d'inertie au tangage de la masse du bateau ne peut être augmenté qu'en allongeant le bateau, ce qui nuirait à sa solidité et augmenterait R en la même temps.

Il faut donc diminuer $R - a$ et comme pour que $r - a$ soit positif a ne peut pas beaucoup augmenter, il faut diminuer le rayon métacentrique longitudinal R, par suite donner au bateau une flottaison très courte.

Nous nous trouvons ainsi amené à un bateau qui se compose schématiquement d'un fuseau analogue à la coque d'un sous-marin contenant les appareils moteurs, surmonté d'un flotteur plus court que le fuseau et par lequel le bateau proprement dit communique avec l'extérieur. La figure 1 représente une coupe longitudinale et la figure 2 une coupe transversale au maître-couple d'un pareil bateau.

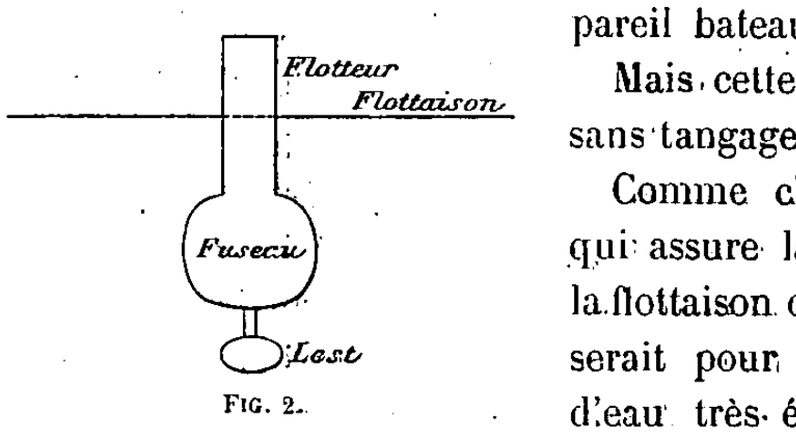


FIG. 1.

FIG. 2.

Mais cette forme qui rendrait le navire sans tangage a un grave défaut.

Comme c'est la largeur de la flottaison qui assure la stabilité transversale et que la flottaison du bateau ci-dessus, très courte, serait pour assurer la finesse des lignes d'eau très étroite, il faudrait recourir au lest pour assurer la stabilité transversale du bateau.

Ce lest serait un poids perdu qu'il est facile de gagner en surmontant le fuseau qui constitue la coque proprement dite de deux flotteurs situés par le travers l'un de l'autre. Plus ces flotteurs seront éloignés, mieux ils assureront la stabilité transversale du bateau, ce qui nous amène à donner au fuseau une forme aplatie, de sorte que nous avons pour le maître-couple la forme représentée schématiquement par la figure 3.

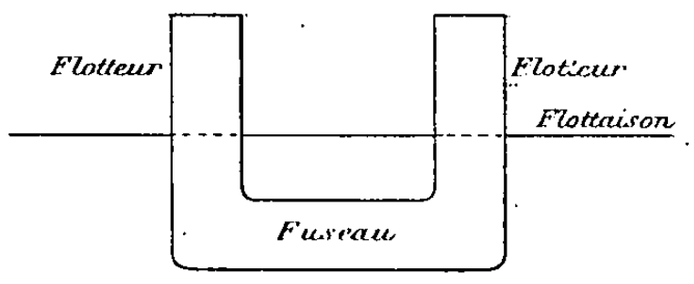


FIG. 3.

J'ai fait, pour un bateau de 6.000 tonnes, dont je donne plus loin les données principales, les calculs de poids avec une exactitude suffisante pour un avant-projet. J'ai pu, tout en assurant la sécurité absolue du bateau par mauvais temps, lui donner une période de tangage d'environ 26 secondes ; période beaucoup plus longue que celle des houles qu'on rencontre couramment sur

les plus grandes étendues d'eau, tandis que un bateau de forme ordinaire du même tonnage aurait une période de tangage beaucoup plus courte (5 à 7 secondes environ) et on rencontre couramment sur toutes les mers des houles de cette période.

La propriété d'avoir une longue période de tangage est la propriété caractéristique de la forme de carène que je propose ; c'est elle qui assure la suppression du tangage.

En disposant les poids de manière que la période de roulis ait aussi une valeur supérieure à 20 secondes, et les calculs m'ont montré que pour un bateau de 6.000 tonnes cela est possible dans la pratique sans sacrifier la sécurité par mauvais temps, on supprime aussi le roulis.

De sorte que; on obtient un bateau à la fois sans tangage et sans roulis.

Afin de bien faire comprendre mon invention, j'ai représenté schématiquement dans les figures 4, 5, et 6 un bateau de 6.000 tonnes établi suivant mon système.

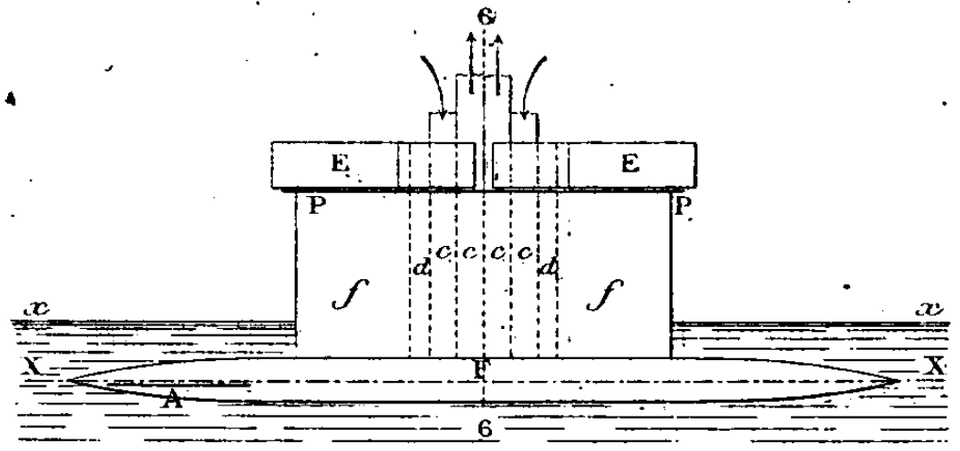


FIG. 4.

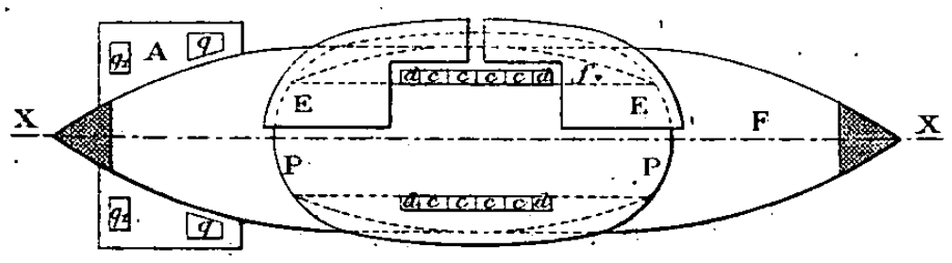


FIG. 5.

La figure 4 est une élévation longitudinale.

La figure 5 est une vue en plan, en supposant les cabines de tribord enlevées.

La figure 6 est une coupe suivant 6-6 des figures 4 et 5.

Dans le bateau représenté par ces figures :

F est un fuseau immergé constituant la coque proprement dite avec les appareils moteurs et propulseurs.

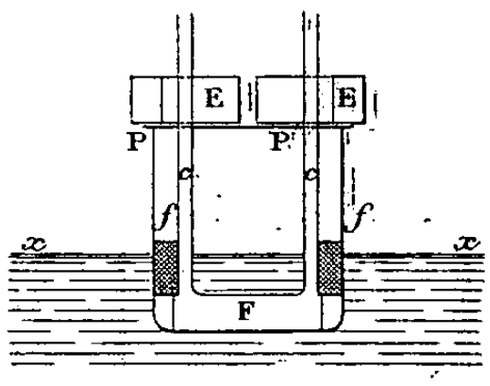


FIG. 6.

f est un des flotteurs surmontant le fuseau.

P est une plate-forme supportant les cabines destinées au logement des passagers.

E est une des caisses étanches formées par les cabines.

c sont les cheminées et manches à air.

d sont les panneaux faisant communiquer le fuseau avec les cabines.

A est un aileron horizontal, fixe, de grande surface, situé à l'arrière du bateau.

q est un gouvernail horizontal fixe, à position variable et réglable.

q^1 est un gouvernail horizontal ordinaire, automatique ou non.

XX est l'axe du fuseau.

La ligne de flottaison pour l'immersion normale est en *x*-*x*.

Les parties contenant le lest d'eau sont ombrées.

Afin de montrer d'une façon plus tangible les avantages de mon système, je vais donner le devis des principaux poids et établir les calculs de stabilité.

Auparavant, je ferai remarquer que le présent mémoire est plutôt l'exposé d'une invention que l'étude d'un projet d'exécution ; aussi les formes indiquées dans les figures 4, 5 et 6 ne sont que des formes approchées de celles qui conviendraient pour de pareils navires et les chiffres que je donne ne sont qu'approximatifs.

Je me suis attaché seulement à calculer les poids largement, de manière à les prévoir plus forts que ceux dont on aurait besoin dans la pratique pour construire le bateau et à faire les calculs des périodes de roulis et de tangage avec une exactitude suffisante pour la pratique.

On a pour le bateau immergé sans tangage et sans roulis représenté par les figures 4, 5, 6 :

PARTIE DU BATEAU	DÉPLACEMENT	POIDS	DISTANCE verticale du centre de gravité à l'axe du fuseau	MOMENT DE REDRESSEMENT par rapport à l'axe du fuseau	
				+	−
Fuseau	5.100^t	1.800^t	0^m,20	360^{tm}	»
Flotteurs	870^t	400^t	11^m,00	»	4.400^{tm}
Cabines	»	300^t	24^m,00	»	7.200^{tm}
Machine	»	1.600^t	0^m,00	»	»
Combustibles . .	»	900^t	0^m,00	»	»
Lest d'eau	»	450^t	4^m,00	»	1.800^{tm}
Bagages et colis. .	»	200^t	0^m,00	»	»
Poids disponible .	»	320^t	0^m,00	»	»
	5.970^t	5.970^t		360^{tm}	13.400^{tm}
				M = −	13.040^{tm}

J'ai réuni en un tableau les principales données relatives à ce bateau.

Tableau des principales données.

Déplacement	5.970 tonnes
Surface de flottaison au tirant d'eau normal	210 mètres carrés
Hauteur des flotteurs immergée au tirant d'eau normal	4 mètres
Longueur du fuseau	90 mètres
Longueur des flotteurs	40 mètres
Largeur des flotteurs	4 mètres
Distance entre les deux flotteurs	12 mètres
Largeur du fuseau	20 mètres
Tirant d'eau normal { flotteurs 4 mètres / fuseau 4 mètres	8 mètres
pouvant être réduit en quelques minutes en vidant le lest d'eau, à	6 mètres
Hauteur de la plate-forme supportant les cabines au-dessus de l'eau, au tirant d'eau normal	14 mètres
Valeur de a { immersion normale	$+ 1^m,60$
Valeur de a { les flotteurs étant émergés de 2 mètres	$+ 1^m,65$
Valeur de $r - a$ { immersion normale	$0^m,40$
Valeur de $r - a$ { les flotteurs étant émergés de 2 mètres	$0^m,49$
Valeur de $R - a$ { immersion normale	$1^m,47$
Valeur de $R - a$ { les flotteurs étant émergés de 2 mètres	$1^m,64$
Période de roulis à l'immersion normale	22 secondes
Période de tangage à l'immersion normale	26 secondes
Puissance de la machine	16.000 chevaux

En résumé, ce qui caractérise la forme de coque que je propose, c'est une flottaison beaucoup plus courte que le bateau, de manière à donner au bateau une période de tangage supérieure à environ 20 secondes.

On a proposé les formes de coque les plus diverses en vue de supprimer le tangage ou de le rendre moins fatigant, mais aucun inventeur n'a eu l'idée de donner dans ce but au navire de longues périodes de tangage et pour cela de faire la flottaison beaucoup plus courte que le navire ; aussi

quoique parmi les navires essayés, certains, tels que ceux brevetés en France, en 1892 et 1894, par M. Alexander Mac Dougall, tanguent moins que les bateaux de forme ordinaire ; tous ont des tangages brusques qui sont très sensibles et très fatigants, dus à leur courte période de tangage qui varie de 4 secondes à 8 secondes environ, selon les navires.

Tandis que, un bateau de notre type n'aura de tendance à rouler ou à tanguer que s'il rencontre une houle dont la période propre soit d'environ 20 secondes, ce qui arrivera très rarement ; ou bien si par suite de la route et de la vitesse imposées au navire il rencontre une houle venant de l'arrière dont la période apparente soit d'environ 20 secondes, ce qui pourra arriver quelquefois. Mais alors, en raison de la grande résistance que la forme aplatie du fuseau opposera au roulis, et de la très grande résistance que cette même forme aplatie opposera au tangage ; le tangage et le roulis auront très peu d'amplitude. Un point très important, c'est que, même dans ces cas exceptionnels où notre bateau tanguera et roulera un peu, sa longue période de tangage lui assurera des avantages précieux. En effet, ce sont les mouvements brusques du tangage et les roulis rapides qui incommodent le plus les passagers ; or, les mouvements de tangage ou de roulis des navires de notre type seront très lents, par suite très doux et, dans les rares circonstances où ils rouleront ou tangueront, leur mouvement n'incommodera pas plus qu'un roulis de quelques degrés sur les navires ayant 20 secondes environ de période de roulis. Or, on sait que les faibles roulis sur des bateaux à aussi longue période ne fatiguent ou incommodent que les personnes exceptionnellement sensibles.

La plate-forme P se trouvant, dans le bateau représenté par les figures 4, 5, 6, à 14 mètres environ au-dessus de la flottaison normale et les flotteurs offrant peu de prise à la mer, même par gros temps, l'eau circulera librement sous la plate-forme et les cabines ne recevront pas d'embruns. Ces bateaux seront, par suite, éminemment confortables et conviendront particulièrement pour faire des paquebots et des yachts.

La propriété de la forme de coque que je propose, de donner des navires ayant une très longue période de tangage, est due à ce que le rayon métacentrique longitudinal R est très faible, et par suite aussi le moment d'inertie au tangage de la surface de flottaison.

Il faut donc que ce moment d'inertie n'augmente pas accidentellement et pour cela que le fuseau n'émerge pas. A mon avis, la surface de flottaison indiqué (210 mètres carrés) et la profondeur d'immersion du fuseau (4 mètres) semblent suffisantes pour maintenir le fuseau sous l'eau, même par grosse mer.

Si la pratique montrait que les flotteurs sont insuffisants pour maintenir le fuseau sous l'eau, même par grosse mer, on pourrait :

Soit augmenter la surface de flottaison des flotteurs ;

Soit en laissant aux flotteurs la même section, ménager dans le bateau un lest d'eau qu'on remplirait dans les cas de grosse mer pour avoir une immersion plus grande du fuseau. L'augmentation du tirant d'eau qui en résulterait n'aurait aucun inconvénient, puisque l'on ne ferait ainsi enfoncer le bateau que dans les endroits où il y a très grosse mer, au large, où les fonds sont très grands.

Les cabines devraient, dans la construction, être élevées en conséquence de manière à être à l'abri de la mer par tous les temps.

Nous adopterions pour nos bateaux les dispositions de détail suivantes :

1° La plate-forme P seule ferait corps avec le fuseau.

Les cabines formeraient un certain nombre de caisses étanches, quatre par exemple, comme il est indiqué dans la figure 5.

Ces caisses seraient simplement posées sur la plate-forme et tenues de manière à ne pas se déplacer dans les roulis ou les tangages accidentels que pourrait éprouver le navire, mais de manière aussi à se détacher du bateau et à former radeau au cas où le bateau viendrait à couler.

L'emploi de cabines flottantes n'est pas nouveau ; mais avec la forme de coque que je propose, il serait beaucoup moins à craindre qu'avec les formes de coque ordinaires; que les cabines flottantes fussent chavirées ou crevées par le bateau au moment où il coulerait.

2° Les soutes à combustible seraient divisées en parties étanches de faible volume. On remplirait ces soutes d'eau à mesure qu'on consommerait le combustible pour maintenir le bateau dans ses lignes d'eau et assurer la stabilité.

3° A cause de la faible valeur de $R - a$, le transport de l'avant à l'arrière d'un léger poids fera varier l'assiette longitudinale d'une façon appréciable. Un lest d'eau spécial qu'on déplacerait de l'avant à l'arrière avec des pompes ou avec l'air comprimé permettrait de maintenir facilement l'assiette convenable.

Pour assurer en marche, malgré la faible valeur de $R - a$, l'assiette horizontale du bateau, nous la munirons des organes suivants indiqués dans les figures 4 et 5 :

1° Un aileron horizontal A, fixe; de grande surface; situé à l'arrière du bateau. Un pareil aileron assurerait en marche une assiette horizontale au bateau.

En effet, supposons qu'une cause accidentelle ait incliné le bateau, l'avant en bas, par exemple. A cause des flotteurs il ne peut beaucoup s'enfoncer, donc s'il est en marche, il se déplacera horizontalement parallèlement à lui-même.

L'aileron horizontal arrière A a pour effet de reporter la résistance du

bateau à cette marche oblique sur l'arrière ; et si cet aileron a une surface suffisante, la résistance totale R sera sur l'arrière du centre de gravité G du bateau (fig. 7).

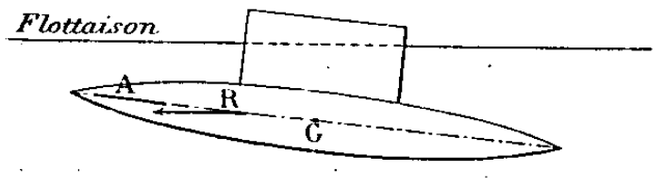


FIG. 7.

On voit facilement que cette résistance R tend à relever l'avant du bateau et par suite à lui donner une assiette horizontale.

La figure 8 montre que si l'avant du bateau s'est élevé, cette résistance R aura pour effet d'abaisser l'avant du bateau.

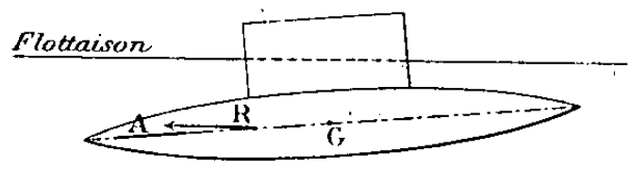


FIG. 8.

La résistance à la marche tendant toujours à combattre les *embardées* dans le sens vertical dès qu'elles commencent, ces embardées ne prendront jamais une grande amplitude et le bateau conservera pratiquement une assiette horizontale.

2° Un gouvernail horizontal, désigné par q dans la figure 5, normalement fixe, mais dont la position est variable et peut être modifiée suivant la vitesse et suivant l'immersion du bateau.

3° Un gouvernail horizontal ordinaire, désigné par q^1 dans la figure 5, automatique ou manœuvré par un homme, pour combattre instantanément les déviations accidentelles de l'assiette longitudinale.

Si à cause de leur forme spéciale ces bateaux sans tangage gouvernaient trop mal, on pourrait facilement leur donner une très grande stabilité de route et cela même après la construction du bateau. Il suffirait de leur mettre à l'avant et à l'arrière des ailerons verticaux de grande surface ayant la forme des quilles de roulis. Les expériences faites en Angleterre sur des cuirassés de 14.000 tonnes et en France sur des bateaux de divers tonnages, ont montré que l'adjonction des quilles de roulis diminue très peu la vitesse.

La forme de coque que nous proposons diffère trop des formes des navires en service pour qu'on puisse prévoir par comparaison avec exactitude, sa résistance à la marche. Nous croyons cependant que, avec une puissance de 1.600 chevaux, le bateau de 6.000 tonnes étudié comme exemple aurait une vitesse de 20 nœuds environ.

Notre forme de coque qui supprime le tangage, donne en même temps une grande économie de poids. En effet, le fuseau étant situé entièrement sous l'eau n'aura pas à supporter les efforts énormes dus au tangage sur les navires ordinaires.

Aussi pour le bateau de 6.000 tonnes étudié plus haut, j'ai pu disposer de 1.600 tonneaux pour la machine, 900 tonneaux pour le combustible et 450 tonneaux pour un lest d'eau destiné à être expulsé pour permettre au bateau l'accès des ports peu profonds.

Dans les bateaux que nous proposons, le fuseau sera presque entièrement occupé par les machines et chaudières et par le combustible ; de plus, les parties inférieures des flotteurs qui sont exposées à être immergées dans les crêtes des lames doivent, pour conserver au navire ses longues périodes de tangage et pour bien fendre la mer, avoir un faible volume ; par suite l'espace dans lequel on peut loger des marchandises, sans accumuler dans les hauts des poids qui compromettraient la stabilité, est beaucoup plus faible que sur les navires de forme ordinaire du même tonnage. Aussi ces bateaux conviendront-ils surtout pour le transport des passagers. Ils ne pourront porter que peu de marchandises ; ce sera le sacrifice à accepter pour obtenir l'immobilité de plate-forme.

De pareils bateaux seraient particulièrement indiqués pour faire les services entre deux chemins de fer, tels que les lignes : Calais-Douvres, Dieppe-Newhaven, etc....

Nous avons étudié comme exemple l'avant-projet d'un bateau de 6.000 tonnes, parce que nous sommes persuadé qu'on peut obtenir avec ce tonnage un bateau de notre type capable d'affronter les plus grosses mers de l'océan Atlantique en y tanguant et roulant très peu. Mais nous croyons qu'on pourrait, avec un tonnage de 3.000 tonnes, construire un navire de notre type capable de marcher contre les plus mauvaises mers de la Manche et qui ne tanguerait ni ne roulerait avec les houles de la Manche.

Un bateau sans tangage et sans roulis, analogue à celui représenté par les figures 4, 5 et 6, pourrait avec un déplacement de 12.000 tonnes avoir une machine d'environ 25.000 chevaux, par suite une vitesse d'environ 21 nœuds et prendre 2.500 tonneaux de charbon. Les cabines permettraient de loger environ 600 passagers dans des conditions de confortable très suffisantes pour une traversée de quelques jours.

On pourrait donc, avec 12.000 tonnes de déplacement, obtenir un paquebot sans tangage et sans roulis pouvant faire à 21 nœuds environ la traversée de New-York en Europe et portant 600 passagers.

Nous espérons qu'on construira un bateau suivant nos idées et que la pratique justifiera la justesse de nos prévisions ; qu'il sera pratiquement sans tangage et sans roulis, et que seuls quelques passagers exceptionnellement sensibles seront incommodés par la mer.

Les routes maritimes que la crainte du mal de mer fait redouter à beaucoup et éviter, seront recherchées comme plus agréables ; et la mer qui est déjà le chemin économique pour les échanges de marchandises, deviendra pour les voyageurs un chemin économique et agréable.

M. A. DUROY DE BRUIGNAC

Ingénieur des Arts et Manufactures

DÉMONSTRATION DE LA FORMULE POUR CALCULER LA RÉSISTANCE DES CARÈNES

[532.58]

— Séance du 15 septembre —

Au Congrès de Nantes, en 1898, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Association française pour l'Avancement des sciences un livre intitulé *Calcul du travail des hélices et des carènes*. La méthode suivie était basée sur des considérations rationnelles, et le résultat des calculs la vérifiait. Toutefois, je n'en donnais pas de démonstration complète. Je crois utile de le faire.

Proposition. — On peut calculer la résistance des carènes avec une approximation suffisante par le procédé suivant : Partager la surface totale de la carène en surfaces assez petites pour pouvoir être regardées comme planes, et appliquer à chacune d'elles isolément la formule du *sinus carré*.

Ce qui suit démontrera cette proposition.

La formule du *sinus carré*, ou « formule de Newton », démontrée par Newton et Euler, a été employée assez longtemps pour les carènes, mais n'a pas donné de résultats satisfaisants ; on l'a abandonnée comme fausse pour les motifs principaux que voici : (*Théorie du Navire*, III, 358 et s. et ailleurs.)

1° La formule de Newton est en désaccord grave avec les essais les plus certains ;

2° Alors même qu'on admettrait cette formule pour un plan isolé, elle ne peut pas convenir à une suite de plans contigus, parce que la déviation des filets liquides d'un plan sur l'autre fausse les considérations présentées pour le plan isolé ;

3° La formule de Newton implique que la résultante des pressions est au centre de figure du plan mince ; or, les essais les plus sûrs, notamment ceux de Joëssel, ont prouvé que la résultante se déplace, du centre vers l'extrémité-avant du plan, à mesure que l'angle d'incidence décroît, etc.

Voici la réponse à ces objections :

1° La formule de Newton, telle qu'on l'a comprise, ne s'applique qu'au *devant* du plan, et laisse entièrement de côté les effets qui peuvent se pro-

duire derrière le plan ou latéralement, en sorte qu'elle ne calcule qu'une résultante *partielle* du phénomène, Un essai, au contraire, donne évidemment la résultante *totale* des résistances. Par conséquent, *il devait y avoir désaccord* entre la formule de Newton, ainsi employée, et un essai ; et c'est par inadvertance que l'on a regardé ce désaccord comme une faute.

2° L'objection relative aux plans contigus est réfutée par le double principe suivant, que j'ai présenté au Congrès de Nantes, l'année dernière :

« L'eau étant incompressible, les pressions doivent se transmettre au travers d'elle comme au travers d'un corps dur, non seulement lorsque l'eau est immobile, mais quelque tumultueuse qu'elle soit, pourvu que la continuité existe. Par suite, les actions exercées de l'autre côté d'une couche d'eau plus ou moins épaisse atteignent le bateau comme si elles s'exerçaient immédiatement à sa surface. Là, ces actions se composent entre elles, sans doute ; mais comme le travail de la résultante égale la somme des travaux des composantes chacune sur sa direction, on obtient le résultat exact en calculant séparément le travail de chaque action considérée. On peut donc calculer toutes les actions appliquées à la carène ou à l'hélice comme si elles s'exerçaient sur leur surface, immédiatement et isolément. »

Les calculs faits d'après ce principe ont concordé exactement avec l'essai. (*Calcul du travail*, etc.).

3° Pour répondre à la troisième objection, je resterai sur le terrain de l'essai de Joëssel, parce que, sur ce sujet, les généralisations sont très douteuses. On va voir que la résultante *partielle* de l'eau affluente étant au centre de figure, ce sont les dépressions à l'arrière du plan qui déplacent la résultante *totale*.

Lorsque le plan mince rectangulaire, ayant deux arêtes verticales et deux horizontales, est fixé obliquement au courant, il se forme à l'arrière du plan, c'est-à-dire à l'aval du courant, des remous considérables, sous lesquels se produit un vide partiel dont l'effet est de rendre partiellement sensible la pression hydrostatique à l'avant du plan, laquélle s'ajoute à la pression de l'eau affluente.

J'ai étudié dernièrement ces remous dans le canal d'accès de la machine de Marly. Le plan mincê était fixé à divers angles d'incidence successivement, j'observais la différence des pressions à l'avant et à l'arrière du plan au moyen d'un tube en U. Voici ce que j'ai constaté :

A l'avant du plan, l'eau afflue limpide.

A l'arrière du plan, il se produit un remous violent, partant de l'extrémité amont et décroissant vers l'extrémité aval. Sous ce remous, le long du plan, il se produit des dépressions dont voici la marche : nulles, ou

presque nulles, près de l'extrémité aval, elles croissent en progression rapide vers l'extrémité amont, où elles arrivent, à certains angles, à dépasser la pression de l'eau affluente.

Ces effets sont très nets et faciles à constater. (Je n'ai pas cherché la loi de variation des dépressions, parce que le canal était sinueux et de dimensions trop petites pour qu'on pût le faire utilement.)

Il résulte de ces observations :

1° Que la résultante des dépressions à l'arrière du plan, autrement dit la résultante des pressions hydrostatiques à l'avant du plan auxquelles les dépressions permettent de se manifester, est située dans la moitié amont du plan, plus ou moins près de l'arête amont ;

2° Que cette résultante hydrostatique, aux angles où elle est sensible, se composant avec la résultante *partielle* de l'eau affluente située au centre de figure, fait que la résultante *totale* est située dans la moitié amont du plan;

3° Que cette résultante hydrostatique, dont la valeur varie avec l'angle d'incidence, étant généralement considérable, a pour effet que la résultante totale se rapproche parfois beaucoup de l'arête amont ;

4° Que ces diverses conséquences sont en complet accord avec les déplacements de la résultante totale constatés par Joëssel ;

5° Que rien ne contredit que la résultante partielle de l'eau affluente soit au centre de figure comme l'implique la démonstration de Newton.

Les réponses précédentes, qui justifient l'emploi de la formule de Newton, montrent en même temps que cette formule ne doit pas être appliquée seulement à l'avant, comme on l'a fait, mais à l'arrière comme à l'avant du plan mince, à l'arrière comme à l'avant de la carène. C'est pour avoir négligé cette précaution, pourtant naturelle, que l'on a obtenu des résultats faux. J'ai opéré autrement dans l'exemple donné par le *Calcul du travail des hélices et des carènes*. (Librairie de sciences générales, 53, rue Monsieur-le-Prince), et le résultat a concordé exactement avec l'essai.

La formule de Newton peut ainsi s'appliquer partout, parce que toutes les résistances dont il s'agit reviennent à des effets de rencontre : les pressions à l'avant ; les contre-pressions à l'arrière, s'il y en a ; les aspirations, que l'on remplace par une pression sur une surface opposée.

L'hélice étant une carène, tout ce qui précède doit s'y appliquer. Il s'y applique, en effet, bien que les conditions spéciales de l'hélice rendent le calcul assez délicat. Je l'ai étudié en détail dans le volume précité.

En résumé, l'emploi de la formule de Newton pour calculer la résistance des carènes est démontré juste par les preuves suivantes :

1° La démonstration directe pour le cas de l'*avant* isolé d'un plan assez petit ;

2° L'extension de cette démonstration à des plans de dimension quelconque et contigus, par le double principe de physique et de mécanique relaté ci-dessus ;

3° L'étude des effets à l'arrière d'un plan mince, montrant que les essais de résistance générale et la formule de Newton, loin de se contredire, se complètent et se confirment.

4° La coïncidence complète entre les résultats d'un essai considérable et le calcul de cet essai par la formule de Newton, ce calcul appliqué, non pas seulement à l'*avant* de la carène, mais à la carène *entière* (*loc. cit.*).

M. I. RAVIER

Ingénieur de la Marine

NOUVEAUX PROCÉDÉS GÉOMÉTRIQUES POUR L'ÉTUDE ET LA CORRECTION DES DÉVIATIONS DES BOUSSOLES DANS LES NAVIRES EN FER [538.74]

— Séance du 15 septembre —

On sait que, dans les navires en fer, la boussole donne en général des indications inexactes.

On a trouvé des formules qui permettent de calculer ses déviations, et, ce qui est encore mieux, on a imaginé des procédés qui permettent de déterminer, suivant le cas, des aimants et boules de fer qu'on place près de la boussole et qui corrigent l'action perturbatrice des fers du navire sur elle.

Toutes ces questions n'ont été étudiées jusqu'ici que d'une façon analytique, et les procédés qui en résultent comportent des calculs basés sur l'emploi de diverses formules.

La présente communication a pour but d'exposer une théorie nouvelle et des procédés nouveaux où tout est purement géométrique.

La première idée de cette théorie et de ces procédés provient de la remarque que certaines équations de la théorie analytique sont identiques à celles d'une perspective.

Il en résulte que sur une boussole donnant des indications inexactes on peut obtenir des indications exactes en faisant des lectures déformées par la perspective d'une certaine façon.

En réalité, il ne convient pas de faire cette installation sur la boussole, mais le même principe donne un appareil dont l'emploi à côté de la

boussole permettrait désormais de résoudre toutes les questions sans calculs et d'une façon très simple.

Figure des champs et figure des forces.

Soit O le centre de la boussole ou point autour duquel elle oscille et s'oriente. Quand le navire se déplace sur la surface de la terre, roule et tangue, l'extrémité C de la force OC donnée par le magnétisme terrestre au point O se déplace d'une certaine façon dans le navire. Pendant ce temps, l'extrémité F de la force OF réelle qui résulte de la force OC et de l'action perturbatrice au point O des fers contenus dans le navire se déplace également.

Les positions successives dans le navire du point C forment une figure que nous appelons la « figure des champs » et les positions successives dans le navire du point F forment une figure que nous appelons la « figure des forces ».

En raisonnant géométriquement et sans calculs sur le principe de l'induction magnétique duquel Poisson a déduit les équations qui servant de base à la théorie analytique des déviations des compas, ou démontre qu'à une mosaïque de petits cubes de la « figure des champs » correspond une mosaïque de petits parallélipipèdes de la « figure des forces ».

Cela signifie qu'à une mosaïque à 3 dimensions formée par l'infinité de petits cubes découpés dans la figure des champs par 3 séries de plans parallèles et équidistants ayant des directions 2 à 2 perpendiculaires correspond dans la figure des forces une mosaïque déformée dont les éléments sont non plus de petits cubes tous égaux, mais de petits parallélipipèdes obliques tous égaux également.

Sphere des champs et ellipsoïde des forces.

La transformation de mosaïques qui fait ainsi passer de la figure des champs à la figure des forces transforme, comme on le voit aisément, une sphère en ellipsoïde.

Quand le navire s'oriente, roule et tangue en un lieu déterminé, la longueur OC qui est la force du magnétisme terrestre supposé non troublé au point O restant constante, le point C décrit une sphère dans le navire; il en résulte que le point F décrit un ellipsoïde.

Nous appelons la sphère décrite par le point C la « sphère des champs » et l'ellipsoïde décrit par le point F « l'ellipsoïde des forces ».

On voit facilement que quand le magnétisme permanent change, si rien d'autre n'est changé, l'ellipsoïde des forces se déplace parallèlement à lui-même en conservant toujours son centre à l'extrémité de la force donnée par le magnétisme permanent du navire au centre de la boussole.

Ces déplacements parallèlement à lui-même de l'ellipsoïde accompagnent les variations du magnétisme permanent qu'amènent les actions du temps, de la chaleur, de la mise en marche de dynamos à bord, etc.

Ces actions ne font pas changer la forme de l'ellipsoïde. Quand le navire change de lieu, la sphère des champs change de rayon ; l'ellipsoïde des forces reste semblable à lui-même mais change de grandeur. Il conserve son centre invariable si le magnétisme permanent du navire ne change pas.

La forme de l'ellipsoïde dépend en somme des phénonèmes d'induction magnétique, et la position de son centre des aimantations permanentes exclusivement.

Plane des champs et plane des forces.

Si on suppose que le navire ne s'écarte pas de régions où la composante verticale du magnétisme terrestre peut être considérée comme constante, et si d'autre pârt on suppose que le navire reste droit sans prendre de bande ni changer d'assiette, l'extrémité γ de la composante horizontale $O\gamma$ de la force du magnétisme terrestre au point O suffit pour caractériser l'action du magnétisme terrestre.

La direction prise par l'aiguille de la boussole est celle de la composante horizontale $O\varphi$ de la force magnétique qui existe réellement au point O par suite de l'action perturbatrice des fers aimantés du navire.

Nous appelons la figure formée par les points γ « plane des champs », et la figure formée par les points φ « plane des forces ».

De la façon dont ces figures planes dérivent de la « figure des champs » et de la « figure des forces », on déduit facilement qu'à une mosaïque de petits carrés de la plane des champs correspond une mosaïque de petits parallélogrammes de la plane des forces. La transformation de mosaïques qui fait ainsi passer de la plane des champs à la plane des forces transforme un cercle en ellipse.

Quand le navire s'oriente sans prendre de bande ni changer d'assiette, et en restant dans les lieux où la force du magnétisme terrestre ne change pas sensiblement en grandeur ni direction, le point γ décrit un cercle dans le navire ; il en résulte que le point φ décrit une ellipse.

C'est ce que nous appelons le « cercle des champs » et l' « ellipse des forces ».

Lecture des caps vrais par perspective.

Considérons la plane des champs comme construite en mosaïque de petits carrés égaux. La plane des forces est alors une mosaïque de petits parallélogrammes égaux qui correspondent chacun à un carré de la plane des champs.

Menons par les côtés des parallélogrammes de la plane des forces des plans tous parallèles à une même direction non située dans son plan. Ces plans forment une mosaïque de prismes indéfinis tous égaux.

Ce réseau de prismes détermine dans un plan qui le coupe un réseau de parallélogrammes dont la forme varie suivant la direction du plan.

Pour une certaine direction du plan, on voit facilement que ces parallélogrammes peuvent devenir des carrés.

La mosaïque de carrés que l'on obtient ainsi est identique à la mosaïque de la plane des champs, à l'échelle près.

En introduisant alors la considération du cercle des champs et de l'ellipse des forces, et en remarquant d'une part que si on inscrit en chaque point du cercle des champs le cap magnétique vrai du navire qui correspond à ce point, et d'autre part que chaque rayon Oφ de l'ellipse des forces est précisément la direction que prend l'aiguille de la boussole, puis enfin en introduisant la considération d'une perspective dont divers éléments peuvent varier, on arrive finalement à démontrer qu'*un disque matériel gradué en rose des vents inversée sur son pourtour peut être placé au-dessus de la boussole dans une position telle que l'œil placé à une position fixe au-dessus de la boussole voit à tous les caps l'axe de l'aiguille de la boussole couper le bord du disque au point dont la graduation est le cap magnétique vrai du navire.*

La position de l'œilleton, le diamètre du disque et la hauteur à laquelle on place son centre sont arbitraires.

Lecteur perspectif et dromoscope perspectif.

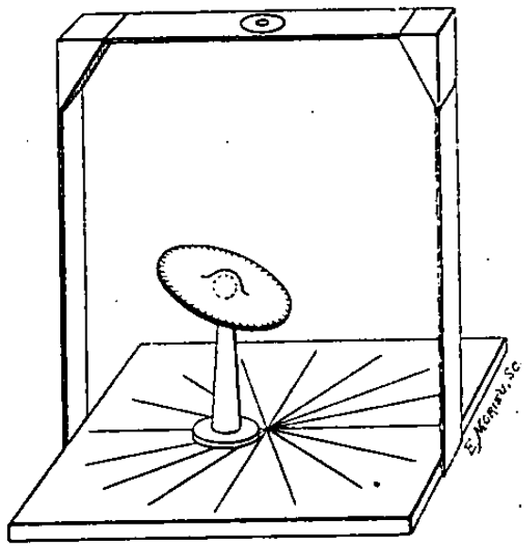
On peut donc construire un appareil de lecture pour boussole ou « lecteur perspectif » qui permettrait de lire les caps vrais directement sur une boussole ayant des déviations.

Il paraît préférable de ne pas compliquer ainsi la boussole.

L'emploi d'un appareil qui reproduit la perspective en dehors d'elle sur une table où sont tracées des droites rayonnantes représentant de degré en degré les directions que peut prendre l'aiguille de la boussole paraît préférable.

Cet appareil est ce que nous appelons le « dromoscope perspectif ».

La figure ci-contre donne une idée de la disposition qu'il peut avoir.



On met l'œilleton verticalement au-dessus du centre de la graduation

rayonnante de la table, quoique ce ne soit pas indispensable, parce qu'il en résulte quelques simplifications.

L'emploi du dromoscope ainsi combiné trouve son application dans tous les problèmes pratiques ainsi que nous allons le montrer sommairement.

Influence sur le réglage du dromoscope des variations du magnétisme permanent et des changements de lieu.

On démontre facilement que la droite qui joint le centre de la graduation rayonnante de la table à la projection orthogonale sur la table du centre du disque, représente, à une certaine échelle en grandeur et en direction, la composante horizontale de la force qui existerait au centre de la boussole, si la composante horizontale du champ terrestre était nulle, la composante verticale restant ce qu'elle est.

On déduit de là et de considérations analogues à celles développées pour l'ellipsoïde des forces que quand le magnétisme permanent du navire change ou bien quand le navire change de lieu, la position à donner au centre du disque varie, mais l'orientation du disque autour de son centre ne doit pas changer : il doit seulement se déplacer parallèlement à lui-même,

Il résulte de là que quand le dromoscope a été réglé une première fois, si on n'a pas modifié les fers du navire, pour faire un nouveau réglage au bout d'un certain temps, on doit simplement déplacer le pied supportant le disque sans le faire tourner, de sorte que le disque reste parallèlle à lui-même.

Réglage complet du dromoscope ou premier réglage.

Pour un premier réglage du dromoscope, il est nécessaire de connaître les déviations de la boussole à cinq caps différents.

Pour avoir ces déviations d'une façon suffisamment exacte, il convient de faire faire au bâtiment un tour à droite, puis un tour à gauche et de relever les déviations aux cinq mêmes caps bien espacés dans les deux tours, puis de prendre les moyennes des chiffres obtenus.

On arrive alors, en manipulant le disque du dromoscope par tâtonnements, suivant une certaine marche méthodique, à obtenir très rapidement pour les cinq caps en question la coïncidence en perspective désirée des caps vrais et des caps indiqués par la boussole.

Quand la coïncidence existe pour cinq caps, elle existe pour tous.

Retoucher au réglage du dromoscope en cours de campagne.

Ainsi qu'il a été dit quand le magnétisme permanent du navire change ou quand le navire change de région, le disque du dromoscope doit simplement, pour qu'il reste réglé, être déplacé parallèlement à lui-même.

On fait alors des observations de déviations à deux caps et on déplace le disque parallèlement à lui-même de façon à amener ses indications à être exactes pour ces deux caps. Sa position étant ainsi déterminée, il est de nouveau réglé.

Emploi du dromoscope pour la compensation.

Le dromoscope trouve son emploi pour la compensation, c'est-à-dire pour l'opération de mise en place des aimants et des boules de fer qui servent à rendre les déviations de la boussole nulles, ou plutôt en général très faibles.

En entrant dans une étude détaillée du dromoscope, on voit que la mise en place d'un aimant d'une certaine direction correspond à un déplacement horizontal dans un certain sens du centre du disque (1) et que la mise en place des boules correspond à un changement d'inclinaison du disque en même temps qu'à un léger déplacement de son centre.

Comme conséquence : pour faire la compensation, on met le navire à un cap intercardinal : NE magnétique vrai, par exemple, et on l'y maintient, puis on ajoute successivement des aimants parallèles et perpendiculaires à l'axe du navire amenant la boussole à donner de nouvelles indications successives correspondant à la suppression successive des excentricités du pied du disque par rapport au centre de la table dans le sens NS et dans le sens EO.

On met enfin des boules amenant l'indication à être celle que donne le disque ramené à être parallèle à la table.

Après ces opérations de compensation de la boussole, elle conserve quelques déviations légères et inévitables par tous les procédés. On fait alors un nouveau réglage du dromoscope à l'aide d'observations à cinq caps, comme il a été dit plus haut, pour les connaître.

En cours de campagne on retouche la compensation par des aimants seulement, sans toucher aux boules. Dans ces conditions on n'a pas à refaire d'observations pour régler le dromoscope après la mise en place des aimants.

(1) Par exemple un aimant ajouté dans l'axe si la boussole est dans l'axe du navire, correspond à un déplacement du centre du disque parallèle à la ligne NS de la table.

Réglage de la barre de Flinders.

La barre de Flinders est, comme on le sait, une barre de fer doux placée verticalement, qu'on dispose près de la boussole, et dont le but est de rendre la compensation invariablement bonne malgré les changements de latitude tant que le magnétisme permanent du navire ne change pas.

En raisonnant sur la question, on arrive à un tracé géométrique qui permet, connaissant les positions de réglage du centre du disque du dromoscope en deux régions de la Terre différentes de trouver la position qu'il doit occuper après la mise en place de la barre de Flinders bien réglée.

On en déduit précisément le moyen de mettre en place cette barre de Flinders bien réglée.

Emploi du déflecteur.

Le déflecteur est, comme on sait, un instrument qui permet de mesurer les forces magnétiques faussées par le navire qui agissent sur la boussole et grâce auquel on peut faire la compensation sans observations de déviation.

Il permet également, quoique par des calculs un peu délicats, de trouver la formule qui donne la loi des déviations sans en avoir observé aucune.

Le dromoscope peut être réglé à l'aide de cinq mesures faites au déflecteur sans aucune observation de déviation.

Ces cinq mesures donnent cinq points de l'ellipse des forces, le réglage du dromoscope est basé sur ce que la projection orthogonale du disque sur la table du dromoscope représente à une certaine échelle cette ellipse des forces. On représente successivement les cinq points de l'ellipse des forces que l'on connait sur la table à plusieurs échelles, jusqu'à ce qu'on puisse amener le disque à se projeter de la façon voulue sur eux. La projection est faite à l'aide d'équerres à chapeau.

L'orientation du disque autour de son centre, dans son plan se règle ensuite soit par une seule observation de déviation, soit par un raisonnement basé sur ce que le navire a en général un plan de symétrie pratiquement parfait.

Compensation avec le déflecteur et le dromoscope.

On règle le dromoscope avec le déflecteur, et on fait ensuite la compensation comme s'il avait été réglé par des observations de déviations.

Erreurs de bande.

Pour étudier l'erreur de bande, on revient à la considération des figures des champs et des forces constituées en mosaïques.

On arrive ainsi à des constructions de géométrie descriptive malheureusement un peu compliquées qui permettent, à condition d'avoir fait certaines observations d'inclinaison magnétique le navire droit ou de déviation le navire à la bande, de régler le dromoscope *a priori* pour une bande quelconque en un lieu quelconque de la Terre.

Ces procédés permettent aussi de déterminer les aimants et fers doux à placer près du compas pour annuler l'erreur de bande. La description complète de ces aimants et fers doux ne semble pas avoir été faite jusqu'ici par les auteurs qui ont traité la question par la méthode analytique. La méthode analytique aurait d'ailleurs pu y conduire.

Réglage de la barre de Flinders au premier armement.

Des tracés de géométrie descriptive connexes de ceux faits pour étudier l'erreur de bande donnent le moyen de régler la barre de Flinders au port d'armement sans avoir d'observations faites en une autre région, si on a pu mettre le navire à une bande un peu forte (20° au moins) dans ce port.

C'est un résultat nouveau, croyons-nous, qui s'obtiendrait également d'ailleurs par la méthode analytique.

M. SUAIS

Ingénieur en chef des Colonies, Directeur des Chemins de fer éthiopiens.

NOTE SUR LE COMBUSTIBLE A EMPLOYER POUR LES CHEMINS DE FER DE PÉNÉTRATION EN AFRIQUE [662.6 : 621.13 (60)]

— *Séance du 19 septembre* —

I

Il n'est pas d'entreprise industrielle qui échappe à la nécessité absolue d'être conduite avec économie, sous peine de voir les meilleurs résultats légitimement espérés devenir tôt ou tard des résultats désastreux.

Le continent africain, sur lequel commence à se dessiner un réseau de chemins de fer, exige spécialement pour l'industrie des transports les conditions les plus économiques possibles en raison notamment du peu d'importance relative, au moins dans les débuts de leur mise en exploitation, du trafic qu'ils sont appelés à desservir, ce qui donne comme première conséquence une élévation du prix de revient de ces transports.

Les chemins de fer éthiopiens qui sont appelés à desservir l'un des plus riches et des plus intéressants pays du monde, peuplé d'une race de civilisation chrétienne comme la nôtre, aussi industrieuse que brave, et avec laquelle nos relations, non gênées par des circonstances sociales et religieuses comme sur tant de points du globe, sont appelées à prendre dans un avenir prochain un grand développement, ces chemins de fer, disons-nous, sur lesquels se fondent avec raison de grandes espérances de trafic, n'échappent pas à la loi rigoureuse, à la loi d'airain de l'économie aussi bien dans leur construction que dans leur exploitation.

Ce sont ces considérations sur lesquelles il est inutile d'insister, qui nous ont conduit à faire une étude spéciale de l'un des éléments les plus essentiels et les plus importants de toute exploitation de chemin de fer : le combustible, qui constitue, on le sait, l'une des principales sinon la principale dépense d'exploitation. C'est donc sur cette matière que peut porter l'une des plus grandes économies qu'il soit possible de réaliser.

II

Le pétrole est connu de toute antiquité ; mais son exploitation en grand ne date que d'une cinquantaine d'années.

Il se présente sous différents aspects :

C'est en Russie (dans la presqu'île d'Apchéron, Caucase) et aux États-Unis que se rencontrent les gisements les plus considérables qui donnent lieu à des exploitations très importantes qui, depuis une vingtaine d'années, ont pris un développement énorme. Il existe aussi des gisements importants dans tout l'archipel des îles de la Sonde, notamment à Bornéo et Sumatra ; ces huiles sont très employées par les indigènes et donnent lieu depuis quelques années à un certain commerce qui semble prendre actuellement une importance considérable.

Le pétrole se compose d'hydrocarbures plus ou moins volatiles dont on détermine le départ successif par la chaleur. En le refroidissant, au contraire, on détermine la solidification des produits les plus lourds (paraffines). Entre les hydrocarbures liquides et les paraffines, se place une série de corps mous (vaselines).

Au point de vue industriel, les pétroles bruts comprennent trois parties :

1° Les carbures distillant avant 150° et qui constituent les essences qui sont trop inflammables et s'emploient peu pour l'éclairage; on les utilise surtout comme dissolvants.

2° Les carbures distillant entre 150° et 200° et qui constituent le pétrole d'éclairage proprement dit.

3° Un résidu brun foncé appelé mazout.

Ce mazout distillé en grande partie entre 280° et 400° en faisant intervenir la vapeur d'eau et le vide et, en fractionnant la distillation, on peut en tirer encore des huiles lampantes, des carbures utilisables comme dissolvants, des huiles de graissage et des vaselines.

Ce mazout constitue aussi l'huile noire brute de graissage dont l'emploi s'est généralisé depuis une vingtaine d'années; c'est en 1878 que la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest a fait ses premiers essais de graissage à l'huile noire et, depuis cette époque, l'emploi de cette huile a toujours été en croissant.

Le mazout est encore liquide à — 10°; à — 30° il a la consistance du savon vert.

Le naphte de Bakou donne en moyenne: 35 0/0 d'huile lampante; 60 0/0 de mazout, 5 0/0 de déchet.

Pendant longtemps le mazout n'eut d'autre emploi que le chauffage des alambics; c'était un embarras que l'on supprimait en le laissant s'écouler et former de véritables lacs auxquels on mettait le feu, ou en le déversant dans la mer Caspienne.

Depuis quelques années ce mazout est employé en Russie sur une échelle considérable au chauffage des foyers de locomotives et de bateaux à vapeur; toutes les machines de la ligne de Bakou à Batoum notamment (800 kilomètres environ) sont chauffées au mazout, ainsi que les chaudières des bateaux du Volga et de la mer Caspienne.

La consommation de mazout pour le chauffage des locomotives seules, qui était de 121.700 pouds en 1882, a atteint 22.474.009 pouds en 1892, soit environ quinze fois la consommation de 1882 (aperçu sur les Chemins de fer russes).

La production de naphte brut dans la péninsule d'Apchéron, production concentrée presque entièrement autour de Bakou (la ville noire), a pris un développement considérable dont on peut se rendre compte par la comparaison des chiffres ci-après:

Production en 1879	Kilogr.	376.000.000
— en 1884		1.460.000.000
— en 1889		3.400.000.000
— en 1895		6.400.000.000

A elles seules, les importantes usines de la Société Nobel à Bakou ont traité, en 1894.	Kilogr.	960.000.000
d'huiles brutes qui ont donné :		
Pétrole lampant.	Kilogr.	375.000.000
Huiles à graisser		46.500.000
Mazout employé comme combustible		538.500.000
TOTAL ÉGAL. . . .	Kilogr.	960.000.000

Aux États-Unis, la production totale d'huile brute, en 1889, a été de 34.820.000 barils de 42 gallons, soit de 6.580.000.000 litres, le gallon représentant 4 litres 1/2.

L'emploi du mazout comme combustible s'est beaucoup moins répandu aux États-Unis et cela tient surtout au bas prix de la houille et aussi à ce que les mazouts d'Amérique contiennent une plus forte proportion de produits volatils et conviennent moins bien au chauffage.

En Angleterre, on emploie depuis quatre ou cinq ans le chauffage au mazout, ou plutôt aux huiles lourdes et goudrons provenant des usines à gaz, sur un certain nombre de machines du Great Eastern Railway ; l'appareil Holden employé pour brûler ce mazout est disposé de telle façon qu'il est facile de chauffer à volonté au charbon ou au mazout, ou de faire le chauffage mixte.

Le pouvoir calorifique du mazout est de 11.000 calories, supérieur, par conséquent, de 40 0/0 environ à celui de la houille de bonne qualité.

On s'accorde à reconnaître que, tant que le prix de l'huile ne dépasse pas le double du prix de la houille de bonne qualité, il y a avantage à employer l'huile.

En dehors de son pouvoir calorifique considérable, le mazout présente, en effet, un certain nombre d'avantages que nous trouvons énumérés dans les différentes études traitant de cette question.

Ces avantages sont les suivants :

Tandis qu'avec la houille il faut ouvrir fréquemment la porte du foyer pour maintenir la pression, surtout dans les rampes, ce qui, outre la fatigue imposée au chauffeur, a l'inconvénient d'admettre à chaque fois une certaine quantité d'air froid, d'où déperdition de chaleur ; avec l'huile, au contraire, le débit se règle avec la plus grande facilité en agissant simplement sur les manettes des robinets, de sorte que le travail du chauffeur est infiniment moins pénible et que les déperditions de chaleur sont évitées.

Avec le mazout il n'y a ni poussière, ni escarbilles, de sorte que les soins d'entretien de la machine sont très simplifiés.

Le chargement du combustible au dépôt est aussi bien plus facile, le

mazout pouvant être approvisionné dans le tender en quelques minutes au moyen de grues de chargement établies le long de la voie et analogues à celles qui servent à l'alimentation d'eau des tenders.

On a reconnu aussi que l'usure des foyers est moindre avec le chauffage au mazout qu'avec le chauffage à la houille, à la condition de placer dans le foyer un autel en briques réfractaires sur lequel on dirige le jet du pulvérisateur ; on évite ainsi des coups de feu sur les tôles du foyer et on a, en outre, l'avantage de mieux brasser le mélange d'air et de mazout, et d'obtenir une combustion complète ne donnant que très peu de fumée.

L'avantage résultant de la facilité de la conduite du feu est encore plus appréciable à bord des bateaux que sur les locomotives ; un seul homme suffirait, en effet, pour conduire une locomotive chauffée au mazout ; mais on est toujours obligé, par mesure de prudence, de conserver deux hommes sur la machine pour le cas où l'un d'eux viendrait à manquer ; à bord des bateaux, au contraire, et surtout à bord des navires d'un fort tonnage ayant plusieurs chaufferies et nécessitant un personnel nombreux de chauffeurs assujettis à un travail extrêmement pénible, le chauffage au mazout permet de réduire considérablement ce personnel tout en rendant le service beaucoup moins pénible.

Ces avantages sont tels que l'on vient d'établir entre Bornéo et Suez douze réservoirs-dépôts contenant jusqu'à 5.000 tonnes. Ces réservoirs sont approvisionnés par des navires pétroliers portant jusqu'à 10.000 tonnes, et ayant leurs chaufferies au pétrole.

C'est donc seulement en raison de son prix élevé que le pétrole n'a été jusqu'ici employé d'une manière exclusive pour le chauffage des chaudières que dans les pays de production ; mais son emploi combiné à celui de la houille, permettant d'obtenir par instants une production de vapeur intense ou la suppression presque complète de la fumée est applicable partout.

C'est ainsi que la Compagnie du Great Eastern Railway emploie actuellement le combustible liquide au chauffage d'une quarantaine de locomotives, que la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest emploie ce même combustible sur sa ligne de banlieue, de Paris à Saint-Germain, pour franchir la forte rampe et le tunnel entre le Pecq et Saint-Germain et obtenir ainsi une surproduction momentanée de vapeur qui permet d'éviter le changement de machine qui se faisait autrefois au Pecq.

Au tunnel de l'Arlberg, c'est en vue d'obtenir une meilleure ventilation du tunnel et d'éviter la fumée qui incommodait le personnel des trains et les ouvriers travaillant sur la voie, qu'on a adopté le chauffage au combustible liquide qui est appliqué maintenant à vingt-cinq locomotives à marchandises et à douze locomotives pour trains de voyageurs.

Dans une brochure toute récente sur les applications du combustible

liquide, Sir Marcus Samuel, de Londres, expose que, sur les chemins de fer des Indes, l'emploi de ce combustible prend une rapide extension et donne des résultats très avantageux : il cite aussi comme particulièrement significatif ce fait que les Compagnies de chemin de fer égyptiens n'ont traité pour leurs approvisionnements de charbons que jusqu'à la fin de juin 1899, désireuses qu'elles sont d'introduire sur leurs lignes l'emploi du combustible liquide.

III

Il a paru à la Compagnie impériale des chemins de fer éthiopiens, dont un premier tronçon de ligne sera mis en exploitation dans quelques mois, qu'il y avait intérêt à examiner et chiffrer quels pouvaient être les avantages spéciaux que présenterait pour son exploitation l'emploi du mazout au lieu et place du charbon. Cette étude, qui peut s'appliquer à tous les chemins de fer africains en général, a donné les résultats suivants :

Le charbon nécessaire au chauffage des locomotives peut être évalué à 45 francs la tonne, en moyenne, à Djibouti. Les pétroles d'origine russe ou de Bornéo paraissent devoir coûter environ 62 fr. 50 c. la tonne.

C'est sur ces données : charbon 45 francs la tonne, mazout 62 fr. 50 c. que nous allons calculer, aussi approximativement que possible, l'économie que pourra procurer l'emploi du pétrole au chauffage des locomotives.

Nous nous sommes placés, pour cette étude, dans l'hypothèse d'un train par jour dans chaque sens pour desservir le trafic de Djibouti à Harrar (distance 350 kilomètres environ).

La durée du parcours, à une vitesse moyenne de 25 kilomètres à l'heure, arrêts non compris, sera de quatorze heures.

Les locomotives ont une surface de grille de 1 mètre carré, la quantité de charbon brûlée par heure pourra donc varier de 300 à 400 kilogrammes.

Bien que le plus gros trafic doive être à la descente de Harrar à Djibouti, il est à présumer qu'en raison du profil de la ligne et de l'altitude de Harrar (2.000 mètres environ), la consommation du combustible sera plus forte pour les trains remontant à Harrar que pour ceux qui descendent à Djibouti.

1° Emploi du charbon.

Nous pouvons admettre que la consommation sera de 400 kilogrammes à l'heure, soit 5.600 kilogrammes pour le voyage Djibouti-Harrar, et de 300 kilogrammes à l'heure, soit 4.200 kilogrammes pour le voyage Harrar-Djibouti.

La capacité des soutes à charbon n'est que de 3.000 kilogrammes; il

sera donc nécessaire, tant à l'aller qu'au retour, de faire du charbon en route ; comme, d'autre part, il n'est pas possible que le même mécanicien fasse un service de quatorze heures consécutives, on sera conduit à changer de locomotive et de tender à un dépôt qui sera établi vers le milieu de la ligne, par exemple, vers le kilomètre 175.

Dans ces conditions les quantités et les valeurs du charbon à prendre pour chaque voyage aller-retour aux trois dépôts de Djibouti, de la station intermédiaire et de Harrar seront les suivantes, en supposant un prix de 45 francs la tonne à Djibouti et un prix de revient de 10 centimes par kilomètre pour l'approvisionnement des dépôts.

	DÉPOT DE DJIBOUTI			DÉPOT INTERMÉDIAIRE			DÉPOT HARRAR			DÉPENSES
	Tonnes.	Prix.	Produit.	Tonnes.	Prix.	Produit.	Tonnes.	Prix.	Produit.	TOTALES
Voyage Djibouti-Harrar	2.800	45	126	2.800	62 50	175	»	»	»	301 »
Voyage Harrar-Djibouti	»	»	»	2.100	62 50	131 25	2.100	80	168	299 25
									Dépenses totales par voyage (aller-retour). . . . Fr.	600 25

Soit pour l'année (360 voyages aller-retour) :

3.518 tonnes = 226.000 francs.

2° *Emploi du mazout.*

Si nous faisons le même calcul avec le mazout, en supposant que la consommation de mazout n'atteigne que 60 0/0 de la consommation de charbon, nous obtenons les résultats suivants :

	DÉPOT DE DJIBOUTI			DÉPOT INTERMÉDIAIRE			DÉPOT DE HARRAR			DÉPENSES
	Poids.	Prix.	Produit.	Poids.	Prix.	Produit.	Poids.	Prix.	Produit.	TOTALES
Voyage Djibouti-Harrar	1.680	62 50	105	1.680	80	134 40	»	»	»	239 40
Voyage Harrar-Djibouti	»	»	»	12.60	80	100 80	1.260	97 50	122 85	223 65
									Dépenses totales pour le voyage (aller-retour). . . . Fr.	463 05

Soit pour l'année (360 voyages aller-retour) :

2.116 tonnes = 166.698 francs.

L'économie annuelle résultant de l'emploi du mazout sera donc de : 216.000 — 166,698 = 49.302 francs, soit en chiffres ronds 49.000 francs.

A cette économie il convient d'ajouter celle résultant de la suppression

des frais de manutention du charbon. Ce combustible devrait être pris à bord, chargé sur wagon, transporté et déchargé en gare, repris au moins partiellement pour être transporté aux dépôts de la station intermédiaire et Harrar, soit au moins trois manutentions de 4 à 5.000 tonnes ou la manutention de 15.000 tonnes à 0,50 centimes la tonne, la dépense serait de 7 à 8.000 francs, sans compter les déchets et la perte due à l'altération du charbon ; c'est donc au moins 10.000 francs qu'il faut compter pour l'usage du charbon qui sont entièrement supprimés en employant le mazout refoulé mécaniquement dans les réservoirs. En réalité, la consommation du charbon calculée plus haut pour un seul train atteindra environ 5.000 tonnes, l'économie correspondante serait par suite : $\frac{49.000 \times 5.000}{3.528} = 70.000$ francs en chiffres ronds et 80.000 francs en tenant compte des frais spéciaux au charbon.

L'emploi du mazout entraînera certaines dépenses supplémentaires pour l'installation de réservoirs à Djibouti, à la station intermédiaire et à Harrar, ainsi que pour l'acquisition et le montage des appareils Holden à brûler le mazout et des réservoirs à placer sur les tenders ; mais il est certain, *a priori*, que l'économie annuelle de 80.000 francs permettra, tout en conservant un bénéfice important, de prélever l'annuité nécessaire pour l'intérêt et l'amortissement du capital à engager dans ces installations.

Les devis établis font ressortir, en effet, une dépense de 160.000 francs, nécessitant une annuité de 12.800 francs pour le service des intérêts à 5 0/0 et l'amortissement en vingt années. Les frais d'entretien du matériel évalués à 4 ou 5 0/0, s'élèveraient à environ 8.000 francs, soit en totalité 20.000 francs à déduire du bénéfice brut, laissant par suite un bénéfice net de 60.000 francs environ par an en faveur du mazout et dans l'hypothèse d'un seul train par jour. L'économie sera évidemment beaucoup plus considérable avec une exploitation plus active, la partie des frais afférente à l'intérêt, l'amortissement et l'entretien du matériel restant invariable.

En résumé, il semble résulter de ce qui précède, que pour des chemins de fer placés dans la situation des lignes éthiopiennes, c'est-à-dire une grande partie au moins des chemins de fer africains, l'emploi du pétrole comme combustible se recommande non seulement en raison des facilités d'emploi et des avantages techniques de ce combustible, mais aussi par les conditions mêmes d'exploitation des chemins de fer où la nature du trafic et son importance ont pour conséquence d'élever le prix de revient du transport.

M. L. RAVIER

Ingénieur de la Marine

ÉTUDE SUR LES ACCIDENTS DES CHAUDIÈRES A TUBES D'EAU ET LES MOYENS DE LES PRÉVENIR [621.18]

— *Séance du 19 septembre* —

Historique de la question.

L'emploi des chaudières à tubes d'eau se répand de plus en plus à terre, surtout dans les villes où elles satisfont plus facilement aux exigences de l'Administration pour la sécurité, et à bord des navires où leur légèreté est une qualité précieuse.

On sait que ces chaudières sont dites inexplosibles parce qu'elles ne sont pas sujettes aux explosions à grands effets dynamiques comme les anciennes chaudières.

La fréquence avec laquelle elles ont des ruptures de tubes ou autres accidents analogues n'entraînant pas de dégâts importants, mais causant souvent aux chauffeurs des brûlures mortelles, a par contre beaucoup préoccupé dès qu'elles ont commencé à se répandre. On a rapidement observé qu'elles tuaient en somme proportionnellement beaucoup plus de monde que les anciennes chaudières.

Des études très intéressantes ont été publiées à ce sujet pour les chaudières terrestres par M. Compère, l'ingénieur en chef de l'Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur, en 1893, et par M. l'ingénieur des mines Walchenaër, en 1895.

L'étude des accidents des chaudières terrestres est facilitée par la consultation du *Bulletin officiel* des accidents qui est publiée chaque année dans les *Annales des Mines*.

Ce document donne des détails sur les circonstances de chaque accident suivant les résultats de l'enquête faite par le Service des mines.

Dans la marine, les chaudières à tubes d'eau semblables à celles employées à terre donnent à peu près les mêmes résultats à bord qu'à terre : les ennuis donnés à terre par le calcaire contenu dans les eaux se retrouvent à bord par le sel marin qui s'introduit en cas de fuite au condenseur ; mais pour les chaudières à petits tubes, genre du Temple, non employées à

terre et fréquemment employées à bord, les conditions sont sensiblement différentes.

Ces dernières chaudières ont des ruptures de tubes beaucoup plus fréquentes ; la rupture de tube n'est pas dangereuse pour le personnel à cause du faible diamètre des tubes, mais, si le bâtiment n'a qu'une chaudière, comme un torpilleur, il est mis en détresse par l'accident, et par suite il peut se trouver en danger ; si le bâtiment a plusieurs chaudières, il résulte en tout cas de ces ruptures de tubes fréquentes une grande gêne pour le service et en particulier pour le service militaire.

Statistique des circonstances d'accidents.

L'étude du *Bulletin officiel* des accidents de chaudières pour les huit dernières années publiées (1890 à 1897) nous a conduit au tableau suivant pour la répartition des causes d'accidents des chaudières à tubes d'eau :

		CAS OU LA CAUSE INDIQUÉE ÉTAIT EXCLUSIVE	CAS OU IL Y A EU EN MÊME TEMPS UNE AUTRE CAUSE
Déchirures de tubes	Tubes entartrés.	8	9
	Baisse de niveau anormale	12	1
	Tubes usés.	4	2
	Tubes défectueux de fabrication . . .	3	3
	Défaut de circulation (provenant de dépôts en dehors du tube rompu) .	5	1
	Surmenage de la chaudière.	2	4
	TOTAL des accidents consistant en déchirures de tubes de causes connues. .	34	TOTAL 20 = 10 ruptures de tubes.
	Causes inconnues.	8	
Accidents autres que des déchirures de tubes (projections de bouchons, etc.)		11	

Quand deux causes sont indiquées simultanément, l'une des deux est toujours l'entartrement du tube ou une baisse de niveau anormale.

Nous avons également dressé le tableau suivant indiquant à quelles rangées appartenaient les tubes qui se sont déchirés :

Tubes de la rangée inférieure	17
Tubes des 2e et 3e rangées à partir du bas	6
Tubes des rangées intermédiaires	18
Tubes de la rangée supérieure	7
TOTAL	48

Il n'a pas été tenu compte dans ce dernier tableau de quatre accidents que les indications du *Bulletin officiel* ne permettaient pas de classer.

Pour les chaudières à petits tubes, genre du Temple, employées dans la marine, il est impossible, en l'absence de documents officiels, de donner une statistique quelconque, mais il suffit d'avoir suivi ces chaudières en service pour savoir que les ruptures de tubes fréquentes qui arrivent en service pour une chaudière qui a bien réussi aux essais, sont en général la conséquence de dépôts ou d'usure, et se produisent en général à la rangée du coup de feu.

Moyens pour réduire la fréquence des avaries.

ENTARTREMENT.

La cause d'accident la plus fréquente est l'entartrement des tubes. La rapidité avec laquelle ils s'entartrent rend d'ailleurs l'entretien assez assujettissant.

Épuration. — L'emploi, pour purifier l'eau d'alimentation, des appareils d'épuration d'eau est très utile à ce point de vue, mais comme ces appareils donnent des résultats illusoires s'ils ne sont pas très bien conduits, ainsi que nous avons eu l'occasion de le constater, il importe qu'ils soient soumis de loin en loin au contrôle d'un spécialiste qui donne des instructions à l'ouvrier qui les mène.

Désincrustants. — En l'absence d'appareils d'épuration, l'addition dans l'eau d'alimentation d'un produit ayant pour but de précipiter les substances dissoutes à l'état boueux, c'est-à-dire ce qu'on appelle un « désincrustant » peut être une bonne chose, mais, comme on sait, il y a peu de désincrustants qui soient sérieux, et qui ne risquent pas de créer des dépôts eux-mêmes dans les chaudières. Le désincrustant le plus simple est le carbonate de soude, il convient très bien, mais il doit être dosé d'après

analyse de l'eau, car s'il est introduit en excès, les entraînements d'eau alcaline donnent des ennuis dans la machine.

Alimentation dans la vapeur. — L'alimentation dans la vapeur qui fait abandonner à l'eau, dès son entrée dans la chaudière, une grande partie des matières dissoutes est un des plus grands perfectionnements qui aient été réalisés; on s'arrange, comme on le sait, pour que l'eau tombe dans un endroit où elle laisse bien ses dépôts avant de le quitter pour aller aux tubes, et on évite l'ennui des chocs d'eau dans les tuyaux d'arrivée d'eau, chocs qui sont très à craindre, soit en faisant plonger les tuyaux dans des sortes de bénitiers autour desquels l'eau dégoutte, soit en faisant arriver les tuyaux dans la vapeur avec une inclinaison qui aille toujours en montant.

Circulation. Disposition des tubes du coup de feu. — Quand l'eau naturelle ou épurée, mais contenant encore quelques substances dissoutes, arrive dans la chaudière, elle se concentre peu à peu jusqu'à atteindre le point de saturation successivement pour les diverses substances dissoutes. Quand le point de saturation est atteint, chaque partie d'eau qui se vaporise abandonne ce qu'elle tenait en dissolution. La quantité de matières solides mises en liberté est maxima dans les tubes où la vaporistion est maxima, c'est-à-dire dans ceux du coup de feu. De là, pour que les matières solides abandonnées puissent facilement être entraînées, toute l'importance qu'il y a spécialement à avoir une circulation très active dans ces tubes de coup de feu, et par là s'expliquent les bons résultats obtenus sur certaines chaudières, en particulier le dernier type de Naeyer, en adoptant des dispositions particulières pour rendre la circulation la meilleure possible dans les tubes de coup de feu spécialement.

Dans une chaudière à petits tubes, comme la chaudière du Temple, la formation de dépôts réduit rapidement le diamètre intérieur du tube d'une façon assez sensible pour diminuer la vitesse de circulation. Pour cette raison il y aurait grand intérêt à notre avis à augmenter sensiblement le diamètre des tubes de coup de feu, en laissant d'ailleurs tel quel celui des autres tubes. Le diamètre intérieur de 50 millimètres nous semblerait un minimum, celui de 20 millimètres étant conservé pour les autres tubes.

L'objection est peut-être qu'un tube de 50 millimètres est dangereux en cas de rupture tandis qu'un tube de 20 millimètres ne l'est pas, mais la sécurité pour le personnel pourrait alors être obtenue d'une façon parfaite par notre système d'obturation automatique décrit plus loin.

Extraction sous pression ou système inverse. — Les dépôts arrivent toujours à se former, et il faut les enlever périodiquement.

On préconise actuellement pour les chaudières à bouilleurs un mode de nettoyage imaginé par M. Savreux, de Moutières (Somme), qui s'appliquerait sans doute avec avantage aux chaudières à tubes d'eau, et qui est le contraire de l'extraction classique sous pression à la mode jusqu'à ces derniers temps.

Quand on vide la chaudière sous pression, les dépôts, que le faible courant qui se produit ne suffit nullement à entraîner, se dessèchent aussitôt sur les parois par la chaleur et deviennent durs, adhérents et difficiles à enlever.

Dans le procédé de M. Savreux, on laisse la chaudière se refroidir lentement et complètement avant de la vider et quand on la vide, on brosse ou gratte immédiatement, et le plus rapidement possible, les dépôts qui sont alors encore boueux ou au moins peu consistants, mais qui durciraient d'ailleurs vite si on ne se pressait pas.

Élimination des graisses. — Avec des machines fonctionnant à condensation par surface, comme toutes celles de navires, ou bien à terre avec des condenseurs par mélange mais avec récupération d'eau, les dépôts de graisses sont ceux qui deviennent les plus à craindre,

L'emploi des filtres, à éponges ou autres, qui est destiné à combattre cet ennui, demande pas mal de soin et devient inefficace en cas de négligence. C'est pourquoi il faut considérer comme très à recommander la pratique qui consiste à diminuer le plus possible le graissage intérieur, et, quand on le peut, à le supprimer complètement. La suppression complète est possible beaucoup plus souvent qu'on ne le croit, au moins sur les machines verticales, et est pratiquée en particulier sur les torpilleurs. On se contente alors de graisser les parois des cylindres aux démontages.

MANQUE D'EAU

Le manque d'eau est avec l'entartrement la cause d'accident la plus fréquente. Les précautions à prendre pour éviter le manque d'eau sont bien connues, mais on est toujours à la merci des négligences ou de l'imprévu.

TUBES USÉS

Le moyen qui se présente tout naturellement pour réduire la fréquence des ruptures de tubes par usure est d'augmenter l'épaisseur des tubes ; il est naturel d'ailleurs de le faire tout d'abord pour les tubes qui sont le plus exposés à crever, c'est-à-dire d'une façon générale ceux

de coup de feu, et dans la plupart des cas également ceux de la rangée supérieure.

La maison Belleville fait depuis longtemps ces deux rangées de tubes plus épaisses, et la statistique montre que les accidents à ces rangées sont proportionnellement moins nombreux sur les chaudières Belleville que sur les autres chaudières.

En vue d'avoir un métal inoxydable pour les tubes, on a essayé le laiton et le cuivre auxquels on semble avoir renoncé parce qu'ils fondaient trop facilement. On essaie actuellement l'acier à 25 0/0 de nickel sur lequel le célèbre constructeur de torpilleurs anglais, Yarrow, vient de faire des expériences intéressantes. Ce serait surtout intéresssant pour les petits tubes qui crèvent en général comme nous l'avons dit à la fois par usure et par dépôts : rouges et intacts ils résistent encore en général à la pression de la chaudière à cause de leur faible diamètre, mais étant rouges ils s'oxydent et finissent par devenir si minces qu'ils crèvent. L'oxydation du tube rouge vient d'un côté de l'air et de l'autre de la vapeur d'eau et Yarrow a montré la plus grande résistance de l'acier à 25 0/0 de nickel soit à l'un soit à l'autre. En outre, l'acier nickel résiste beaucoup mieux en cas d'acidité de l'eau de la chaudière, ou bien, quand la chaudière est arrêtée, en cas de mauvaise protection contre la rouille.

TUBES DÉFECTUEUX DE FABRICATION

La rupture de tube par suite d'un défaut et en particulier d'une mauvaise soudure est indiquée par la statistique comme ayant intervenu dans un nombre assez faible de cas, quoique ce doive être la seule cause quand les chaudières sont parfaitement entretenues et conduites. Dans un seul cas (accident du 23 février 1891) la rupture s'est produite sans qu'il y ait eu surchauffe du tube, mais l'accident a été sans gravité parce que le tube n'ayant pas rougi s'est très peu ouvert.

Dans l'accident tristement célèbre du cuirassé *le Jauréguiberry*, le tube s'était crevé à une soudure, mais après avoir rougi.

On peut dire en somme qu'en général le défaut est non pas la cause de la rupture, mais le point où une rupture presque inévitable par suite de coup de feu au tube se produit de préférence, et d'ailleurs plus rapidement.

Les différentes marines militaires ont trouvé intérêt, malgré la dépense, à exiger successivement l'emploi des tubes sans soudure, puis, pour les tubes sans soudure eux-mêmes, l'examen après zincage électrolytique qui décèle le moindre défaut et permet d'éliminer à peu près sûrement tous les tubes ayant des tares.

DÉFAUT DE CIRCULATION PROVENANT DE DÉPOTS EN DEHORS DU TUBE RÉDUISANT LA CIRCULATION DANS LE TUBE

Les accidents de ce genre proviennent de l'existence dans les chaudières à éléments de passages d'eau ou de vapeur trop étroits et s'obstruant facilement par les dépôts. Les constructeurs y remédient en augmentant la section des passages. Il faut en tout cas qu'ils soient tenus très propres.

SURMENAGE DE LA CHAUDIÈRE

Les accidents de ce genre qu'indique la statistique se sont produits dans les mêmes chaudières à éléments, que les précédents.

Toute chaudière, si on la chauffe avec trop d'activité, est sujette au coup de feu, mais l'examen du *Bulletin des accidents* montre en somme que les chaudières à éléments où l'arrivée de l'eau peut être gênée par des communications un peu faibles, sont les seules où ils se sont produits ainsi.

Le remède est actuellement encore l'augmentation de la section des passages.

ACCIDENTS AUTRES QUE DES DÉCHIRURES DE TUBES

Ces accidents tiennent à des projections de bouchons de visite non autoclaves, ruptures de boulons, arrachements de tubes de leurs emmanchements, tous faits qui sont évités par des modifications dans la construction des chaudières et en particulier par l'adoption exclusive des bouchons de visite autoclaves. En outre on prescrit maintenant de ne jamais toucher, quand la chaudière est en pression, aux boulons dont la rupture serait dangereuse.

MOYENS POUR RENDRE LES AVARIES INOFFENSIVES

Malgré tous les perfectionnements apportés, on n'est pas arrivé à supprimer ni même à rendre négligeables les ruptures de tubes, et la situation était si mauvaise il y a quelques années qu'on a considéré ces avaries comme inévitables et qu'on s'est préoccupé de les rendre inoffensives.

DISPOSITIONS INTRODUITES PAR LE SERVICE DES MINES

Sur la proposition de M. l'ingénieur des mines Walckenaër, l'Administration a alors demandé l'emploi d'une façon générale de dispositions déjà essayées à diverses reprises, et en particulier dans la marine, ayant pour but d'empêcher en cas d'accident le flux de vapeur de se déverser dans la chaufferie.

Ces dispositions sont :

1° L'emploi de portes de foyer à charnière horizontale en haut, ouvrant à l'intérieur du foyer et se refermant d'elles-mêmes en cas de courant de gaz du foyer vers la chaufferie ;

2° La suppression des portes de cendrier de la façade, et leur installation sur une face éloignée des chauffeurs, ou, si ce n'est pas possible, l'installation de portes de cendrier à charnière horizontale et à fermeture automatique en cas de courant de gaz du cendrier vers la chaufferie ;

3° L'installation de « trappes d'expansion » placées sur les parois de la chaudière appelées à se soulever et à déverser la vapeur par des issues non dangereuses en cas d'avarie.

Ces diverses dispositions vont avec quelques recommandations pour la conduite : en particulier celle-ci qu'on ne doit pas ouvrir les portes de boîtes à tubes des chaudières pendant qu'elles sont en pression.

L'examen des derniers Bulletins des accidents montre que les nouvelles dispositions et les précautions qui les accompagnent donnent d'excellents résultats : les accidents de personnes sont très réduits, quoique malheureusement pas encore complètement supprimés, car les Bulletins montrent en particulier que le 17 avril 1896 et le 25 octobre 1897, il y a eu des hommes blessés, les portes étant restées fermées, par suite des fuites par leurs interstices.

OBTURATION AUTOMATIQUE DES TUBES OU ÉLÉMENTS EN CAS DE RUPTURE

L'auteur de cette note en présence des ennuis que donnait dans la marine la fréquence des ruptures de tubes des chaudières à petits tubes, même celles des derniers types, a été amené à étudier, avec le concours de M. A. Janet, ancien ingénieur de la marine, une autre solution consistant en l'obturation automatique du tube en cas de rupture et permettant à la chaudière de continuer à fonctionner après une rupture semblable.

La réalisation présentait quelques difficultés : on voulait trouver une disposition s'appliquant facilement aux chaudières à tubes d'eau déjà

construites, simple, d'un fonctionnement sûr, sans inconvénient pour le fonctionnement habituel des chaudières, ne gênant pas leur entretien, et enfin d'un faible prix de revient.

Ces divers points ont pu être réalisés grâce à l'idée d'un certain dispositif très simple.

Ce dispositif est le mode de tenue d'un clapet sphérique devant un tube qui consiste, comme l'indique la figure 1 ci-contre, en une simple tige entrant dans le tube, le clapet étant d'autre part empêché de tomber par derrière par un obstacle quelconque.

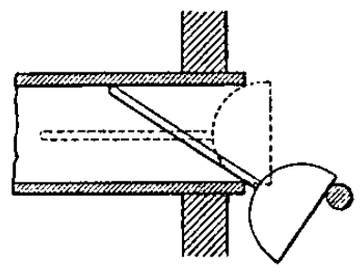


FIG. 1

Le principe de notre système consiste en général à placer un clapet de ce genre à chaque extrémité de chaque tube de la chaudière à tubes d'eau : Si le tube crève, l'eau et la vapeur qui affluent vers le trou produisent un courant violent entrant dans le tube par chaque extrémité. Ce courant entraîne les clapets, ils viennent boucher les extrémités du tube, et ils sont ensuite maintenus par la pression.

La figure 2 donne le dessin exact d'une installation faite sur une chaudière Oriolle qui fonctionne ainsi depuis mai 1898, c'est-à-dire depuis quinze mois, après avoir été soumise à des expériences où à l'aide d'une tubulure branchée sur un tube et aboutissant à un robinet on a simulé des ruptures de tubes et constaté l'efficacité des clapets.

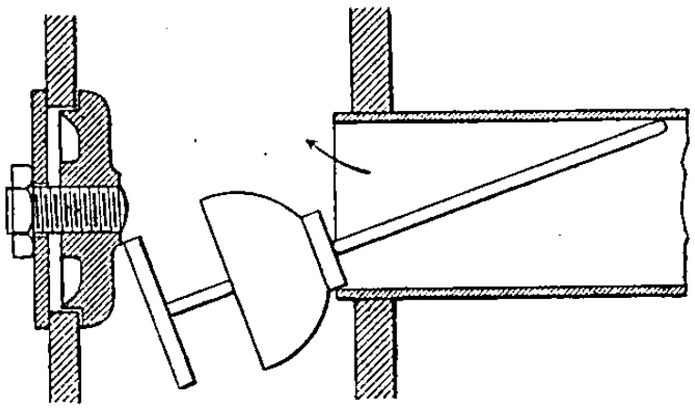


FIG. 2.

Quand les tubes forment des serpentins comme dans la chaudière Belleville, les clapets au lieu d'être à chaque extrémité de chaque tube sont à chaque extrémité de chaque serpentin. Quand les tubes sont groupés par éléments comme dans les chaudières Babcock, de Naeyer, Roser, etc..., les clapets peuvent être soit à chaque extrémité de chaque tube, soit à chaque extrémité de chaque élément.

Quand les clapets sont à chaque extrémité de chaque serpentin ou élément, ils fonctionnent en cas d'accident quelconque dans le serpentin ou élément, et ce qui s'échappe est réduit au volume contenu dans le serpentin ou élément, les clapets sont efficaces non seulement contre les ruptures de tubes mais également contre les projections de bouchons et autres accidents analogues que la statistique indique précisément comme fréquents surtout pour les chaudières de ce genre.

Les clapets ainsi décrits sont disposés très en dehors des tubes pour ne pas gêner la circulation, ils sont mis de poids tels qu'ils ne risquent

pas de bouger par les courants ordinaires qui se produisent dans les chaudières et dont l'intensité n'est pas à comparer avec ceux qui se produisent au moment des accidents, les uns étant causés par des dépressions de l'ordre d'un ou deux mètres d'eau au maximum, c'est-à-dire 200 grammes par centimètre carré et les autres par des pressions de 5 kilogrammes au minimum par centimètre carré.

Les clapets sont enfin tellement dégagés par leur dessin même qu'ils ne risquent pas de s'entartrer et d'avoir leur fonctionnement gêné ou de causer des ennuis de ce fait.

Par contre si les bouts des tubes sont usés ou sales, c'est-à-dire dans les conditions ordinaires, ces clapets peuvent ne pas bien s'appliquer et ne fermer qu'insuffisamment les tubes.

La solution de cette difficulté s'est trouvée dans l'emploi des clapets « compounds » que représente la figure 3.

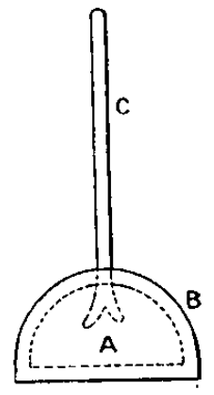
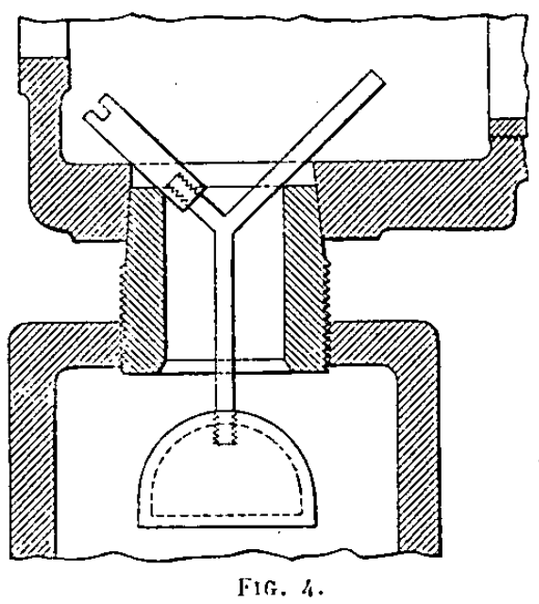


FIG. 3.

La forme extérieure est la même, mais il y a sur un corps A en métal dur une couche B de plomb qui, quand le clapet fonctionne et est appliqué par la pression sur les bouts des tubes, se moule sur leurs irrégularités et donne une étanchéité parfaite. On en a eu l'épreuve sur une chaudière du Temple de torpilleur ayant l'installation : un tube ayant crevé au cours d'une sortie, les clapets ont fonctionné aussitôt, et on a continué à marcher sans perte d'eau. On a d'ailleurs rallumé et on est reparti le lendemain sans avoir fait aucune réparation.


FIG. 4.

L'installation des clapets dans les chaudières Belleville a nécessité une étude spéciale. La figure 4 représente le clapet du bas d'un élément : il est suspendu sous la communication entre le collecteur d'alimentation et l'élément par une prolongation en forme d'Y de sa tige entrant dans cette communication. Une des branches de l'Y est démontable pour permettre l'entrée et la sortie du clapet.

Le clapet du haut n'ayant pas pu être installé dans le coffre à vapeur à cause de l'encombrement de ce coffre a été placé dans le coude reliant le tube supérieur du serpentin audit coffre, ce qui a obligé à le faire en deux parties démontables pour pouvoir l'entrer, et à lui donner d'autres dispositions spéciales. Il est représenté par la figure 5. Le principe de la tenue est toujours la tige entrant dans l'intérieur du tube, mais le clapet au lieu d'être demi-sphérique est plat et n'emprunte la forme

sphérique que dans la partie destinée à porter. En outre, il repose dans une sorte de gouttière constituée par une pièce, simplement posée dans la chaudière, qui forme pour lui une charnière libre à grand jeu non susceptible de coincement ni encrassement.

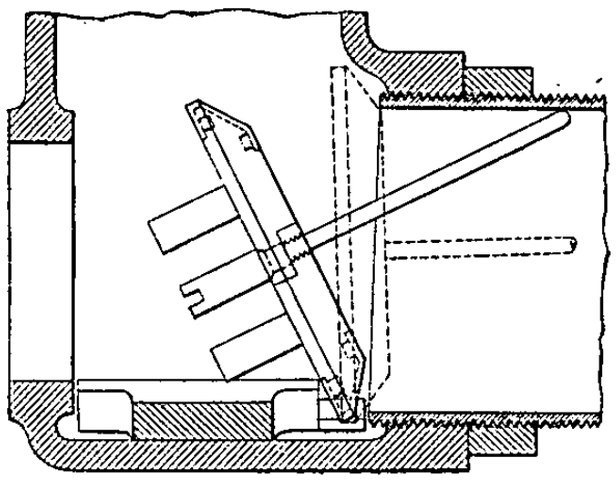


FIG. 5.

La tige servant au maintien dans le tube sert en même temps pour le démontage des deux moitiés du clapet; c'est elle qui, par sa disposition, étant vissée dans l'une des moitiés du clapet et serrant sur l'autre, rend les deux moitiés solidaires.

M. HOUPEURT

Ingénieur des Ponts et Chaussées à Montreuil-sur-Mer.

NOTICE SUR LA RECONSTRUCTION D'UN PONT MÉTALLIQUE A ÉTAPLES

[627.2 (44.27)]

— Séance du 19 septembre —

Le service vicinal du département du Pas-de-Calais vient de décider la consolidation et la réfection partielle d'un pont de 86 mètres de longueur, mi-partie en bois et mi-partie métallique, franchissant la Canche à Étaples, près de l'embouchure de cette rivière. La nécessité d'effectuer les travaux avec la plus stricte économie a conduit M. l'Ingénieur en Chef Marion, auteur du projet, à adopter une solution originale, qui comporte notamment la transformation en cantilever d'une poutre continue à travées solidaires.

En outre de la partie en bois à laquelle sera substitué un ouvrage entièrement métallique, l'ancien pont comprend un tablier métallique sur piles en maçonneries porté par deux poutres droites à âme pleine, divisées en cinq travées d'environ 20 mètres. Calculé d'une façon rudimentaire pour résister à des charges très inférieures à celles prévues aux nouveaux règlements, ce dernier ouvrage se trouve, en outre, par suite des tassements très accentués et très inégaux des appuis, soumis à des efforts bien

différents de ceux pour lesquels il a été étudié ; dès lors sa consolidation s'imposait.

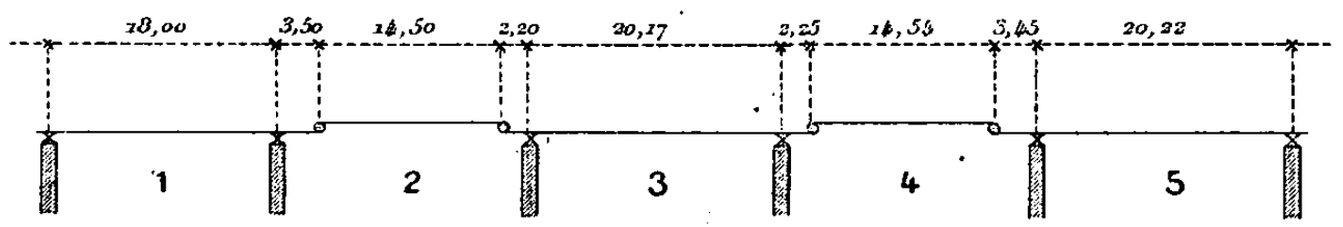
La crainte de nouveaux tassements des piles interdisait de conserver la solidarité des poutres, toute nouvelle dénivellation modifiant considérablement les efforts dans les pièces métalliques et pouvant être une cause de destruction de l'ouvrage.

D'ailleurs, si l'on avait maintenu la continuité des poutres, il aurait fallu, pour que le pont restauré résistât aux charges réglementaires, renforcer l'épaisseur des semelles au droit des appuis ; l'opération pour la semelle inférieure eût été très compliquée et dispendieuse. Aussi s'est-on décidé à rendre les travées indépendantes.

Le procédé naturel pour obtenir pareil résultat serait de couper les poutres au droit des appuis. Mais les piles en maçonnerie ont une très faible largeur en couronne et il eût été difficile d'y disposer le double appareil d'appui nécessaire pour recevoir les extrémités de deux travées consécutives. En outre et surtout ce procédé avait le défaut d'inutiliser la surépaisseur des semelles existant dans l'ancien ouvrage au droit des appuis, en annulant le moment fléchissant aux points où la solidarité des travées produit des moments considérables.

La combinaison adoptée évite cet inconvénient, tout en conservant les avantages d'un ouvrage isostatique, pouvant supporter sans inconvénient le tassement des appuis. Les poutres sont coupées en deux points de chacune des travées paires et reliées par des articulations, de façon à réaliser le type du cantilever.

L'ouvrage est alors constitué de cinq travées indépendantes ; les travées impaires 1, 3, 5 sont prolongées au delà des appuis en rivière par des



porte-à-faux dont les extrémités supportent, par l'intermédiaire d'articulations, les deux travées paires nos 2 et 4.

Plus l'articulation est éloignée de la pile, plus on augmente le moment d'appui par allongement du porte-à-faux et plus l'on diminue le moment fléchissant développé dans la partie suspendue dont on réduit la longueur. L'emplacement des articulations a été choisi de façon à rapprocher le plus possible la valeur du moment d'appui de celle du moment résistant de la section conservée des anciennes poutres au droit des piles.

L'on assure ainsi l'utilisation complète des masses de métal accumulées

sur les appuis des anciens ouvrages tout en réduisant au minimum les renforcements de semelles nécessaires au milieu des travées.

Cette disposition conserve ainsi partiellement l'avantage des poutres à travées solidaires au point de vue de l'économie du métal, et le système restant isostatique n'a rien à redouter des tassements d'appuis si dangereux pour un ouvrage hyperstatique du type de l'ancien pont.

Les articulations sont constituées très simplement par des rotules d'acier placées dans l'âme de la poutre au milieu de sa hauteur. L'âme sera percée à l'emplacement des articulations et munies de coussinets d'acier entre lesquels on introduira la rotule ; deux flasques seront fixés de chaque côté de l'âme embrassant les coussinets et serrés par une couronne de boulons.

Ce n'est qu'après la mise en place de l'articulation que la poutre sera coupée en allant de la rotule aux bords inférieurs et supérieurs.

En dehors de cette transformation, les travaux comprennent de nombreuses améliorations aux ouvrages existants (élargissement et réfection de la chaussée, renforcement des entretoises et des semelles, addition de deux trottoirs en encorbellement, substitution à la partie en bois de 88 mètres de longueur d'un ouvrage entièrement neuf en acier du type de l'ancien pont, etc.).

Les travaux ont été adjugés à la maison Kessler et C^{ie}, d'Argenteuil; malgré l'énorme accroissement actuel du prix des ouvrages métalliques, le montant total des travaux est seulement de 158.000 francs.

M. J. POISSON

Assistant au Muséum.

BOISEMENT DES DUNES [627.5]

— Séance du 19 septembre —

En me permettant de prendre la parole dans la IV^{e} Section j'ai désiré appeler son attention sur un sujet intéressant qui me paraît être de sa compétence. Il n'est assurément pas nouveau, puisqu'il s'agit du reboisement et de la mise en culture des dunes qui s'étendent aussi bien dans le département du Pas-de-Calais, que dans celui de la Somme. Son intérêt est le même en Belgique où des résultats très satisfaisants ont été obtenus près d'Ostende, sur les côtes de cet État voisin de la France.

En disant plus haut reboisement je fais allusion à de vieux souvenirs, puisque, d'après des documents historiques empruntés à une publication sur cette importante question en Belgique, il paraît qu'en certains points du littoral de ce pays, du XII^e^ au XVII^e^ siècle, des forêts existaient là où la dune aujourd'hui a repris ses droits, et que ces parties boisées étaient alors très giboyeuses (1).

On retrouverait même, à de faibles profondeurs du sol, des troncs d'arbres assez conservés pour en reconnaître l'essence, et qui témoigneraient qu'en ces lieux existait jadis une végétation arborescente qui a disparu.

On se demande si ces végétaux étaient réellement spontanés ou s'ils étaient dus aux efforts de la population existante à cette époque lointaine? La première hypothèse est plus acceptable que la seconde. En quelques points du littoral, du côté de la forêt d'Eu, on voit actuellement la végétation s'avancer très près de l'Océan. On peut voir également entre Mers et le Bourg d'Ault, sur la falaise qui a été respectée jusqu'alors par la mer, des bois d'une certaine importance dont les arbres, il est vrai, sont écimés par les vents violents de l'ouest et du nord-ouest, mais ces bois forment encore une protection suffisante pour que dans leurs enclaves on fasse des cultures diverses assez rémunératrices. Les bois ou les forêts dont il est parlé dès le XII^e^ siècle en Belgique étaient-ils au niveau de la mer ou surélevés sur une portion de la falaise? C'est ce que l'on ne dit pas.

Quoi qu'il en soit, c'est sur les parties stériles du littoral existant qu'il importe de fixer son attention et de diriger ses efforts. Les résultats concluants que présentent les dunes de Condette, à la porte de Boulogne-sur-Mer, et le Touquet (2), non loin de l'embouchure de la Canche, où près de 2.000 hectares de dunes ont été couverts d'arbres et d'arbustes variés par la persistante énergie de deux propriétaires, prouvent qu'il suffit de vouloir pour boiser les dunes et leur donner une valeur incomparable avec celle qu'elles avaient auparavant, puisque, sauf la location qui en est faite dans certaines communes pour la chasse du lapin, on n'en retire absolument rien. Toutefois, pour ce qui est des parties intérieures et relativement protégées on est arrivé à faire comprendre aux populations campagnardes, réfractaires habituellement aux progrès agricoles, qu'avec un peu d'engrais on peut obtenir dans la dune d'excellentes pommes de terre, des betteraves et des asperges dont généralement on ignore l'habitat à l'état spontané. C'est dans les îlots sablonneux, par suite de la désagrégation des roches granitiques, qu'on rencontre l'asperge à l'état sauvage en Bretagne. Conséquemment les sables maritimes sont le sol de prédilection de ce légume recherché.

(1) *Le Boisement du littoral maritime belge*, par L. Van der Swaelmen, 1888.

(2) *Le Touquet. Histoire d'une forêt*, par F. R. de La Tréhonnais. 1875.

Mais si l'on veut faire en toute sécurité ces cultures, on ne peut guère y prétendre sans arrêter les particules arénacées formant la dune, que le vent chasse en temps sec vers l'intérieur des terres et pouvant les anéantir promptement. Il faut donc, par un rideau végétal d'une épaisseur suffisante, protéger ces cultures.

Pour toutes ces raisons, on le comprendra aisément, le boisement s'impose, soit qu'il s'agisse de donner une valeur intrinsèque aux dunes, avec ce seul rendement. ou que l'on songe à en tirer un meilleur profit par la production de légumes ou même de fourrages. Ainsi des graminées et des légumineuses croissent volontiers dans ce sol, la luzerne notamment, et le pénètrent profondément par leurs racines en le consolidant.

Pour encourager les hésitants ou convaincre les incrédules en matière de boisement, bien qu'il ne s'agisse pas ici du littoral marin, mais d'un terrain essentiellement sablonneux comme celui des dunes, on peut citer l'exemple de la Sologne qui, jusqu'à une quarantaine d'années en arrière, ne faisait rien pour améliorer son état misérable, et cela depuis que la Sologne est habitée. Il a fallu la généreuse et patiente initiative du marquis de Vibraye, puis la création de la ferme de Lamotte Beuvron, sous l'Empire, pour mettre un terme à cet esprit de routine, dont on ne serait jamais sorti sans les efforts louables du savant philanthrope précité et de l'établissement qui l'imita pendant de nombreuses années. C'est par millions que l'on distribua gratuitement aux propriétaires des plants d'arbres susceptibles de végéter dans un sable aride où, de place en place, le sous-sol imperméable retenait les eaux pluviales, et qui formaient alors de petits lacs d'où se dégageaient en été les miasmes fiévreux bien connus des Solognots. Aujourd'hui la Sologne n'est plus reconnaissable ; c'est une immense forêt d'arbres peu élevés, il est vrai, mais les chasseurs y abondent, ce qui est déjà d'un bon rapport, et l'on a commencé à y exploiter les bois régulièrement. Enfin, les fièvres sont à peu près inconnues maintenant dans cette région naguère redoutée des voyageurs et où, en fait de cultures, on ne voyait alors que de maigres champs de seigle.

On peut se demander, *a priori*, comment il faut opérer pour atteindre ce résultat tant désiré dans les dunes? Doit-on commencer par le bord de mer en y plantant avec persistance l'Oyat des Picards (*Psamma arenaria* des botanistes) qui rend tant de services pour consolider les sables, puis diriger ses efforts en arrière de cette ligne plantée? Cette méthode semble être la meilleure, mais c'est peut-être prendre la difficulté trop résolument? Si la mobilité de la dune est indiscutable, c'est évidemment la voie à suivre ; mais si en certains points le vent ne chasse pas trop le sable vers l'intérieur, on pourrait procéder en arrière de la dune la plus rapprochée de l'Océan. Ce cas se présenterait là où sur le bord même de la mer s'est formé un rempart naturel par l'élévation un peu marquée du sol et ou

celui-ci est déjà spontanément garni d'oyats. Toutefois, dans de telles conditions on pourrait planter derrière ce rempart, en se dirigeant vers l'intérieur, les plantes arbustives qui croissent facilement en dune. C'est alors que l'on emploierait en boutures le sureau, le trœne, le lyciet, le tamarix (*T. anglica*), le peuplier, les osiers de diverses sortes, dont on tirerait par la suite un parti utile. Puis on sèmerait à la volée les graines de plantes consolidantes suivantes : arrête-bœuf (*Ononis repens*), les ajoncs et le genet à balais, la luzerne. On associerait à ce mélange les graminées qui aiment le sable : agrostide maritime, agrostide vulgaire, le *Calamagrostis epigeios*, le *Festuca tenuifolia*. Ces semis se feraient de préférence au commencement de l'automne, alors que l'atmosphère est généralement calme et les nuits un peu fraîches et humides, conditions favorables pour la germination des graines. Dès les premiers jours de novembre, on aurait chance d'avoir un gazonnement suffisant pour le maintien de la surface avant les tourmentes de l'hiver.

L'entreprise du boisement devrait se faire par portions suivant une ligne dont une des pointes ferait face aux vents dominants en commençant, si possible, vers la droite de la dune, pour s'allonger vers l'intérieur, puis recommencer dans le même sens pour une autre portion de dune en saison favorable. De cette façon, si les plantations les plus exposées souffraient, il n'en serait pas de même de celles qui seraient en arrière.

C'est lorsque les arbustes et les arbrisseaux plantés auraient déjà une végétation suffisante, comme couvert, que des plantations de jeunes pins et d'autres essences seraient faites. Enfin des glands de chênes seraient semés et intercalés à l'abri des arbustes déjà existants. On varierait les espèces en choisissant naturellement celles qui ont le plus de chance de réussir dans un sol de cette nature spéciale.

Les quelques plantations de chênes que l'on remarque à Condette et au Touquet font très bien ; il est regrettable qu'il n'y en ait pas davantage.

En certains points de la dune la violence du vent est telle que les arbres n'y tiendraient pas. Dans ce cas on devrait porter ses soins à multiplier seulement les espèces de petite taille.

Ces indications sommaires peuvent varier dans les détails et suivant le milieu, elles seraient garanties par les moyens mis en pratique déjà au Touquet et en Belgique, où les résultats ont été si heureux. On comprend que pour des entreprises de la sorte la théorie doive s'appuyer sur une pratique raisonnée ; c'est le criterium de toute opération culturale quelle qu'elle soit.

Je ne m'étendrai pas sur les travaux de nivellement du sol qui peuvent n'être que partiels et suivant l'inégalité plus au moins marqué de la dune. Cette main-d'œuvre, quand elle est vraiment nécessaire, est inéluctable ; il est inutile d'y insister.

En supposant l'intention bien arrêtée d'entreprendre le boisement des dunes, une question d'une importance capitale se posera tout naturellement, c'est le côté économique à étudier, le problème à résoudre Qui fera les dépenses de pareils travaux? Dans les dunes d'Étaples et de Condette, ce sont d'intelligents propriétaires qui ont sacrifié une partie de leur avoir pour réaliser cette généreuse idée. Mais si l'État, les Départements ou les Communes ne viennent pas prêter leur concours à l'entreprise, les dunes attendront longtemps encore avant d'être transformées si l'on compte uniquement sur l'initiative privée.

Quand on lit attentivement le beau travail d'ensemble d'un homme de génie, M. Chambrelent, continuateur de l'œuvre qui a immortalisé Brémontier, et qui ont l'un et l'autre, par leurs persistantes études, doté la France d'une surface de près 700.000 hectares de forêt, on comprend les écueils auxquels on se heurte lorsqu'il sagit de trouver les ressources nécessaires à une entreprise aussi gigantesque. Cependant l'étendue des dunes des départements de la Somme et du Pas-de-Calais n'est pas comparable à celle des landes de Gascogne ; les obstacles à vaincre ne sont pas les mêmes et conséquemment les dépenses seraient beaucoup moindres. On pourrait d'ailleurs s'en référer aux voies et moyens relatés dans les Rapports de l'inspecteur général des Ponts et Chaussées susnommé, ou, ce qui serait plus conforme aux convenances, s'en rapporter aux savants compétents de la IVe section devant lesquels j'ai l'honneur de lire cette ébauche, et en les priant de vouloir bien trancher la question, conformément aux usages en matière de travaux publics.

Mon but, comme je le disais précédemment, n'est pas de faire une communication étudiée, importante et qui demanderait du temps pour être présentable; j'ai pensé, puisque nous étions en pays de dunes, à solliciter la Section du Génie civil et militaire de vouloir bien provoquer une discussion sur le boisement des dunes, si toutefois elle juge que la chose en vaille la peine. Je profiterais le premier des débats qu'elle ne manquerait pas d'amener et des utiles conseils que MM. les Ingénieurs sont plus que quiconque à même de fournir sur cet intéressant sujet. Pourquoi attendre, comme on l'a fait en Sologne pendant de longs siècles, avant de se mettre à l'œuvre? Ce serait tout à l'honneur de l'Association française d'avoir pris l'initiative de cette résolution en faveur d'une contrée où elle a été si bien accueillie.

A la suite d'une courte discussion sur cette communication, le Président de la IVe Section, après avoir consulté les membres présents, décide de porter à l'ordre du jour du Congrès de 1900 l'étude du sujet dont il vient d'être question. Il propose d'en saisir les Sections d'Agronomie, de Botanique et celle du Génie civil et militaire.

M. GROSSETESTE

Ingénieur, ancien élève de l'École Centrale.

LE MOT RAIL DANS LA LANGUE FRANÇAISE, SON ORIGINE [412 (44)]

— Séance du 19 septembre —

Après 1830, le mot *rail*, qui jusqu'alors ne se trouve pas dans les dictionnaires français, s'est introduit dans la langue usuelle à l'occasion de la création des voies ferrées; il désigne un objet bien déterminé, la barre de bois ou plus généralement de fer, qui dans ces voies sert au roulement des véhicules. Il est prononcé comme *raille*. Ce mot est venu d'Angleterre, où il sert à désigner le même objet; mais il a une signification plus étendue; d'une manière générale, il désigne une barre (un objet de forme allongée suivant une ligne droite), — un barreau, — le bord horizontal d'un cadre, — une barrière (une barre servant à fermer un passage).

Littré dit que ce mot *rail* en anglais vient du mot gaélique *rhail;* ce serait donc le même mot dans les deux langues. L'objet désigné par ce mot, la barre, la bande ou la règle de bois ou de fer, a été utilisé à l'origine, dans les mines du pays de Galles; l'origine de l'objet serait gaélique, du moins pour l'Angleterre.

Quelle est l'origine du mot? J'ai posé dans l'*Intermédiaire de l'Afas* (513, IV, p. 197, 1898) la question suivante: Existe-t-il dans quelques patois français un mot qui, prononcé *rhêl*, ou approximativement, ait le sens de barre de bois, de fer, etc., ou de barrière? (Une erreur a fait imprimer *rhil* au lieu de *rhêl*.)

Deux réponses ont été données, pour lesquelles j'exprime ici mes remerciements à leurs auteurs:

1° (D'Argi). — Dans le patois du Hainaut (le rouchi), on emploie le mot *riceule*, probablement du latin *regula*, pour désigner une règle de maçon. A Lille, on dit *rieulet*. (C. Hacart, *Dict. rouchi*, p. 409.)

2° (Akabé). — Le mot *rhil*, rille, morceau de lard; règle à l'usage des maçons. (*Dictionnaire du vieux langage français*, Lacombe. 1767, t. II, p. 477.)

Voilà donc deux mots: *rieule* ou *rieulet*, et *rille*, qui sont l'un d'origine

flamande et l'autre du vieux langage français, très proches comme phonétique et comme sens du mot anglais *rail*.

Dans les dialectes du bas allemand on trouve pour exprimer le même objet les mots suivants, représentés par une orthographe très variée, mais par une prononciation peu différente : *regel*, *regchel*, *riegel*... dans lesquels le g ou le gch se prononce communément avec le son d'un j ou d'un y.

Dans la langue française nous trouvons les mots *raie* (anciennement *roye*) — *roye* (d'un champ), et, avec le même sens, dans le Berry et la Saintonge, *raye*, *raiye*, *rège;* enfin le mot règle qui désigne la barre avec sa forme géométrique.

Littré donne pour l'étymologie du mot règle, en latin *regula*, en normand *riulle* ; le latin *regula*, prononcé communément *reyula*, se présente avec toutes les probabilités, sinon des certitudes, comme l'origine de toutes ces orthographes diverses, avec une phonétique semblable ou du moins très analogue.

Terminons par le son l, le français *raie*, et nous aurons exactement la prononciation anglaise du mot *rail*, si étrangement défiguré par la prononciation adoptée en France ; dès lors on est autorisé à dire que le mot *raïl* ne serait qu'un mot du vieux français revenu de l'étranger avec son ancienne prononciation peu modifiée.

J'ai cherché inutilement dans la langue française une syllabe qui, écrite *rail*, ne se prononce pas *raille*. Depuis quelle époque cette syllabe se prononce-t-elle ainsi, uniformément, dans la langue française ?

Certains de nos collègues pourraient aider à fixer ce point.

Au mot raye ajoutons le mot français *voie*, qui se prononce encore maintenant *vouée*, et nous aurons le mot composé d'origine essentiellement français *raye vouée*, dont la prononciation est singulièrement proche du mot anglais *raïlway*, qui a la même signification. La prononciation française *raille* pour le mot *raïl* est absolument défectueuse, c'est là un exemple assez fréquent de mots passés autrefois à l'étranger et qui nous reviennent avec un aspect exotique, parce qu'ils ont conservé une forme qui, dans leur pays d'origine, s'est modifiée avec le temps.

La région où se tient le Congrès pourrait, sans doute, en fournir de nombreux exemples.

M. L. CAUCHY

Ingénieur-Constructeur.

L'EMPLOI DE L'ALUMINIUM POUR LA NAVIGATION FLUVIALE

(Mission Hourst, mission Marchand, etc.)

[669.7 : 626.6]

— *Séance du 20 septembre* —

L'emploi de l'aluminium dans les différentes branches de l'industrie est une des questions les plus intéressantes qui s'offrent à nous parmi les applications récentes des découvertes scientifiques.

Les qualités encore mal définies du métal, la diversité des applications possibles, la multiplicité des recherches entreprises dans tous les sens, les résultats obtenus (quelquefois contradictoires et trop souvent inexpliqués jusqu'à présent), tout cela a naturellement donné naissance aux opinions les plus opposées et les plus exagérées sur l'aluminium.

Pour les uns, et surtout dès les débuts, l'aluminium avait toutes les qualités ; il était propre à tout. Puis il y eut des déboires inévitables ; et l'on en conclut un peu vite qu'il n'avait que des défauts, qu'il n'était bon à rien. Et pourtant l'aluminium n'avait mérité « ni cet excès d'honneur, ni cette indignité. »

Comme à toute chose, il faut lui demander ce qu'il peut donner, rien de moins, mais rien de plus.

Peut-être pourrons-nous contribuer pour une part à délimiter le champ des applications de l'aluminium en exposant comment on a employé ce nouveau métal dans la construction des bateaux, et comment ces bateaux se sont comportés dans les circonstances très diverses et souvent très difficiles où ils ont effectué leur navigation. Les résultats constatés auront d'autant plus d'importance que l'on n'a guère eu jusqu'à présent d'autre occasion d'employer l'aluminium par grandes quantités et pour des pièces de grande résistance.

Il est bien entendu que l'on ne s'occupe ici que des alliages légers d'aluminium, et non des bronzes d'aluminium qui sont des alliages lourds, où il entre fort peu d'aluminium et dont les propriétés et les conditions d'emploi sont toutes différentes de celles des alliages légers.

L'Étienne

Le bateau démontable *l'Étienne* a été construit en juillet-août 1893. C'est, de tous, le premier en date.

Il était destiné à la mission Monteil sur le Haut-Oubangui.

Nous verrons tout à l'heure que, depuis lors et après bien des péripéties, il a fait aussi tout le voyage de la mission Marchand, et que c'est à bord de *l'Étienne* que le commandant Marchand est arrivé à Fachoda (10 juillet 1898).

Le commandant Monteil avait besoin, pour assurer ses transports sur le Haut-Oubangui, d'un bateau pouvant charger de 10 à 12 tonnes ; c'était facile à obtenir. Mais il fallait que ce bateau fût extrêmement léger, qu'il fût très facilement et très rapidement démontable en fragments de 27 à 30 kilos, pour être transportable par porteurs, qu'il eût un tirant d'eau aussi faible que possible, et malgré cela qu'il fût assez résistant et assez simple de construction pour assurer, pendant des années peut-être, son service à travers des difficultés sans nombre, sur un fleuve très mal connu mais rempli d'écueils, au milieu d'un pays dépourvu de toutes ressources et de tous moyens de réparation ou même d'entretien. Les conditions à remplir se compliquaient. Il semblait presque impossible à ce moment d'arriver à les réaliser, soit avec un bateau en bois, soit avec un bateau en fer ou en acier.

On s'adressa à la maison H. Lefebvre qui, résolument, proposa d'employer l'aluminium, soumit des plans qui furent approuvés et construisit *l'Étienne*.

La tentative était audacieuse ; elle fut couronnée d'un plein succès.

Il n'en est pas moins vrai qu'à cette époque, on n'avait que des données assez peu précises sur les résistances que l'on pourrait obtenir avec l'aluminium. On n'avait surtout aucun précédent qui put servir de base aux études. On n'avait, enfin, aucun outillage permettant de laminer en grandes quantités les tôles et profilés nécessaires à cette construction.

M. H. Lefebvre se mit immédiatement à l'œuvre, avec l'aide de M. Jules Dreyfus, représentant de la Société Électro-métallurgique de Froges (chargée de fournir le métal) et de M. Charpentier-Page, industriel au Valdoie, près Belfort (chargé de le laminer en tôles, cornières, barres, rivets, etc.) Enfin, on obtint les matériaux nécessaires, au prix de bien des essais et des difficultés, et *l'Étienne* fut construit (1).

(1) Nous avons dû nous étendre un peu longuement peut-être sur ces détails préparatoires, parce qu'il s'agit ici du premier bateau qui ait été construit en aluminium, parce que l'expérience acquise à cette occasion a largement été mise à contribution pour les bateaux construits postérieurement, et aussi parce qu'il était juste de citer avec éloge le nom des trois industriels qui, les premiers, ont par leur initiative et leurs travaux, ouvert la voie où d'autres ont marché depuis. Nous retrouverons d'ailleurs leurs noms à plusieurs reprises au cours de cet exposé.

Description. — Quelques détails tout d'abord sur les matériaux employés.

Le métal ou plus exactement l'alliage léger qui fut choisi était formé de 94 0/0 d'aluminium et de 6 0/0 de cuivre.

L'aluminium entrant dans cet alliage était encore assez impur, puisqu'il contenait 5 0/0 de métaux divers (fer, silicium, etc.) On était donc bien loin, à cette époque, du métal à 99,5 0/0 de pureté que l'on obtient aujourd'hui.

Les tôles devaient avoir une longueur de $1^m,20$ et une largeur de $0^m,70$ au minimum, sur 3 millimètres d'épaisseur. Ce n'est pas sans difficultés que l'on obtint, avec le nouveau métal, les tôles, les cornières, rivets, etc. L'alliage à 6 0/0 de cuivre donne en effet une assez grande résistance, mais très peu d'allongement ; il est assez dur à travailler, tant au laminage qu'au forgeage.

Il importe de dire que l'aluminium fut employé nu, c'est-à-dire sans être recouvert d'aucune peinture, ni d'aucun enduit protecteur quelconque, même au contact des pièces d'acier, des boulons, des parties en bois, etc.

Nous dirons plus loin ce qui a pu en résulter.

L'Étienne, destiné à naviguer à la voile, à la pagaie ou à la cordelle, est une sorte de chaland à fond plat.

Il est formé de vingt-quatre parties ou demi-tranches, dont vingt sont interchangeables (les quatre dernières forment les deux bouts et sont interchangeables entre elles). Le poids de chacune des parties est de 24 kilos seulement, sauf pour les quatre parties des bouts, dont le poids est pour chacune de 32 kilos. Le bateau démonté est donc très facilement transportable par porteurs.

L'embarcation, une fois montée, forme cinq caissons isolément étanches, dont trois interchangeables. Les tranches sont reliées entre elles ainsi qu'avec une solide quille plate en acier, au moyen de boulons. Le montage et le démontage sont donc extrêmement faciles et rapides et n'exigent, pour tout outillage, qu'une clé à écrous. Le montage peut être fait en deux heures par trois hommes.

L'embarcation comporte une tente-velum sur toute sa longueur, une lisse en chêne pour les pagayeurs, un fond en bois blanc et tous les accessoires nécessaires à la manœuvre.

Longueur totale	12 mètres.
Largeur	$2^m,50$
Profondeur	$0^m,70$
Poids total.	1.050 kg. (dont 950 d'aluminium).
Chargement	10 tonnes.
Tirant d'eau à lège	$0^m,04$
Tirant d'eau en charge	$0^m,40$

Les services de l'« Étienne ». — *L'Étienne* fut essayé sur la Seine, à Paris, le 23 août 1893, en présence de M. Delcassé, sous-secrétaire d'État aux Colonies, du commandant Monteil et de nombreuses notabilités militaires et coloniales.

Pour démontrer péremptoirement la solidité du bateau, le constructeur n'hésita pas à charger, en une demi-heure, 12 tonnes de pierres de taille, sur la frêle coque d'aluminium. Rien ne bougea ; pas une tôle ne fut faussée ; pas un joint ne laissa passer l'eau.

L'expérience était décisive.

Le soir même, le bateau démonté était emballé et expédié en Afrique.

Ceci se passait en 1893. Laissons maintenant la parole à M. le commandant Marchand, qui, de Fachoda même, le 10 décembre 1898, donnait des nouvelles de *l'Étienne* dans les termes suivants :

« J'ai encore ici une autre embarcation en aluminium, espèce de « bac », avant et arrière carrés, comprenant, à l'origine 10 à 12 tranches, longueur 12 mètres, largeur $2^{m},50$, épaisseur des plaques 3 millimètres, quille d'assemblage en acier, fond plat, et qui s'appelle *l'Étienne*, du nom du député. C'est une embarcation difficile à manier surtout en remontant le courant, mais merveilleuse pour passer dans le Grand Marais. Elle charge jusqu'à 12 tonnes.

» Elle est partie de France en 1893, avec le commandant Decaze, qui la porta dans le Haut-Oubangui pour faire les transports.

» Le capitaine Julien l'eut pour la reconnaissance de la rivière Kotto en 1895, puis elle fut déposée au poste de Mobaye, sur le Haut-Oubangui où je la retrouvai (servant de baignoire) en mai 1897. L'enseigne de vaisseau Dyé l'enleva en septembre de la même année et, démontée, l'apporta à Fort-Gouly (Kodjalé) sur le Haut-Soueh. Elle fit plusieurs voyages dans le fleuve entre mes postes, coula plusieurs fois dans les rapides, fut attaquée et crevée cinq fois par les hippopotames du Soueh et du Bahr-el-Ghazal, finalement, munie de deux voiles carrées et descendant le courant, arriva ainsi le 10 juillet à Fachoda où elle est actuellement. Je l'emmène aussi dans le Sobat. »

Donc, dès le 10 juillet, le commandant Marchand, avec le premier groupe de la mission, atteignait Fachoda à bord de *l'Étienne*. Il eut tout le temps d'occuper et de fortifier la place, enfin de s'y installer complètement avant le 25 août, date à laquelle il fut attaqué par les Derviches, venus eux-mêmes pour prendre possession de Fachoda.

C'est seulement le 29 août, quatre jours après que le commandant eut repoussé l'attaque des Derviches, que *le Faidherbe* arriva avec le reste de la mission, ayant mis quarante-deux jours à effectuer son voyage.

Ainsi c'est bien *l'Étienne* qui a permis au commandant Marchand d'atteindre le premier Fachoda, avant Derviches et Anglais, en gagnant cinquante jours sur le reste de la flottille.

Cela tient tout simplement à ce que *l'Étienne*, bateau en aluminium, à fond plat, calant 4 centimètres à lège, passait par-dessus tous les obstacles et naviguait dans quelques centimètres d'eau, ce que l'on n'eût obtenu avec aucun autre bateau.

Aussi n'est-il pas surprenant que le commandant Marchand, parlant non seulement de *l'Étienne*, mais encore de plusieurs autres bateaux en aluminium, dont il sera question plus loin, ait conclu en ces termes : « A la

question de savoir si ces bateaux ont rendu des services à la mission Congo-Nil, je réponds: Oui, de très grands services! »

Le « Vendenesse »

A vrai dire, en parlant ici du *Vendenesse* nous sortons un peu du cadre de cette étude, consacrée à la navigation fluviale, car le *Vendenesse* est un yacht de course, exclusivement destiné à la navigation maritime. Néanmoins, il est impossible de l'omettre complètement, d'abord parce qu'il a effectué en rivière une partie importante de sa carrière, et surtout parce que le hasard des circonstances a réuni dans l'existence assez courte de ce bateau de multiples expériences, fort intéressantes pour l'étude de l'aluminium.

Description. — *Le Vendenesse* fut construit à la fin de l'année 1893, pour M. le comte J. de Chabannes La Palice, par la Société des Ateliers et Chantiers de la Loire. Il fut lancé, à Saint-Denis, le 5 décembre 1893.

Le plan des formes est dû à M. Godinet, et le bateau devait tout d'abord être construit en bois. Mais M. de Chabannes La Palice, frappé des avantages qui pourraient être obtenus par l'emploi de l'aluminium, résolut d'employer ce métal, et s'adressa dans ce but à M. Victor Guilloux, ingénieur de la marine, hors cadre. M. Godinet modifia ses plans primitifs pour tirer tout le parti possible de la légèreté de la coque, et les caractéristiques du *Vendenesse*, tel qu'il fut construit, sont les suivantes :

Longueur à la flottaison	12 mètres
Longueur sur le pont.	$17^{m},40$
Largeur au fort	$2^{m},85$
Déplacement à la flottaison du plan	15 tonneaux
Poids du lest	15 tonneaux
Surface de voilure.	180^{m2}

(On trouvera les plans du *Vendenesse* et une étude des plus complètes sur ce bateau dans le journal *le Yacht*, numéro 823. du 13 décembre 1893. Dans le même journal ont aussi paru depuis lors les résultats des campagnes du *Vendenesse* et des études sur sa conservation, etc.)

La coque du *Vendenesse* est en acier et en aluminium, l'acier formant l'ossature rigide, et l'aluminium (en tôle et cornières), formant le bordé et les deux cloisons transversales qui divisent la coque en trois compartiments étanches.

L'alliage employé est encore à 6 0/0 de cuivre. Il provient des Usines de la Société Électro-Métallurgique de Froges, et a été laminé à l'Usine Charpentier-Page (de même que pour *l'Etienne*).

Il entre dans la coque 1.700 kilogrammes d'acier, et 1.100 kilogrammes d'aluminium ; le poids total (2.800 kilogrammes) est donc extrêmement faible par rapport au déplacement (15 tonneaux) ; et la coque réalise en légèreté une économie de plus de 40 0/0 sur une coque similaire en bois.

Il est à remarquer néanmoins que *le Vendenesse* n'était pas et n'avait pas à être démontable, comme ce fut le cas pour *l'Etienne* et pour la plupart des bateaux mentionnés plus loin, ce qui a simplifié bien des détails de construction et de montage.

Pour protéger le bordé en aluminium contre l'action de l'eau de mer, M. Guilloux recouvrit toute la coque d'un triple enduit, adhérent, imperméable et qui devait empêcher les végétations et incrustations marines.

Les services du « Vendenesse ». — Aussitôt mise à l'eau, et avant d'être armée et gréée, la coque du *Vendenesse* eut à subir une épreuve très dure, et dont les résultats furent tout à fait satisfaisants.

Les constructeurs voulurent s'assurer que le *Vendenesse* était en mesure de supporter à la bande les efforts simultanés du lest et de la voilure. Pour cela, par l'intermédiaire d'un système d'amarrage fort ingénieux, une traction latérale fut exercée au moyen d'un treuil puissant. L'inclinaison fut portée et maintenue assez longtemps à 40°. Au cours de la visite minutieuse qui suivit, on ne constata ni une déformation, ni un défaut d'étanchéité.

Malheureusement, si les résultats des essais furent excellents, il n'en fut pas de même de ceux de la navigation. Après sa première campagne, le *Vendenesse* dut être ramené en 1895 à Argenteuil où il fut réparé chez M. H. Lefebvre, sous la direction personnelle de M. l'ingénieur V. Guilloux. Ces réparations portèrent sur une assez grande quantité des tôles du pont et du bordé. (On trouvera sur ce point des détails très intéressants dans quelques numéros du journal *le Yacht*, ainsi que dans le livre de M. Adolphe Minet l'*Aluminium*. 2 volumes, chez Bernard Tignol, 1898.)

Malgré tout ce travail, le *Vendenesse* n'existe plus ; et sa destruction est certainement due, pour une grande part, à l'action de l'eau et de l'air de la mer sur l'aluminium.

Le « Jules-Davoust »

Le Jules-Davoust a été construit à la fin de l'année 1893, comme *le Vendenesse*.

Il n'a fallu que 59 jours exactement pour laminer le métal, construire la coque, aménager tout l'armement et les accessoires (mâture, voilure, artillerie, roofs, etc.).

Le Jules-Davoust a été mis à l'eau le 1er janvier 1894.

Il était destiné à la mission hydrographique du Niger, commandée par M. le lieutenant de vaisseau Hourst.

Les qualités que le commandant de la mission exigeait du bateau étaient une légèreté aussi grande que possible, un très faible tirant d'eau et une grande facilité de montage et de démontage.

On chargea des études et de la construction, M. H. Lefebvre, qui venait de fournir récemment à la mission Monteil, pour l'Oubangui, l'embarcation démontable en aluminium *l'Étienne*.

Et pour ce nouveau bateau, on résolut encore d'employer l'aluminium.

Description. — On utilisa, comme pour *l'Étienne* et *le Vendenesse* du métal à 6 0/0 de cuivre, fourni par la Société Électro-Métallurgique de Froges, et laminé par M. Charpentier-Page.

La coque du *Jules-Davoust,* entièrement en aluminium, est divisée en huit tranches, constituées chacune par deux demi-tranches. L'ensemble forme trois compartiments étanches séparés par des cloisons en aluminium.

L'embarcation comporte deux roofs et une cale centrale, le roof d'avant sert d'habitation au commandant et à son second, le roof d'arrière est réservé à l'équipage et au personnel nègre de la mission.

Une tente mobile aménagée vers l'arrière du roof d'avant protège, contre le soleil ou la pluie, les officiers et leurs aides pendant les observations hydrographiques, ainsi que le timonier.

Enfin *le Jules-Davoust* est armé de deux canons à tir rapide, et porte tous les accessoires nécessaires aux travaux hydrographiques de la mission.

L'embarcation navigue à la voile, à l'aviron, ou à la pagaie, etc.

Longueur totale		12m,85
Largeur de la coque		2m,80
Largeur hors lisse		3m,20
Profondeur de la coque		0m,80
Roof avant	longueur	4m,00
	largeur moyenne	2m,10
Roof arrière	longueur	3m,00
	largeur moyenne	2m,60
Cale centrale	longueur	4m,85
	largeur	2m,80
Poids lège		2.200 kilogr.
Déplacement total en charge		11 tonnes 200
Tirant d'eau correspondant		0m,42
Poids moyen des tranches		27 kil. 500

Il faut remarquer ici que, pour *le Jules-Davoust* comme pour *l'Étienne*, le métal fut employé nu, c'est-à-dire sans aucune peinture ni enduit protecteur.

Les services du « Jules-Davoust ». — Nous ne saurions mieux faire, pour exposer toutes les péripéties de la descente du Niger par *le Jules-Davoust* que de laisser la parole à M. le commandant Hourst, chef de la mission.

Et nous nous bornerons à donner quelques extraits du livre extrêmement intéressant où le lieutenant de vaisseau Hourst raconte d'une plume alerte cette descente de plus de 3.600 kilomètres sur un fleuve en partie inconnu et barré d'innombrables rapides. Nous choisirons les deux ou trois passages les plus intéressants au point de vue du bateau, c'est-à-dire ceux qui montrent le mieux les avantages de l'emploi de l'aluminium ou qui caractérisent la navigation toute spéciale et extrêmement difficile que dut fournir *le Davoust.*

La relation complète a d'ailleurs paru dans la *Revue Hebdomadaire*

(Nos du 25 septembre au 25 novembre 1897), puis en volume (chez Plon et Nourrit). Les passages qui suivent en sont extraits textuellement:

« Descendre le Niger, à l'aviron, à la fin du XIXe siècle, était amusant, semblait plus audacieux, puisqu'on aurait pu tenter autrement la chose. Bien m'en prit, du reste, car jamais, au grand jamais, les canonnières n'auraient passé là où s'en tira mon brave *Davoust*, notre petit bateau.

» Il fallait une embarcation solide, mais légère, commode d'habitabilité, pouvant porter 8 à 10 tonnes, et facilement manœuvrable.

» Précisément dans le courant de l'année 1893, la métallurgie de l'aluminium avait fait de grands progrès. Monteil avait osé employer ce métal pour la construction d'une petite embarcation destinée à l'Oubangui. Suivre son exemple était un peu risqué. Savait-on alors ce que donnerait l'aluminium? Somme toute, nos vies dépendaient presque exclusivement de la solidité de notre embarcation. Mais je trouvai à la légèreté du métal de grands avantages pour les transports par terre, et il fallait les prévoir. Enfin, là encore la solution était élégante.

» En résumé, *le Davoust*, bateau en aluminium, a atteint l'embouchure du Niger. C'est tout ce qu'on lui demandait.

» *La mission dissoute, le matériel abandonné.* — (A leur arrivée à Kayes, en février 1894, le commandant et le personnel de la mission reçurent une nouvelle destination, de telle sorte que pendant près de deux ans, le matériel resta abandonné.)

» En mai 1895, je reçus l'ordre de rentrer en France. Baudry fatigué, atteint heureusement plus au moral qu'au physique, m'avait précédé de deux mois. Comme je l'ai dit, nos laptots avaient été congédiés, par mesure d'économie, disait l'ordre. Notre matériel était dispersé. Le bateau restait à Bafoulabé, non monté et dans quel état, grand Dieu! On aurait juré que les pièces en avaient été intentionnellement faussées à coup de marteau. Nos chronomètres, de petites montres de torpilleurs, chefs-d'œuvre de précision d'un véritable artiste, M. Thomas, servaient à Badoumbé, d'horloge au télégraphiste du poste! Nos ballots, etc.

» *La mission reprise.* — *Le Davoust* lancé sur le Bakhoy. — Le 20 juillet, à Bafoulabé, j'étais précisément en proie à une rage froide, en face des pièces faussées du *Davoust*, quand on me remit une dépêche (Ordre de reprendre la mission).

» *Incidents divers.* — Étroit, violent, embarrassé, et surtout rendu difficile par un courant violent, tel est Fafa. Il y a deux passages très durs, le premier surtout. Nous embarquons comme guide le propre fils du chef de village qui devait plus tard nous rendre visite à Say. Grâce à lui et à ses aides, nous franchissons sans trop de difficultés, le premier rapide... Le soir, nous sommes à Karou. *L'Aube* (chaland en bois) a encore touché, mais très légèrement; tous ces chocs ne sont pas faits pour améliorer

l'étanchéité de sa coque, et l'eau qu'il embarque est, de plus en plus, un sujet d'inquiétude et de fatigue. Il faut, toutes les heures, vider la cale, au grand détriment du repos de ses passagers, éveillés périodiquement par le bruit des seaux.

» *Épisode du 14 mars.* — C'est le 14 mars que nous avons vu ce terrible Labezenga; nous pouvons vivre longtemps, je suis certain que personne de nous ne l'oubliera... Soudain, devant nous, au détour d'une petite pointe qui intercepte la vue, je perçois un bruit singulier, une sorte de mugissement vague. En même temps le courant augmente, nous sommes entraînés avec une rapidité d'au moins 8 kilomètres à l'heure. Nous prêtons l'oreille; mais au même instant, nous apercevons le fleuve barré sur toute sa largeur — neuf cents mètres environ — par une muraille de rochers au-dessus de laquelle bondissent les eaux... Nous nous approchons avec une rapidité qui me paraît vertigineuse. Au tiers de la largeur sur la droite, il me semble qu'il y a moins d'écume; effectivement c'est la passe, la porte, c'est là qu'il faut nous lancer. Pourrons-nous y arriver?

» Notre vitesse s'accélère encore, le fleuve aspire le bateau vers la passe où il se déverse dans le biéf inférieur, on se sent tomber, on éprouve l'attraction du tourbillon; enfin, comme une flèche, nous avons franchi le pas.

» Aux autres maintenant. Nous nous retournons : un cri d'effroi sort de nos bouches. *Le Dantec* (chaland en bois), qui venait derrière s'est subitement arrêté, son mât craqué s'est abattu sur l'avant sous la violence du choc, les hommes ont été précipités au fond de l'embarcation. Le chaland est échoué sur une roche...; reste *l'Aube*, son sauvetage est plus que difficile, d'autant que son gouvernail a été cassé dans la manœuvre. On lève l'ancre, *l'Aube* tombe dans le rapide, mais il ne peut éviter l'écueil fatal au *le Dantec*. Il touche, se déjauge complètement du côté tribord. Est-il crevé? Non, sa vitesse est telle qu'il passe quand même. Il est sauvé.

» C'est là le premier passage de Labezenga, le plus facile. Nous faisons à peine quelques centaines de mètres, une véritable chute de $0^m,60$ de haut nous barre la route. Partout, il nous semble, la route est coupée, sans aucun espoir de pouvoir franchir les obstacles qui l'obstruent. C'est partout, spectacle effrayant, une chute ininterrompue, des bouillonnements et un courant de sept à huit milles au moins. Le fleuve se tord littéralement sur lui-même et se déverse alternativement d'une de ses rives vers l'autre. Il y a certainement une différence de plus de deux mètres de niveau à niveau.

» *Épisode du 15 mars.* — C'est le même spectacle que la veille, un passage étroit, un courant d'enfer, ce sentiment d'aspiration de l'abîme, qui fait le cœur se serrer, la respiration s'arrêter. A droite, à gauche, avec un vacarme effroyable, l'eau rejaillit sur d'énormes blocs. Tout à

coup une secousse formidable, le bateau manque sous nos pieds. C'était le tour du *Davoust*. Un écueil inaperçu a crevé le bateau sur l'avant, dans ma cabine. Par la déchirure, d'une trentaine de centimètres, l'eau entre à flots. Nous avions une telle vitesse en choquant notre écueil, que le chaland grimpa dessus et y resta un moment suspendu avant de le franchir, avant de se retrouver en eau profonde. Par un bonheur inouï, mon domestique, Mamé, se trouvait au moment de l'accident dans ma cabine et la voie d'eau s'ouvrit presque sous ses pieds. Oter son burnous, le rouler en boule, l'introduire dans la blessure de la coque, fut pour le brave garçon l'affaire de quelques secondes, juste le temps pendant lequel la roche nous soutint, nous empêchant de couler à pic. Nous étions sauvés. »

. . . . . .

On pourrait continuer ainsi, jusqu'au bout du voyage. On retrouve à tout instant cette indication textuelle : « Des rapides, des rapides, des rapides. Le fleuve ne cesse pas d'être terrifiant; cinq ou six fois par jour nous échouons, risquant à chacune de crever nos bateaux. Dans la journée du 30, *l'Aube* s'échoue trois fois, dont la dernière sérieusement. »

En somme, après une navigation de 3.600 kilomètres, après plusieurs centaines d'échouages, et malgré les difficultés et les dangers inouïs d'un pareil voyage, la mission, au grand complet, parvint à Wari, aux boucles du Niger. Elle n'avait perdu ni un homme, ni un bateau.

Il était difficile d'atteindre un résultat aussi complètement satisfaisant, au milieu de difficultés si nombreuses et si terribles.

Quoi qu'il en soit, la coque du *Jules-Davoust*, démontée, fut rapportée à Paris, où elle est conservée chez son constructeur, à nu, et telle qu'elle a effectué tout le voyage.

Nous verrons tout à l'heure les enseignements que l'examen de cette coque peut fournir actuellement au point de vue de l'emploi de l'aluminium.

Le «Grall», le «Broni», le «Sansarric» et le «Livrelli»

Les résultats très encourageants obtenus par l'emploi de l'aluminium dans la construction de l'*Étienne* pour la mission Monteil (Oubangui) et du *Jules-Davoust* pour la mission Hourst (Niger), décidèrent l'Administration des Colonies à faire construire, pour le service des transports sur nos fleuves africains, un certain nombre de bateaux démontables en aluminium.

On chargea des études et de la construction M. H. Lefebvre, qui avait déjà fait ses preuves avec *l'Étienne* et le *Jules-Davoust*.

On adopta des types divers pour répondre aux exigences des services à assurer, et on les exécuta par séries, c'est-à-dire que plusieurs bateaux,

commandés simultanément sur un même type, et destinés à un même service, devaient avoir et eurent, en effet, toutes leurs parties interchangeables de l'un à l'autre.

Nous allons donner quelques indications sur chacune de ces séries.

La première comprenait cinq chalands destinés à la flottille du Niger. Au moment de l'expédition de Kong, l'un des chalands fut expédié directement à Grand-Bassam. Il y a des raisons de craindre que toutes ses parties soient encore sur la plage ou aux alentours. Il n'est pas à ma connaissance qu'il ait jamais été monté, et l'on peut supposer qu'il est en fort mauvais état, exposé depuis quatre ans comme il l'est au contact de l'air salé.

Les quatre autres chalands de cette première série parvinrent successivement au Niger, et font encore partie de la flottille.

Description. — Ces quatre chalands portent les noms de quatre officiers morts avec le colonel Bonnier dans le guet-apens de Gondjam.

Le métal employé est un alliage d'aluminium à 3 0/0 de cuivre, choisi parce qu'il donnait autant de résistance que l'alliage à 6 0/0 employé jusqu'alors, et qu'il était bien plus facile à travailler. Le métal fut fourni par la Société Électro-Métallurgique de Froges, et laminé en tôles, cornières, fers U, fers à T, etc., par la Société des Forges de Sedan, qui créa spécialement un outillage pour obtenir les profils déterminés et demandés par le constructeur.

Cet alliage donna aux essais les résultats suivants :

Résistance minima à la rupture : 20 kilogrammes par millimètre carré, allongement correspondant : 16 0/0 sur barrette de 200 millimètres.

Ces chiffres ont été, à cette époque, considérés à juste raison, comme très satisfaisants.

Toute la coque fut recouverte d'une triple couche de peinture spéciale dont la composition fut indiquée par M. l'ingénieur V. Guilloux.

Le *Grall* a la forme ordinaire d'un chaland ; le fond est plat, les parois latérales sont verticales, les deux extrémités légèrement relevées sont pointues, de sorte que l'avant et l'arrière sont exactement pareils.

Il est formé en principe de douze caissons étanches indépendants. Les huit caissons du milieu sont interchangeables ; ceux des bouts le sont entre eux, et le gouvernail peut être placé, suivant les besoins, à l'un ou l'autre bout, ce qui évite les évolutions. On peut faire varier le nombre des caissons intermédiaires suivant l'importance du chargement, la hauteur d'eau dans le Niger, etc. De plus, cette disposition réduit au minimum la gravité des conséquences d'une avarie à la coque, et permet la suppression ou le remplacement rapide de la partie endommagée.

Le montage et le démontage s'exécutent très facilement, sans autre outillage qu'une clé à écrous. En effet, toutes les jonctions sont assurées au moyen de quilles longitudinales, qui enveloppent extérieurement le bateau d'un réseau de bandes d'acier (fers à T et cornières).

Chaque caisson porte un segment de chacune de ces quilles (trois sous le fond, et deux latérales) et ces segments s'assemblent bout à bout au moyen d'éclisses extérieures boulonnées, analogues à celles qui relient les rails de chemin de fer. Il n'y a donc pas un seul trou à percer ou à boucher au

moment du montage, pas un joint à rendre étanche. Il suffit de boulonner une soixantaine d'éclisses, en serrant les écrous à fond. L'opération ne saurait être rendue plus simple.

Le chaland est muni de deux mâts symétriquement placés, d'une tente-velum mobile et de longueur variable, ainsi que de tous les accessoires nécessaires pour naviguer soit à la voile, soit à la remorque, soit autrement.

Les dimensions sont les suivantes :

Longueur de tête en tête (avec 12 caissons). . . .	17m,08
Largeur hors membres.	3m,30
Creux sur quille à la ligne des baux du pont . .	1m,20
Déplacement lège	4.200 kilogr.
Tirant d'eau correspondant.	0m,082
Immersion par tonne de chargement	0m,019
Chargement total (avec 12 caissons)	50 tonnes.

On voit que ces bateaux, malgré leurs dimensions (d'ailleurs, un peu grandes pour bien faire) sont extrêmement légers, et peuvent facilement naviguer, même par les plus basses eaux.

Le dispositif le plus original de ces chalands est celui qui a permis leur transport sur roues depuis Kayes jusqu'à Bammako, c'est-à-dire à travers 600 kilomètres de brousse.

Chaque caisson comportait, comme accessoires mobiles, deux fusées d'essieu, prolongées par une pièce forgée qui venait se boulonner à chaque bout de la portion de la quille centrale portée par ce caisson. De telle sorte que l'on pouvait, en quelques minutes, monter le caisson sur un train à deux roues, dont la quille même formait l'essieu. Cette sorte de voiture se trouvait d'elle-même exactement équilibrée.

On boulonnait à l'avant du caisson une autre pièce formant volée et s'appuyant sur les quilles latérales, et l'on pouvait ainsi, au moyen d'une limonière, atteler un mulet, qui suffisait à transporter le tout. Fusées et volée étaient d'ailleurs disposées pour permettre l'emploi des roues et limonières des voitures Lefebvre, dont il existe des approvisionnements dans tous les postes du Soudan.

C'est ainsi que les quatre chalands furent transportés par caissons, du Sénégal au Niger.

Comme on le voit, ces bateaux présentaient nombre de particularités intéressantes : le métal dont ils étaient faits, le mode de jonction des éléments, le dispositif de transport sur roues, autant de choses nouvelles qui attirèrent l'attention d'un grand nombre d'ingénieurs. D'ailleurs, les travaux furent soumis à la surveillance permanente du Service des Constructions navales et des Services techniques des Colonies, et M. l'Inspecteur général du génie maritime vint à plusieurs reprises se rendre compte par lui-même de tous les détails intéressants.

Les services du «Grall». — Le premier de ces chalands fut monté et essayé sur la Seine, à Paris, le 26 décembre 1894, en présence de M. le général Bourdiaux, directeur de la défense au Ministère des Colonies.

Quelques-uns des caissons avaient été amenés sur roues et attelés,

d'Argenteuil à Paris, par la route, les autres avaient été amenés, flottants, par la Seine.

Ce premier chaland, nommé primitivement *le Sainte-Claire-Deville*, fut ensuite démonté, et expédié à Saint-Louis (Sénégal), où il fut monté de nouveau et essayé en présence du Gouverneur général et de nombreux officiers. Remorqué sur le Sénégal, de Saint-Louis à Kayes, il fut enfin monté sur roues par caissons, et amené à Bammako sur le Niger, où il fut lancé définitivement, sous le nom de l'un des officiers tués récemment à l'ennemi.

Les autres chalands du même type, construits en même temps par le même constructeur, furent expédiés dans les premiers mois de 1895, par la même voie, et font actuellement partie de la flottille du Niger.

Il n'y a pas à supposer qu'ils se trouvent quelque jour, comme *l'Étienne* ou *le Davoust*, mêlés à aucun événement marquant. On ne peut qu'espérer seulement de les voir assurer, le plus longtemps possible, leur service, bien prosaïque, il est vrai, mais de première nécessité.

Le « Crampel », le « Lauzière », le « Pleigneur », le « Fraisse » et le « Husson »

Une seconde série de cinq bateaux démontables fut commandée, pour servir à constituer la flottille du Haut-Oubangui. Ces bateaux reçurent les noms de cinq explorateurs français morts dans la région du Congo.

Leur construction fut confiée, comme pour les précédents, à M. H. Lefebvre, et elle fut particulièrement suivie de près par le regretté lieutenant de vaisseau Bezançon, commandant de la flottille, qui mourut peu de temps après son arrivée en Afrique.

Description. — Disons immédiatement que le métal employé fut le même que pour les chalands du Niger, et que tous les matériaux furent fournis par les mêmes industriels. On utilisa aussi la même peinture pour recouvrir toute la coque, à l'intérieur comme à l'extérieur.

La construction du *Crampel* et des autres bateaux de la série fut rendue bien plus compliquée et plus difficile par cette condition que toutes les pièces devaient en être transportables par porteurs, c'est-à-dire que, sauf de très rares exceptions, ces pièces ne devaient pas peser plus de 30 kilogrammes. Il en résulta un morcellement déjà considérable, mais qui eût été bien plus gênant encore si l'on avait employé l'acier au lieu de l'aluminium. Le montage fut naturellement plus compliqué aussi ; et pourtant, comme nous le verrons plus loin, le commandant Marchand déclare textuellement que « le type est excellent et la navigabilité parfaite, ainsi que l'étanchéité ».

Ces cinq bateaux étant identiques et ayant toutes leurs pièces interchangeables de l'un à l'autre, il suffit d'en décrire un.

Le Crampel est composé de treize tranches, chaque tranche étant elle-même

subdivisée en trois éléments. Le poids maximum d'un élément est de 30 kilogrammes.

La coque, une fois montée, forme trois compartiments étanches, soit : une cale centrale, non pontée, et deux compartiments pontés, l'un à l'avant et l'autre à l'arrière.

Le *Crampel* est muni de deux mâts, avec voilure appropriée, ainsi que d'une lisse pour pagayeurs, et d'accessoires divers.

Une tente-velum mobile peut être disposée sur toute la longueur du bateau ; un taud en toile couvre la partie non pontée.

Enfin, sur les cinq bateaux de la série, deux portent chacun un canon de 37 millimètres à tir rapide, monté sur affût à crinoline, avec plate-forme spéciale.

Les dimensions principales sont les suivantes :

Longueur de tête en tête	12 mètres
Largeur hors membres	$3^{m},10$
Longueur de la cale centrale	6 mètres
Longueur du compartiment avant	$2^{m},50$
Longueur du compartiment arrière	$3^{m},50$
Creux sur quille à la ligne des baux du pont	1 mètre
Armement et chargement	$11^{t},200$
Déplacement total environ	13 tonnes
Tirant d'eau correspondant	$0^{m},50$
Poids maximum de chaque élément	30 kilogr.

Les services du « Crampel ». — Ces bateaux, construits en 1894 et 1895, eurent à souffrir d'accidents multiples : dès l'arrivée à Loango de tout ce matériel, le commandant Bezançon mourut. Puis les troubles qui survinrent dans la région comprise entre Loango (port de débarquement) et Brazzaville (point de lancement sur le Congo) arrêtèrent le transport de la flottille pendant bien des mois.

C'est encore M. le commandant Marchand qui va nous dire ce qu'il en advint :

« Dès mon arrivée à Loango, en juillet 1896, j'ai découvert les tranches de ces bateaux dans un magasin de débarras où elles commençaient à se détériorer depuis près de deux années qu'elles y avaient été déposées ou oubliées.

» Les tranches du *Pleigneur*, seules, avaient été portées par les sentiers des monts Mayombo jusqu'à Loudenia où elles avaient été arrêtées par ordre de Libreville dans les premiers jours de l'année 1896.

» Dès que le transport des gros approvisionnements de ma mission approcha de sa fin, je fis faire un voyage d'essai avec 250 charges (8 tonnes) de matériel entre ce point et celui de Kinibedi, en octobre 1896. Cette expérience ayant donné de bons résultats, *le Pleigneur* fut redémonté et transporté par terre de Kinibedi à Brazzaville, en novembre de la même année.

» En même temps je donnai l'ordre à Loango d'expédier toutes les tranches du *Crampel* et du *Lauzière*, où elles arrivèrent en décembre. Il manquait à Brazzaville trois tranches du *Crampel* et un caisson pourris dans l'humidité des magasins de Loango.

» De décembre à janvier 1897, *le Pleigneur* et *le Lauzière* furent remontés sur le Stanley Pool par les soins des ateliers de la marine, à Brazzaville, dirigés par le regretté commandant Morin, mort depuis. Ils partirent sur l'Oubangui, remorqués par les vapeurs *Ville-de-Bruges* et *Antoinette*, avec un chargement de 10 tonnes de matériel, et arrivèrent à Bangui en février et en avril 1897.

» Des rapports qui me furent fournis par mes officiers relativement au service et à la valeur de ces bateaux, il résulte que le type est excellent et la navigabilité parfaite, ainsi que l'étanchéité. »

Le « Commandant-Bezançon », etc., etc.

Une troisième série de bateaux démontables en aluminium comprend un assez grand nombre de pirogues, destinées aux fleuves africains et dont la forme générale rappelle d'aussi près que possible la forme des pirogues indigènes.

Ces pirogues furent construites également par M. H. Lefebvre à la même époque, dans les mêmes conditions, et avec le même métal que *le Crampel*, *le Grall*, etc.

Elles ont été établies sur des types très voisins les uns des autres, mais non pas identiques, bien que, naturellement, toutes celles qui étaient destinées à une même colonie fussent exactement pareilles et eussent toutes leurs parties interchangeables.

Description. — Ces pirogues sont constituées par trois, quatre ou cinq caissons étanches indépendants, ces caissons étant interchangeables dans une même série. Chaque caisson est formé d'un bordé en tôle d'aluminium et d'une membrure en cornière ou autre profilé d'aluminium. Les jonctions sont assurées, comme dans les chalands du Niger, par une série d'éclisses boulonnées extérieurement. Le montage est donc on ne peut plus simple.

Chaque pirogue est munie d'une lisse en bois pour les pagayeurs, d'une tente-velum et d'accessoires divers. Elle peut naviguer à la pagaie, à la gaffe, à la remorque, etc.

Les dimensions générales sont :

Longueur totale	10 à 12 mètres.
Largeur hors lisse	$1^m,20$ à $1^m,60$.
Profondeur	$0^m,50$ à $0^m,60$.
Poids d'un caisson	70 à 75 kilogr.
Poids total	350 à 400 kilogr.
Chargement	4.000 à 6.000 kilogr.
Tirant d'eau en charge	$0^m,30$ à $0^m,35$.

Quelques-unes de ces pirogues, en particulier celles du Niger, sont disposées pour pouvoir être transportées sur roues.

La pirogue étant démontée, on place l'un des caissons du milieu sur un train formé d'un essieu coudé, de deux roues et d'une limonière des voitures Lefebvre ; on place sur ce caisson les deux ou trois autres caissons engerbés, et, dans ces conditions, il suffit d'un mulet, d'un âne, ou de deux ou trois hommes pour transporter toute la pirogue à travers la brousse. C'est ainsi que ces petits bateaux ont atteint le Niger.

Les services du « Commandant-Bezançon ». — Deux de ces pirogues furent employées par le génie militaire à Madagascar dès le début de la campagne de 1895. Elles ont fait jusqu'à la fin, sur la Betsiboka, l'Ikopa et leurs affluents, un service des plus fatiguants. Elles étaient d'autant plus commodes que leur légèreté les rendait très facilement transportables par portage à terre et leur permettait de remonter, sur les rivières, en bien des points où des embarcations plus lourdes n'auraient pu atteindre.

Quelques autres ont été expédiées au Niger, où elles sont encore employées tout particulièrement au service des courriers, surtout à la saison des basses eaux.

Une dizaine d'autres furent envoyées à la Côte d'Ivoire avec la colonne de Kong. De même que pour le chaland dont il a été question plus haut, il est à croire que ces pirogues sont restées depuis lors dans leurs caisses, au bord de la mer, et qu'elles n'ont jamais été montées.

Il est probable qu'il en reste peu de chose.

Enfin, pour terminer, donnons ici les renseignements transmis par M. le commandant Marchand sur l'une de ces pirogues qu'il emmena jusqu'en Abyssinie :

« Il y avait une autre embarcation en aluminium dans la flottille destinée au Haut-Oubangui et partie de France en 1894. C'était une pirogue en aluminium de 12 mètres de long et $1^{m},60$ de large, en cinq tranches, avec un soufflage en planches, construite sur les indications du lieutenant de vaisseau Bezançon, mort en 1895 dans le Kuilou.

» Cette pirogue, montée sur le Kuilou, à Loudenia, dès 1894 (fin de l'année ou commencement de 1895), remonta cette rivière jusqu'à Biediet, démontée là, resta très longtemps sous une soupente au poste de Comba, où je la découvris en septembre 1896.

» Je la fis porter à Brazzaville et monter sur le Stanley Pool. Elle remonta le Congo et l'Oubangui, puis le M'Bomou, passa la crête de partage entre les bassins du Congo et du Nil, fut remontée en mai 1897 au poste des Rapides, sur le fleuve Soueh, descendit le fleuve avec moi, franchit le Grand Marais, entra dans le Ghazal et le Nil. Elle faisait partie de la flottille de ma mission qui arriva à Fachoda le 10 juillet de cette année.

» Et dès demain, évacuant Fachoda, cette pirogue remontera le Sobat et le Baro pour entrer en Abyssinie. Il est très probable que je la ferai apporter jusqu'à Obock, où elle sera en juin 1899. Dans la flottille de la mission, cette pirogue, qui peut porter jusqu'à 8 tonnes, y compris l'équipage, porte le nom de *Commandant-Bezançon*. ».

Quelques mots à propos de divers autres bateaux en aluminium.

Dans cette énumération déjà longue de bateaux en aluminium, on peut être surpris de ne pas voir figurer un certain nombre de petits bâtiments dont les noms sont, pour la plupart, plus connus que ceux que nous avons indiqués.

Cette omission est volontaire et il est nécessaire d'en indiquer brièvement la raison :

La Foudre, petit torpilleur de 18 mètres, construit chez Yarrow pour le compte de la marine française, a donné, aux essais, de très bons résultats ; il en a été de même du torpilleur *Forban*, construit dans les chantiers Normand, au Havre, également pour la marine française. Mais, à l'usage, tout changea, et, au bout de très peu de temps, tout ce qui était aluminium sur ces deux torpilleurs, fut mis hors de service, par suite de la décomposition du métal, violemment attaqué par l'eau et l'air de la mer, malgré des couches multiples de peinture, qui, probablement, n'étaient ni assez adhérentes ni assez couvrantes.

Quoi qu'il en soit, au point de vue aluminium, on ne peut que constater l'échec complet de ces deux tentatives.

Le Vendenesse, dont il a été parlé plus haut, n'a guère duré comme yacht de course, et l'eau de mer lui a également été fort nuisible.

Le Defender, grand yacht de course américain, qui gagna la Coupe de 1895, résista mieux ; mais on a employé dans sa construction beaucoup plus de bronze d'aluminium, (alliage lourd où il entre peu d'aluminium) que d'alliages légers, tout différents des bronzes, et les seuls dont nous nous occupons ici.

La Luna (5 tonneaux), *l'Alumin* (10 tonneaux), autres yachts construits récemment à Rostock pour des particuliers, et destinés aussi à la navigation maritime, n'auront probablement pas une carrière plus longue que les précédents.

Enfin, tous les canots en aluminium, avec ou sans moteur, construits un peu partout, (à Zurich, en Angleterre, aux États-Unis, etc.) n'ont pas encore donné lieu à des observations scientifiques notables.

Et c'est pourquoi cette étude a été, dès l'abord, limitée au matériel de navigation en eau douce, où nous sommes déjà en possession d'expériences nombreuses, prolongées, et pour la plupart satisfaisantes.

Conclusions

Il ne nous reste plus qu'à dégager les conclusions qui ressortent de cette série d'expériences, afin d'en tirer, pour l'avenir, les enseignements qu'elles nous offrent.

Tout d'abord, y a-t-il lieu d'employer, dans certains cas, pour la construction des bateaux, l'aluminium de préférence à d'autres métaux ou au bois ? Si oui, dans quels cas ?

Il est certain que si l'on est obligé d'avoir un matériel démontable, il ne faut pas songer à employer le bois, malgré les avantages multiples qu'il présente au point de vue des réparations, etc.

Et alors, si les circonstances font de la légèreté une condition primordiale, soit pour les transports par terre, soit pour la navigation elle-même, il vaudra mieux employer l'aluminium que l'acier. Chose singulière, malgré la différence de prix des deux métaux, les arguments économiques viendront souvent, dans ces circonstances, renforcer ceux qui ont trait au poids pour imposer la même solution.

En voici un exemple frappant : un bateau est destiné à aller naviguer sur l'Oubangui ou tout autre fleuve analogue ; il faut l'y transporter. On construira donc un bateau démontable. Mais une pièce d'aluminium pesant 30 kilogrammes (une charge de porteur) a une surface bien plus grande et forme une fraction de bateau bien plus considérable qu'une pièce de fer de même poids. Les fragments étant plus grands, il s'ensuit que la construction, le montage et le démontage sont plus rapides et moins coûteux. Ainsi se trouve déjà regagnée une notable partie de la différence de prix des matières premières.

De plus, pour un bateau de dimensions données, il faut 100 porteurs s'il est en aluminium ; il en faut 250 environ s'il est en fer. Tout compte fait, une fois les bateaux arrivés en Afrique, et leur transport payé jusqu'au port de débarquement, une fois les porteurs recrutés, payés, nourris, etc., on gagne la différence de prix des deux bateaux (fer ou aluminium) si l'on marche huit jours. Et si l'on marche un mois, on trouve un gros bénéfice à avoir un bateau en aluminium. Sans compter que l'on passe en bien des endroits où l'on ne passerait pas avec un bateau en fer.

Aussi n'est-il pas surprenant que la plupart des bateaux en aluminium aient été construits, comme nous l'avons vu, pour des missions ou explorations coloniales. On sait maintenant les services qu'ils ont rendus.

Cela ne signifie nullement qu'il sera pratique et économique d'avoir un bateau en aluminium pour la navigation ordinaire ; mais cela montre qu'il y a un véritable intérêt dans certains cas, à préférer l'aluminium.

Nous avons vu aussi que les progrès récents de l'électro-chimie et de la

métallurgie permettent d'obtenir couramment et par grandes quantités le métal sous les diverses formes nécessaires (tôles, profilés, rivets, etc., etc.).

Nous avons donc les matières premières, et nous savons les travailler.

Une nouvelle question se pose alors : Ces matériaux présenteront-ils une résistance suffisante pour la construction de pièces de grandes dimensions, soumises à des efforts puissants ou à des chocs violents, tels que les bateaux ?

A cela, la réponse nous est donnée par quelques expériences caractéristiques et très concluantes :

Le jour où l'on a fait à Paris les essais de l'*Étienne*, on a placé sans hésiter 12 tonnes de pierres de taille dans cette coque d'aluminium dont les plus fortes tôles n'avaient pas plus de 3 millimètres d'épaisseur.

Rien n'a bougé, ni bordé, ni membrures, ni rivetage.

Un peu plus tard, lors des essais du *Vendenesse* à Saint-Denis, on put se rendre compte plus complètement de la remarquable résistance d'une coque en aluminium.

Puis, lorsqu'on fit les essais du *Grall*, on voulut vérifier la solidité du rivetage, établi uniquement au moyen de rivets en aluminium, fixant tôles et profilés en aluminium. Pour cela, on remplit d'eau les caissons qui formaient les éléments du bateau ; c'était un poids total de 9 tonnes d'eau par caisson, exerçant une pression considérable de l'intérieur vers l'extérieur, sans aucune contre-pression de l'extérieur. Pas un rivet ne bougea, pas une goutte d'eau ne suinta. La résistance était donc tout à fait satisfaisante, aussi bien que l'étanchéité.

Enfin, en dehors de ces expériences, faites pour ainsi dire sur les chantiers, des voyages comme ceux du *Davoust* ou de *l'Étienne* ne démontrent-ils pas mieux que tout que l'on peut tenter les aventures les plus périlleuses, affronter les rapides, les brisants et les écueils de tous genres, et s'en tirer en somme à bon compte ?

*
* *

Une dernière question reste à examiner : Comment l'aluminium, ainsi employé, se conserve-t-il ?

C'est là le point le plus important, celui qui décidera, dans un très grand nombre de cas, de l'emploi ou du rejet de ce métal, pour quelque usage que ce soit. Et sur ce point, les opinions les plus différentes, les plus contradictoires, et naturellement les plus extrêmes, ont été émises.

Il ne nous appartient pas de décider entre les affirmations de chimistes éminents et d'avis contraires. Qu'il nous soit permis seulement d'indiquer

quelques faits précis et facilement constatables. Et, restant dans les limites que nous nous sommes tracées, nous nous en tiendrons aux bateaux dont il a été question plus haut.

Dès l'abord, nous avons à constater deux cas : dans le premier, les bateaux ont navigué en mer ou sont restés quelque temps au bord de la mer, et toutes les expériences montrent qu'alors le bateau n'a pu fournir qu'une courte carrière ; il est même arrivé à quelques-uns que l'on n'a pas tenté de les faire naviguer. Dans le second cas, le bateau a été soustrait à l'action de l'eau ou de l'air de la mer, et, malgré les difficultés sans nombre, il a toujours rendu de bons et durables services.

Et chose plus remarquable encore, les contacts hétérogènes (fer ou acier contre aluminium, etc.) pas plus que la présence ou l'absence de peinture, ne semblent avoir d'influence notable sur le degré de conservation du métal en eau douce.

En effet, l'*Étienne* a été construit il y a six ans, avec du métal fort impur ; il n'a été recouvert d'aucune peinture ; il avait une quille d'acier, boulonnée à nu sur l'aluminium ; et il dure encore, et il a fait dans les conditions les plus difficiles tout le voyage de l'Atlantique à l'Abyssinie. Ce n'est pas qu'il ait été trop soigneusement entretenu ou abrité. Le commandant Marchand l'a retrouvé servant de baignoire (12 mètres de long !) dans un poste où il était abandonné depuis des mois. Mais... il avait été monté dans l'intérieur dès son arrivée en Afrique, et n'avait pas séjourné sur la côte. Il est même probable qu'on n'avait pas tout d'abord espéré qu'il irait si loin... et si longtemps.

Le Davoust aussi était à métal nu, avec contacts directs de l'aluminium sur le fer et l'acier. Il date de six ans aussi ; il est resté des mois, presque des années, abandonné à Badoumbé, au Soudan, démonté, les pièces dispersées, faussées, etc. Et pourtant, il a fait par la suite 3.600 kilomètres de navigation sur le Niger, et l'on sait dans quelles conditions : échoué trois ou quatre fois par jour, tiré au sec pendant plusieurs mois sur le sable, à Fort Archinard, remis à l'eau, lancé par le fleuve sur des centaines d'écueils ; rien ne lui a manqué de ce qui aurait dû le détruire. Et existe encore. Mais lui non plus n'a pas eu à souffrir du contact de la mer, et s'il a été longtemps abandonné, c'est à 1.500 kilomètres de la côte. Ce n'est pas à dire que le métal soit « à l'état de neuf » mais enfin, il tient et même dans des trous où sont encore aujourd'hui emprisonnés des boulons en acier, ces boulons sont dévorés par la rouille, mais les parois d'aluminium du trou lui-même n'ont pas bougé. Cela est d'autant plus facile à constater que la coque du *Davoust* est revenue à Paris chez son constructeur.

On pourrait prendre bien d'autres exemples, on arriverait aux mêmes constatations pour tous les bateaux soustraits à l'influence de la mer.

Si l'on prend les autres au contraire, les choses changent immédiatement du tout au tout.

Malgré les soins minutieux apportés à sa construction, malgré des réparations considérables effectuées après sa première campagne, malgré les peintures protectrices, etc., *le Vendenesse* n'existe plus.

Le Crampel, *le Lauzière* et *le Pleigneur* sont restés près de deux ans à Loango avant d'être montés à Brazzaville, sur le Congo. Cela a suffi pour que le commandant Marchand n'ait pu les emmener au delà de Bangui, malgré les qualités reconnues du modèle de ces bateaux. Le fleuve, semé d'écueils, devenait trop dur pour leurs coques oxydées ; le moindre choc aurait suffi à crever les tôles. Et pourtant l'aluminium avait été complètement recouvert de peintnre.

Le Fraisse et *le Husson*, identiques aux précédents, n'ont jamais quitté Loango jusqu'en 1899. Ils n'ont jamais été déballés. Au bout de quatre ans de séjour au bord de la mer, on n'a pu que les ramener en France, pour en revendre le métal au poids.

Et pourtant *le Commandant-Bezançon*, construit en même temps que les cinq précédents, et avec du métal identique et protégé par la même peinture, a accompagné aussi la mission Marchand jusqu'en Abyssinie. Mais il faut dire que le lieutenant de vaisseau Bezançon, dont ce bateau porte le nom, avait pu, avant de mourir, le faire remonter immédiatement à quelques centaines de kilomètres dans les terres. Il avait aussi été abandonné pendant des mois « dans une soupente » ; mais il n'était pas resté huit jours sur la côte.

Enfin, inutile de rappeler encore les quelques bateaux construits en aluminium pour la navigation maritime. Ni peinture, ni entretien, ni soins, rien n'y a fait. Ils ont été perdus avant d'avoir servi. La marine en a d'ailleurs conclu, peut-être un peu vite, que l'aluminium n'est bon à rien !

***

A notre tour, que devons-nous conclure de tout ce qui précède ?

Nous dirons franchement qu'à notre avis, le moment n'est pas encore venu de formuler une conclusion définitive dans un sens ou dans l'autre. On avait trop espéré de l'aluminium, il y a eu des déboires. Puis on en a trop médit et pourtant il a rendu des services précieux, mais généralement ignorés.

Il est certain qu'il faudra bien des années encore avant que l'on connaisse et que l'on manie l'aluminium comme on le fait aujourd'hui pour le fer ou l'acier, et il est certain aussi que toute expérience se paie.

Les chimistes devront chercher les moyens d'obtenir un métal de plus en

plus pur et homogène ; les métallurgistes chercheront de leur côté à rendre aussi uniformes que possible les conditions de fabrication. Enfin un progrès considérable serait obtenu si l'on parvenait à recouvrir l'aluminium d'une couche protectrice (autre métal, peinture ou vernis) suffisamment couvrante et adhérente pour empêcher tout contact entre l'aluminium et les agents oxydants de l'air et de l'eau (1).

Ce dernier progrès réalisé étendrait indéfiniment le champ des applications de l'aluminium.

Quoi qu'il en soit, èt dès aujourd'hui, bien des résultats déjà sont acquis, que l'on doit constater dans le passé et qui permettent d'espérer pour l'avenir.

Il nous a semblé que l'exposé de ces travaux d'une industrie qui est bien française, ne pouvait qu'être utile, pour sa modeste part, au progrès de la chimie et de la métallurgie de l'aluminium.

Et c'est pourquoi nous avons pensé qu'il ne saurait être mieux à sa place qu'en un Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences.

M. CONSIDÈRE

Correspondant de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Quimper. [721-23]

ÉTUDE DU BÉTON ARMÉ

— Séance du 20 septembre —

Exposé. — Pendant longtemps, les constructeurs n'ont employé les maçonneries et les pièces métalliques que séparément et ont fait le possible pour en assurer l'indépendance et éviter ainsi les inconvénients qui pouvaient résulter de dilatations inégales. Mais, depuis quelques années, des hommes entreprenants ont associé, aussi complètement que possible, le fer et le béton et ont inauguré un nouveau mode de construction que l'on désigne généralement sous le nom de béton armé ou de sidérociment. Il est essentiellement constitué par des pièces en béton ou en mortier dont on renforce, au moyen de barres de métal noyées dans la masse, les parties soumises à des efforts de traction ou de cisaillement et plus rarement les parties comprimées.

En général, les barres de métal sont brutes et indépendantes les unes

(1) M. Wahl, ingénieur des constructions navales, détaché au Ministère des Colonies, a fait à ce sujet des recherches intéressantes et des essais qui se poursuivent actuellement au port de Cherbourg.

des autres. Quelquefois elles sont assemblées par les procédés très divers, dont je ne peux songer à rendre compte.

Le succès a couronné l'initiative des inventeurs du béton armé et les constructions nouvelles ont déjà reçu d'innombrables applications. De tous côtés, on construit des usines, des magasins, des estacades, des réservoirs, des conduites d'eau, etc. Les palais de l'Exposition universelle de 1900 offriront de nombreux exemples de l'emploi de ce nouveau mode de construction.

Quelques ingénieurs, notamment ceux des Compagnies de chemins de fer, ont déjà utilisé le béton armé dans la construction des travaux publics. M. Harel de La Noé en a fait, pour l'établissement des chemins de fer départementaux de la Sarthe, d'importantes applications qui ont vivement excité l'attention. Mais on doit reconnaître que la plupart des ingénieurs et les administrations supérieures des travaux publics des divers pays hésitent à employer le béton armé autrement qu'à titre d'essai, et on comprend les raisons de leur indécision que je vais indiquer brièvement.

Objections. — Il résulte d'innombrables expériences que les bétons et les mortiers de ciment employés dans les constructions ne peuvent supporter, sans rupture, des allongements supérieurs à un dixième de millimètre par mètre environ. Si donc on les associe au fer pour supporter des efforts de traction, il semble qu'ils doivent se rompre lorsque les armatures métalliques ont subi ce faible allongement. Or, le métal ne travaille alors qu'à l'effort minime de 2 kilogrammes par millimètre carré et, par suite, dans les constructions usuelles en béton armé, où l'on donne aux armatures des dimensions assez réduites pour que les efforts extérieurs leur imposent des tensions de 8 à 10 kilogrammes par millimètre carré, le mortier qui les englobe, semble devoir se fissurer dans les parties tendues. Sans doute, les protagonistes du nouveau mode de construction répondent en montrant les ouvrages qu'ils ont exécutés et qui paraissent en bon état, mais leurs adversaires répliquent qu'ils sont de date bien récente, que la désagrégation du mortier doit augmenter graduellement quand les efforts se répètent, qu'elle détruit peu à peu, sans doute, l'adhérence du fer et du béton et prépare des voies par lesquelles l'air et l'eau arriveront au métal, l'oxyderont et amèneront la ruine des ouvrages.

On a cherché à éclaircir la question du béton armé en faisant des expériences sur des poutres travaillant par flexion. Il est inutile de rechercher si leurs dispositions étaient de nature à faire la lumière ; je me bornerai à constater qu'elles n'ont pas conduit à établir une théorie du béton armé qui soit généralement acceptée et que les opinions les plus répandues sont les suivantes.

Hypothèses faites. — Certains auteurs ont remarqué qu'on ne voyait pas de fissures dans les poutres qui avaient pris des allongements voisins d'un millimètre par mètre ; mais ils n'ont pas fait le nécessaire pour vérifier s'il n'en existait pas d'invisibles à l'œil. D'autres ont admis que le béton tendu se désagrège et ne contribue pas, dans une mesure notable, à la solidité des pièces armées ; pour expliquer la grandeur des résistances observées et la faiblesse des flèches, ils ont été forcés d'admettre que les propriétés mécaniques du métal noyé dans le béton sont modifiées, et notamment que son coefficient d'élasticité et sa résistance sont augmentés dans une mesure très importante.

La question des maçonneries armées demande donc à être encore élucidée, et j'ai cherché à apporter une contribution à son étude.

État du béton armé avant chargement. — Avant d'examiner comment le nouveau matériau se comporte sous l'action des forces extérieures, il importait de savoir si, par suite de l'hétérogénéité des éléments qui le composent, il ne s'y produit pas intérieurement des efforts inconnus. Les variations de température pouvaient sembler dangereuses, mais on a reconnu que les coefficients de dilatation du fer et du béton sont sensiblement identiques et que le béton armé peut supporter, sans dommage appréciable, des écarts de température de plusieurs centaines de degrés.

On ne s'est guère préoccupé jusqu'ici des variations qui se produisent dans le volume des matériaux pendant la période de prise et de durcissement ou par suite des variations hygrométriques, et on comprend que l'attention des constructeurs ne se soit pas portée sur ce point tant qu'on n'a fait que des maçonneries ordinaires, dont aucun élément intérieur ne gênait les dilatations ou les retraits. Aussi la question est-elle fort peu connue, bien que des essais intéressants aient été faits de 1886 à 1889, à l'École des Ponts et Chaussées, sur les variations de volume des mortiers non armés. Leurs résultats n'ont pas été publiés, et c'est tout récemment que, dans leur ouvrage : *Le ciment de Portland et ses applications*, MM. Busing et Schuman ont donné les résultats des expériences analogues que MM. Meier et Schuman ont faites en Allemagne. Mais, à ma connaissance, rien n'a été fait pour étudier les effets que les variations de volume des mortiers produisent dans les maçonneries armées.

Nouvelles expériences. — Pour élucider cette question, j'ai fait faire des prismes ayant 60 centimètres de longueur avec des sections variées. Dans les uns, on avait placé, au centre, une barre unique de fer rond ; dans d'autres, on avait noyé quatre gros fils de fer placés symétriquement près des angles ; d'autres enfin n'étaient pas armés et servaient de termes de comparaison. La moitié de ces prismes étaient formés de mortier de ciment pur de

Portland et les autres de mortier dosé à 600 kilogrammes de ciment par mètre cube de sable.

La moitié des prismes ont été conservés dans l'eau douce, et les autres laissés à l'air sec.

Dilatations et retraits des mortiers et bétons non armés. — Pour les mortiers non armés, j'ai trouvé des résultats analogues à ceux déjà connus. Ceux qui sont conservés dans l'eau, se dilatent régulièrement avec une vitesse qui est maximum au début et qui diminue graduellement. Pour le ciment pur, l'allongement atteint $0^{mm},50$ en moins d'un mois, 1 millimètre en un an, et le maximum de $1^{mm},20$ à 2 millimètres en deux ou trois ans.

Le mortier dosé à 600 kilogrammes prend des allongements trois fois moindres environ.

A l'air, au lieu de se dilater, les mortiers se contractent suivant une loi qui n'est pas continue. Dans les prismes formés d'un ciment pur qui supportait l'aiguille de Vicat au bout de douze heures, il s'est produit, pendant les huit ou dix premières heures après gâchage, un raccourcissement supérieur à $0^{mm},50$ par mètre, puis le retrait s'est arrêté pendant trois jours, et a même fait place à une dilatation extrêmement petite que les instruments très sensibles permettaient seuls d'observer. La contraction a repris ensuite sa marche avec une vitesse régulièrement décroissante et le raccourcissement total a atteint, en quinze à trente jours, la valeur de 1 millimètre. En deux ou trois ans, il arriverait au maximum de $1^{mm},50$ à 2 millimètres ; on le sait par les essais de l'École des Ponts et Chaussées.

Sans chercher à expliquer complètement l'anomalie présentée par la variation des retraits pendant les premiers jours qui suivent la prise dans l'air, je ferai remarquer que les mortiers sont complètement mouillés par l'eau de gâchage et se dessèchent progressivement. L'évaporation qui se produit à leur surface et qui diminue graduellement jusqu'à cesser complètement au bout de trois ou quatre jours, maintient leur température au-dessous de celle du milieu ambiant de quantités qui vont en décroissant. Les prismes, plus froids au début que l'appareil de mesure, se réchauffent donc peu à peu et la dilatation qui en résulte, contribue, tout au moins, à masquer le retrait produit par la prise du mortier qui ne cesse jamais d'augmenter pendant les premiers jours de prise.

Comme dans l'eau, les mortiers dosés à 600 kilogrammes ont subi, dans l'air, des variations de volume environ trois fois moindres que celles du mortier de ciment pur.

Ces faits étant connus, il est facile de prévoir sinon l'importance, du moins le sens des phénomènes que la prise du ciment doit produire dans les prismes armés.

Dilatations et retraits des mortiers et bétons armés. — Dans l'eau, le mortier tend à s'allonger et les armatures métalliques s'opposent à cette tendance. Il doit donc se développer des tensions dans celles-ci et des compressions dans le béton ou le mortier qui les enveloppe et les efforts contraires s'équilibrent grâce à l'adhérence considérable du métal et du béton. Les efforts intérieurs ainsi développés sont favorables à la résistance des maçonneries armées, puisqu'elles diminuent les tensions du béton qui est médiocrement apte à les supporter et augmentent, au contraire, celles du métal qui résiste parfaitement aux efforts de cette nature.

Dans l'air, l'effet est évidemment inverse et se produit dans le sens le plus défavorable, puisque avant l'application des charges qu'il doit supporter, le béton est déjà soumis à des tensions intérieures.

Il est bien clair que ces efforts intérieurs sont d'autant plus forts que le mortier est plus riche en ciment et tend à prendre de plus forts retraits. On comprend aussi qu'ils doivent augmenter avec le pourcentage, c'est-à-dire avec la proportion de la section du fer à celle du béton. Quelques chiffres sont indispensables pour en faire apprécier l'importance.

Mortiers armés dans l'eau. — Dans un prisme en ciment pur armé d'un fer central dont la section était le 1/17^{e} environ de celle du mortier, l'allongement constaté après soixante-trois jours d'immersion était de 0^{mm},22 par mètre de longueur. Un calcul extrêmement simple permet d'en déduire que le fer subissait une tension *moyenne* de 4^{kg},4 par millimètre carré, et que le mortier qui fournissait la résistance nécessaire pour équilibrer cette tension, supportait une pression *moyenne* de 25^{kg},4 par centimètre carré.

Dans un prisme de même dimension qui était formé de mortier à 600 kilogrammes, la tension *moyenne* du fer était de 1^{kg},2 et la pression *moyenne* du mortier de 7 kilogrammes.

Les efforts intérieurs résultant des réactions réciproques de deux matériaux associés pour former un prisme sont forcément nuls aux extrémités et, par suite, plus grands dans la partie centrale que la valeur moyenne calculée pour la longueur entière d'après l'allongement total des armatures de bout en bout, le seul qu'il soit aisé d'observer et le seul, en tout cas, que j'aie mesuré.

Sans entrer dans le détail des considérations qui m'ont amené à cette conclusion, je crois pouvoir dire que les tensions et pressions intérieures qui existaient vers le milieu des prismes en question, dépassaient de 25 0/0, au moins, les chiffres déjà très élevés qui ont été indiqués ci-dessus comme moyennes.

On comprend aisément les conséquences pratiques de ces faits.

Le mortier, étant à l'état de compression dans les prismes armés qui ont

fait leur prise dans l'eau, commencera par se décomprimer et arriver à l'état d'équilibre moléculaire si l'on applique à ces prismes des efforts extérieurs de traction qui les allongent de quantités convenables.

Si les efforts extérieurs reçoivent ensuite de nouveaux accroissements, le mortier prendra de nouveaux allongements avant que sa limite d'élasticité soit dépassée et qu'on puisse, par suite, redouter la moindre altération.

Or ces allongements, qui ont pour effet d'abord de décomprimer, ensuite d'étirer le mortier dans la limite élastique, augmentent la tension préalable que la dilatation du mortier avait donnée à l'armature.

Un calcul très simple montre que, dans le prisme en ciment pur dont il a été question plus haut, l'armature prendrait une tension de $8^{kg},7$ par millimètre carré avant que le mortier subisse le moindre allongement et une tension de 12 kilogrammes avant que la limite d'élasticité du mortier fût atteinte.

Pour les prismes en béton ou en mortier de sable, les tensions correspondantes des armatures seraient moindres et diminueraient avec la proportion du ciment employé. Ainsi pour le dosage à 600 kilogrammes de ciment par mètre cube de sable qui semble recommandable pour les travaux hydrauliques, les armatures travailleraient à 5 kilogrammes, environ, par millimètre carré avant que le mortier ou le béton subisse des efforts supérieurs à sa limite d'élasticité. C'est là un avantage considérable et, quand même on devrait limiter à cet effort de 5 kilogrammes le travail du fer, ce qui n'est nullement nécessaire, ainsi qu'on le verra plus loin, le métal des maçonneries armées n'en serait pas moins employé très utilement au point de vue économique, car, étant à l'état brut et sans aucun assemblage, il coûte, à poids égal, la moitié, au plus, du prix du métal des constructions rivées et on ne fait pas travailler celui-ci à plus de 6 kilogrammes, en moyenne, par millimètre carré de section totale.

Mortiers armés dans l'air. — Si les variations de volume des mortiers immergés sont favorables à la résistance des maçonneries armées, il est évident, *a priori*, que le retrait des mortiers exposés à l'air sec exerce, au contraire, une influence fâcheuse sur leur résistance. Dans un prisme en ciment pur, le fer était, au bout de soixante-trois jours, soumis à une pression moyenne de 5 kilogrammes et le mortier à une tension moyenne de $28^{kg},7$ par suite du retrait de celui-ci.

Dans un prisme analogue formé de mortier renfermant 600 kilogrammes de ciment par mètre cube de sable, il s'est produit, dans le fer, une pression de 2 kilogrammes, et, dans le mortier, une tension de 12 kilogrammes en moyenne.

Comme pour les prismes immergés, on peut admettre que, pour les

prismes exposés à l'air, les efforts maxima dépassent de 25 0/0, au moins, les efforts moyens et, par conséquent, que, dans les prismes en question, la résistance opposée par les armatures à la tendance au retrait du mortier avait déterminé dans celui-ci des tensions d'environ $28^{kg},7 \times 1,25 = 36$ kilogrammes pour le mortier de ciment pur et 12 kilogr. $\times 1,25 = 15$ kilogrammes pour le mortier dosé à 600 kilogrammes de ciment.

Ce sont là des efforts sensiblement égaux à la résistance à la rupture de ces mortiers.

La discussion des résultats fournis par ces prismes et par d'autres où le rapport des sections du fer et du mortier était de 1/17e et de 1/35e environ tend à prouver que, dans *les prismes suffisamment armés et conservés à l'air, le mortier supporte, avant l'application d'aucune force extérieure, des tensions sensiblement égales à sa résistance à la rupture.*

Ces tensions augmentent, par suite, tant que la résistance s'accroît par l'achèvement de la prise.

Quand le mortier est formé de ciment pur ou renferme une très forte proportion de ciment, par exemple 1000 kilogrammes par mètre cube de sable, le retrait qu'il tend à prendre, à l'air sec, dépasse ce qu'il peut supporter et il se brise, de distance en distance, perpendiculairement aux armatures. Les mortiers maigres renfermant 400 ou 500 kilogrammes de ciment et les bétons maigres renfermant 300 à 400 kilogrammes ne se fissurent généralement pas, mais ils sont mis en tension par la résistance des armatures comprimées. C'est précisément le contraire de ce qu'on doit désirer et de ce qui se produit dans les maçonneries armées qui restent sous l'eau.

Si l'on n'avait, sur la ductilité du mortier, que les connaissances anciennement acquises, les effets des variations de volume résultant de la prise ou des variations hygrométriques conduiraient donc à considérer l'emploi des armatures métalliques comme recommandable seulement pour les maçonneries immergées et comme périlleux pour les ouvrages exposés à l'air. Sans doute, il présente, en effet, plus de garanties dans le premier cas que dans le second, mais, même dans celui-ci, il peut être très avantageux, grâce à la faculté de s'allonger bien au delà des limites précédemment admises que possèdent les mortiers et que j'ai fait connaître dans une communication du 12 décembre 1898 à l'Académie des Sciences.

Cette faculté semblant paradoxale, je crois devoir, avant de parler des expériences qui en démontrent l'existence, faire comprendre pourquoi elle est, au contraire, toute naturelle et, dans ce but, suivre la voie par laquelle je suis arrivé à la prévoir.

En 1885, j'ai publié dans les *Annales des Ponts et Chaussées* un mémoire sur l'emploi du fer et de l'acier où j'ai énoncé, au sujet de la striction des métaux, des idées qu'il est indispensable de rappeler.

Striction. — Si l'on soumet à une traction longitudinale une barre cylindrique ou prismatique de fer ou d'acier, elle s'étire d'abord régulièrement en s'amincissant dans toute sa longueur. Elle prend ainsi un allongement uniforme qui, pour l'acier doux, par exemple, est compris entre 15 et 25 0/0.

Puis, subitement, la nature de la déformation change complètement. En un point de sa longueur, la barre diminue brusquement de section, tandis que, partout ailleurs, elle cesse complètement de s'allonger. Une étranglement, qui a reçu le nom de striction, se dessine et se creuse de plus en plus. La section s'y réduit à la moitié ou même au tiers de la section primitive de la barre et diminue jusqu'à ce que la rupture s'y produise enfin.

Dans cette section, l'acier s'allonge de 100, 200 et jusqu'à 250 0/0.

Son explication. — On avait vu dans ce phénomène une simple conséquence du fait évident que toute matière, étant imparfaitement homogène, présente une section de moindre résistance par laquelle elle doit périr.

Mais, pour que cette section se déforme seule et dans une mesure énorme, pendant que les autres cessent absolument de s'allonger, il ne suffit pas qu'elle soit un peu plus faible; il faut, en outre, qu'à mesure qu'elle se déforme davantage, sa résistance totale n'augmente pas ou même qu'elle tende à décroître pour rester inférieure aux résistances des autres sections qui ne se déforment plus.

On peut encore donner la forme suivante à cette proposition évidente : Il y a, ou non, striction suivant que l'augmentation de résistance par unité de surface de la section transversale que produit un nouvel allongement est, ou non, insuffisante pour compenser la diminution de l'aire de la section transversale qui est la conséquence de cet allongement.

La striction se produit presque toujours dans les bons fers et les aciers doux carburés et manganésés lorsqu'on les soumet à la traction. Chose surprenante au premier abord, rien de semblable n'a lieu dans la flexion ; toutes les sections qu'on soumet au même effort, se déforment également jusqu'à ce qu'elles commencent à se fissurer presque simultanément.

La raison de cette différence est facile à découvrir. Tandis que l'aire de la section transversale diminue dans les barres soumises à la traction, elle reste à peu près constante dans la flexion, parce que la partie comprimée se gonfle pendant que les fibres tendues s'amincissent. Par suite, dans la flexion, la résistance totale augmente indéfiniment avec la déformation, parce que les tensions et pressions par unité de surface s'accroissent sans que l'aire de la section diminue. Si donc une section fléchit un peu plus que les autres, elle devient vite aussi résistante qu'elles et cesse de se déformer plus rapidement, de telle sorte que l'allongement moléculaire

atteint partout son maximum, au lieu de ne se produire que dans une section étranglée comme dans la traction simple.

Le mortier a peut-être une striction. — Il est naturel de se demander si, bien qu'on ne l'ait jamais observé, la striction ne se produit pas dans les mortiers et bétons comme dans les métaux, si ces matériaux n'ont pas la faculté de prendre des allongements beaucoup plus grands que ceux que revèlent les essais de traction et si là n'est pas la cause des propriétés inexpliquées des bétons armés. S'il en est ainsi, le mortier et le béton doivent supporter dans la flexion des allongements sans rupture plus grands que dans la traction simple, comme le font les métaux.

L'allongement de flexion est double ou triple de celui de traction. — Le fait est facile à vérifier et les essais que j'ai faits comme ceux qu'a bien voulu faire faire, sur ma demande, M. Debray, chef du laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, ont montré qu'en moyenne, le rapport des allongements que le mortier prend dans la traction et dans la flexion varie, en effet, entre 1/2 et 1/3.

Les armatures doivent augmenter l'allongement. — Les armatures doivent augmenter l'allongement du mortier s'il est sujet à la striction. En effet, lorsqu'une section plus faible que les autres tend à s'allonger davantage, en dépassant la limite d'élasticité, le mortier dont l'élasticité est altérée, ne fournit pas une tension beaucoup plus forte, mais les armatures qui participent à sa déformation et dont l'élasticité n'est nullement altérée, produisent un supplément de résistance qui croît très rapidement avec l'excès de déformation. L'allongement de toute section d'un prisme en mortier armé qui tend à se déformer plus que les autres, doit, par suite, s'arrêter jusqu'à ce qu'il se soit produit partout ailleurs des allongements presque égaux, et la rupture ne peut avoir lieu que lorsque toute la longueur du prisme a pris un allongement voisin du maximum dont la matière est capable. L'allongement moyen mesuré entre deux repères est donc, pour le mortier ou le béton armé, très voisin de ce maximum, tandis qu'il lui est de beaucoup inférieur pour le mortier et le béton non armé, dont la section la plus faible se rompt avant que le reste de la pièce se soit sensiblement déformé.

Résultats d'expériences. — L'expérience a confirmé ces prévisions et on peut donner les chiffres suivants comme moyennes des résultats que j'ai obtenus :

Pour le mortier essayé : 1° par traction sans armatures ; 2° par flexion sans armatures ; 3° par traction avec armatures ; 4° par flexion avec armatures, les allongements moyens des mortiers renfermant de 433 à 600 kilo-

grammes de ciment par mètre cube ont été de $0^{mm},10$, $0^{mm},25$, $0^{mm},80$, 1 à 2 millimètres.

Dans ces limites, les allongements ne varient pas beaucoup avec le dosage.

Travail possible des armatures. — Pour juger l'importance de ces différences, il faut mettre en regard les tensions par millimètre carré des armatures métalliques qui correspondent à ces allongements. Le coefficient d'élasticité du fer étant toujours voisin de $20 \times 10'$, ces tensions sont de 2, 5, 16, 20 à 40 kilogrammes.

On voit quelle erreur considérable on commettait en tirant des essais par traction faits sur des mortiers non armés cette conclusion que, dans les maçonneries armées, le métal travaille à 2 kilogrammes, au plus, avant la désagrégation du béton qui l'entoure. En réalité, il peut travailler dix à vingt fois plus dans les poutres armées travaillant par flexion.

Vérification de l'absence de fissures. — Il ne suffisait pas de rechercher, à l'aide de la loupe, s'il n'y avait pas de fissures dans les mortiers qui paraissaient intacts, car elles auraient pu rester inaperçues. J'ai fait détacher, à la scie, des baguettes parallèles aux armatures et j'ai constaté non seulement qu'elles présentaient de grandes longueurs sans fissures, mais encore que, malgré les allongements considérables qu'elles avaient subis, elles conservaient une résistance égale à celle que le mortier présentait avant toute fatigue.

Il est donc démontré que le mortier peut supporter, sans se désagréger ni même se fissurer, des allongements dix et vingt fois plus grands qu'on ne le pensait. Tel est le fait d'ordre scientifique dont la démonstration est particulièrement à sa place ici. Mais il y a bien des réserves à faire au point de vue pratique et elles seront longuement développées ailleurs. On doit, en effet, tenir compte des malfaçons, des causes multiples d'hétérogénéité et des fissures préalables produites par les retraits.

Il peut paraître surprenant que, pour donner à l'allongement du mortier la valeur maximum dont il est capable, il faille, tout à la fois, l'armer et le faire travailler par flexion. On comprendra qu'il puisse en être ainsi si l'on remarque combien le mortier est hétérogène, et quelles différences considérables de structure et de résistance on constate entre les diverses sections d'un même prisme. Plus ces différences sont fortes, plus il est difficile de retarder la rupture des sections les plus faibles et plus il est nécessaire de multiplier les dispositions qui régularisent les allongements pour leur faire atteindre partout leurs valeurs maxima.

Importance de la limite d'élasticité des armatures. — J'ai dit que, dans les

prismes armés travaillant par flexion, l'allongement sans rupture varie de 1 à 2 millimètres. Il faut ajouter qu'il n'atteint des valeurs supérieures à 1 millimètre que dans la mesure où l'allongement élastique des armatures dépasse lui-même 1 millimètre, valeur correspondant au fer doux ordinaire.

C'est, en effet, une loi générale que les armatures perdent presque toute efficacité, au point de vue de la préservation des fissures, quand leur limite d'élasticité est dépassée. On le comprend facilement, car, pour un même accroissement de l'allongement, l'augmentation de résistance devient subitement dix à vingt fois plus faible dès que la limite d'élasticité est dépassée et, par suite, au point de vue des fissures, tout se passe alors comme si la section des armatures devenait subitement dix à vingt fois plus faible.

Il en résulte que les grands allongements ne sont obtenus que par l'emploi de l'acier ou du fer écroui.

Altérations de l'élasticité des mortiers et bétons. — Dès que l'allongement du mortier a dépassé celui qui se produit dans les pièces non armées, on constate un fait important. La matière s'allonge de plus en plus, en conservant une tension presque constante, ce qui revient à dire que son coefficient instantané d'élasticité est alors voisin de zéro.

Si après avoir chargé le prisme armé, on le décharge graduellement, il se produit aussi un fait qu'on ne pouvait guère prévoir.

Dès qu'on a enlevé une fraction de la charge qui varie de 1/10^{e} à 1/5^{e}, le coefficient instantané d'élasticité du mortier ou du béton prend une valeur très faible qui peut descendre au 1/10^{e} des valeurs connues. Si après avoir déchargé la même pièce armée, on la charge de nouveau, le coefficient d'élasticité prend une valeur voisine de celle qu'il avait pendant le déchargement, mais un peu plus forte au début du rechargement et plus faible ensuite.

Les matériaux associés et soumis aux mêmes déformations subissant des efforts proportionnels à leurs coefficients d'élasticité, il en résulte que, lorsqu'on décharge et recharge alternativement une pièce armée, le mortier ou béton y est soumis à des variations d'efforts et, par suite, à des fatigues considérablement moindres qu'on ne devait le prévoir d'après les valeurs connues des coefficients d'élasticité des mortiers ou bétons non armés. Plus leur coefficient d'élasticité diminue, plus ils échappent à la fatigue et on comprend que cette propriété assure aux maçonneries armées une résistance aux efforts répétés qui n'est pas encore connue complètement, mais qui est certainement considérable puisque, ainsi que je l'ai constaté, le mortier avait conservé sa résistance initiale dans un prisme qui avait supporté 139.052 répétitions d'un effort de flexion produisant des allonge-

ments de $0^{mm},545$ à $1^{mm},270$, c'est-à-dire cinq à douze fois plus grands que ceux que supportent les mortiers non armés (1).

Influence du milieu où le mortier a fait prise ou est conservé. — Il importe de déterminer l'influence qu'exercent, sur les propriétés des mortiers et bétons, la nature du milieu dans lequel ils ont fait prise ou ont été conservés et les dilatations ou compressions intérieures qui se sont produites pendant leur durcissement. En ce qui concerne les bétons ou mortiers maigres qu'on emploie généralement dans les constructions exposées à l'air, je ne suis pas encore en mesure de préciser l'influence du milieu et il faudra de nouvelles expériences pour en déterminer exactement les lois.

Mais, en comparant les résultats d'expériences faites sur des mortiers de dosages très différents, on constate un fait intéressant.

Des prismes armés formés de mortier de ciment pur et conservés à l'air se sont rompus sous des allongements, à peine égaux à la moitié de ceux qu'ont supportés des prismes semblables faits en mortier dosé à 600 kilogrammes. Cette infériorité des mortiers de ciment pur, quand ils sont armés et conservés à l'air, semble ne pouvoir s'expliquer que par les tensions intérieures qui s'y développent pendant la prise, attendu qu'en prismes non armés, le mortier de ciment pur a, au contraire, une très grande supériorité sur les mortiers ordinaires au point de vue de l'allongement aussi bien qu'à celui de la résistance.

Pour compléter l'étude du béton armé, il reste à déterminer les lois de sa résistance aux efforts de glissement ou de cisaillement, qu'on combat par l'addition d'armatures transversales ou obliques. Il sera nécessaire de faire de délicates expériences pour élucider cette importante question. Mais, en ce qui concerne la résistance, l'élasticité et l'allongement de traction, il semble que les faits dont je viens de rendre compte, permettent de comprendre ce qui se passe dans les bétons armés.

Peut-être ces faits ont-ils un intérêt plus général et suffirait-il de quelques expériences pour prouver qu'un certain nombre de matériaux tels que les verres, porcelaines, faïences, etc., qu'on considère comme incapables de supporter de notables allongements sans se rompre, peuvent, en réalité, comme les mortiers, se déformer beaucoup plus qu'on ne le pense, pourvu qu'on les associe à des armatures métalliques qui les empêchent de périr par striction locale et les forcent à prendre, partout à la fois, l'allongement moléculaire dont ils sont capables.

(1) Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 12 décembre 1898.

M. R. FERET

Ancien Élève de l'École Polytechnique,
Chef du laboratoire des Ponts et Chaussées de Boulogne-sur-Mer.

ADDITION DE POUZZOLANES AUX MATÉRIAUX D'AGRÉGATION DES MAÇONNERIES

[721.23]

— Séance du 20 septembre —

État de la question. — La propriéte, connue depuis longtemps, qu'ont les pouzzolanes de former avec la chaux des composés capables de durcir sous l'eau, a rendu ces matières particulièrement précieuses en un temps où l'on n'avait que la chaux pour lier les maçonneries et où l'on ignorait encore le principe des chaux hydrauliques.

Depuis la découverte des ciments, matériaux hydrauliques par excellence, l'importance des pouzzolanes s'est progressivement réduite et on ne les emploie plus guère maintenant que dans les pays où on les a sous la main (1).

Pourtant une ère nouvelle semble devoir s'ouvrir pour ces produits, par suite de leur emploi comme addition aux ciments en vue d'améliorer ces derniers tout en abaissant le prix de revient des mortiers.

On sait maintenant d'une manière bien certaine que la prise des ciments est accompagnée d'une mise en liberté de chaux. Si donc, au lieu de laisser cette chaux s'hydrater, se dissoudre, se sulfater ou se carbonater à la longue, suivant la nature du milieu où le mortier est conservé, on incorpore dans ce dernier une matière capable de se combiner avec elle en formant de nouveaux éléments de cohésion, le mortier devra se trouver amélioré par cela même. Toutefois cette théorie a rencontré et rencontre encore des détracteurs intéressés ou non convaincus.

Aussi avons-nous jugé utile d'entreprendre de nombreuses séries d'expériences en vue d'abord de la vérifier, puis, cette vérification faite, de comparer entre elles les actions des principales pouzzolanes connues, naturelles et artificielles, et surtout enfin de rechercher quelle amélioration

(1) Il faut faire toutefois une exception en faveur du *ciment de laitier,* mélange tout préparé de chaux éteinte et d'une pouzzolane artificielle déterminée.

peut résulter de leur emploi dans les mortiers exposés à l'action décomposante de l'eau de mer.

Ces essais sont maintenant à peu près terminés; avant d'en publier le détail in extenso, nous allons résumer rapidement ici les principales conclusions qui s'en dégagent.

Rôle physique des additions pulvérulentes. — Des recherches dont la description nous entraînerait trop loin nous ont amené à reconnaître que les mortiers les plus compacts et par suite les meilleurs étaient ceux dans la composition desquels entrait à peu près une partie de grains très fins pour deux parties de grains aussi gros que possible, sans grosseurs intermédiaires. Les gros grains étant constitués par le sable et les fins par le ciment, l'application de cette formule conduirait, la plupart du temps, à un mortier beaucoup trop riche et trop coûteux. Il sera donc avantageux de mélanger le ciment d'une autre poudre plus économique et le résultat cherché sera encore dépassé si cette poudre exerce en outre sur le ciment une action chimique favorable au durcissement, ce qui, nous allons le reconnaître, est le cas des pouzzolanes.

Action chimique des pouzzolanes sur les ciments. — Si, après avoir gâché un ciment portland avec de l'eau, on l'abandonne à un durcissement progressif et que, de temps en temps, on attaque par l'eau sucrée un petit échantillon, préalablement pulvérisé, du ciment durci, on constate que la proportion de chaux dissoute par l'eau sucrée est d'autant plus considérable que le ciment a durci plus longtemps avant l'essai (1). Il en est de même si, avant le gâchage, le ciment a été additionné d'une matière inerte. Au contraire, si, au lieu d'une matière inerte, on lui a ajouté une pouzzolane en poudre, la quantité de chaux abandonnée à l'eau sucrée après durcissement est moindre et, à partir d'une certaine durée, reste stationnaire, ou va même en diminuant. C'est ce que montrent notamment les exemples relatés par le tableau ci-dessous :

(1) Il ne faudrait pas considérer cette proportion de chaux dissoute comme mesurant exactement la chaux libre contenue dans le mortier : la proportion trouvée varie en effet suivant les conditions de l'expérience et n'a de valeur que par comparaison avec les chiffres fournis par d'autres mortiers traités exactement de la même manière.

DÉSIGNATION des LIANTS	POIDS DE CHAUX ENLEVÉ PAR L'EAU SUCRÉE A UN POIDS 100 DE CIMENT HYDRATÉ (1) après une durée de durcissement de :									
	2 heures	9 heures	24 heures	2 jours	4 jours	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	1 an
Ciment portland	4,0	4,0	4,7	5,8	6,6	6,6	7,3	7,3	7,5	9,7
Autre ciment portland. .	4,0	4,4	4,9	5,3	5,7	6,3	6,4	6,7	7,7	9,4
Mélange par parties égales du second ciment portland et de : Pouzzolane de Rome.	2,8	3,2	3,5	3,4	3,4	3,2	2,8	2,3	2,2	1,9
Gaize légèrement torréfiée.	2,9	3,0	3,1	3,4	3,4	3,4	3,4	2,9	2,7	1,8

(1) 2 grammes de ciment hydraté, finement pulvérisé, agités pendant 15 minutes avec 150 cm^3 d'eau sucrée à $\frac{1}{10}$. Chaux dissoute dosée par HCl titré dans 125 cm^3 du liquide filtré rapidement.

Il en résulte bien nettement que la pouzzolane s'est combinée à une partie de la chaux mise en liberté. Reste à voir si cette action chimique a pour conséquence d'augmenter ou de diminuer la résistance.

Modification des résistances. — Si l'on mélange dans les mêmes proportions à un même ciment portland, d'une part, une matière inerte en poudre fine, d'autre part une pouzzolane en poudre de même finesse, et qu'avec les deux liants ainsi constitués et un même sable, on compose deux mortiers de même dosage, on constate qu'après une même durée quelconque de conservation dans des conditions identiques, la résistance du second est plus forte que celle du premier. Il peut même se faire qu'elle dépasse celle d'un mortier de même dosage dans lequel le liant aurait été formé de ciment seul, et qu'ainsi le mélange de ciment et de pouzzolane manifeste une énergie plus grande que le ciment pur.

Le tableau ci-dessous relate les résultats obtenus ainsi avec des mortiers de même composition, faits avec un même ciment et diverses poudres inertes ou pouzzolaniques.

On remarque que ces poudres ont des énergies très différentes et que les plus fortes augmentations de résistance ne correspondent pas aux plus grandes proportions de chaux neutralisée.

DÉSIGNATION DES POUDRES plus ou moins pouzzolaniques	ESSAIS SUR MORTIER MAIGRE — COMPOSITION du mortier en poids			ESSAIS après conservation d'un an dans l'eau de mer			ESSAIS SUR MORTIER RICHE — COMPOSITION du mortier en poids			ESSAIS après conservation d'un an dans l'eau de mer		
	Ciment portland	Poudre pouzzolanique	Sable de dune fin	Résistance à la flexion (1)	Résistance à la compression par cm^2	Chaux enlevée par l'eau sucrée à un poids 100 de mortier (2)	Ciment portland	Poudre pouzzolanique	Gros sable	Résistance à la flexion (1)	Résistance à la compression par cm^2	Chaux enlevée par l'eau sucrée à un poids 100 de mortier (2)
Ciment sans addition étrangère	2	0	10	96	40	0,73	2	0	4	264	171	1,66
Pierre inerte.	1	1	10	51	20	0,30	1	1	4	165	92	1,00
Pouz. du Velay (Hte-Loire)	1	1	10	39	29	0,15	1	1	4	218	112	0,55
Trass d'Andernach (Rhin)	1	1	10	56	35	0,24	1	1	4	235	150	0,55
Laitier non trempé. .	1	1	10	60	35	0,33	1	1	4	215	125	0,76
Briques pilées	1	1	10	42	27	0,26	1	1	4	266	206	0,50
Gaize légèrt. torréfiée.	1	1	10	41	29	0,16	1	1	4	244	187	0,21
Pouzzolane de Naples.	1	1	10	48	40	0,30	1	1	4	236	170	0,55
Pouzzolane de Rome. .	1	1	10	59	43	0,25	1	1	4	280	184	0,45
Pouz. du Nebraska (Ét.-U.)	1	1	10	45	33	0,23	1	1	4	226	176	0,47
Gaize crue.	1	1	10	55	38	0,23	1	1	4	201	184	0,32
Terre de Santorin (Cyclades)	1	1	10	57	41	0,26	1	1	4	289	218	0,51
Pouz. artificielle, M. V. (3)	1	1	10	113	51	0,42	1	1	4	256	230	0,80
Laitier trempé. . . .	1	1	10	110	51	0,47	1	1	4	251	197	0,83
Autre laitier trempé .	1	1	10	113	56	0,43	1	1	4	269	257	0,77
Autre laitier trempé .	1	1	10	133	60	0,50	1	1	4	301	273	0,79

(1) Charge centrale (en kg.), nécessaire pour rompre un prisme de $0^m,04 \times 0^m,04$ posé sur deux couteaux parallèles distants de $0^m,10$.

(2) 5 grammes de mortier finement pulvérisé, agités pendant 15 minutes avec 150 cm^3 d'eau sucrée à $\frac{1}{10}$; chaux dissoute dosée par HCl titré dans 125 cm^3 de liquide filtré rapidement.

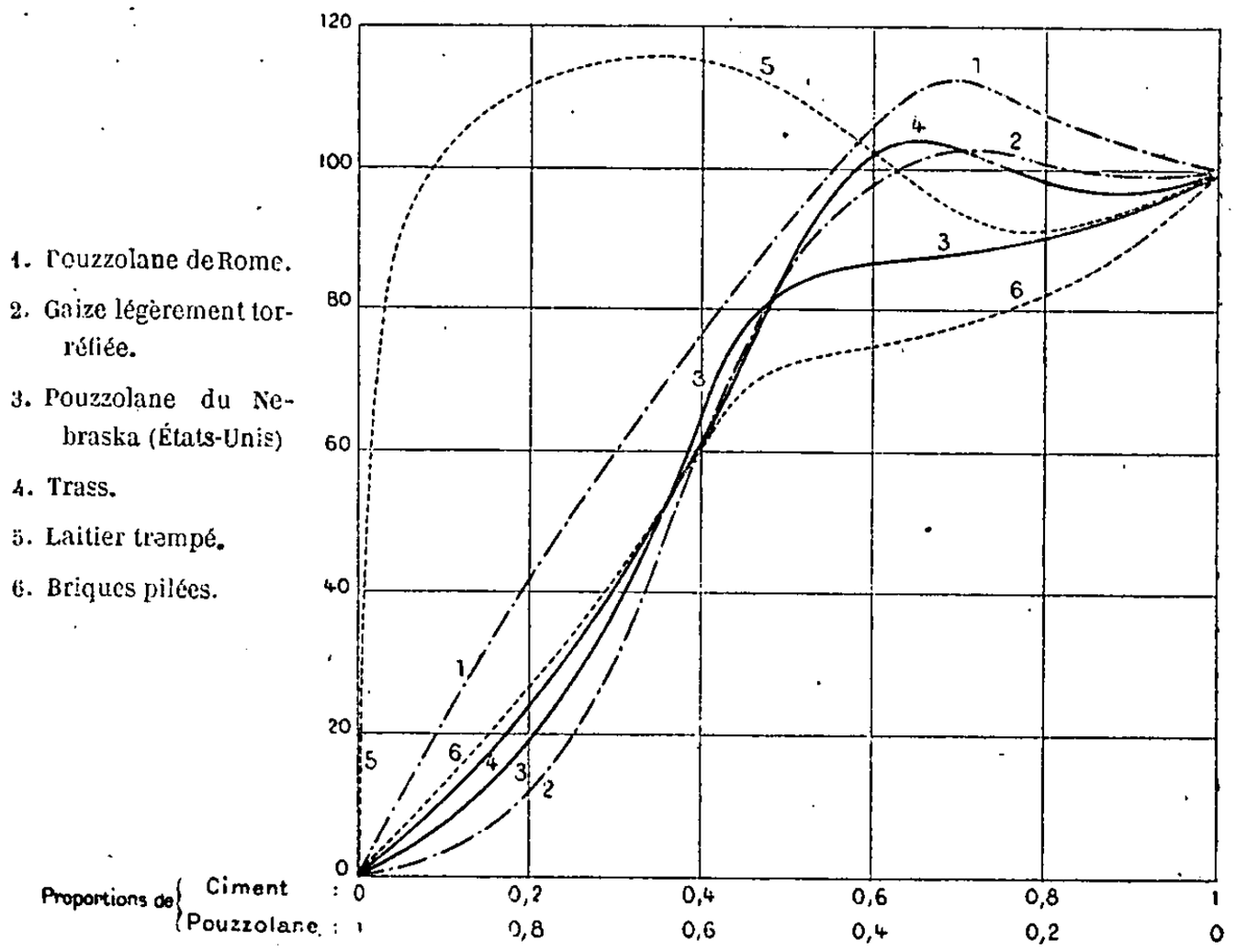
(3) Sorte de laitier trempé exempt de soufre.

Action de l'eau de mer. — Dans les exemples qui viennent d'être cités, les mortiers, bien qu'immergés dans l'eau de mer, ne présentaient, au bout d'un an, aucune trace de désagrégation. Il n'en est malheureusement pas toujours ainsi; en particulier, quand l'eau de mer agit avec une certaine différence de pression, de manière à suinter à travers le mortier, ses effets peuvent être désastreux. Des expériences faites dans ces conditions sur des mortiers obtenus en associant à une même quantité de sable un poids constant soit de ciment pur, soit de mélanges du même ciment avec une

poudre inerte et diverses poudres pouzzolaniques, nous ont montré qu'en général les mortiers les premiers désagrégés ont été ceux au mélange de ciment et de poudre inerte; puis sont venus ceux où le ciment était employé à son état naturel; enfin les mortiers aux mélanges de ciment et de pouzzolanes ne se sont que très rarement décomposés.

En présence de ces résultats, dont l'intérêt n'échappera à personne à cette époque où maints ingénieurs sont d'avis qu'on a perdu le secret des maçonneries capables de résister sûrement à l'action chimique de l'eau de mer, nous avons obtenu facilement que des expériences fussent entreprises sur une plus grande échelle, principalement dans les ports de Boulogne et de Calais, sur divers mélanges de ciment portland et de diverses pouzzolanes, parmi lesquelles on s'est surtout attaché à étudier un produit d'origine française, la gaize des Ardennes, qu'on pourrait au besoin avoir à peu de frais et en grande abondance. Jusqu'à présent, les résultats de ces essais sont satisfaisants, mais il y manque encore la sanction du temps, sans laquelle, surtout en pareille matière, on ne saurait poser de conclusions fermes.

Choix des proportions. — Les meilleures proportions dans lesquelles on doive mélanger le ciment et la pouzzolane varient suivant les matières



dont on dispose et la nature de l'ouvrage à exécuter. Le seul moyen de les déterminer est d'étudier comparativement des mélanges variés du ciment et de la pouzzolane donnés.

Sans entrer dans le détail des expériences, nous donnons dans la figure ci-jointe les lois de variation de l'énergie ou aptitude à donner des mortiers plus ou moins résistants, de tous les mélanges possibles d'un même ciment et de six pouzzolanes différentes : l'énergie du ciment pur étant représentée par 100, on voit que certains mélanges ont des énergies supérieures. En général, avec les bonnes pouzzolanes, le mélange à poids égaux a une énergie qui ne diffère guère de celle du ciment pur, mais, sauf avec certains laitiers trempés, en présence desquels la proportion de ciment peut être considérablement réduite, l'énergie du mélange diminue rapidement quand le poids de ciment s'abaisse au-dessous de la moitié du poids total.

Pour les ouvrages en mer, on doit essayer de même les divers mélanges au point de vue de leur résistance à la désagrégation chimique, ce qui peut conduire à une proportion toute différente de celle qu'on aurait choisie uniquement d'après la comparaison des résistances mécaniques.

Choix de la pouzzolane. — Pour la même raison, les pouzzolanes qui augmentent le plus la dureté des mortiers ne sont pas nécessairement celles qui doivent inspirer le plus de confiance dans les travaux maritimes. Par exemple, les laitiers trempés, auxquels correspondent presque toujours les résistances les plus élevées bien que la proportion de chaux qu'ils neutralisent soit relativement minime, doivent, en raison de leur forte teneur en alumine et quoique nous n'ayons aucune preuve expérimentale à l'appui de cette suspicion, inspirer certaines craintes dans le cas où le mortier est destiné à être baigné par l'eau de mer.

Dispositions pratiques. — Il est essentiel, pour que la pouzzolane puisse développer toute son activité chimique, qu'elle soit réduite en poudre très fine. Comme, d'autre part, il est très difficile de mélanger convenablement à la main des matières pulvérulentes, le mélange devra se faire par des procédés mécaniques, par exemple au moyen de cylindres à boulets semblables à ceux qu'on emploie dans diverses industries. Il pourra d'ailleurs être fait soit à la fabrique, ce qui présenterait certains inconvénients, en raison de la difficulté pour le consommateur de contrôler les matières employées et les proportions prises, soit, de préférence, sur les chantiers mêmes, quand l'importance de ceux-ci justifiera les frais d'une installation spéciale.

Conséquences économiques. — Il est inutile d'insister sur la grande économie qui résulterait, pour les constructeurs, du remplacement de plus de la moitié du ciment entrant dans leurs mortiers par une matière qui ne coûterait guère que son prix de transport. Quant aux fabricants de ciment,

nous ne croyons pas qu'ils doivent appréhender une diminution de vente, car le meilleur marché et l'augmentation de sécurité des maçonneries de ciment ne pourront que faire prendre à ce mode de construction un développement plus considérable, de sorte que l'augmentation du nombre des fournitures compensera sans doute rapidement la diminution d'importance de chacune considérée individuellement.

M. GODARD

Ingénieur en chef de la Marine, Directeur des ateliers de la Société des Générateurs Belleville.

L'EMPLOI DU PÉTROLE SEUL OU MÉLANGÉ AU CHARBON, POUR LE CHAUFFAGE DES CHAUDIÈRES [665.5 : 621.18]

— Séance du 21 septembre —

NATURE ET VALEUR DES COMBUSTIBLES

Le combustible liquide le plus généralement employé est le résidu de la distillation du pétrole ou du naphte appelé mazout, astatkis ou huile lourde. C'est une substance très visqueuse à la température ordinaire de 15°; sa densité est de 0,910 à 0,920; son point d'inflammation très élevé le rend pratiquement inoffensif à manipuler et à emmagasiner.

Le pouvoir calorifique du mazout de bonne qualité est de 10.500 calories environ, mais les variations d'un échantillon à l'autre sont très importantes; elles atteignent, d'après Scheurer-Kestner, 1.500 calories, de sorte que le pouvoir calorifique du *mazout* peut aller de 9.000 à 10.500 calories.

Celui des bons charbons de Cardiff ou d'Anzin, les seuls que nous considérons ici, est de 8.500 calories environ.

Le rapport des puissances calorifiques du mazout et du charbon varie donc de 1,06 à 1,22.

La composition centésimale des huiles lourdes est la suivante d'après les récents travaux de M. Mahler :

	HUILE LOURDE	
	d'Amérique	de Bakou
Carbone.	86,894	87,000
Hydrogène.	13,106	12,944
Oxygène.	»	»

La composition des charbons de Cardiff et d'Anzin, dont nous comparions plus haut le pouvoir calorifique à celui des huiles lourdes, est la suivante :

	Cardiff.	Anzin.
Carbone.	90, 27	92, 2
Hydrogène.	4, 39	4, 0
Oxygène, azote, soufre.	5, 34	3, 8

D'après ces compositions, la quantité d'air théoriquement nécessaire pour brûler un kilogramme de chacun des combustibles est environ de :

Huile lourde.	$11^{m3},2$
Charbon.	$8^{m3},0$

Dans la pratique, il est nécessaire de compter sur une dépense d'air réelle très supérieure à la dépense théorique.

Pour le charbon, cette dépense réelle est sensiblement double de la dépense théorique. Pour le pétrole, on n'a pas de chiffres aussi précis; des auteurs Russes comptent jusqu'à 24 mètres cubes d'air pour brûler un kilogramme de pétrole. Ce chiffre paraît un peu élevé; nous prendrons 20 mètres cubes, c'est-à-dire un peu moins, relativement, que dans le cas du charbon, pour tenir compte de la facilité plus grande qu'il y a à mélanger les gaz dans le deuxième cas. Nous admettrons donc :

Huile lourde.	20^{m3}
Charbon.	15^{m3}

Si l'on rapporte la quantité d'air nécessaire pour la combustion à la quantité de chaleur produite, on trouve que pour obtenir 1000 calories, il faut introduire dans le foyer $1^{m3},76$ d'air lorsqu'on brûle du charbon et $1^{m3},90$ en brûlant du pétrole. Il faut donc plus d'air, pour produire une quantité de vapeur déterminée, en brûlant du pétrole qu'en brûlant du charbon.

Disons à ce propos qu'on a indiqué quelquefois parmi les avantages du chauffage au pétrole la possibilité de supprimer le tirage forcé à bord des navires. C'est une erreur complète, surtout lorsqu'il s'agit du chauffage mixte au charbon et aux huiles lourdes. La vérité est qu'il faut au contraire augmenter le tirage en passant de la chauffe au charbon seul à la chauffe mixte, si l'on veut obtenir la même quantité totale de vapeur dans les deux cas avec le meilleur rendement possible.

DIVERS TYPES DE PULVÉRISATEURS

Nous allons, dans ce qui va suivre, passer en revue les différents types actuels d'appareils à brûler le pétrole, en ne parlant que de ceux qui ont reçu une application industrielle.

Tous les brûleurs à pétrole employés maintenant ont pour fonction première d'amener le combustible à un état de division extrême, de le *pulvériser*, de manière à produire un mélange aussi intime que possible du combustible et de l'air.

Ils se différencient les uns des autres par le procédé employé pour réaliser la pulvérisation et forment trois classes nettement distinctes :

1° Pulvérisation par la chaleur seule.

2° Pulvérisation par la vapeur ou l'air sous pression.

3° Pulvérisation par la pression seule.

Dans les brûleurs de la première classe, le combustible est amené sous pression dans une partie de l'appareil chauffée par la flamme même qu'il s'agit de produire; il s'échauffe, se vaporise en partie et se pulvérise finement au sortir du bec d'allumage.

Pour mettre en marche un brûleur de ce type, on commence par chauffer le vaporisateur avec une lampe de plombier, par exemple, et lorsque l'allumage du jet a eu lieu, la combustion continue d'elle-même.

Le brûleur de ce type le plus connu est celui de la lampe Wells.

Le vaporisateur s'encrasse assez vite, d'autant plus vite que les huiles employées sont plus denses et que la température est plus élevée; d'où nécessité de nettoyages fréquents. Aussi, malgré sa simplicité, ce genre d'appareil n'a pas été, croyons-nous, appliqué au chauffage des chaudières.

Les pulvérisateurs de la deuxième classe sont de beaucoup les plus nombreux.

Les premiers appareils de l'espèce essayés en France, vers 1883, furent présentés à la Marine par M. d'Allest, ingénieur en chef de la Compagnie Fraissinet à Marseille. La description des appareils d'Allest a été publiée dans le *Génie Civil* de 1887; ils sont à jets annulaires de pétrole et de vapeur.

Le pulvérisateur Holden très connu en Angleterre, où il a été appliqué

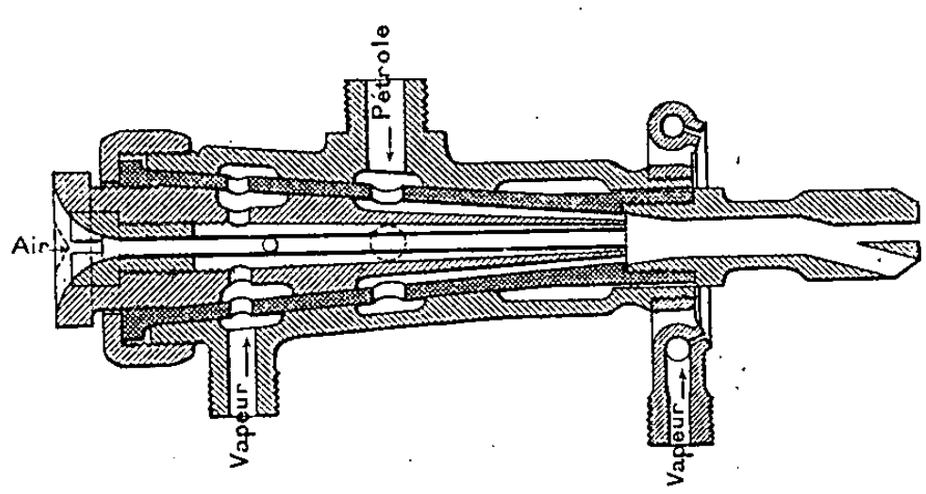


FIG. 1.

sur un certain nombre de locomotives du Great Eastern Railway (*fig. 1*) est un pulvérisateur à vapeur à jet annulaire de pétrole, avec arrivée d'air

au centre du jet. Une couronne de jets de vapeur, extérieure au corps du pulvérisateur, sert à entraîner une partie de l'air nécessaire à la combustion par le trou à travers lequel l'appareil entre dans le foyer.

Des essais de chauffage au pétrole seul ont eu lieu en 1898 sur le contre-torpilleur anglais *Surly* avec l'appareil Holden; les résultats ont été médiocres. On n'a pas pu faire produire à la chaudière plus des deux tiers de la puissance qu'elle avait fournie avec le charbon. Ces essais n'ont pas eu de suite.

A cette même classe appartiennent les appareils du système de l'ingénieur italien Cuniberti, dont on s'est tant occupé en Europe il y a quelques années. Ce sont des pulvérisateurs de petites dimensions spécialement étudiés pour les chaudières type locomotives des torpilleurs. La pulvérisation se fait par la vapeur prise à la chaudière, qui doit être mise en pression préalablement au moyen d'un fourneau spécial qu'on place dans le foyer. La mise en pression exige vingt ou vingt-quatre heures.

Lorsqu'on a de la vapeur, les appareils fonctionnent bien, sans fumée, grâce au revêtement en briques réfractaires dont est muni le foyer. Nous croyons que ce système n'a pas été employé sur des chaudières à tubes d'eau parce qu'on rencontre de grandes difficultés à établir le revêtement en briques nécessaire pour obtenir une bonne combustion.

Le pulvérisateur Rusden Eeles (*fig.* 2) est encore à jet annulaire de

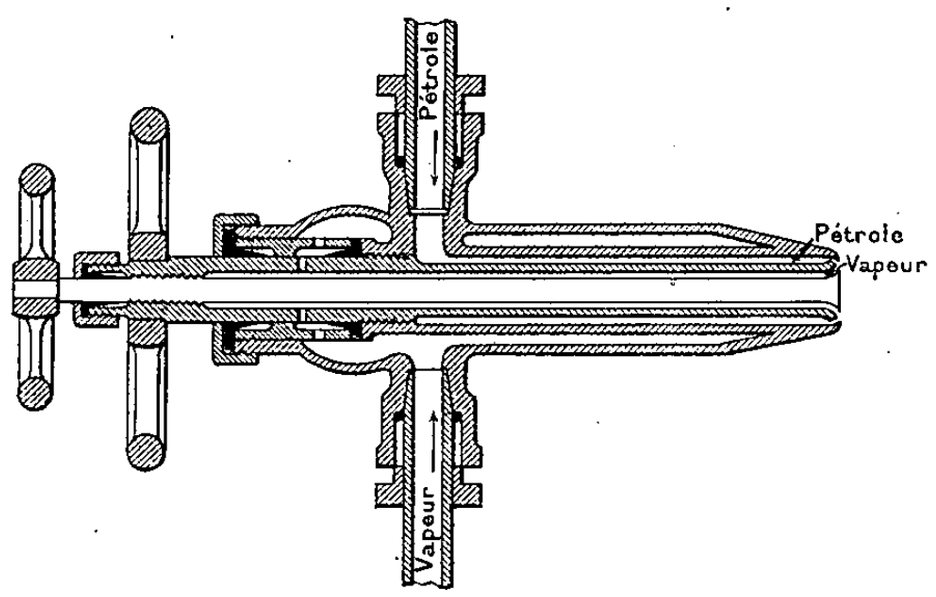


FIG. 2.

pétrole; le jet de vapeur est à l'intérieur du jet de pétrole et une enveloppe extérieure de vapeur contribue à chauffer le combustible notablement plus que ne le font les appareils précédents; la pulvérisation est de ce fait fortement améliorée.

Ce pulvérisateur, très connu en Angleterre, a été employé à bord du *S.S. Halliots* dans les essais qui ont eu lieu à bord en septembre 1898. Ce navire appartenant à la *Shell* Transport et Trading Cy, Limited, de Londres, est destiné au transport en vrac des pétroles de Bornéo. Les deux

chaudières cylindriques à retour de flamme étaient disposées pour la chauffe au pétrole seul, avec un pulvérisateur seulement par foyer.

Les essais auxquels l'auteur de cette note a assisté ont été très satisfaisants.

Le pulvérisateur Guyot à jet central de pétrole est représenté par le croquis de la figure 3. Il a l'avantage de s'obstruer moins rapidement que les appareils à jet annulaire, mais lorsqu'il est encrassé, il est nécessaire de le démonter pour le nettoyer.

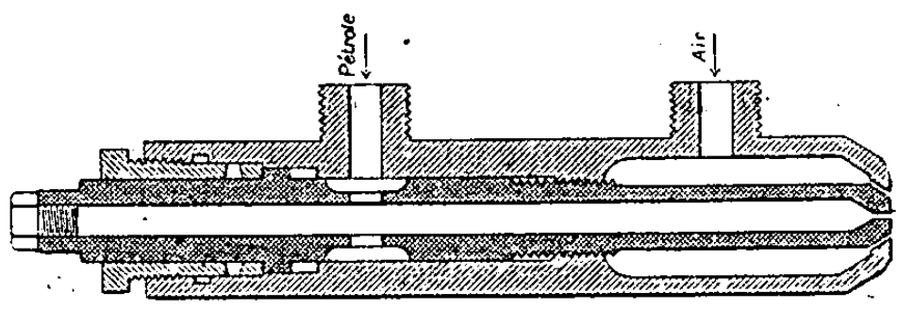


FIG. 3.

Le dernier pulvérisateur de la deuxième classe dont nous parlerons est celui que MM. Delaunay-Belleville et Cie ont employé sur le croiseur *Protet*, sur les cuirassés *Charlemagne*, *Gaulois*, *Saint-Louis* et sur les autres navires en construction munis des chaudières de leur système. Tous ces navires sont disposés pour le chauffage mixte au charbon et au pétrole.

La figure 4 donne les détails de ces pulvérisateurs. Comme dans le pulvérisateur Guyot, l'arrivée du pétrole se fait par un trou central. Une aiguille F, mobile dans un presse-étoupe, permet à chaque instant de déboucher l'orifice du pétrole. L'appareil est disposé tout spécialement pour fonctionner à l'air comprimé, déjà employé dans les générateurs Belleville au brassage des gaz du foyer. Il est monté sur le collecteur B ordinaire d'air comprimé.

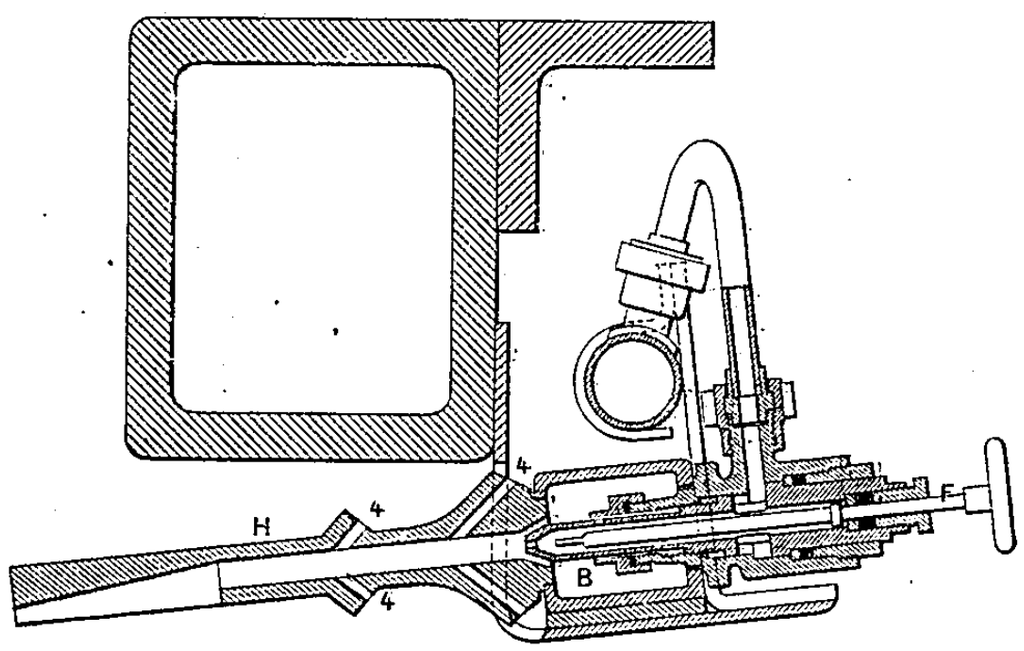
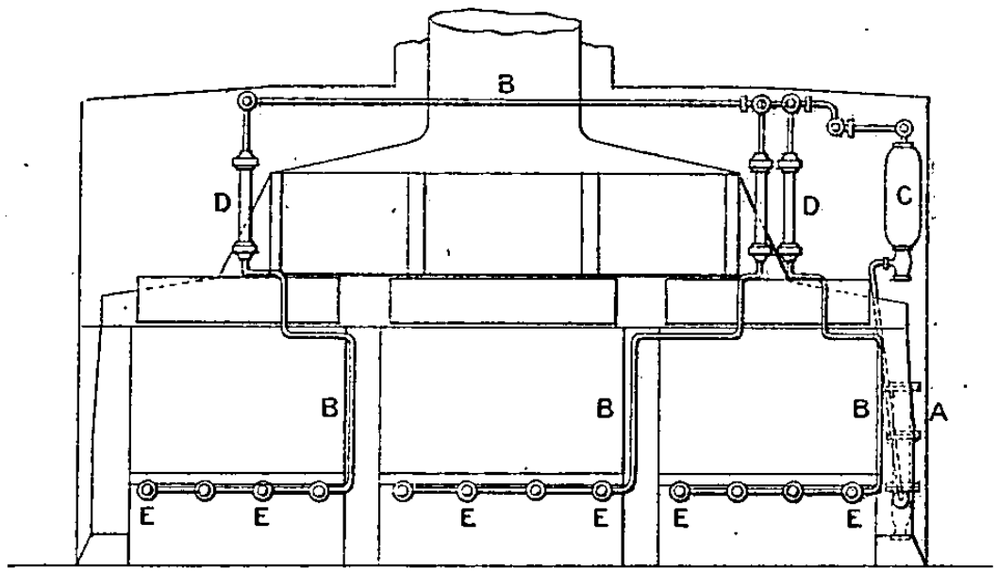


FIG. 4.

Une buse H complète le pulvérisateur. Le jet de pétrole déjà pulvérisé la traverse en entraînant de l'air provenant de l'extérieur par les trous 4.

Le mélange ainsi formé d'air et de pétrole forme à la sortie de la buse une nappe large et peu épaisse, qui peut ainsi brûler presque complètement avant de rencontrer les tubes.



A. Pompe à pétrole.
B. Tuyautage de refoulement du pétrole.
C. Réservoir de pétrole.
D. Réchauffeurs de pétrole.
E. Brûleurs de pétrole.

FIG. 5.

La figure 5 indique la disposition à bord des navires précités des pulvérisateurs avec les pompes à pétrole et les réchauffeurs à pétrole.

Les pulvérisateurs qui viennent d'être décrits fonctionnent aussi bien avec la vapeur qu'avec l'air comprimé, mais il n'est pas nécessaire dans le premier cas de réchauffer le pétrole préalablement à son arrivée au brûleur, comme on doit le faire lorsqu'on emploie l'air comprimé.

A la troisième classe appartiennent les appareils qui produisent la pulvérisation directe d'un jet de pétrole sous pression et préalablement chauffé. Ils se composent essentiellement d'une vis A (*fig. 6*) entre les filets de laquelle s'écoule le combustible sous pression. Il y prend un mouvement de rotation rapide qui, se continuant à l'extérieur de l'appareil, suffit pour séparer les molécules du liquide et produire la pulvérisation.

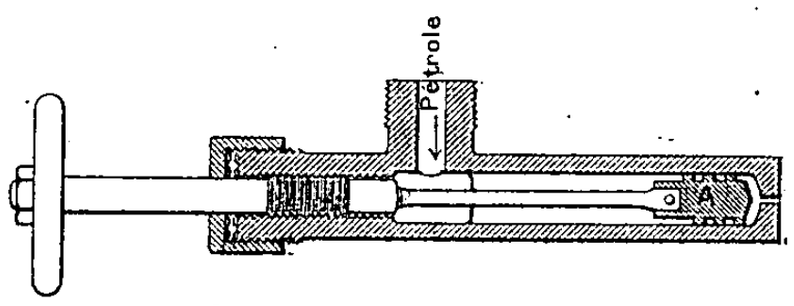


FIG. 6.

Ce type d'appareil a été surtout employé en Russie. En particulier à la station centrale d'électricité de la gare de Novorossik, sur le chemin de fer du Vladicaucase, on a obtenu des résultats excellents avec des appareils installés par l'ingénieur Tchensnoiditsch, qui depuis s'est fait en Russie une spécialité du chauffage aux combustibles liquides.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE PULVÉRISATION

Il y a lieu tout d'abord de remarquer que dans tous les cas il est nécessaire d'avoir une pompe spéciale alimentant de pétrole tous les brûleurs

d'une grande installation et que par suite il y a de ce fait une dépense commune aux brûleurs de tous les types.

La pulvérisation par la vapeur est la première en date et certainement la plus simple d'installation, sauf dans le cas des chaudières qui possèdent déjà un collecteur d'air sous pression pour le brassage des gaz de la combustion du charbon, puisque dans ce dernier cas il faudrait ajouter un collecteur de vapeur pour les brûleurs.

Comme nous l'avons dit au début de cette note, le mazout est très visqueux à la température ordinaire et il faut le chauffer pour le rendre fluide.

La vapeur apporte naturellement avec elle la chaleur nécessaire pour obtenir une fluidité suffisante et par suite une pulvérisation convenable. De là le succès des pulvérisations à vapeur.

Lorsqu'on a voulu remplacer la vapeur par l'air comprimé, on a cherché à réchauffer cet air sans beaucoup de succès, à cause de sa faible capacité calorifique.

Pour obtenir une bonne pulvérisation par l'air comprimé, il suffit de réchauffer préalablement le mazout; tous les pulvérisateurs à vapeur peuvent alors donner de bons résultats avec l'air comprimé.

Le grand inconvénient de la pulvérisation par la vapeur est la dépense d'eau douce qu'on évalue de 3 à 8 0/0 de la production totale de la chaudière, suivant l'intensité de la combustion. Cette vapeur introduit en outre dans le foyer un grand volume de gaz inertes ou même susceptibles de se dissocier, ce qui contribue encore à diminuer le rendement.

Avec l'air comme agent de pulvérisation, on supprime complètement la perte d'eau douce lorsqu'on dispose d'un condenseur à surface et, de plus, la quantité de vapeur disponible est augmentée, car les compresseurs à air n'absorbent certainement pas 1 0/0 de la vapeur totale produite; l'air comprimé sert, en outre, à la combustion au lieu d'encombrer le foyer comme le fait la vapeur.

Enfin, la pulvérisation par la pression seule est évidemment la plus simple et la plus économique de toutes, puisqu'elle n'exige comme dépense que celle de la pompe à refouler le pétrole, qui est commune à tous les systèmes.

FOYERS

Le mazout pulvérisé par l'un quelconque des appareils décrits ci-dessus est susceptible de brûler très régulièrement avec une flamme blanche et presque sans fumée, mais il est nécessaire, pour obtenir ce résultat, que les foyers dans lesquels s'opère la combustion soient disposés de telle sorte:

1° Que les jets de pétrole rencontrent des surfaces incandescentes qui produisent l'allumage d'une façon ininterrompue. Dans le cas du chauffage mixte au charbon et au pétrole, la couche de charbon incandescente qui couvre la grille assure l'allumage ; il n'est, d'ailleurs, pas possible de modifier le foyer comme l'exigerait l'emploi du pétrole puisqu'il faut conserver la grille à charbon.

2° Que le pétrole pulvérisé et l'air nécessaire à sa combustion soient intimement mélangés pour réaliser une bonne combustion avec le moindre accès d'air possible.

3° Enfin que les flammes du pétrole se répartissent assez régulièrement sur la totalité des surfaces de chauffe directement exposées à leur action, pour qu'aucune partie de ces surfaces n'ait à souffrir d'une surchauffe locale.

Dans le cas du chauffage au pétrole seul, le foyer est en général constitué par un four en briques réfractaires disposé dans les parties des chaudières formant le foyer et le cendrier pour le chauffage au charbon.

La figure 7 représente un foyer intérieur d'une chaudière cylindrique

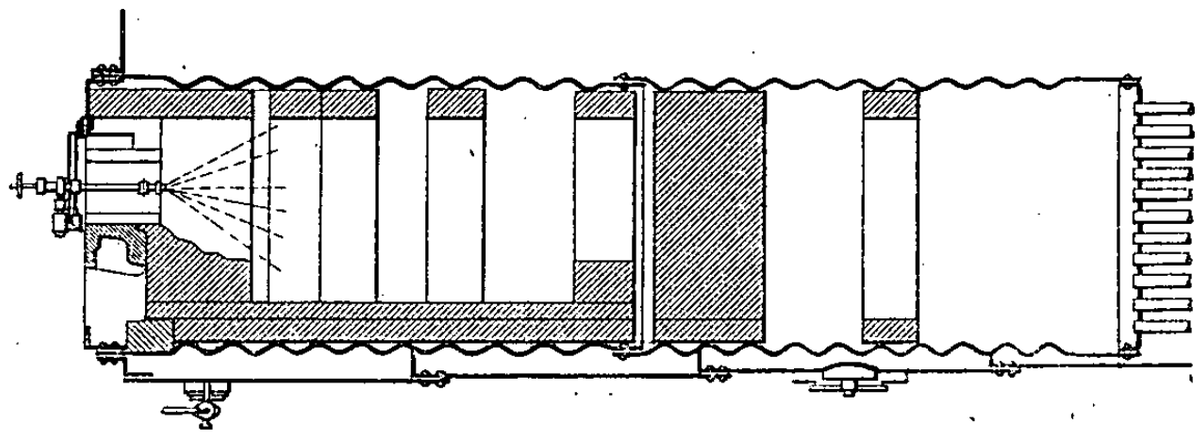


FIG. 7.

chauffée au pétrole seul. C'est la disposition adoptée à la station d'électricité de Novorossik, dont il a été déjà question précédemment à propos des pulvérisateurs.

La figure indique suffisamment les dispositions qui sont d'une grande simplicité.

Dans le cas de chaudières à tubes d'eau, où les tubes sont placés immédiatement au-dessus du foyer, il est beaucoup plus difficile que dans le cas d'un foyer cylindrique intérieur d'obtenir le brassage complet des gaz de la combustion et surtout une égale répartition de la flamme sur tous les tubes exposés directement à son action.

Le chauffage mixte au charbon et au pétrole ne permettant pas d'apporter de modifications aux foyers ordinaires, il faut disposer les brûleurs de manière que la flamme du pétrole se mélange aussi complètement que possible à celle du charbon et surtout qu'elle ne vienne pas produire

de surchauffe locale sur les surfaces de chauffe. On ne peut agir que sur la forme et la direction du jet de pétrole.

Avec les foyers cylindriques intérieurs, il suffit de diriger l'axe du jet assez bas pour qu'il ne rencontre pas les tôles du foyer ; le tirage, entraînant les flammes dans le sens de la longueur du foyer, les mélange convenablement.

La figure 8 représente le foyer d'un générateur Belleville du cuirassé *Charlemagne* (avec la disposition des brûleurs à pétrole pour chauffage

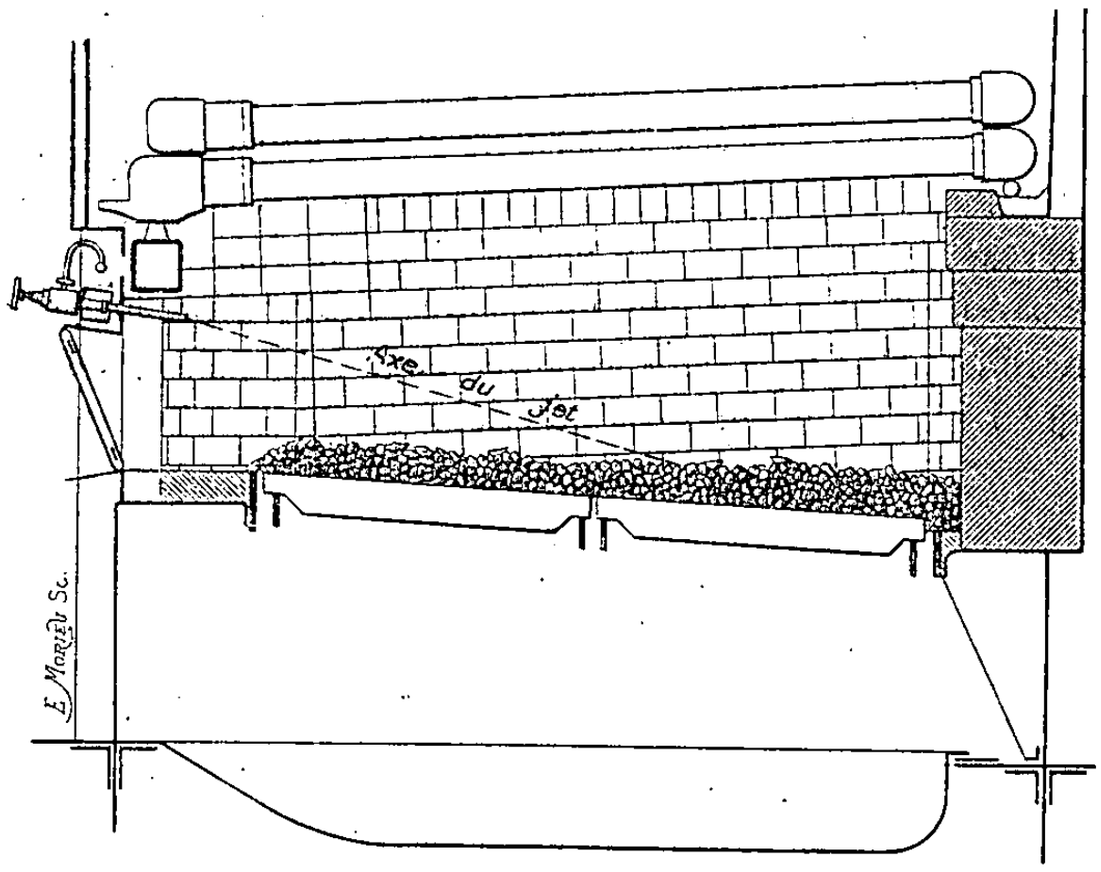


FIG. 8.

mixte). Il y a quatre brûleurs dans chaque foyer, fortement inclinés vers la couche de charbon. Grâce au dispositif de buse prolongeant le pulvérisateur (voir *fig. 4*), les jets ont une largeur très grande par rapport à leur épaisseur et l'on arrive à répartir la flamme du pétrole dans toute la largeur du foyer sans chauffer localement les tubes.

RÉSULTATS OBTENUS

Il est bien difficile de se rendre un compte exact des résultats réellement obtenus par les différents expérimentateurs, car les chiffres de vaporisation indiqués dans les ouvrages ou mémoires traitant de la combustion du pétrole dans les foyers des chaudières ne sont pas, en général, accompagnés d'indications suffisantes, ni sur les conditions de l'essai, ni sur la valeur calorifique du combustible employé. Les uns sont donnés sans correction des températures de l'eau d'alimentation et de la vapeur; les autres ont, au contraire, subi des corrections très différentes. C'est

pourquoi les chiffres publiés sont absolument discordants entre eux. Nous en citerons quelques-uns cependant à titre d'indication.

Chaudières chauffées au pétrole seul.

Les chaudières de l'Exposition de Chicago (1) ont donné, d'après M. Richard, 15 kilogrammes de vapeur par kilogramme de combustible sans autre indication. Il est probable qu'il s'agit d'une vaporisation de 100° à 100°, comme on les donne d'une manière à peu près générale en Angleterre et en Amérique.

En 1889, à Moscou, une batterie de chaudières à bouilleurs, timbrées à 5 kilogrammes, ont donné une vaporisation de 13 kilogrammes d'eau ramenée à 0° par kilogramme de pétrole pouvant fournir 11.460 calories (Sainte-Claire Deville). La pulvérisation absorbait 4 0/0 de la vapeur produite (1).

M. Tchensnoiditsch, dans le compte rendu de ses expériences de Novorossik, indique des vaporisations par kilogrammme de combustible de :

11^{kg},1 avec un pulvérisateur à vapeur,

13^{kg},1 avec son pulvérisateur par pression.

Sur la chaudière du cuirassé *Charlemagne*, qui a servi à faire des expériences de chauffage mixte dans les ateliers de MM. Delaunay, Belleville et C^{ie}, à Saint-Denis, en présence des ingénieurs du Service de la surveillance des travaux de la marine, on a brûlé, le 4 janvier 1898, du pétrole seul, sans autre préparation du foyer que de recouvrir la grille de mâchefers. On a obtenu ainsi une vaporisation de 12^{kg},400 d'eau par kilogramme de pétrole, la production étant de 20 kilogrammes de vapeur par mètre carré de surface de chauffe.

La pression à la chaudière était de 14^{kg},530 et la température de l'eau d'alimentation 7°,4 centigrades ; la vaporisation, ramenée de 100° à 100°, ressort ainsi à 15^{k}2 par kilogramme de combustible.

Chaudières chauffées au pétrole et au charbon mélangés.

La même chaudière du *Charlemagne* dont il vient d'être question a donné les résultats suivants dans une épreuve au chauffage mixte, au pétrole et au charbon, le 8 janvier 1898 :

Durée de l'essai		3 heures
Combustible brûlé par heure et par mètre carré de surface de grille	Charbon .	45^{kg},028
	Mazout. .	52^{kg},070

Le charbon était de la briquette d'Anzin ordinaire.

(1) SCHEURER-KESTNER. *Pouvoir calorifique des combustibles.*

Vaporisation par mètre carré de grille-heure. .	1.037 kilogr.
Vaporisation par mètre carré de surface de chauffe	$32^{k},2$
Pression de la vapeur	$14^{k},84$
Température de l'eau d'alimentation	$7^{o},0$
Surface totale des grilles.	$5^{m2},33$
Surface de chauffe totale.	$171^{m2},29$

La vaporisation par kilogramme de combustible ramenée de 100° à 100° ressort à $13^{kg},1$.

Le rendement du générateur ressort à 73,5 0/0, chiffre qui est rarement atteint dans les mêmes conditions de production avec le charbon seul par les meilleures chaudières.

Conclusions.

On peut tirer de ce qui précède un certain nombre de conclusions pratiques :

1° On possède maintenant un grand nombre de pulvérisateurs susceptibles d'un bon fonctionnement avec la vapeur ou l'air comprimé comme agent de pulvérisation; il en existe même dans lesquels on n'emploie aucun fluide. Le choix des appareils dépendra donc seulement des conditions spéciales à chaque installation.

2° Le pétrole exigeant plus d'air que le charbon pour produire une même quantité de chaleur, l'emploi du pétrole seul ou mélangé au charbon nécessitera un tirage supérieur à celui qu'on emploie avec le charbon seul, dans les mêmes conditions d'installation et de production totale.

3° Le pouvoir calorifique des huiles lourdes de pétrole ou de naphte est très variable d'un échantillon à l'autre : 9.000 à 10.500 calories par kilogramme.

Le rapport de ce pouvoir calorifique à celui des charbons types de Cardiff et d'Anzin est compris entre 1,06 et 1,22.

On peut indiquer facilement une limite supérieure de la vaporisation qu'on peut obtenir dans l'état actuel de la construction des chaudières, en considérant qu'une très bonne chaudière chauffée au charbon et produisant de 30 à 35 kilogrammes de vapeur par mètre carré de surface de chauffe, n'a pas un rendement supérieur à 75 0/0.

Il n'est pas vraisemblable que ce rendement puisse augmenter par le seul fait de la substitution du pétrole au charbon. Dès lors un pétrole dont le pouvoir calorifique est de 10.500 calories fournira :

$$10.500 \times 0,75 = 7.875 \text{ calories utilisées.}$$

Cette quantité de chaleur correspond à une production de vapeur de

14kg,6 d'eau ramenée de 100° à 100° ou bien à 11kg,8 d'eau prise à 0° et vaporisée à 200°.

4° L'absence complète de fumée, si précieuse au point de vue militaire, ne correspond pas à l'allure de combustion donnant la meilleure utilisation ; elle indique l'admission d'un excès d'air dans le foyer et par suite une perte de chaleur. Il faut produire une très légère fumée pour être dans les conditions de meilleur rendement.

M. H. LA VALETTE

Ingénieur-Inspecteur des travaux publics des Colonies.

AUTOMOBILES DANS LES COLONIES

— Séance du 21 septembre —

Un des moyens les plus puissants pour mettre en valeur des territoires nouveaux est de créer, au début même de l'œuvre de colonisation, l'industrie des transports, tant pour le ravitaillement et l'importation que pour l'exportation des produits du sol.

Aussi, toutes les fois que cela est possible, la construction d'une voie ferrée apparaît-t-elle comme la meilleure solution pour utiliser les richesses du sol et assurer le développement de la colonie.

Malheureusement, l'incertitude des résultats immédiats que l'on peut attendre de lignes coloniales quelquefois très coûteuses, l'insuffisance du rendement, les capitaux considérables à immobiliser comme frais de premier établissement, sont, bien souvent, autant de bonnes raisons pour retarder la création d'un réseau de chemin de fer ou pour en paralyser le développement.

On ne peut cependant songer à utiliser les moyens de transports que l'on trouve sur place au début de la colonisation. Suffisants pour les besoins des indigènes, les procédés rudimentaires de transports, aussi ingénieux qu'ils puissent être, ne répondent nullement à un trafic régulier d'exportation ou d'importation.

Bien plus, lorsque les distances à desservir sont importantes et lorsqu'il devient utile d'assurer à époque fixe la circulation d'un tonnage élevé de marchandises, le transport à dos d'homme constitue une véritable impos-

sibilité. On se heurte à des difficultés insurmontables tant au point de vue du recrutement des porteurs qu'à celui de leur ravitaillement.

A Madagascar, où ce mode de transport a été porté à un haut degré de perfection par les Hovas qui avaient créé une caste spéciale de porteurs (borjanos), on a reconnu rapidement les inconvénients que présentait le portage à dos d'homme pour effectuer le transport de grandes quantités de marchandises.

Lorsque, dans la colonie où doivent s'effectuer des transports, il n'y a pas de routes, les animaux de bât ne sont avantageusement utilisés que s'ils peuvent être nourris avec les ressources mêmes du sol. Le roulage ne peut être organisé qu'exceptionnellement; il faut, non seulement que le sol soit assez dur, assez résistant pour supporter le poids et l'action des roues, mais aussi que celui-ci présente naturellement une continuité presque parfaite dans toute l'étendue du parcours à desservir. En fait, on ne trouve que rarement des terrains sur lesquels on puisse effectuer du roulage sans qu'il soit besoin d'établir des routes, à moins que ce ne soit dans des terrains peu accidentés. La traction animale ou l'emploi de véhicules mécaniques ne peuvent donner lieu, dans ces conditions, qu'à des exploitations intermittentes ne fonctionnant que pendant des périodes de temps correspondant à des saisons convenables et variables suivant la colonie.

Si, au contraire, le trafic de la colonie, ou des considérations politiques ont justifié la création de routes et de pistes dont la transformation en routes est facile, le problème de la traction animale et de la traction mécanique sur route se pose exactement de la même façon que dans nos pays, en tenant compte, bien entendu, des prix relatifs à la matière première nécessaire au ravitaillement.

Toutefois, il convient de remarquer que l'ouverture d'une route ne suffit pas à assurer l'organisation immédiate d'un service régulier de transport. On peut évidemment espérer que, sur cette voie, des entreprises privées de transport viendront s'installer et offrir leurs services à la colonie et aux particuliers, mais il ne faut pas se dissimuler que leur organisation présente de grandes difficultés.

L'animal de trait qui doit se reposer à chaque étape ne peut, sans compter les accidents ou les maladies si fréquentes dans les colonies, assurer des trajets de plus de 25 à 30 kilomètres par jour à la vitesse de 3 à 5 kilomètres à l'heure. De plus, ces animaux qu'il faut importer la plupart du temps, ne trouvent que rarement leur nourriture dans la région à parcourir. Les transports sur routes effectués par animaux de bât ou animaux de trait sont donc grevés de frais qui maintiennent les prix élevés et donnent lieu à des tarifs très différents de ceux de la métropole.

Cette situation a suggéré l'idée de recourir aux voitures automobiles.

Les derniers concours et des expériences de services publics toutes récentes ont démontré que l'industrie était en état de fournir des véhicules susceptibles de faire un service régulier soit comme voitures rapides ou légères, soit comme omnibus, soit comme tracteurs remorquant un camion.

Le fonctionnement d'un tel service, dans nos colonies, ne présente, en ce qui concerne le ravitaillement, aucune cause spéciale de cherté en dehors des frais de transport du matériel et du personnel. La traction mécanique apparaît même comme la solution économique des transports dans la colonie, si les tarifs auxquels elle donne naissance constituent une amélioration à l'état de choses existant, et contribuent, par cela même, au développement du trafic, préparant ainsi l'établissement de la voie ferrée, seul et ultime moyen de colonisation.

L'avenir de l'industrie des transports mécaniques sur route tient donc au prix de revient; la question est de savoir s'il peut descendre au-dessous de celui de la traction animale. Il y a en conséquence lieu d'envisager successivement chaque mode de transport et d'établir, sur des bases aussi semblables que possibles, les prix moyens de revient par tonne kilométrique.

Nous empruntons dans ce but à M. le capitaine Houdaille les chiffres qui résultent de son étude sur le prix des transports aux Colonies.

Portage a dos d'homme. — Les prix varient essentiellement suivant la colonie.

Au Soudan, pendant la période de 1893 à 1895, le prix de la tonne-kilométrique était de 4 à 5 francs. Actuellement encore, le transport à dos d'homme s'effectue dans les mêmes conditions de tarif.

Au Congo, l'Administration a passé un marché faisant ressortir le prix de revient de la tonne kilométrique à 3 francs.

A Madagascar, où, avons-nous dit, le portage se fait dans les meilleures conditions, la tonne kilométrique revenait, en 1895, de 2 fr. 80 c. à 3 fr. 50 c. Le nombre des porteurs était, à ce moment, d'environ 3.000. Lorsqu'en 1898, le trafic augmentant, tant pour le commerce que pour l'Administration, le nombre des porteurs se fut élevé au chiffre de près de 22.000, le prix de la tonne kilométrique monta de 3 fr. 50 c. à 4 fr. 80 c., suivant les conditions de rapidité et de charge imposées à ceux-ci.

Le commerce laissant les bourjanos libres de s'arrêter à leur gré et ne fixant pas de délai d'arrivée, le prix fut inférieur à 3 fr. 80 c. la tonne kilométrique.

L'Administration, imposant au contraire l'arrêt aux gîtes d'étapes au point de vue de la sécurité des colis transportés, dut payer jusqu'à 4 fr. 90 c.

Dans le premier cas, le bourjanos peut porter des charges lourdes : 50 kilogrammes; dans le second des charges de 25 à 30 kilogrammes.

MULETS DE BAT. — Dans les pays dont la traversée n'offre aucune ressource pour leur nourriture, on a dû renoncer à l'emploi des animaux. En effet, un mulet et son conducteur exigent environ 6 kilogrammes de nourriture par jour, il peut porter 100 kilogrammes comme mulet de bât et traîner 300 kilogrammes sur une voiture légère, chiffres maxima qui ne sont d'ailleurs pas souvent atteints dans la pratique.

Il en résulte que le mulet de bât a un rendement nul lorsqu'il a parcouru 415 kilomètres, aller et retour ; c'est dire qu'un rayon de 200 kilomètres constitue une limite à partir de laquelle le mulet de bât est inutilisable s'il doit porter la totalité de sa nourriture.

Pour un mulet attelé et sur le même parcours la nourriture pourrait représenter encore le tiers du chargement.

Il faut, de plus, importer les animaux nécessaires pour remplacer ceux qui ne peuvent s'acclimater, d'où il résulte un aléa continuel dans les dépenses de premier établissement.

Dans le cas où la nourriture peut se trouver sur place, le rendement annuel d'un mulet de bât pour 200 jours de travail (la saison des pluies entraîne un chômage d'environ quatre mois,) 100 kilogrammes de charge utile, 25 kilomètres par étape, en supposant le retour à vide, est de 250 tonnes kilométriques.

Pour rendre comparables entre eux les résultats de l'application des différents modes de transport, nous examinerons deux cas correspondant à des entreprises l'une d'importance moyenne, l'autre plus considérable.

Dans le premier cas, nous escompterons un transport de 500 tonnes à 200 kilomètres soit 100.000 tonnes-kilomètre et, dans le second cas, une entreprise de 5.000 tonnes sur 200 kilomètres, soit un million de tonnes-kilomètre.

Dans ces conditions, les prix de revient de transport par mulet de bât s'établissent ainsi qu'il suit :

Frais de premier établissement.

	1.000.000 DE TONNES-KILOMÈTRE	100.000 TONNES-KILOMÈTRE
Achat de mulets . . . . . Fr.	2.400.000	320.000
Harnachements	400.000	60.000
Abris des conducteurs et des animaux	400.000	60.000
TOTAUX . . . . . Fr.	3.200.000	440.000

Capital de premier établissement par tonne-kilomètre . . . Fr.	3,20 à 4,40
Intérêt annuel à 6 p. 0/0	0,192 à 0,284

Entretien annuel.

	1.000.000 DE TONNES-KILOMÈTRE	100.000 TONNES-KILOMÈTRE
	—	—
Remplacement des animaux . Fr.	600.000	80.000
Salaire des conducteurs	2.000.000	240.000
Nourriture des mulets.	1.400.000	160.000
Frais généraux (surveillance, direction, soins médicaux).	1.000.000	120.000
Intérêt du capital.	192.000	26.400
TOTAUX . . . . Fr.	5.192.000	626.400
Prix de la tonne kilométrique. .	5,19 à 6,26	

En supposant comme ci-dessus un transport à 200 kilomètres, la nourriture des animaux étant emportée en totalité, le rendement annuel d'un mulet sera de 500 tonnes-kilomètre pour 200 jours de travail, en traînant 100 kilogrammes de nourriture et 200 kilogrammes de charge utile.

Les prix de revient du transport par voitures s'établissent alors ainsi qu'il suit :

Frais de premier établissement.

	1.000.000 DE TONNES-KILOMÈTRE	100 000 TONNES-KILOMÈTRE
	—	—
Achat de mulets . . . . . Fr.	1.200.000	160.000
Achat des voitures (de 500 à 600 fr. l'une)	1.000.000	120.000
Harnachement	200.000	30.000
Abris du personnel et mulets . . .	200.000	30.000
Ateliers de réparation	150.000	50.000
TOTAUX . . . . Fr.	2.750.000	390.000
Capital de premier établissement par tonne-kilomètre. . . . Fr.	2,75 à 3,90	
Intérêt annuel à 6 0/0	0,165 à 0,234	

Entretien annuel.

	1.000.000 DE TONNES-KILOMÈTRE —	100.000 TONNES-KILOMÈTRE —
Remplacement des animaux . . Fr.	300.000	40.000
Salaire des conducteurs	1.000.000	120.000
Nourriture des mulets	700.000	80.000
Ateliers de réparations.	100.000	20.000
Frais généraux	800.000	100.000
Intérêt du capital	165.000	23.400
Amortissement et entretien d'une route pour voiture légère . . .	100.000	80.000
TOTAUX . . . . Fr.	3.165.000	463.400
Prix de la tonne kilométrique. Fr.	3,17 à 4,64	

TRACTION MÉCANIQUE. — Conservant l'hypothèse admise pour le calcul des animaux de trait, comportant le retour à vide, nous trouvons qu'une voiture automobile portant 2 tonnes, effectuant 50 kilomètres par jour de marche, pendant 200 jours, fournira annuellement un travail utile de 10.000 tonnes-kilomètre. En supposant la route établie par la colonie, mais l'entretien restant à la charge de l'entreprise de transport, le prix de revient de la tonne kilométrique s'établira de la façon suivante:

Frais de premier établissement.

	1.000.000 DE TONNES-KILOMÈTRE —	100.000 TONNES-KILOMÈTRE —
Achat des voitures (transport, montage, voitures de réserve) . Fr.	2.500.000	350.000
Ateliers	400.000	150.000
Abris pour les voitures et bureaux.	200.000	50.000
TOTAL . . . . . Fr.	3.100.000	550.000
Capital de premier établissement par tonne kilométrique . . Fr.	3,10 à 5,50	
Intérêt annuel à 6 0/0	0,186 à 0,330	

Dépenses annuelles.

	1.000.000 DE TONNES-KILOMÈTRE	100.000 TONNES-KILOMÈTRE
Entretien du matériel 20 0/0. Fr.	500.000	70.000
Combustible	240.000	24.000
Salaire des conducteurs	250.000	42.000
Ateliers de réparation.	250.000	50.000
Frais généraux, etc	400.000	60.000
Intérêt du capital	186.000	33.000
Entretien de la route	160.000	150.000
TOTAL . . . . Fr.	1.986.000	429.000
Prix de la tonne kilométrique Fr.	2,00 à 4,29	

Si nous nous plaçons maintenant dans des conditions un peu meilleures au point de vue de l'utilisation du matériel, en ce que, sur ce même parcours de 200 kilomètres, le tonnage à l'importation serait double du tonnage à l'exportation, le prix de revient pourrait être notablement abaissé. Supposons le cas d'une route coloniale à fortes déclivités, nécessitant des véhicules munis de moteurs puissants, en nombre suffisant pour assurer le transport ainsi réparti :

1° A la montée :
3.000 tonnes,
100 tonnes de dépêches à la montée,
200 tonnes représentant 1.000 voyageurs avec 125 kilogrammes de bagages à la montée, au total 3.300 tonnes.

2° A la descente :
1.550 tonnes,
50 tonnes de dépêches,
100 tonnes représentant 500 voyageurs avec 125 kilogrammes de bagages à la descente, au total 1.700 tonnes.
Trafic total : 5.000 tonnes :

Le prix de revient du transport de la tonne kilométrique se décompose en trois éléments.

1° Amortissement du matériel et des installations; nous admettrons (comme cas le plus défavorable), une durée de cinq ans ;
2° Les frais normaux d'exploitation ;
3° Bénéfices de la Société d'exploitation, frais généraux, aléas, etc.

Pour évaluer ces trois facteurs du prix total, nous devons faire un certain nombre d'hypothèses que nous pouvons tirer du tableau résultant des concours des poids lourds (1897-1898) (1).

1° Poids utile transporté par véhicule : 2 tonnes.

2° Prix d'un véhicule rendu sur place : 25.000 francs.

3° Vitesse commerciale : à l'heure : 5 kilomètres ;
— par jour : 50 kilomètres.

4° Consommation de combustible :
Charbon par tonne kilométrique utile : 2 kilogrammes ;
Essence par tonne kilométrique utile : $0^{kg},400$.

Pour transporter les 3.300 tonnes dans un sens, il faut 1.650 voyages. En sens inverse, les voitures seront théoriquement à demi-charge, soit 33 départs par semaine correspondant à 30 départs de marchandises et 3 de voyageurs.

Chaque voiture mettra, pour faire le voyage :

Stationnement au départ et entretien, vérification.	4 jours.
Durée, trajet à la montée $\left(\frac{250 \text{ kil.}}{50}\right)$	5 —
Stationnement à l'arrivée	2 —
Durée du trajet à la descente.	4 —
	15 jours.

soit deux voyages aller et retour par mois.

Il faudra donc : $\frac{33 \times 15}{7} = 70$ véhicules en service et le quart, soit 18 véhicules pour la réserve et le ravitaillement; soit, au total : 88 véhicules.

La première mise d'installation peut donc s'évaluer ainsi :

88 véhicules à 25.000 francs	Fr.	2.200.000
Hangars et matériel d'atelier		250.000
TOTAL.	Fr.	2.450.000
Frais généraux d'organisation 15 0/0. . .	Fr.	367.500
Intérêts pendant les deux premières années à 6 0/0.		294.000
SOIT AU TOTAL	Fr.	3.111.500
En chiffres ronds	Fr.	3.150.000

(1) Chiffres du rapport :
1° 1 à 4 t. 200.
2° 6.000 à 26.500 francs.
3° 7 à 10 kilomètres ;
70 à 100 kilomètres.
4° $1^{kg},4$ à $3^{kg},2$;
$0^{kg},300$ à $0^{kg},370$.

ce qui grève la tonne kilométrique en ce qui concerne l'amortissement du matériel de $\frac{3.150,000}{5.000 \text{ t.} \times 250 \text{ kil.} \times 5 \text{ ans}} = 0 \text{ fr. } 504.$

Les frais d'exploitation d'un voyage aller et retour peuvent s'évaluer comme suit :

Combustible : 2 fois 250 kil. × 2 t. × 2 kilog. charbon = 2 t. de charbon à 80 francs	Fr.	160
ou 2 fois 250 kil. × 2 t. × 0^{kg},400 pétrole = 0^{t},400 de pétrole à 600 francs la tonne	Fr.	240
Graisse, chiffons		25
10 journées de mécanicien européen à 15 francs		150
10 journées d'aide indigène à 3 francs		30
5 journées d'ajusteur pour réparation à 15 francs (4 au départ, 1 à l'arrivée)		75
	Fr.	520

soit pour les 1.650 voyages aller et retour une dépense de :

$$1.650 \times 520 = 858.000 \text{ francs.}$$

ce qui grève la tonne kilométrique pour les frais d'exploitation de :

$$\frac{858.000}{5.000^{T} \times 250^{K}} = 0,685.$$

Si enfin pour les frais généraux et divers nous prenons 20 0/0 des prix de revient, il résulte une augmentation de $0,20 \times (0,504 + 0,685)$ soit environ 0 fr. 25 c.

L'évaluation du prix de transport de la tonne kilométrique ressort donc à

Amortissement	Fr.	0,504
Frais normaux d'exploitation		0,685
Frais généraux		0,250
	Fr.	1,439

soit en chiffre rond 1 fr. 50 c.

Ce prix de revient peut être augmenté des dépenses afférentes à la route dont l'entretien et quelquefois la construction sont à la charge de la société d'exploitation.

Dans ce cas il convient d'ajouter au chiffre ci-dessus.

1° L'intérêt du capital de l'établissement ;

2° Les frais d'entretien.

Une route empierrée de deux couches de cailloux roulés de 12 centimètres, peut être estimée en moyenne à 20.000 francs le kilomètre,
soit $20.000 \times 250 = 5.000.000$ représentant à 4 0/0, 200.000 francs d'intérêt annuel.

Si d'autre part, nous évaluons à 800 francs l'entretien moyen du kilomètre (ouvrages d'art non compris), nous trouvons une dépense annuelle de : $800 \times 250 = 200.000$.

La route représente donc une dépense annuelle de 400.000 francs,
ce qui grève le prix de revient de la tonne kilométrique dans le cas choisi, de : $\frac{400.000}{5.000 \times 250} = 0,32$,
ce qui fait ressortir définitivement le prix de revient de la tonne kilométrique à $1,439 + 0,32 = 1,76$.

Soit, en chiffre rond 1 fr. 80 c.

*
* *

Pour résumer les renseignements que nous venons d'exposer, nous pouvons rapporter à l'unité tonne-kilométrique les trois éléments principaux servant de base à l'étude d'une exploitation correspondant à un trafic déterminé.

1° Prix de revient;

2° Capital de premier établissement;

3° Frais annuels généraux.

Le capital social peut être considéré comme se composant du capital de premier établissement auquel il convient d'ajouter le fonds de roulement nécessaire à l'exploitation, ainsi que les frais de constitution, d'émission et dans certains cas les intérêts intercalaires.

Pour plus de simplicité nous évaluerons le fonds de roulement à la moitié des frais d'exploitation dans le cas de la traction animale. Pour une entreprise industrielle importante se rapprochant de celle des chemins de fer nous admettrons d'après M. Bricka, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, que le fonds de roulement peut être évalué au tiers des dépenses annuelles d'exploitation.

Ceci posé, nous pouvons établir le tableau comparatif du prix de revient d'importation (retour à vide) ainsi que les conditions de mise en exploitation rapportés à la tonne-kilométrique avec les différents systèmes de transport, dans l'hypothèse des tonnages spécifiés ci-dessus.

Tableau des prix de revient, capitaux de premier établissement et de mise en exploitation rapportés à la tonne kilométrique, retour à vide.

MODE DE TRANSPORT	PRIX DE REVIENT	CAPITAL DE PREMIER établissement	FONDS DE ROULEMENT	CAPITAL SOCIAL
	fr.	fr.	fr.	fr.
Mulets de bât nourris avec les ressources du pays . .	5,19 à 6,26	3,20 à 4,40	2,50 à 3	6 à 7,40
Mulets de bât portant leur nourriture	Rendement pouvant devenir nul. — Prix de revient infini.			
Voitures légères, animal nourri avec les ressources du pays	3,17 à 4,64	2,75 à 3,90	1,50 à 2,20	4,25 à 5,10
Voitures automobiles, chauffées au pétrole, 0t,800 par tonne kilométrique utile..	2 à 4,30	3,10 à 5,59	0,60 à 1.32	3,70 à 6,82

On peut conclure de ce qui précède que le transport par voitures automobiles est plus économique que le transport par homme, par mulet de bât et par voiture attelée.

Le capital de premier établissement et le capital social sont un peu plus élevés dans le cas des automobiles, mais il y a lieu de tenir compte dans ce cas, de la possibilité d'étendre les moyens de transport au fur et à mesure de l'accroissement du trafic. Le prix de revient de la tonne kilométrique, tout en comprenant l'amortissement du matériel, l'intérêt de ce capital, ainsi que les frais résultant de l'entretien des routes sur lesquelles les voitures sont appelées à circuler, ressort au contraire à un chiffre moindre que dans les autres modes de transport.

En sorte que le transport par automobile apparaît comme le plus avantageux si, bien entendu, le trafic est suffisant pour couvrir l'ensemble des dépenses d'établissement de la route, des frais de son entretien et l'amortissement des véhicules.

Exploitation. — Lorsque la route à desservir est divisée en étapes peu longues (de 25 à 40 kilomètres) et si l'intensité du trafic justifie l'établissement de nombreux dépôts, avec l'outillage nécessaire pour assurer l'entretien et le bon fonctionnement des véhicules automobiles, la méthode d'exploitation relève des règles ordinaires qui doivent tenir compte des

exigences commerciales des transports et, dans certains cas, des correspondances.

Les voitures doivent, par la simplicité de leurs organes, pouvoir être conduites par des indigènes, qui seuls peuvent supporter les fatigues d'un service de cette nature sous un climat tropical.

Chaque dépôt sera dirigé par un ouvrier européen ou indigène capable de remédier à toutes les avaries qui se produisent en cours de route. De cette façon un véhicule ne risquera pas d'être abandonné par son conducteur, et celui-ci pourra toujours ainsi avoir recours au chef du dépôt le plus proche.

L'exploitation « en chapelet » paraît devoir présenter, dans ce cas, de réels avantages en ce sens qu'elle assure d'une façon aussi parfaite que possible la continuité du service de transports.

Si, au contraire, la route présente de longues étapes; si les dépôts et les ateliers de réparations sont en outre échelonnés irrégulièrement dans les principaux centres et à grande distance, il y a intérêt à ne faire voyager les voitures que par « train ». Dans ce cas le départ des voitures doit être combiné de façon à faire voyager un certain nombre de véhicules en même temps.

Chaque véhicule peut alors être conduit par un personnel indigène et le train entier être placé sous la direction d'un contremaître, qui pourra procéder avec quelques aides à toutes les réparations utiles en route. Le contremaître, chargé d'assurer le bon fonctionnement de tous les véhicules en marche, veillera avec soin à ce qu'aucune voiture ne reste en arrière.

Il peut être même avantageux, dans les premiers temps du service tout au moins, de former des trains assez importants (quitte à diminuer le nombre des départs pendant le mois), pour que chaque train puisse être accompagné d'une voiture auxiliaire à demi ou tiers de charge utile et munie d'outils, pièces de rechange et approvisionnements divers.

Chaque véhicule doit être muni de réservoirs à combustible suffisants pour assurer son fonctionnement pendant l'étape la plus longue. Toutefois, il conviendrait dans certains cas de prévoir des réservoirs supplémentaires assurant une provision de combustible correspondant à la consommation nécessaire pour effectuer le quart d'une étape moyenne.

Une voiture arrêtée en cours de route, pour manque d'approvisionnement, pourrait ainsi être ravitaillée par les trois voitures suivantes au plus en supposant qu'elle ait déjà parcouru une partie de l'étape.

Les postes-abris, à chaque étape, seront approvisionnés par des véhicules spéciaux donnant lieu à un mouvement de voitures déterminé, dans chaque cas particulier, par les besoins de l'exploitation générale. Nous n'avons pas tenu compte, dans nos précédents calculs, de ces véhicules auxiliaires, car

les dépenses y afférentes étaient comprises dans le prix de revient du combustible rendu au point des moyennes distances de l'exploitation.

Il y aurait lieu de parler également des magasins dans lesquels seraient placés le combustible, les matières premières, les pièces de rechange, mais ils ne comportent aucunes dispositions spéciales.

Cependant l'emploi de l'essence pesant 680° à 710° nécessite des précautions sérieuses, non seulement pour le transport, mais aussi pour l'emmagasinage dans les pays chauds.

Certains commerçants ont adopté pour le transport de leur essence des fûts en tôle d'acier essayés à 5 kilogrammes, de 100 à 200 litres de capacité.

Ces fûts sont eux-mêmes placés au milieu de sciure de bois dans des tonneaux en bois cerclés de fer. Cette manière de procéder, qui a donné d'excellents résultats, peut être recommandée. Malgré une bonne fermeture des bondes, il faut cependant compter de 10 à 15 % de perte par saison chaude.

Une mesure qui paraît bonne consiste à immerger les fûts métalliques contenant l'essence dans un cours d'eau ou dans de grandes citernes remplies d'eau.

L'emmagasinage en terre ou en cave présente des inconvénients, tant en ce qui concerne la perte, qu'au point de vue des dangers de l'accumulation des vapeurs d'essence.

L'emploi d'huiles lourdes de pétrole facilitera dans une très large mesure la manutention des combustibles tout en abaissant le prix de revient de la tonne kilométrique, le prix d'achat de ces huiles étant moins élevé que celui de l'essence. Mais les véhicules fonctionnant aux huiles lourdes n'ont pas encore fait l'objet d'applications en service régulier.

Voitures automobiles. — Il est bien difficile en l'absence de précédent dans l'exploitation des voitures automobiles aux colonies de formuler les conditions dans lesquelles celles-ci doivent être étudiées. D'ailleurs chaque exploitation comporte, par le but à atteindre et par les conditions propres au pays, des dispositions spéciales qui seront à déterminer dans chaque cas. Toutefois on peut admettre qu'en général on ne devra pas chercher une trop grande légèreté dans la construction.

Des châssis robustes, suffisamment élastiques pour ne pas se déformer sous les chocs de la route ; un cadre spécial distinct du châssis pour supporter le moteur, sont à recommander.

Le moteur doit être le plus simple possible, robuste et d'une vérification facile.

Le graissage de tous les organes doit être automatique et abondant.

Tous les organes doivent être d'un accès facile permettant de les réparer

et quelquefois même de les remplacer tout en démontant le minimum de pièces. La question de savoir quelles sont les transmissions les plus avantageuses pour être utilisées dans nos colonies se pose en son entier sans que l'expérience ait pu encore nous donner de renseignements à cet égard. Parmi les plus usités, citons la courroie et les trains d'engrenage.

De quelle façon les courroies se comporteront-elles sous l'influence des variations hygrométriques à la saison des pluies, et comment résisteront-elles dans des pays où le bois se conserve difficilement? On ne peut à ce sujet faire que des hypothèses.

Le même doute existe en ce qui concerne la commande des roues, l'avenir montrera quel est le système qui prévaudra, celui de la chaîne, celui de l'engrenage droit ou engrenage d'angle avec joint à la Cardan.

Les roues métalliques donnent de bons résultats, quoique un peu lourdes; les roues à rayon de fil d'acier (genre bicyclette) ne sont pas suffisamment robustes et sont coûteuses et difficiles à réparer.

Il y a intérêt à avoir un grand diamètre de roues pour diminuer la résistance au roulement. Les roues de $0^m,80$ à 1 mètre pour l'avant et 1 mètre à $1^m,20$ pour les roues motrices sont le plus généralement employées.

Les bandages des camions et voitures à marchandises en fer sont d'un bon usage, leur largeur dépend de différents éléments dont le principal tient à la nature du sol sur lequel les véhicules sont appelés à circuler. Il n'a pas été fait jusqu'ici, à notre connaissance, d'expériences en vue de déterminer en ce qui concerne les automobiles, comment varie le coefficient du roulement avec la largeur des bandages. Les expériences faites en 1897 par MM. Michelin et de Dion ont eu pour principal objet d'étudier l'influence de la nature du bandage, c'est-à-dire de démontrer la supériorité du pneumatique sur le bandage en fer.

Force nous est donc de nous en rapporter à des expériences déjà anciennes dues à Morin dont nous donnons ci-dessous la principale conclusion.

« Sur toutes les routes pavées et en pierrement solide en bon état d'entretien et même en assez mauvais état, quand le fond est solide la résistance au roulement est, comme sur le pavé, à peu près indépendante de la largeur de la jante. » (Morin, p. 133.)

Rumford trouve une légère diminution d'effort de traction, lorsque la largeur du bandage augmente et il donne les chiffres suivants pour les efforts de traction par tonne (exprimés en kilogr.) à la vitesse de 10 à 12 kilomètres à l'heure :

LARGEUR DES JANTES	0,050	0,070	0,120
	kil.	kil.	kil.
Sur pavés.	45 à 60	42 à 47	37 à 42
Sur chemin en terre.	54 à 60	41 à 50	41 à 44
Sur chemin sablonneux	75 à 80	60 à 75	50 à 55

L'emploi du caoutchouc aux bandages des roues n'est guère justifié que dans les voitures à voyageurs ; il donne plus de douceur au roulement et diminue légèrement le coefficient de résistance au roulement. M. Michelin donne les chiffres suivants à une vitesse de 11 à 22 kilomètres à l'heure :

Bandages.

	en fer.	en caoutchouc.
Bons Macadan sec	0,035	0,030
— légèrement boueux. . .	0,040	0,036
— légèrement détrempé . .	0,046	0,043
Vieux macadan un peu défoncé	0,034	0,028

Les bandages en caoutchouc ont été utilisés dans la première application de la traction mécanique aux colonies, faite aux Indes en 1870 avec des locomotives construites à Édimbourg par Thomson.

Un service de plusieurs mois a permis de dresser le tableau suivant :

	DIAMÈTRE des roues	LARGEUR de bandage	ÉPAISSEUR millimètres	CHARGE par centimètre	PARCOURS en kilomètres	DIMINUTION d'épaisseur du caoutchouc en millimètres	
						TOTAL	par kilomètre
Omnibus à vapeur .	1m,520	0m,30	0,125	9,8	17.120	30	0,00173
Remorqueur de 8 chevaux.	1m,320	0m,30	»	9,5	4.480	32	0,00712
Remorqueur de 14 chevaux.	1m,829	»	»	8,1	7.680	81	0,0109
Remorqueur de 14 chevaux.	1m,829	»	»	11,9	6.720	220	0,00325
Remorqueur de 14 chevaux.	1m,829	»	»	8,10	5.120	54	0,01104

Au point de vue de la route il y a intérêt à ce que les roues des voitures aient des jantes larges et principalement dans le cas des bandages en fer; mais, d'un autre côté, les jantes larges font naître une résistance au roulement augmentant rapidement avec la charge dans les virages du véhicule.

Il en résulte que, pour se rapprocher des conditions théoriques les plus favorables, il y a intérêt à diminuer la largeur de la jante des roues autant que le permet la dureté du sol.

Routes. — Les voitures automobiles sont construites de façon à pouvoir, avec des moteurs de quatre à vingt chevaux, circuler sur toutes les routes et gravir des rampes ayant exceptionnellement 12 centimètres par mètre, sur une courte distance.

Mais afin de pouvoir utiliser toute la puissance normale du moteur avec le maximum de charge utile que comporte la voiture, il y a intérêt à ce que les rampes, tout au moins celles qui sont longues, ne dépassent pas une déclivité de huit centimètres par mètre.

Les courbes nécessaires pour le virage des voitures automobiles sont très variables suivant le type de véhicule en usage. Les voitures légères à voyageurs peuvent tourner dans leur propre longueur, un train composé de deux voitures et d'un remorqueur Scotte, peut avoir besoin de 15 à 30 mètres suivant le mode d'attelage.

Pour des voitures de 1.000 à 3.000 kilogrammes il suffit de 4 à 8 mètres pour tourner sans être obligé de faire du recul.

Il faut également tenir compte, dans la construction de la route, de l'obligation d'augmenter les rayons de courbure, en vue de la possibilité d'aborder les virages en vitesse. Ce rayon de courbure variable avec la vitesse adoptée et avec la stabilité du véhicule sera à déterminer dans chaque cas.

En fait, des rayons de 10 à 15 mètres répondent parfaitement aux types de véhicules actuellement en usage à la vitesse de 8 à 15 kilomètres à l'heure dans les courbes, étant bien entendu qu'en ligne droite les véhicules peuvent prendre telle vitesse que comporte leur mécanisme.

Ponts. — Il n'est pas possible de formuler les conditions relatives à l'établissement des ponts, conditions essentiellement variables suivant la portée, la nature des culées et les moyens de transports. Toutefois certaines règles générales peuvent s'appliquer dans la plupart des cas où les ponts sont destinés à un service d'automobiles. Les clauses suivantes suffisent à les résumer.

Les essais peuvent comprendre :

1° Une charge permanente de 200 kilogrammes par mètre superficiel ;

2° Une charge roulante composée d'une file de voitures sur quatre mètres de longueur pesant 3.000 kilogrammes compris l'attelage ;

3° Une charge roulante composée d'une voiture automobile pesant 9.000 kilogrammes, sur deux essieux distants de deux mètres chargés l'un à 4.000 l'autre à 5.000 kilogrammes.

La chaussée du pont doit avoir deux mètres cinquante au minimum et être bordée de deux trottoirs de façon à éviter que les patentes des roues viennent buter contre les montants du pont.

Le pont doit être aussi léger que possible et tous les éléments de sa construction ne peser que 700 kilogrammes environ avec des dimensions inférieures à six mètres.

Il convient en outre de calculer le pont pour qu'il puisse être mis en place par voie de lancement.

En résumé, l'organisation d'un service d'automobiles sur une route existante ne présente aucune difficulté technique, les conditions économiques de son exploitation sont faciles à déterminer.

Cependant, si dans la métropole on connaît le rendement d'une exploitation d'automobiles sur une route solide et bien entretenue, les renseignements font défaut lorsqu'il s'agit d'un service à établir dans les colonies. L'étude d'un pareil service devient un problème qui comporte un grand nombre de facteurs inconnus.

Des expériences sur les lieux mêmes, par des exploitations prudemment conduites, pourront résoudre successivement la part d'inconnu afférente à ce mode de transport dans nos colonies.

Une première tentative va être faite dans ce sens par M. Félix Dubois, au Soudan, à la suite d'essais entrepris par lui en 1898 avec deux véhicules. Quarante camions munis de moteurs de neuf chevaux sont envoyés au Soudan pour assurer les transports entre Badumbé, point terminus de la ligne ferrée de Kayes à Bafoulabé et le Niger en suivant la route de ravitaillement. Leur parcours pour atteindre le Niger sera d'environ trois cents kilomètres. M. Félix Dubois compte l'accomplir en huit jours.

D'autre part, la Société des Transports Coloniaux se propose également d'envoyer des véhicules automobiles pour organiser à Madagascar un transport de voyageurs et de marchandises entre Mahatsara et Tananarive. La distance de 250 kilomètres sera couverte en quatre jours avec des véhicules pouvant porter 1.200 à 1.800 kilogrammes.

M. A. PETITON

Ingénieur, à Paris.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR DES MEULES NATURELLES ET ARTIFICIELLES

[614.8]

— *Séance du 20 septembre* —

On emploie depuis longtemps dans l'industrie *du fer*, des meules en grès et des meules artificielles.

L'usage de ces appareils se répand de plus en plus dans tous les ateliers *petits ou grands* où on travaille le fer, l'acier et la fonte, et c'est par milliers que les meules existent à Paris seulement.

Dans les premiers âges de l'humanité, l'homme aiguisait avec une sorte de frottoir les outils ou engins dont il se servait.

Dans l'âge de fer, il eut l'idée d'employer, pour ébarber et aiguiser les pièces en fer, d'autres pièces munies de petites aspérités. La lime était créée !

Un pas de plus en avant dans l'ingéniosité et la réflexion, et l'homme trouvait la lime rotative, autrement dit la *Meule*.

C'était toujours l'objet à travailler qui était fixe et l'*outil* qui était mobile, comme dans la lime, mais cette lime étant animée d'un mouvement de rotation, le travail produit était d'autant plus considérable que la vitesse de rotation de la meule était plus grande.

L'homme rencontrait là comme toujours un nouvel obstacle à surmonter, une nouvelle difficulté à vaincre : la grande vitesse que devait avoir la meule pour produire un travail sérieux, entraînait très facilement comme conséquence la rupture de ladite meule dont l'éclatement occasionnait presque toujours *des accidents mortels*.

Nous sommes obligé d'entrer dans quelques détails pour bien faire comprendre quelles difficultés on rencontre dans le travail des meules et ce que nous proposons comme palliatif pour une certaine catégorie d'accidents.

Les meules se divisent en deux grandes classes :

1° Les meules naturelles dont nous ne dirons que quelques mots ;

2° Les meules artificielles.

1° Meules naturelles.

Les meules naturelles sont *en grès*, elles servent soit pour aiguiser les outils, soit pour ébarber, diminuer de volume et blanchir les objets métalliques :

1° Meules pour aiguiser les outils.

Ces meules sont, en général, de faible diamètre et ont une vitesse très modérée. Il y a, par suite, peu de danger d'éclatement et d'accident consécutif avec lesdites meules ;

2° Meules pour ébarber, diminuer de volume et blanchir les métaux. Ces meules ont, en général, un grand diamètre, un poids sérieux et une vitesse assez forte.

Elles sont donc d'un usage dangereux ayant besoin d'être surveillées avec soin. Nous ne pouvons nous étendre sur les différentes précautions à prendre quand on veut faire usage de ces meules, le temps nous manquant.

On trouvera dans les instructions qui ont été rédigées par l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail, des renseignements précieux relativement aux précautions à prendre dans l'emploi des meules en grès.

Nous rappellerons les principales prescriptions données dans ces instructions. On y parle :

1° Du choix de la meule ; on rappelle que la meule doit être examinée très attentivement au point de vue *de la nature de la pierre* et des défauts qu'elle peut présenter : veines, félures, inégalité de grains, etc. ;

2° De la dessiccation complète.

On rappelle que l'humidité exerce une action importante sur les meules de grès, qu'elle diminue leur compacité et peut, en cas de gelées, déterminer des fissures extrêmement dangereuses ; qu'on doit conserver les meules dans des magasins bien aménagés, en les disposant horizontalement et en les séparant les unes des autres ;

3° Du transport.

On rappelle que tout choc de la meule doit être évité et que, lorsque la meule est montée sur son arbre, on doit la sonder avec soin au marteau, sur les deux faces ;

4° Du montage.

On rappelle que la meule est montée sur son arbre entre deux plateaux en fonte dont l'un est fixé sur l'arbre et l'autre est serré au moyen d'un écrou ; que si le trou central est trop grand on ajoute une douille en fonte ou en fer, mais en se gardant bien d'employer des *cales en bois* qui peuvent déterminer une rupture. Que la meule étant montée, on s'assure

qu'elle ne présente pas de faux-rond et ne fouette pas; qu'on la tourne soigneusement pour éviter cet inconvénient et qu'on la sonde avec le marteau sur les deux faces, etc. ;

5° De la vitesse de la meule.

On rappelle que la vitesse dépend de son diamètre et de *sa qualité* (qui n'est jamais certaine) ; qu'il sera prudent d'adopter une marche de vitesse normale de 13 mètres par seconde à la circonférence pour être au-dessous notablement de la vitesse de 1.000 mètres par minute soit $16^{m},66$ par seconde que peut supporter normalement une meule en grès; et on adoptera cette marche prudente, afin de n'avoir rien à craindre d'une accélération de vitesse qui peut toujours être à redouter si le régulateur du moteur ne fonctionne pas bien ; qu'on pourra avoir des nombres de tours par minute variant de 165 à 100, correspondant à des diamètres variant de $1^{m},50$ à $2^{m},50$ et que, comme une grande meule peut passer par toute cette série de dimensions, il est nécessaire d'avoir pour elle des poulies de commande de différents diamètres;

6° De l'essai de la meule.

On rappelle qu'on doit, avant de mettre une meule en service, la faire tourner à vide pendant un certain temps à *une vitesse un peu supérieure* à sa vitesse normale, et qu'on ne doit pas lui imprimer une accélération trop grande de peur de fatiguer la meule et *de diminuer sa cohésion*; qu'on fera tourner régulièrement pendant une heure environ; qu'on veillera lorsque la meule aura été mouillée pendant le travail, avant de l'arrêter définitivement, à ne l'arrêter qu'après plusieurs petites reprises de quelques tours de rotation pour bien la faire sécher ;

7° De l'enveloppe protectrice.

On rappelle qu'il convient d'entourer la meule d'une armature solide.

2° *Meules artificielles.*

Les meules artificielles constituent dans la marche du progrès, un pas de plus en avant, au point de vue de la rapidité du travail et de l'économie qu'elles réalisent, mais, bien entendu, avec tous les inconvénients, imperfections ou dangers auxquels l'homme est condamné par *une loi immuable*, dès qu'il fait un petit pas en avant dans le cercle des connaissances humaines.

Les meules artificielles se répandent de plus en plus dans l'industrie pour le travail des métaux.

Elles remplacent souvent les grandes meules en grès qui ont un grand volume, qui sont lourdes, qui ne peuvent par suite marcher qu'à des vitesses modérées relativement, enfin qui ne peuvent travailler qu'en se servant de l'eau, ce qui peut rouiller les métaux que l'on meule. Enfin la meule en grès présente encore cet inconvénient qu'il est bien plus difficile

et dispendieux de faire changer la dureté d'une meule en grès que d'une meule artificielle.

La meule en grès généralement sert à meuler les grosses pièces.

Les meules artificielles sont appelées aussi *meules d'émeri*.

Cette désignation comprend les meules faites *de vrai émeri et de corindon*, et les meules faites de *faux émeri, c'est-à-dire de silex, quelquefois de grès*.

Le grain de la meule a une grosseur qui varie d'après le travail à effectuer. Nous avons vu quelquefois jusqu'à *cent* numéros de grosseur.

Le grain de la meule est aggloméré par un ciment qui peut être de l'oxychlorure de magnésium, de la gomme laque, du caoutchouc, du tan, de la résine avec de l'huile de lin.

Le travail avec des meules artificielles doit être préparé, surveillé et dirigé avec les plus grandes précautions, pour éviter les accidents qui sont presque *toujours mortels*.

Vitesse de la meule. — Quand une meule est animée d'un mouvement de rotation autour de son axe, elle développe une force centrifuge qui est fonction de la masse de la meule et de la vitesse de rotation de ladite meule.

Cette force centrifuge est combattue par la force de cohésion ou résistance à l'arrachement de la meule.

Dans les meules artificielles, dont nous avons eu à étudier la résistance *à l'arrachement par traction*, nous avons trouvé des résistances *par centimètre carré* allant jusqu'à 125 kilogrammes.

Vitesse de la meule. — On doit donner aux meules une vitesse telle que la force centrifuge ne soit au plus qu'une fraction (1/10) de la résistance à l'arrachement. (Le coefficient de sécurité dans ce cas serait donc de dix. Le coefficient de sécurité est destiné à combattre toutes les diminutions de cohésion de la matière de la meule, pouvant provenir de chocs ou autres causes.)

Les fabricants de meules, en livrant une meule, doivent indiquer sur une des faces de la meule, la vitesse maxima en nombre de tours que la meule ne doit pas dépasser.

En général, il est prudent de ne pas dépasser les vitesses à la circonférence de $18^{m},80$ par seconde pour les meules à base d'oxychlorure, et de 26 mètres par seconde pour les autres meules.

Montage de la meule. — Le montage d'une meule artificielle doit être très soigné, un montage mal fait étant une cause sérieuse d'accidents. Rappelons les principaux desiderata :

La meule doit être maintenue sur son arbre et fixée sur lui avec deux plateaux en fonte ou en acier, serrés contre elle.

Entre les plateaux et la meule, on intercale des rondelles de 5 millimètres d'épaisseur environ, en cuir, carton, caoutchouc, feutre. Il faut des paliers graisseurs montés sur l'arbre, avec soin, pour éviter l'échauffement.

L'arbre doit toujours avoir un peu de jeu dans le trou de la meule, ce qui facilite le centrage.

Si le trou est trop large, on enroule un chiffon autour de l'arbre.

Quand la meule est montée, on vérifie le centrage avant de serrer les plateaux. On fait tourner lentement la meule et on supprime le faux rond avec une tôle d'acier. On fait aussi boucharder la meule.

On s'assure que l'équilibre est parfait en desserrant les coussinets et vérifiant que la meule reste bien là où l'amène la main.

Enfin, on termine en sondant au marteau les deux faces de la meule.

Essai de la meule. — Avant de mettre la meule en service, on doit l'essayer en la faisant tourner à vide pendant un certain temps à une vitesse peu supérieure à la vitesse maxima du travail.

Il est bon de faire maintenir la vitesse d'essai pendant une demi-heure, puis après une demi-journée de travail, de faire recommencer l'essai afin de se rendre compte qu'aucune fissure n'est intervenue et de répéter ces essais de temps en temps, en sondant au marteau les deux faces de la meule.

Il est prudent de confier toujours au même ouvrier le travail de montage et d'essai de la meule.

Travail de la meule. — La meule doit être mise en vitesse de travail progressivement.

Elle doit tourner bien rond.

Le serrage de l'écrou de serrage du plateau doit être vérifié de temps en temps.

La meule ne doit recevoir aucun choc qui pourrait provoquer une fissure.

Elle doit être débrayée et mise au repos dès que le travail est terminé, *ne devant pas tourner à blanc.*

Des principales causes de l'éclatement des meules. — Le support qui sert d'appui à la pièce à meuler doit être mobile et à une distance de la meule *de 1 millimètre environ.*

Cette prescription est *capitale* et *nous ne saurions trop y insister*, car si on laisse un intervalle trop grand, la pièce qu'on meule pourra s'y engager, formera coin et l'éclatement sera immédiat.

Une des principales causes d'éclatement des meules, cause sur laquelle nous tenons tout particulièrement à attirer l'attention, est la suivante :

Très souvent la meule munie de sa poupée qui est fixée au moyen de boulons sur un banc horizontal, tourne au-dessus de ce banc plein et la jante de la meule tourne au-dessus dudit banc, dont elle n'est séparée que par un intervalle très faible.

Très souvent, il n'y a pas de support et l'ouvrier meule la pièce en la présentant à la jante de la meule, en tenant la pièce à meuler au-dessus du diamètre horizontal de ladite meule, sur laquelle il appuie la pièce. Dans le mouvement de friction, la pièce à meuler est repoussée contre l'ouvrier qui la maintient serrée contre la jante de la meule, en subissant de légères oscillations dans le sens vertical ; si dans cette opération, l'objet à meuler passe au-dessous du diamètre horizontal de la meule, il est entraîné par le mouvement de rotation très rapide de la meule et tend à passer sous la meule.

Très souvent, l'objet à meuler échappe à ce moment des mains de l'ouvrier et passe au-dessous de la partie inférieure de la jante, et très souvent alors, l'objet ayant des dimensions plus grandes que l'intervalle qui sépare la jante de la meule, *du banc en buis*, est coïncé entre les deux, l'éclatement est immédiat *suivi presque toujours de la mort d'un ou de plusieurs ouvriers*.

C'est sur ce fait que nous avons vu se reproduire bien souvent que nous tenons à attirer l'attention.

Il serait bien facile de remédier au mal dans ce cas. Il suffirait que la partie du banc, au-dessus de laquelle tourne la meule, fut complètement enlevée ou fut entourée complètement; l'objet à meuler tomberait dans le vide et aucun accident ne se produirait par suite.

Nous le répétons de nouveau : une grande partie des éclatements de meules, dont nous avons eu à nous occuper, viennent de la disposition vicieuse précitée : écartement insuffisant existant entre la meule et le banc placé au-dessous. Nous proposons par suite le vœu suivant :

« Que pour éviter un très grand nombre d'accidents suivis de mort provenant de l'éclatement de meules artificielles tournant au-dessus d'un banc fixe, l'Administration compétente exige que l'espace restant entre le banc fixe qui supporte la poupée de la meule et la meule, ait des dimensions suffisantes ou que le banc soit coupé, ou encore que cet espace soit entourée de façon suffisante pour que l'objet à meuler venant à échapper des mains de l'ouvrier meuleur, ne puisse jamais être coïncé entre la jante de la meule et le banc. »

Après cette communication, et après discussion la section du Génie civil a émis le vœu suivant :

« Que, pour éviter un très grand nombre d'accidents suivis de mort provenant de l'éclatement de meules artificielles tournant au-dessus d'un

banc fixe. l'attention des inspecteurs du travail soit appelée sur la nécessité qu'il y a de donner à l'espace restant entre le banc fixe qui supporte la poupée de la meule et la meule des dimensions suffisantes ou que le banc soit coupé, ou encore que cet espace soit entouré de façon suffisante pour que l'objet à meuler venant à échapper, etc. »

M. le docteur AMANS

A Montpellier.

CONSTRUCTION DE PHONOGRAPHES A LONG BANC [534.43]

— Séance du 15 septembre —

Les phonographes de mon invention sont des tours parallèles à poupée fixe et contre-pointe mobile, à vis et coussinets de chariotement interchangeables. La longueur des phonogrammes est liée à la longueur du banc. L'appareil que j'ai apporté a 200 millimètres comme longueur de banc, avec 125 millimètres de distance entre pointes; il permet des auditions de huit à dix minutes. J'en fais construire un autre de 600 millimètres de longueur de banc, et 450 millimètres environ de distance entre pointes; la cylindrée durera de trente à quarante minutes; ce n'est pas plus difficile de construire un tour à plus long banc pour une heure d'audition et la majoration de prix serait peu considérable.

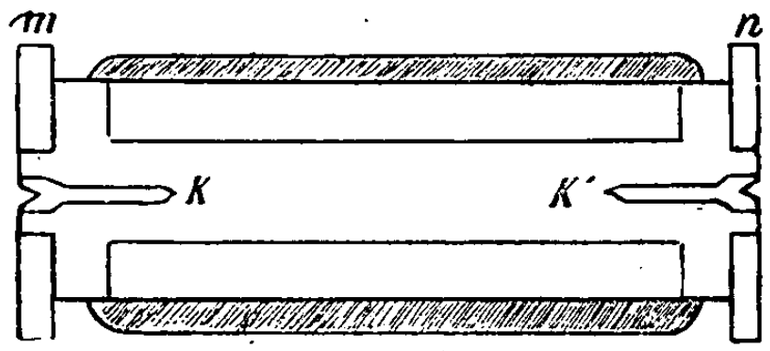


FIG. 1.

Ces nouveaux tours sont plus simples et plus robustes que les machines américaines; la reproduction n'est pas plus intense, mais la voix est plus naturelle et il n'y a jamais de ratés, si longue que soit l'inscription. Le chariot est muni d'une raboteuse, incontestablement supérieure à tous les outils américains.

Pour une inscription de trente minutes d'audition il faut de longs

cylindres de 400 millimètres de longueur environ. Le rouleau des graphophones ne convient pas pour de telles longueurs; la forme manchon est dans tous les cas détestable pour le rabotage, et dès le début de mes expériences je l'ai supprimée. J'emploie des bobines cylindriques en bois et papier, recouvertes de la pâte à inscrire et munies à leurs extrémités de clous (*kk'*) spéciaux pour rouler entre pointes. Ces bobines peuvent se raboter jusqu'à cent fois de suite, sans crainte de faux rond.

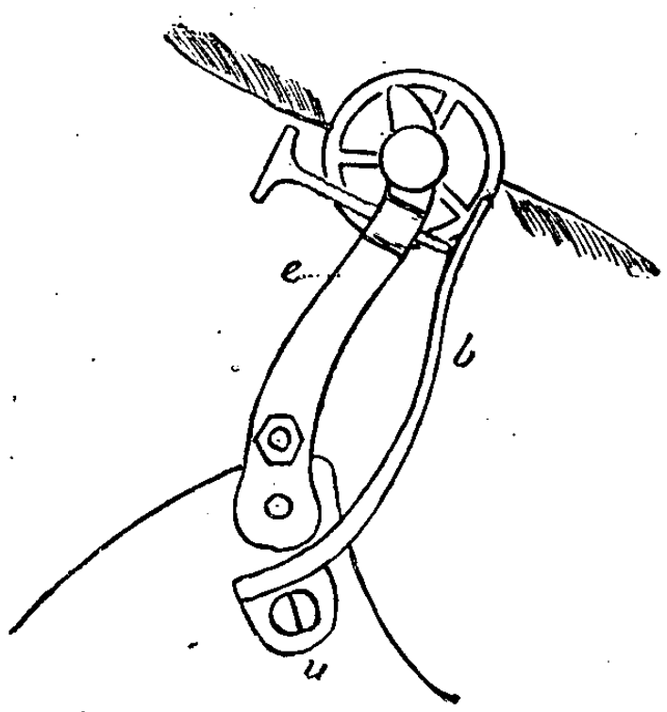


FIG. 2.

Le mouvement est donné par la pesanteur et régularisé par un volant à ailettes élastiques. Ce régulateur rend le mouvement plus uniforme et plus doux que les régulateurs à boules ou les systèmes ordinaires à palettes.

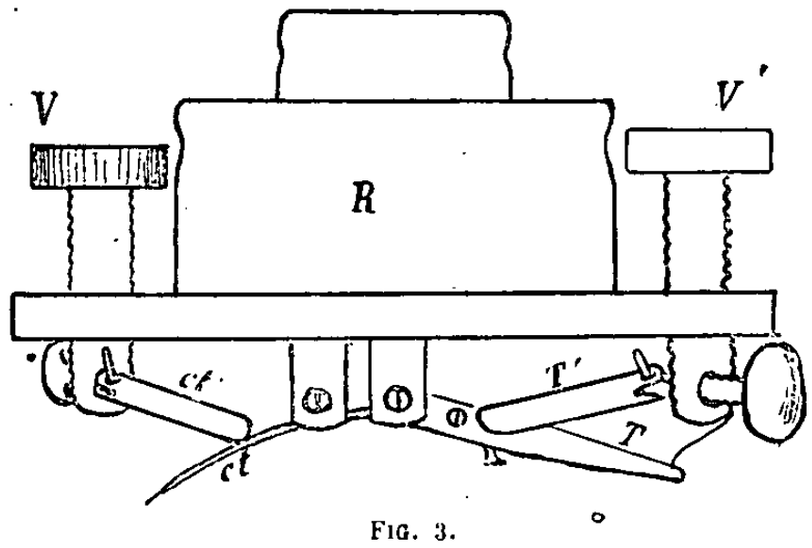


FIG. 3.

L'inscripteur est formé d'un rocher massif, avec une plaque en caoutchouc durci et une chaîne vibrante formée de deux pièces : le marteau *m* et le porte-stylet *o*; celui-ci roule entre pointes, entre les bras d'un volet pesant *T*. Le volet *T*, ou volet de tension, roule, lui aussi, entre pointes et son axe de roulement est sur la même ligne que l'articulation du marteau et du porte-stylet. Ce volet reçoit des poids variables sur le dos, suivant les cas.

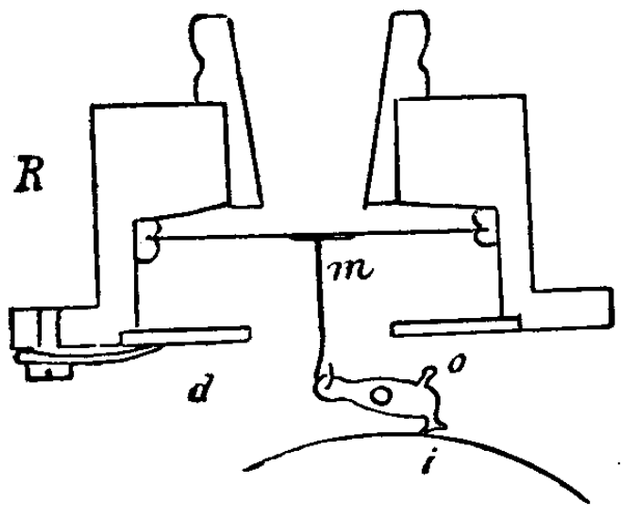


FIG. 4.

La plaque *d* qui porte le volet

de tension peut rouler dans la base du rocher, grâce à la vis S (*fig. 4*). Cette disposition a pour but de faire tomber la tête ronde du reproducteur dans le sillon sonore, si par hasard elle n'y était pas du premier coup.

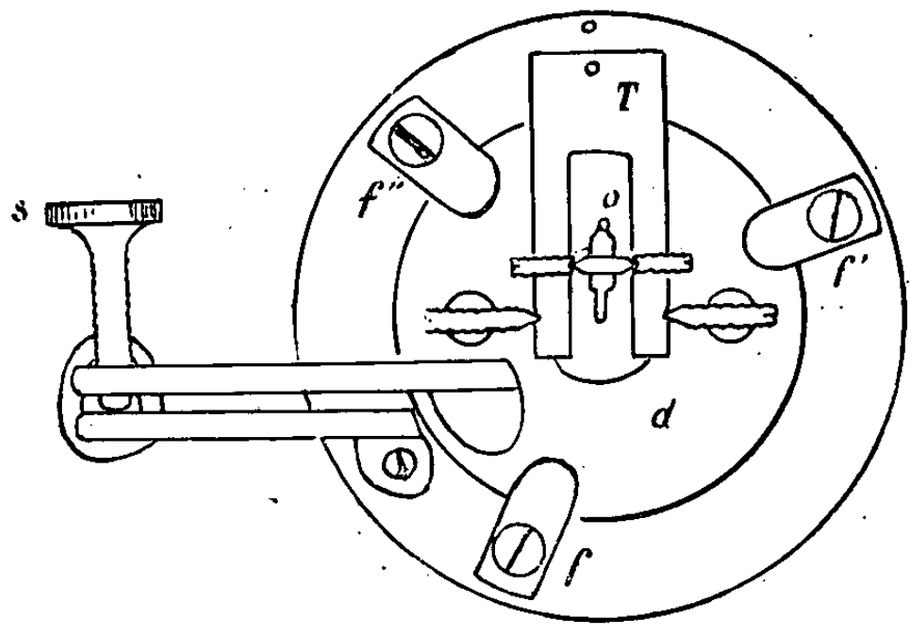


Fig. 5.

La raboteuse est une vis terminée par un sabot de révolution, une sorte de rasoir à tranchant circulaire ; elle est portée par un mandrin très lourd, qui se fixe dans le chariot.

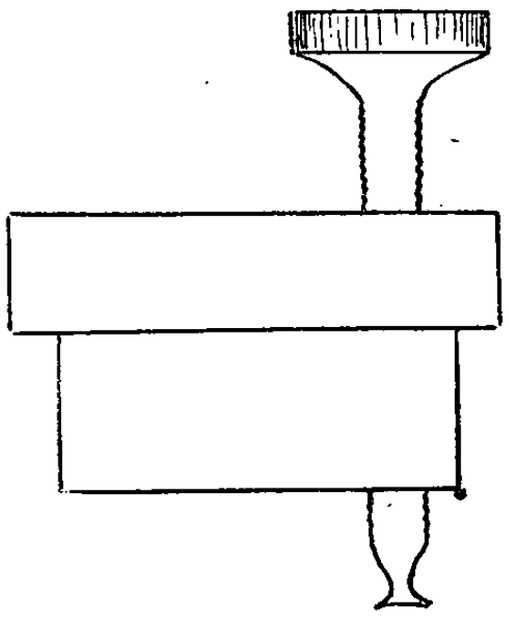


Fig. 6.

Pour la forme des burins inscripteurs et de la raboteuse, voir la communication précédente.

Je ne puis, dans cette courte note, m'attarder aux détails de construction et aux manipulations. Je revendique seulement pour ce nouveau type d'enregistreur les avantages et particularités suivantes : organes très simples, très robustes, stylet impeccable et raboteuse parfaite, phonogrammes de longue durée et fonctionnement dix fois plus économique que celui des machines américaines.

M. le docteur AMANS

QUELLE EST LA MEILLEURE FORME DE BURIN PHONOGRAPHIQUE. — SUR UN NOUVEAU TYPE DE RABOTEUSE ET D'OUTIL A CYLINDRER. [534.43]

— Séance du 15 septembre —

Lorsqu'on veut enregistrer les vibrations d'un corps sonore sur une pâte, il faut armer ce corps d'un outil ou burin capable au moins de s'enfoncer dans la pâte. Cette condition peut être remplie par des outils très dissemblables de forme, ronds, pointus ou tranchants. Les têtes sphériques et les aiguilles ne valent rien ; examinons les tranchants.

On a dès l'origine (à mon avis l'idée n'est pas heureuse) assimilé la gravure du son au tournage du bois ou des métaux. Les outils habituels du tournage dérivent du prisme ou du cylindre : les sommets du prisme piochent dans la matière, les arêtes tranchent. Avec le type cylindre, les sommets disparaissent et l'arête est courbe ; le cylindre est plein (burin des graphophones) ou ceux (gouges).

Soit B A C, l'intersection d'un tel outil prismatique ou cylindroïde par une section droite du cylindre à tourner ; A B représente le dos, A le tranchant, A C le ventre, α l'angle du tranchant, β l'angle du ventre avec le plan tangent au cylindre. Dans les théories qu'on a esquissées sur le travail de ces outils, on considère la largeur du copeau, son épaisseur, la consistance de la matière et les angles α et β ; on suppose les lignes du dos, du ventre et le tranchant rectilignes ; on ignore la vitesse de rotation, et la viscosité de la matière. Une théorie qui élimine de tels facteurs ne peut être qu'incomplète. C'est la pratique qui indique les meilleurs α, β et les meilleures formes de tranchant pour le travail du bois et des métaux ; on a choisi parmi ces formes celles qui paraissent le plus convenables pour la consistance de la pâte et on les a appliquées soit à l'inscription phonographique, soit au rabotage.

La raboteuse d'Édison est prismatique à troncatures planes ; le burin inscripteur est un cylindre de saphir, à tête un peu creuse ; le burin des graphophones est un cylindre coupé obliquement. Ces formes conviennent à la rigueur pour les pâtes dures, mais ne valent rien pour les pâtes molles ou demi-dures ; le burin s'encrasse et bafouille : telle une charrue dans une terre grasse. Les pâtes dures donnent un bruit désagréable

si on veut faire un profond sillon pour avoir plus d'intensité ; elles altèrent aussi le timbre de la voix. Du reste, même avec les pâtes dures on a souvent des ratés.

La gravure du son diffère notablement du tournage, et c'est une première faute d'appliquer à un genre de travail les outils d'un autre. Le burin à sons est un outil mobile, agité de vibrations continuelles ; il monte et descend dans la matière des milliers de fois à la seconde ; moins il rencontrera de résistance, plus profonde sera sa hachure ; mieux il se débarrassera des molécules arrachées, et plus nette sera l'inscription : excessivement agile, pénétrant, tranchant, toujours propre et luisant, telles sont les qualités requises pour un burin à graver le son. J'ai consulté alors... les animaux (1), et l'expérimentation aidant, j'en ai déduit une forme qui convient admirablement pour le travail phonographique.

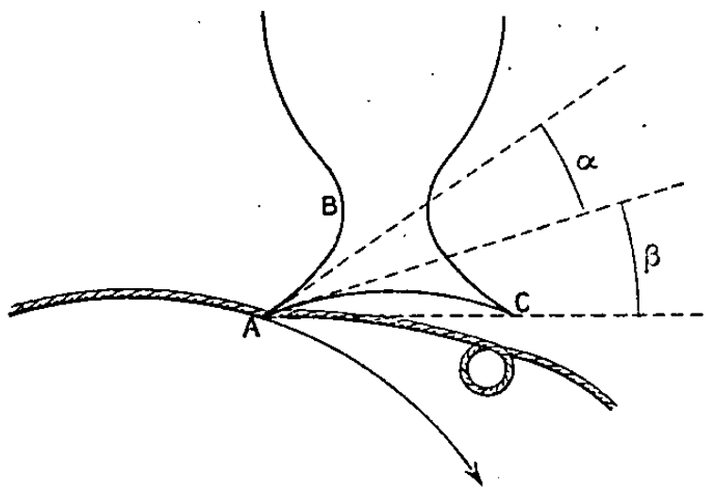


Fig. 1.

Prenons une tige d'acier de 15/10 à 20/10 millimètres d'épaisseur, burinons-la au tour et donnons-lui les formes successives suivantes :

1° Je lui donne la forme d'un tronc de cône ; la base du cône est le ventre, la surface en est le dos ou le versoir ; quant à la figure BAC, c'est le coin de pénétration ou encore le *coutre*. Sous cette forme rudimentaire l'outil risque de s'encrasser le coutre, si on travaille une substance molle ;

2° Je fais au ventre un ombilic et je donne au dos une double courbure. L'angle α est l'angle du coin ou du coutre ; l'angle β varie suivant la profondeur de l'ombilic. Cet outil est parfait pour le rabotage ; il convient moins bien pour l'inscription du son : les hachures sont parfois trop larges, s'enchevêtrent et on risque d'avoir de l'écho si on parle trop fort ; on a de bons résultats avec des sons peu intenses ;

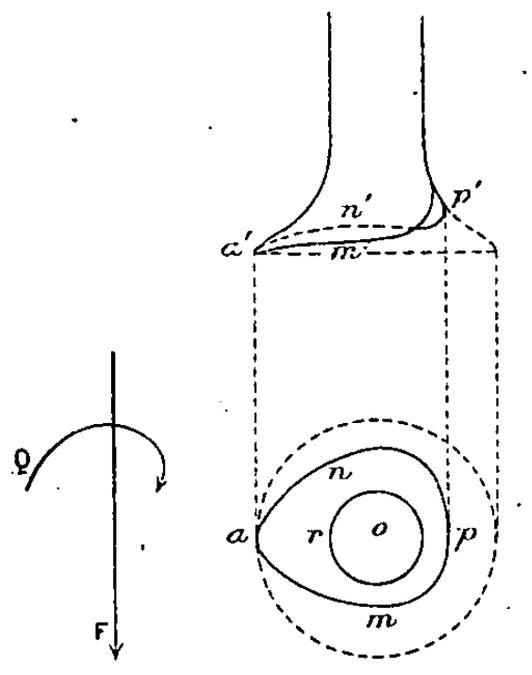


Fig. 2.

3° Pour avoir une bonne charrue à reproduction nette, intense, il ne faut pas que le tranchant soit une courbe plane, Sur la circonférence

(1) En étudiant la tête des animaux qui travaillent dans les matières molles (eau, vase, sable, matière fécale), j'ai été frappé de la constance des lignes à double courbure. Observer et comparer les têtes de trygle, marsouin, ontophage, etc.

primitive, je choisis un point quelconque (*aa'*) qui sera le sommet, le point d'attaque du burin. Je conserve la ligne dorsale AB, mais à droite et à gauche de cette ligne, je lime le versoir, de manière à obtenir les figures ci-contre. La ligne *amnp* est la projection du tranchant sur un plan perpendiculaire au manche du burin ; (*or*) est la projection du manche sur ce même plan. La ligne *a'm'n'p'* est la projection du tranchant sur un plan parallèle à l'axe du manche ; on voit par ces projections que la ligne du tranchant n'est pas plane et qu'en outre le versoir *amp* est plus étroit que le versant *anp*. Il va sans dire que le ventre est ombiliqué.

La flèche F indique le sens de marche du chariot, et la flèche Q le sens de rotation du phonogramme ; on voit que le burin s'avance, le versant étroit en avant. Ici nous retrouvons cette disposition universelle, que j'ai montrée dans tous les organes de locomotion : un versant étroit en avant un versant large en arrière.

Je ne saurais préciser géométriquement la nature de ces courbes ; une fois les principes généraux posés, c'est par l'expérience que j'ai donné les meilleures coupes. Une charrue à coutre mince, c'est-à-dire α petit, et à versoirs étroits est une charrue pointue, bonne pour des pâtes dures ; on prendra des versoirs plus larges pour des pâtes molles. Lorsqu'on a bien façonné le stylet, eu égard à la consistance de la pâte, on peut enregistrer tous les sons avec une grande netteté et sans ratés.

Lorsque la source sonore est très intense et donne au burin une grande amplitude de vibration, il faut augmenter la pression du burin sur la pâte, la vitesse de rotation du cylindre. Comme le burin pénètre profondément il faut des versoirs plus étroits que pour de faibles amplitudes ; pour éviter, en outre, la superposition des inscriptions et par suite l'écho, il faut ou bien augmenter la largeur du chemin spirale par une vis de charriotement à plus grand pas (1), ou employer une bobine de plus grand diamètre. L'augmentation du diamètre a en outre une influence sur la netteté ; il semble qu'avec une faible courbure, le burin travaille mieux, mais surtout si l'amplitude des vibrations est grande (2).

En résumé on peut continuer à phonographier avec les outils de tour américain, de même qu'on peut limer avec une scie, ou scier avec une lime ; mais si on veut faire du bon travail, il faudra tenir compte de la nature de ce travail, de la consistance de la pâte, de l'amplitude des vibrations et façonner l'outil en conséquence. La forme nouvelle que je préconise m'a toujours donné de meilleurs résultats que les prismes, cylindres pleins ou gouges.

(1) J'ai fait cette expérience : avec un chemin de 4-10 millimètres, c'est-à-dire deux fois plus large que le chemin habituel, j'ai pu faire de profonds sillons même avec larges versoirs, et l'intensité était remarquable.

(2) On a prétendu que l'emploi des gros cylindres décuplait l'intensité. Je n'ai pas noté une augmentation bien sensible.

Un mot sur le rabotage. Le solide de révolution (*fig. 2*) fait d'admirables copeaux avec toutes les pâtes cireuses, ou à base de stéarine. Les variables de cet outil sont le coutre, l'ombilic et le diamètre du tranchant. Avec les pâtes dont la consistance se rapproche plus ou moins de celle de la stéarine, les chiffres suivants donnent de bons résultats :

Diamètre du tranchant, 5 millimètres ;

Angle de l'ombilic, 10 à 15° ;

Angle du coutre, 20 à 25° (ce qui fait 30 à 35 pour l'angle à la base du cône primitif).

Avec les matières plus dures, on peut augmenter le diamètre, l'angle du coutre, diminuer celui de l'ombilic (1).

Un autre angle qui a son importance c'est celui du plan du tranchant avec le cylindre à tourner (angle B de *fig. 1*) ; mais ici nous entrons dans la pratique habituelle du tour ; c'est le choix de cet angle qui distingue un ouvrier expérimenté d'un novice. Cet angle a autant d'importance, qu'il s'agisse de prismes, de gouges ou du cône ombiliqué, soit pour raboter soit pour inscrire. La pratique seule indique le meilleur angle à donner dans chaque cas particulier. Ce qui est certain, c'est que le cône nasiforme ou en tête de marsouin fait des copeaux sans fin là où le saphir d'Édison fait de la poussière ou de la boue.

M. A. TURPAIN

Docteur ès Sciences, Préparateur de physique à la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux.

SUR LA PROPAGATION DES OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES DANS LES MILIEUX DIÉLECTRIQUES [538. 56]

— Séance du 15 septembre —

Deux théories se disputent l'honneur de prévoir les lois de la propagation des oscillations électriques. La première, édifiée par von Helmholtz, complétée par M. Duhem, offre l'avantage de rattacher l'interprétation des expériences hertziennes aux doctrines classiques de l'électricité.

(1) J'ai pu ainsi faire de jolis rubans avec des alliages métalliques, qui me refoulaient tous les autres types de burin. Je recommande encore le type marsouin pour le tournage du bois mou sur les tours à métaux.

La seconde, proposée par Clerk Maxwell, nécessite le rejet de toutes ces doctrines ; elle oblige à les remanier complètement si l'on veut interpréter les phénomènes de l'électro-statique.

Depuis que Hertz a appris à produire aisément des oscillations électriques et à observer leur propagation, de nombreuses recherches expérimentales ont été entreprises dans le but de confirmer ou d'infirmer l'une de ces deux théories.

Les résultats de ces recherches ont conduit leurs auteurs à énoncer des lois qui sont en apparence contradictoires. Les expérimentateurs ont alors pris rang tantôt parmi les défenseurs de la théorie d'Helmholtz, le plus souvent parmi les protagonistes de celle de Maxwell, suivant les conclusions qu'ils déduisaient de leurs expériences.

Pour discuter la légitimité de ces conclusions, il faut énoncer les hypothèses des deux théories adverses ainsi que les lois auxquelles ces hypothèses conduisent. En comparant ensuite à ces énoncés les lois expérimentales *immédiates* qui résument les expériences entreprises sur la propagation des oscillations électriques, on peut se rendre compte des hypothèses nouvelles introduites par les expérimentateurs pour amener leurs expériences à vérifier l'une ou l'autre des deux théories en présence.

I

Maxwell suppose la propagation dans les diélectriques de flux de déplacement exclusivement transversaux.

Cette hypothèse lui est suggérée par le désir de soumettre au même mécanisme les phénomènes lumineux et les phénomènes électriques.

Cette hypothèse le conduit à énoncer les lois théoriques suivantes :

I. — *La vitesse* v_0 *de propagation dans le vide des flux électriques de déplacement* (flux transversaux) *est égale à la vitesse* U *de la lumière dans le vide :*

$$v_0 = U,$$

II. — *Dans un diélectrique, la vitesse de propagation* v *des flux de déplacement* (flux transversaux) *est en raison inverse de la racine carrée du pouvoir inducteur spécifique* K *du diélectrique :*

$$\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{K'}{K}}.$$

La théorie de Helmholtz suppose la propagation dans les diélectriques

de flux de déplacement transversaux et celle de flux de déplacement longitudinaux.

Cette théorie, convenablement modifiée par M. Duhem (1), a conduit ce théoricien à énoncer les lois suivantes, que nous nommerons *lois de Helmholtz-Duhem*.

I. — *Les flux électriques longitudinaux se propagent dans tous les diélectriques avec la même vitesse* V *qui est celle* U *de la lumière dans le vide :*

$$V = V_0 = U.$$

II. — *Les flux électriques transversaux se propagent dans le vide* (et pratiquement dans l'air) *avec la même vitesse* v_0 *que les flux longitudinaux :*

$$v_0 = V_0.$$

III. — *Dans un diélectrique, la vitesse de propagation* v *des flux transversaux est en raison inverse de la racine carrée du pouvoir inducteur spécifique* K *du diélectrique :*

$$\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{K'}{K}}.$$

La deuxième loi de Helmholtz-Duhem se ramène, en définitive, à la première loi de Maxwell.

La troisième loi de Helmholtz-Duhem est identique à la deuxième loi de Maxwell.

Quant à la première loi de Helmholtz-Duhem, elle n'a pas son équivalent dans la théorie de Maxwell, qui n'admet pas de flux de déplacement longitudinaux.

II

Les belles expériences de M. Blondlot (2) sur la vitesse de propagation des ondes électro-magnétiques dans l'air concordent indifféremment avec la deuxième loi de Helmholtz-Duhem et avec la première loi de Maxwell.

Quels résultats susceptibles de confirmer ou d'infirmer les autres lois théoriques l'expérience fournit-elle ?

Les expériences effectuées par MM. L. Arons et H. Rubens (3) sur

(1) P. Duhem. *Sur l'interprétation théorique des expériences hertziennes.* (*L'Éclairage électrique*, t. VI, p. 494, 1895.)
Sur l'équivalence des flux de conduction et des flux de déplacement (*Ibid.*, 1896).

(2) R. Blondlot. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXIII, p. 628, 9 novembre 1891.

(3) L. Arons et H. Rubens. *Wiedemann's Annalen*, t. XLII, p. 581, 1891.

l'huile de pétrole, par MM. Cohn et Zeemann (1) sur l'eau conduisent à la loi expérimentale suivante :

Pour les oscillations qui excitent un même résonateur, le rapport de la longueur d'onde l *dans l'air à la longueur d'onde* l' *dans un diélectrique est égal à la racine carrée du pouvoir inducteur spécifique du diélectrique par rapport à l'air :*

$$\frac{l}{l'} = \sqrt{\frac{K'}{K}}.$$

Nous désignons par les lettres l, l' les longueurs d'onde observées, sans présumer si elles se rapportent à des flux transversaux ou à des flux longitudinaux.

L'étude de l'huile de ricin a conduit, d'autre part, M. Blondlot à énoncer la loi suivante (2) :

Un résonateur étant donné, la longueur des ondes qu'il décèle reste la même, quel que soit le milieu isolant dans lequel l'expérience est faite :

$$l = l'.$$

III

Ces lois expérimentales peuvent être indifféremment invoquées en faveur de la théorie de Maxwell ou en faveur de la théorie de Helmholtz, suivant les hypothèses que l'on admet :

1° Relativement à l'espèce d'ondulations (longitudinales ou transversales) que décèle le résonateur dans chaque expérience ;

2° Relativement à la période du résonateur.

Nous désignerons par λ la longueur d'onde des oscillations transversales, par t leur période. On a donc pour deux diélectriques différents :

$$\lambda = vt,$$
$$\lambda' = v't'.$$

Nous désignerons par Λ la longueur d'onde des oscillations longitudinales, par T leur période. On a donc pour deux diélectriques différents :

$$\Lambda = VT,$$
$$\Lambda' = V'T';$$

(1) Cohn et Zeemann, Strasbourg, 1893.

(2) R. Blondlot. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXV, p. 225, 25 juillet 1892.

1° Supposons que dans les expériences précédentes les oscillations transversales seules aient été décelées :

$$l = \lambda,$$

ce qu'on devra nécessairement admettre si l'on tient pour la théorie de Maxwell.

Les expériences de MM. Arons et Rubens, de MM. Cohn et Zeemann et de M. Blondlot ont été faites en plongeant le résonateur dans le milieu étudié (huile, eau) qui entourait les fils de concentration du champ. On peut donc se demander si l'on doit supposer que la période du résonateur est *indépendante de la nature du milieu* qui le baigne ou bien que la période du résonateur *dépend de la nature du milieu* qui le baigne.

Acceptons la première hypothèse :

$$t = t'.$$

Nous déduisons des expériences de MM. Arons et Rubens, de MM. Cohn et Zeemann :

$$\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{K'}{K}}.$$

Cette conclusion concorde avec la deuxième loi de Maxwell, avec la troisième loi de Helmholtz-Duhem.

Nous déduisons des expériences de M. Blondlot :

$$v = v',$$

conclusion qui contredit la théorie de Maxwell ainsi que la théorie de Helmholtz.

Acceptons la deuxième hypothèse, la période du résonateur dépend du milieu qui le baigne, et supposons, comme M. Blondlot croit pouvoir le déduire de la formule de Thomson, que la période soit en raison inverse de la racine carrée du pouvoir inducteur spécifique du diélectrique :

$$\frac{t}{t'} = \sqrt{\frac{K'}{K}}.$$

Les expériences de MM. Arons et Rubens, de MM. Cohn et Zeemann nous conduisent à écrire :

$$v = v',$$

conclusion en contradiction avec la théorie de Maxwell et avec la théorie de Helmholtz.

Les expériences de M. Blondlot conduisent à écrire :

$$\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{\overline{K'}}{K}},$$

conclusion qui concorde avec la deuxième loi de Maxwell, avec la troisième loi d'Helmholtz-Duhem.

C'est cette conclusion que M. Blondlot tire de ses expériences.

2° Supposons, en second lieu, que dans les expériences que nous analysons, les oscillations longitudinales seules aient été décelées,

$$l = \Lambda.$$

Et acceptons la première hypothèse relativement à la période du résonateur.

$$T = T'.$$

Nous déduisons alors des expériences de MM. Arons et Rubens, de MM. Cohn et Zeemann :

$$\frac{V}{V'} = \sqrt{\frac{\overline{K'}}{K}}$$

Conclusion sans interprétation dans la théorie de Maxwell et en désaccord avec la première loi de Helmholtz-Duhem.

Nous déduisons des expériences de M. Blondlot :

$$V = V',$$

conclusion sans interprétation dans la théorie de Maxwell et qui concorde avec la première loi de Helmholtz-Duhem.

Si nous acceptons la deuxième hypothèse relative à la période du résonateur :

$$\frac{T}{T'} = \sqrt{\frac{\overline{K'}}{K}}.$$

Les expériences de MM. Arons et Rubens, de MM. Cohn et Zeemann conduisent à écrire :

$$V = V',$$

conclusion sans interprétation dans la théorie de Maxwell et qui concorde avec la première loi de Helmholtz-Duhem.

Les expériences de M. Blondlot conduisent alors à écrire :

$$\frac{V}{V'} = \sqrt{\frac{K'}{K}}$$

conclusion sans interprétation dans la théorie de Maxwell et en désaccord avec la théorie de Helmholtz.

En résumé, suivant les hypothèses admises, aussi plausibles les unes que les autres, les expériences de MM. Arons et Rubens, de MM. Cohn et Zeemann, d'une part, celles de M. Blondlot, d'autre part, confirment ou infirment l'une des deux théories en présence. De plus, les premières expériences semblent en contradiction avec les secondes, les premières vérifiant l'une des théories quand les secondes l'infirment et inversement.

IV

Nous avons entrepris des expériences dont le détail a été récemment publié (1) et dont l'interprétation ne prête pas, croyons-nous, à une semblable ambiguïté.

Ces expériences consistent à étudier la propagation des oscillations électriques dans divers diélectriques (air, huile, eau) en employant le résonateur filiforme de Hertz disposé successivement dans deux positions différentes. Dans la première (position 1), le résonateur a son plan perpendiculaire au plan des fils de concentration du champ. Dans la seconde position (position 2), le plan du résonateur est parallèle au plan des fils de concentration ou coïncide avec ce plan.

Dans un premier dispositif, un même résonateur est placé à l'intérieur d'une cuve oblongue traversée dans le sens de la longueur (4 mètres) par les fils concentrant le champ, dans les deux positions successives 1 et 2. On effectue avec ce résonateur deux séries de mesures : pendant la première, le réservoir ne contient que de l'air ; lors de la seconde, le réservoir est rempli du liquide étudié (huile, eau).

Dans un second dispositif, les deux fils tendus à l'intérieur du réservoir ne sont pas reliés aux plaques de concentration du champ parallèles aux plateaux de l'excitateur dès leur sortie du réservoir. Ils sont tendus à l'extérieur du réservoir sur une longueur de 3 mètres avant d'arriver au

(1) *Recherches expérimentales sur les oscillations électriques*, Paris, A. Hermann, 1899.

voisinage de l'excitateur, qui se trouve ainsi éloigné à 3 mètres du réservoir.

Un résonateur placé successivement dans les positions 1 et 2 (la figure le suppose placé dans la position 1) est disposé dans l'air dans une région située entre le réservoir et l'excitateur et à une distance de la paroi extérieure du réservoir égale au quart de la longueur d'onde des oscillations qui excitent ce résonateur dans l'air. Dans ces conditions, un pont mobile placé au voisinage du résonateur le rend muet ; le même pont, disposé contre la paroi même du réservoir, excite le résonateur. Pour empêcher une action gênante de l'excitateur, on dispose en avant du résonateur, entre l'appareil et l'excitateur, un pont fixe π établi à une distance du résonateur égale au quart de la longueur d'onde des oscillations qui l'excitent.

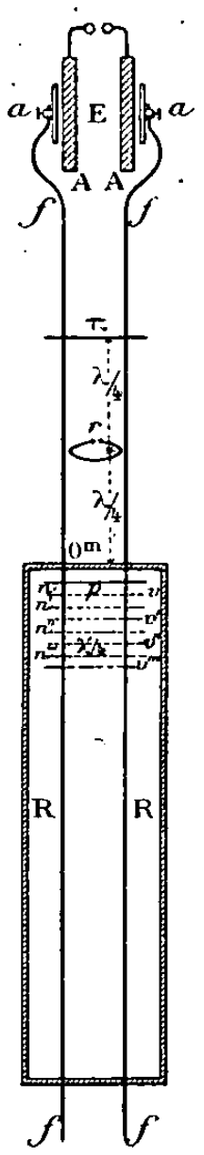


FIG. 1.

En déplaçant un pont mobile p dans le réservoir, on détermine avec précision les sections nodales et les sections ventrales partant les longueurs d'onde. On constate alors que, lorsque le résonateur est dans la position 1, dans la longueur qu'occupe une concamération, lorsque le réservoir est vide, s'étagent, dès qu'il est plein d'eau, sept à huit concamérations. Lorsque le résonateur est dans la position 2, le pont mobile p déplacé dans le réservoir indique des concamérations égales, que le réservoir soit vide ou qu'il soit rempli de liquide.

Les lois expérimentales auxquelles nous ont conduit ces deux séries d'expériences sont les mêmes dans les deux cas. Elles s'expriment par les énoncés suivants :

Les longueurs d'onde des oscillations qui, dans l'air, excitent un même résonateur, placé soit dans la position 1, *soit dans la position* 2, *sont les mêmes :*

$$l_1 = l_2.$$

Les longueurs d'onde l_2, l'_2 *des oscillations qui excitent un résonateur de Hertz placé dans la position* 2 *sont les mêmes dans l'air et dans un diélectrique autre que l'air :*

$$l_2 = l'_2.$$

Pour les oscillations qui excitent le résonateur de Hertz dans la position 1, *le rapport de la longueur d'onde* l_1 *dans l'air à la longueur d'onde* l'_1 *dans un diélectrique autre que l'air est égal à la racine carrée du pouvoir inducteur spécifique du diélectrique par rapport à l'air :*

$$\frac{l_1}{l'_1} = \sqrt{\frac{K'}{K}}.$$

Pour interpréter ces lois, il faut ici encore faire choix d'hypothèses relativement à l'espèce d'oscillations qui excitent le résonateur dans les deux positions différentes.

Nous admettons que :

1° Le résonateur de Hertz, placé dans la position 1, n'est excité que par les flux transversaux :

$$l_1 = \lambda ;$$

2° Le résonateur de Hertz, placé dans la position 2, n'est excité que par les flux longitudinaux :

$$l_2 = \Lambda.$$

Nous ne pouvons plus hésiter touchant le choix à faire concernant l'hypothèse relative à la période du résonateur.

Le second dispositif que nous employons, et c'est là son avantage sur ceux de MM. Cohn et Zeemann, de M. Blondlot, nous *oblige* à considérer la période du résonateur comme *indépendante de la nature du milieu* qui le baigne. Dans ce dispositif, en effet, le résonateur demeure constamment placé dans l'air pendant que le pont mobile est déplacé dans l'air, et lorsque le pont mobile est déplacé dans le milieu étudié.

Nous devons donc admettre que :

$$t = t',$$
$$\mathrm{T} = \mathrm{T}'.$$

Nos expériences nous conduisent alors à écrire :

$$\mathrm{V}_o = v_o,$$

ce qui est conforme à la deuxième loi de Helmholtz-Duhem

$$\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{\mathrm{K}'}{\mathrm{K}}}$$

conclusion qui concorde avec la deuxième loi de Maxwell, avec la troisième loi d'Helmholtz-Duhem ;

et

$$\mathrm{V} = \mathrm{V}'$$

conclusion qui concorde avec la première loi de Helmholtz-Duhem et qui n'est pas explicable dans la théorie de Maxwell.

Nous ferons remarquer que la deuxième loi expérimentale que nous énonçons :

$$l_2 = l'_2$$

est conforme aux déterminations faites par M. Blondlot, si l'on admet que *le résonateur de M. Blondlot fonctionne comme un résonateur de Hertz placé dans la position 2*. Nous avons vérifié cette hypothèse par une expérience directe,

La troisième loi expérimentale que nous énonçons :

$$\frac{l_1}{l'_1} = \sqrt{\frac{\overline{K'}}{\overline{K}}}$$

est conforme aux déterminations faites par MM. Cohn et Zeemann si l'on admet que *le résonateur de MM. Cohn et Zeemann fonctionne comme un résonateur de Hertz placé dans la position 1*. Nous avons également vérifié cette supposition par une expérience directe.

Nos expériences montrent donc que la contradiction entre les déterminations de MM. Arons et Rubens, Cohn et Zeemann, et celles de M. Blondlot n'est qu'apparente.

Elles apportent, de plus, en permettant de fixer l'hypothèse, à admettre concernant la période du résonateur, une confirmation de la théorie de Helmholtz-Duhem.

M. André BROCA

Agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

SUR LA CORRECTION DE L'ASTIGMATISME [535. 753]

— Séance du 15 septembre —

On sait que l'œil astigmate est tel que sa courbure n'est pas la même dans tous les méridiens. Le théorème de Meusnier nous apprend d'ailleurs que tant que la surface cornéenne ne présente pas d'irrégularités notables, c'est-à-dire tant qu'on peut la considérer comme étant une portion infiniment petite d'une surface finie, on a le droit de lui considérer deux plans principaux ou de symétrie rectangulaires, tels que la courbure y soit maxima et minima. C'est là ce qui caractérise la symétrie du système par rapport à la normale centrale. Il est aisé de voir que ceci revient à admettre que toutes les sections planes, normales à cette normale principale, sont des ellipses.

Cela étant posé, je vais d'abord donner une démonstration simple de ce

fait, démontré par Sturm pour la première fois, que tout faisceau réfracté dû à un faisceau homocentrique est assujetti à rencontrer deux droites rectangulaires, dans le cas particulier où le point lumineux est sur une normale à la partie utile de la surface réfringente.

Soient O le point-lumineux, et E l'ellipse d'intersection par un plan normal à la normale ON. Son équation et $\frac{dx^2}{a^2} + \frac{dy^2}{b^2} = 1$ puisque les coordonnées sont infiniment petites. Soient au point M, MM′ le réfracté de OM, et M′ son intersection avec le plan P′, situé à la distance NN′ $= l$ de N. J'appelle dx', dy' les coordonnées de M′ par rapport aux plans principaux. J'ai $dx' = \varphi\,(l, dx, dy)$ $dy' = \psi\,(l, dx, dy)$ ou en développant :

$$dx' = \theta_1\,(l)\,dx + \theta_2\,(l)\,dy$$
$$dy' = \eta_1''\,(l)\,dx + \eta_{12}\,(l)\,dy.$$

Mais les axes choisis étant certainement des axes de symétrie pour la courbe lieu de M, il faut que, en changeant dx en $-dx$ sans changer dy, dx change de signe, de même que dy se change en $-dy'$, si on change dy en $-dy$ sans changer dx. Donc, on a $dx' = \theta(l)dx$, $dy' = \eta(l)dy$, d'où on tire pour le lieu du point M′ $\frac{dx^2}{\theta^2(l)a^2} + \frac{dy^2}{\eta^2(l)b^2} = 1$.

La section est donc une ellipse, qui se réduit à une droite pour $\theta(l) = 0$ ou $\eta(l) = 0$. Les droites ainsi obtenues sont situées dans les plans principaux et dirigées parallèlement aux sections principales. D'ailleurs, le pied d'une d'elles sur l'axe est donné par la réfraction dans le plan principal, et ce point est indépendant de la section E. Donc, les deux droites que nous avons trouvées sont les mêmes pour toute la région de la surface située autour de N.

Cherchons maintenant dans quelles conditions nous pouvons effectuer la correction de l'astigmatisme. Nous dirons que la correction est effectuée quand les rayons auront été amenés à concourir en un même point de l'axe. Supposons qu'il en soit ainsi pour les rayons réfractés dans les deux sections principales ONP, ONP′. Cela veut dire que les pieds des deux droites de Sturm sur l'axe sont confondues. Donc les rayons assujettis à les rencontrer toutes deux passeront par leur intersection et seront homocentriques. Il suffit donc pour corriger complètement un faisceau que les corrections soient faites pour les plans de symétrie du système astigmate.

Je vais maintenant démontrer qu'il faut que les plans de symétrie du système correcteur et du corrigé coïncident.

En effet, quand des rayons situés dans un même plan rencontrent une surface astigmate dans un plan autre qu'un plan principal, ils se réfractent en formant une surface gauche. Ils ne peuvent donc concourir en un même point. Soit alors le faisceau réfracté correspondant aux rayons

situés dans une des sections principales du premier système. Comme ils sont dans une section principale, ils se réfracteront en restant dans le même plan. Ils rencontreront la deuxième surface suivant une section plane. Si cette section est une section principale, les rayons réfractés une deuxième fois couperont l'axe. Si ce n'est pas une section principale, ils ne la couperont pas. On ne pourra donc songer à établir une correction pour le système total que si les deux plans de symétrie des deux systèmes composants sont confondus. Cherchons maintenant ce qui se produit quand la correction est faite ainsi.

Supposons un rayon situé dans l'un des plans de symétrie, nous pourrons avoir son réfracté en faisant dans ce plan les constructions habituelles. Nous déterminerons ainsi le foyer et la droite principale correspondant à cette section plane. Faisons la même construction pour le plan rectangulaire, nous aurons un autre foyer et un autre plan principal.

Supposons que nous ayons à corriger un dioptre astigmate, et que nous ne puissions avoir recours pour le corriger qu'à une lentille infiniment mince et astigmate. Nous pourrons, en plaçant cette lentille à une certaine distance, calculer son astigmatisme de manière à superposer les foyers relatifs aux deux plans de symétrie. En général, les droites principales ne seront pas superposées. Le faisceau issu d'un point à l'infini sera homocentrique, mais on voit immédiatement que le faisceau dû à un point à distance finie ne le sera pas, à cause de la différence même des distances focales et de la superposition des foyers.

Parmi toutes ces lentilles minces, il y en aura une qui superposera à la fois les foyers et les plans principaux, c'est celle qui sera appliquée contre le dioptre. Il suffit pour le voir de faire la construction classique qui donne le plan principal et le foyer d'un système composé.

Dans tous les autres cas, la correction ne sera qu'approchée. Montrons-le dans celui de la correction normale de l'œil astigmate. Dans ce cas, le système à corriger a une puissance de 56 dioptries environ et nous supposons que son astigmatisme ne dépasse pas 4 dioptries. Au delà de cette limite l'expérience prouve que la correction est toujours défectueuse. Le verre correcteur est toujours placé au foyer antérieur de l'œil, ou au moins dans ses environs immédiats. La construction bien connue montre que, dans ce cas, le foyer du système total ne coïncide plus avec celui du deuxième système composant, mais que la distance focale du système total est la même que celle du deuxième système seul. Ceci s'applique exactement quand la lentille mince correctrice est au foyer exact. Dans le cas qui nous occupe, elle ne pourra être à la fois au foyer des deux méridiens de symétrie, mais ce qui suit sera exact à un infiniment petit près, puisque l'astigmatisme du système est supposé infiniment petit. Quand la correction sera faite dans ce cas au point de vue de l'homocen-

tricité, les distances focales seront les mêmes que dans le système non corrigé. Ceci peut se voir aisément. La formule qui donne la distance focale d'un système composé de deux autres de distances focales φ_1'' et φ_2'' est $\Phi'' = -\frac{\varphi_1''\ \varphi_2''}{\varepsilon}$ ε étant l'abscisse du premier foyer du deuxième système par rapport au deuxième foyer du premier système. Si la coïncidence du premier foyer du deuxième système avec le deuxième plan principal du premier système a lieu $\varepsilon = -\varphi_1''$ et $\Phi'' = \varphi_2''$. Supposons maintenant que $\varepsilon = -\varphi_1'' + \eta$, η étant une petite quantité, nous avons $\Phi'' = \varphi_2'' + \eta_1'' \cdot \frac{\varphi_2''}{\varphi_1''}$.

Si nous avons corrigé un système astigmate par un cylindre à génératrices situées dans un des plans principaux, et au foyer de celui-ci, nous aurons à considérer pour l'autre méridien une distance focale $\chi'' = \varphi_2'' + 0$ et la distance focale du système total sera $\Phi'' = \varphi_2'' + 0 + \eta\ \frac{\varphi_2''}{\varphi_1''}$, η désignant la distance de la lentille au foyer du méridien. Or $\eta = -\frac{\theta}{n}$ n étant l'indice de lumière vitrée, (c'est une application de la formule $\Phi'' = \frac{n\mathrm{R}}{n-1}$), donc $\Phi'' = \varphi_2'' + \eta\left(\frac{\varphi_2''}{\varphi_1''} - \frac{1}{n}\right)$

Or, φ_1'', est toujours très grand, dans le cas qui nous occupe, la correction parfaite ne peut donc jamais avoir lieu.

On devra donc, pour avoir l'image d'un point dans chacun des plans principaux des systèmes, employer deux plans principaux différents, les foyers étant confondus. Donc, si la correction est faite pour l'infini, elle ne le sera pour aucun autre point.

Une autre conséquence se tire de là : c'est que si on construit l'image d'un même objet dans les deux plans, les dimensions de l'image ne seront pas les mêmes. Une expérience facile à faire en convaincra les astigmates notables. Ceux-ci peuvent, en effet, voir nettement de deux manières, soit en déformant irrégulièrement leur cristallin, soit avec le verre correcteur. Il est aisé de voir que, si un objet leur semble carré dans le premier cas, il leur semblera rectangulaire dans le second.

M. Ch.-V. ZENGER

Professeur à l'École polytechnique de Prague.

LE MOUVEMENT D'UNE TOUPIE DANS LE CHAMP MAGNÉTIQUE D'UN PUISSANT ÉLECTRO-AIMANT [538. 6]

— Séance du 18 septembre —

J'ai fait à Paris pendant l'Exposition universelle de 1889 dans la salle d'expériences du Bureau central météorologique, que M. le directeur E. Mascart avait gracieusement mise à ma disposition, une série d'expériences sur le mouvement d'une sphère creuse de cuivre rouge, soutenue par une ficelle élastique assymétriquement au pôle d'un puissant électro-aimant. (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 4 septembre 1889.)

En mettant la sphère en rotation rapide par la torsion du fil de soie, qui sert à la suspension de celle-ci du côté de l'axe magnétique, le mouvement orbiculaire elliptique commence, imitant le mouvement planétaire orbiculaire et rotatoire. Ce mouvement est produit par les courants dans la sphère en cuivre rouge induits par le pôle magnétique. Les courants étant repoussés par le pôle, qui les a induit, il s'ensuit que le mouvement planétaire orbiculaire est dû à l'action inductrice du soleil, considéré comme un puissant électro-aimant sur la sphère planétaire en rotation, répulsive et non attractive, comme on l'a considéré jusqu'ici.

L'hypothèse Newtonienne n'est, du reste, erronée, comme on a reproché à ma théorie électro-dynamique, que dans le signe de l'action qui est négatif au lieu d'être positif, c'est-à-dire attractif.

Il n'y a pas autre chose à faire que de substituer à la loi de Newton la loi de Gauss, modifiée par Riemann, sur l'action à distance de deux aimants en mouvement.

L'idée m'est venue de remplacer la sphère, suspendue par une ficelle en soie tordue et placée à côté de l'axe magnétique d'un puissant électro-aimant, par une toupie en rotation sur un miroir parabolique d'argentane, comme il est employé dans la lampe électrique de Dubosq.

Le miroir enfumé est placé sur le pôle d'un puissant électro-aimant, de manière que le pôle coïncide avec le sommet de la parabole, dont l'axe est en coïncidence avec l'axe magnétique de l'électro-aimant.

L'axe pointu de la toupie est placé au bord du miroir parabolique, et

doit décrire en tombant une courbe parabolique, et monter de l'autre côté, comme une boule qu'on laisserait tomber du bord du paraboloïde monterait de l'autre côté, accomplissant ainsi un mouvement de pendule oscillatoire.

Tant qu'on active l'électro-aimant par un courant de 10 à 30 ampères et de 100 à 120 volts, on observe un mouvement orbiculaire elliptique inscrit sur la surface du miroir parabolique enfumé.

Le cercle noir est l'image noircie *(fig. 1)* du miroir, (*a*) il représente dans la photographie le point de départ sur le miroir parabolique, où était placée dans l'expérience la toupie mise en rotation par une ficelle détachée rapidement de l'axe, autour duquel on l'a enroulé.

La rotation rapide à proximité du pôle puissant produit des courants d'induction d'autant plus puissants, que la toupie a des dimensions plus grandes et que le champ magnétique est plus puissant.

On voit tout de suite l'effet répulsif du pôle de l'électro-aimant sur les courants induits dans le disque de la toupie en cuivre jaune ou en bronze phosphoreux.

La courbe ouverte parabolique se transforme rapidement en courbe close elliptique (*a*) vers (*b*) et suivent alors les ellipses *c*, *d*, *f*, *g*, *h*, *k*, etc.

On remarque que les apsides ou la ligne qui joint les points les plus rapprochés et les plus éloignés du pôle magnétique (*m*) se trouvent en rotation rapide (déplacement du périhélie de la planète).

M. Tisserand a bien voulu, comme il m'a promis, recalculer l'orbite de Mercure, en vue d'expliquer la variation irrégulière, ou du moins inexplicable en totalité par les lois de Kepler et Newton.

Il a trouvé que la loi Gauss-Riemann, comme j'ai proposé en 1889, remplaçant les lois de Kepler et de Newton, n'altère sensiblement les constants de l'orbite planétaire à l'exception de la position du périhélie et puis l'excentricité de l'orbite.

C'est ce qu'on voit exécuté par la toupie dans l'expérience. Tandis que la rotation de l'axe d'orbite est très vive, le changement de l'excentricité de l'orbite elliptique est beaucoup moins apparent.

Mais la résistance produit par le frottement du point de l'axe et du miroir enfumé, réduisant la vitesse de rotation de la toupie, réduit aussi la force du courant induit, la répulsion est rapidement amoindrie et les ellipses se transforment de plus en plus en cercles décrits autour du pôle magnétique.

Imaginons que la toupie représente une comète se mouvant en courbe ouvert (parabolique ou elliptique) dans la direction de Jupiter par exemple, la photographie ne représente-t-elle pas alors l'histoire d'une comète (par exemple celle de Lexell) capturée par la planète géante?

Ne peut-on expliquer la formation du cinquième satellite de Jupiter, ainsi : une comète capturée par Jupiter, vient sous l'influence de Jupiter, considéré comme électro-aimant d'une puissance énorme, de transformer son orbite parabolique en orbite elliptique, se changeant de plus en plus en orbite à peu près circulaire avec rotation rapide de la longitude du périhèlie, comme M. Tisserand l'a trouvé pour le cinquième satellite de Jupiter (84° à peu près) (1). Ce mouvement rapide des apsides du cinquième satellite de Jupiter doit être l'effet de la résistance toujours croissante par le milieu à proximité de Jupiter, elle fait diminuer la vitesse de rotation de la comète, transformée en satellite, comme la toupie

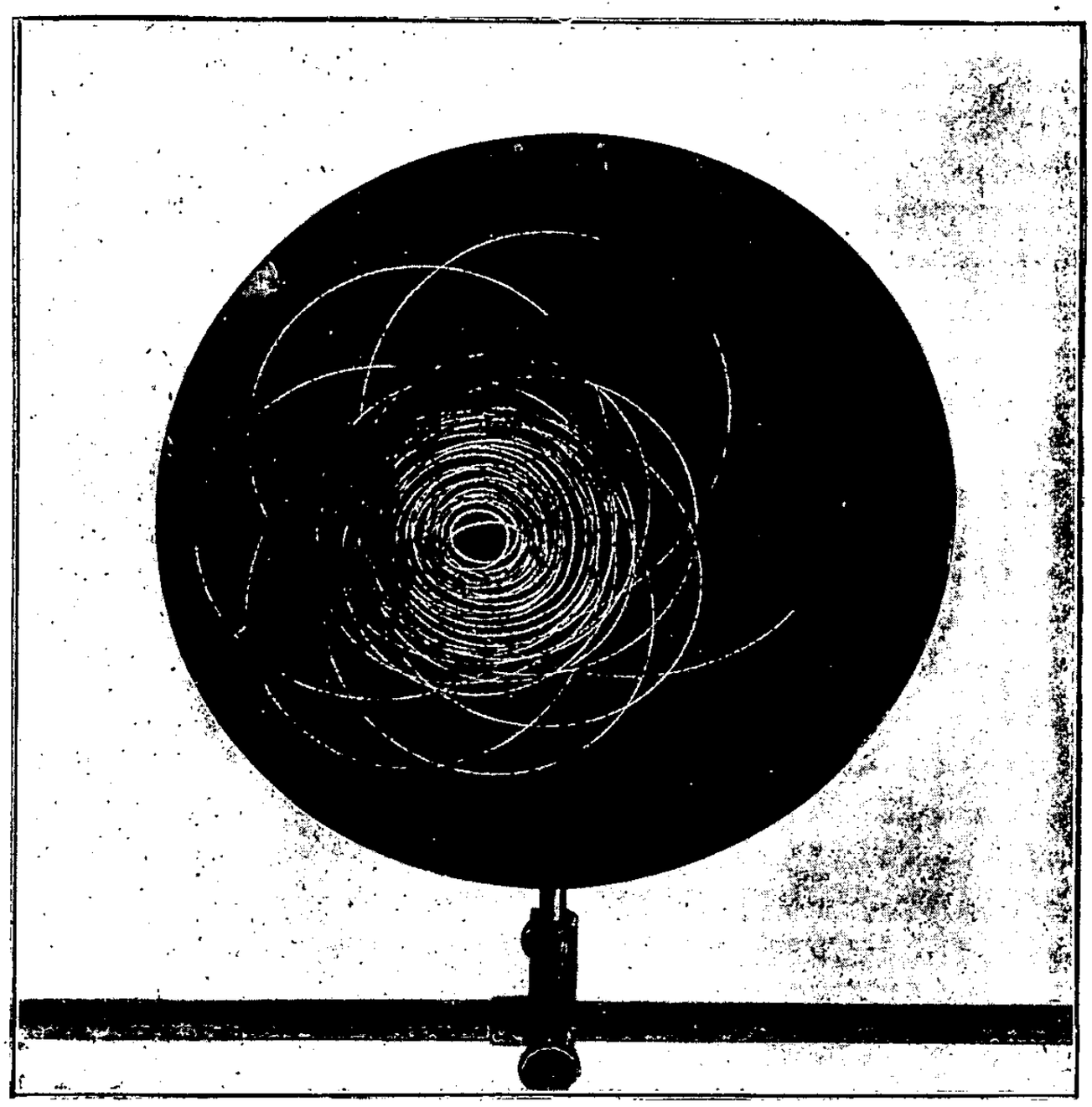


FIG. 1.

se mouvant au début en orbite parabolique, suivant les contours du miroir, transforme en approchant du pôle de l'électro-aimant son orbite en orbites elliptiques, pour finir, par l'amoindrissement de leur excentricité, par des orbites se rapprochant plus ou moins de cercles, qui,

(1) Voir les comptes rendus. L'orbite du cinquième satellite de Jupiter, 1896.

de leur côté, se rétrécissent de plus en plus, à cause du mouvement rotatoire de plus en plus lent, et de la répulsion rapidement décroissante du pôle sur les courants induits affaiblis.

Voilà l'histoire du mouvement d'une comète capturée par une planète puissante, comme l'est Jupiter, depuis le commencement jusqu'au moment où elle doit tomber dans l'atmosphère de celle-ci près du point *(m)*, leur orbite touchant la planète, représentée dans la figure 1 par le pôle de l'électro-aimant.

La courbe décrite par le pôle terrestre peut être reproduite par la toupie tournant dans le champ d'un puissant électro-aimant.

M. Flammarion a publié dans *le Bulletin de la Société Astronomique de France* (octobre 1898) le résultat des observations des astronomes sur la variation de latitude produite par le mouvement en apparence irrégulier,

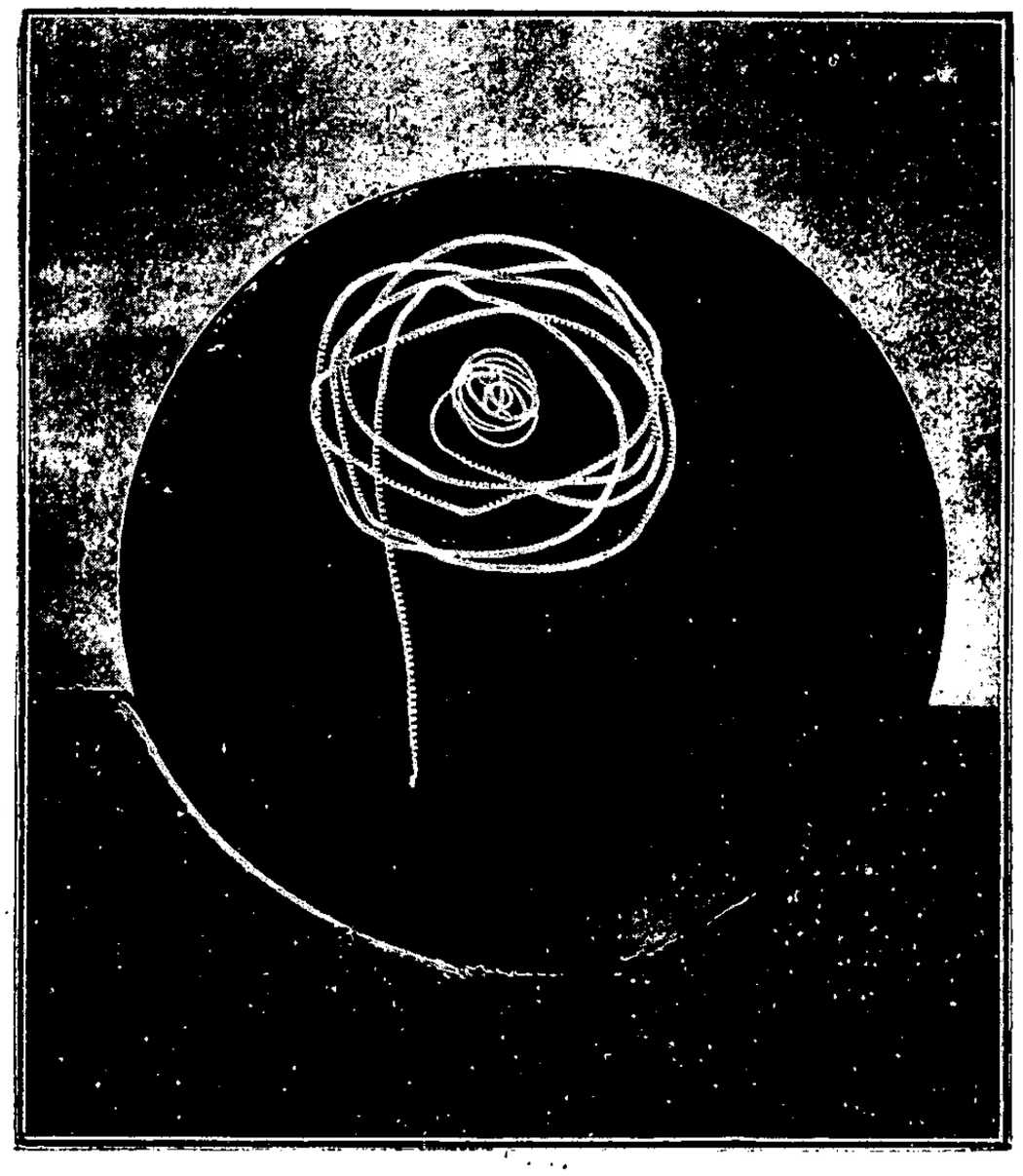


FIG. 2.

mais périodique du pôle terrestre. On a attribué ce mouvement à la variation d'équilibre produit par le mouvement de l'atmosphère et de la mer.

Mais c'est bien l'action variable en certaines limites de la force inductrice du soleil sur notre planète en rotation constante. De même qu'elle fait varier le magnétisme terrestre produit par l'induction variable du magné-

tisme solaire, ainsi la toupie tournante dans le champ d'un puissant électro-aimant reproduit à s'y méprendre, la courbe dessinée par M. Albrecht, de la marche du pôle terrestre depuis le 1er janvier 1890, jusqu'au 1er juin 1897 *(fig. 2)*.

La toupie est placée excentriquement au pôle de l'électro-aimant près du bord d'une lentille concave de verre de 190 millimètres d'ouverture.

La lentille enfumée reçoit l'image du mouvement de l'axe de la toupie. On remarque trois mouvements différents *(fig. 3)* :

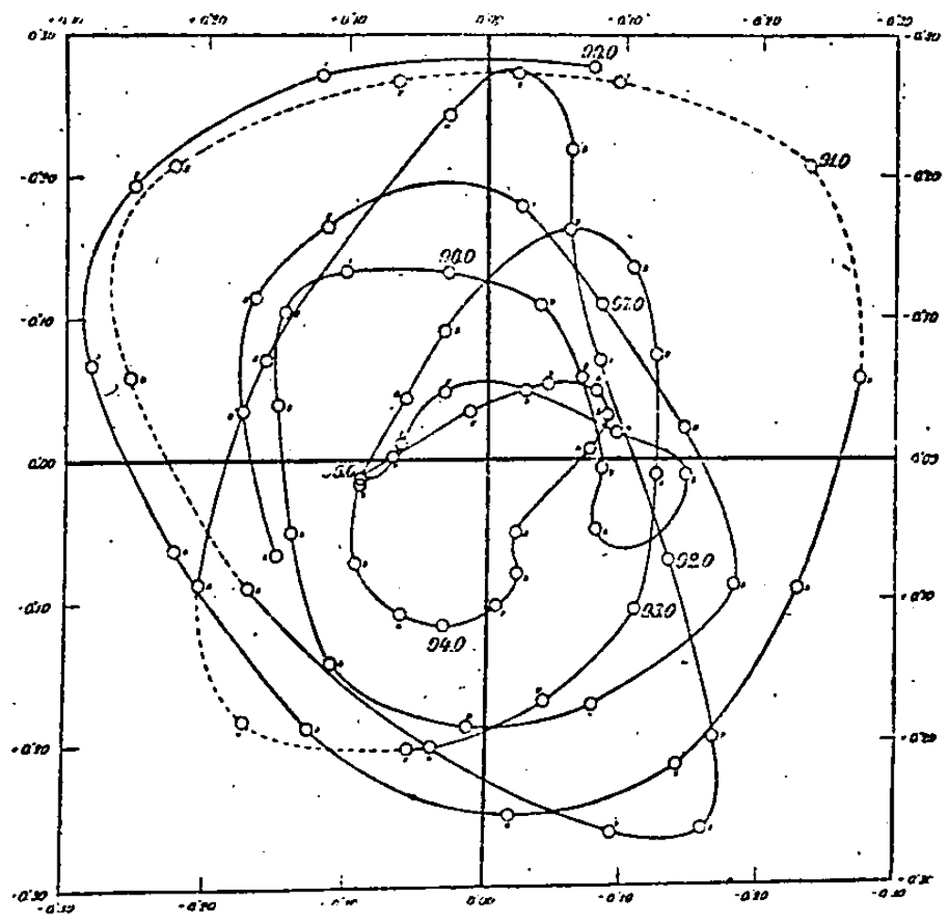


FIG. 3.

1° Le mouvement de précession produit par la friction du point de la toupie sur la surface du verre ;

2° La friction étant variable, on remarque une autre courbe dessinée sur celle de la précession, la courbe de nutation ;

3° Le mouvement orbital de l'axe irrégulier, comme celui de la courbe du pôle terrestre (12e mouvement), mouvement en latitude.

Les deux mouvements sont représentés par des petites courbes sinueuses inscrites dans les figures $(2, a)$ et $(3, a_1)$, ce sont de petites ellipses roulantes sur la courbe de précession (voir le Nutoscope, Monthly, Notice R.-E. Society, London, 1872) ; le mouvement du pôle de la toupie montre enfin des irrégularités apparentes très ressemblantes à la courbe du pôle terrestre dessinée par M. Albrecht d'après les observations de 1890 à 1897 des changements de latitudes terrestres *(fig. 3)*.

M. A. TURPAIN

Docteur ès sciences, Préparateur de physique à la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux.

SUR LA MULTICOMMUNICATION EN TÉLÉGRAPHIE AU MOYEN DES OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES [538.52]

— Séance du 18 septembre —

Envisagé de la façon la plus générale le problème de la multicommunication en télégraphie peut s'énoncer ainsi :

Étant donné qu'un fil conducteur unit deux lieux déterminés A *et* N *et passe par une série d'autres lieux,* B, C, D..., L, *trouver un dispositif qui permette l'entretien de communications télégraphiques simultanées entre* A *et* B, A *et* C,... A *et* N, *et aussi entre* B *et* C, B *et* D,... B *et* N, *et ainsi de suite jusqu'à la communication entre* L *et* N*; en un mot entre tous les groupes que l'on peut former en combinant deux à deux de toutes les manières possibles les villes que relie le fil unique.*

Si ce problème n'a pas reçu de solution générale, des cas particuliers en ont été étudiés et résolus avec succès.

La construction des appareils télégraphiques actuels a atteint une perfection telle qu'il paraît difficile de les surpasser tant qu'on s'adresse. comme dans le télégraphe multiple Baudot, à des moyens *mécaniques*, et que l'on cherche à rapprocher les communications *successives* entre les divers récepteurs et manipulateurs reliés par une même ligne.

Il semble que la solution du problème ne puisse progresser qu'au moyen de principes *physiques* permettant une communication vraiment *simultanée* entre les différents postes. C'est ainsi qu'un télégraphe multiplex a été réalisé par Paul Lacour, en utilisant un dispositif accoustique indiqué en en 1860 par l'abbé Laborde. M. Mercadier a récemment repris cette idée et a réalisé le dispositif qu'il nomme duodéciplex.

Il semble toutefois difficile de permettre à l'aide de mouvements sonores l'entretien simultané sur une même ligne d'appareils télégraphiques absolument quelconques : Bréguet, Morse, Hughes, etc.

Nous avons appliqué les propriétés des oscillations électriques à la solution du problème ainsi envisagé et nous croyons être arrivé à le résoudre dans ses lignes principales.

Nous indiquerons tout d'abord les propriétés particulières des oscillations électriques que nous avons utilisées ; nous décrirons ensuite les dispositifs employés et les principales précautions dont il faut s'entourer pour appliquer avec succès ces propriétés.

I

Hertz et les physiciens qui ont répété ses expériences ont étudié les oscillations électriques dans un champ constitué par deux fils métalliques parallèles qui se terminent du côté de l'excitateur par deux plaques de concentration respectivement parallèles aux plateaux de l'excitateur et voisines de ceux-ci.

Ce champ d'oscillations, qui constitue le champ ordinaire à deux fils de Hertz, présente la propriété bien connue suivante : Un résonateur circulaire de Hertz, déplacé à partir de l'excitateur en maintenant son plan perpendiculaire à celui des fils de concentration présente des alternatives de fonctionnement et d'extinction. On dit qu'il décèle ainsi le système des ventres et des nœuds successifs des ondulations stationnaires étagées le long des fils.

Nous avons montré, en 1895, qu'un résonateur circulaire de Hertz présentant une coupure de quelques centimètres, indépendamment de celle offerte par le micromètre, présentait les mêmes phénomènes.

Supposons que les deux plateaux A et B de l'excitateur soient disposés parallèlement, aussi éloignés que possible, et flanqués chacun de deux plaques métalliques indépendantes, parallèles au plateau d'excitateur dont elle concentre les effets et dont elles sont d'ailleurs le plus rapprochées possible. Si l'on joint le fil 1 à l'une quelconque des plaques a, a' voisines de A, et le fil 2 à l'une quelconque des plaques b, b' voisines de B, on constitue un *champ ordinaire* de Hertz à deux fils. Si l'on joint les deux fils 1 et 2 à deux plaques voisines du même plateau excitateur (fil 1 et plaque a, fil 2 et plaque a' ; ou encore fil 1 et plaque b, fil 2 et plaque b'), le résonateur déplacé le long des deux fils ne décèle plus aucun système de ventres et de nœuds.

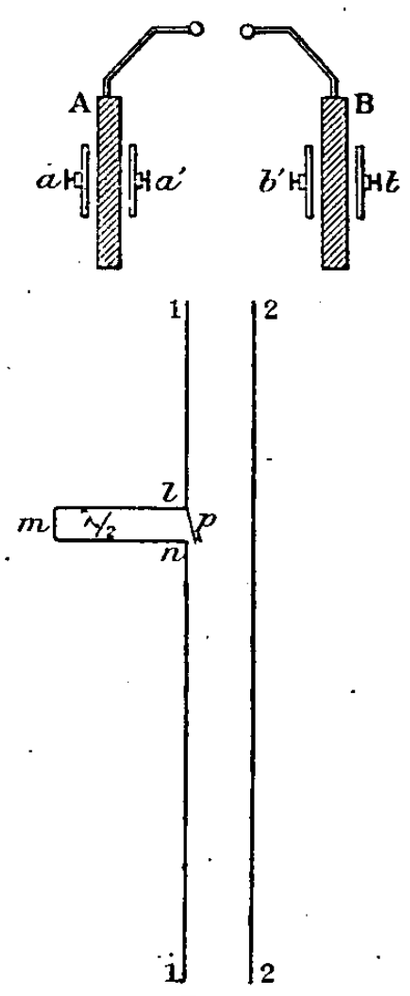


FIG. 1.

Il y a *interférence* tout le long du champ. On sait, en effet, que chaque fil considéré seul agit sur le résonateur.

Pour distinguer le champ à deux fils ainsi obtenu du *champ ordinaire* à deux fils de Hertz, nous lui donnerons le nom de *champ interférent*.

On peut très aisément transformer un champ interférent à deux fils en champ ordinaire à deux fils sans changer les communications des fils avec les plaques de concentration a, a', b, b'. — Il suffit pour cela d'intercaler

dans une coupure *ln* faite sur l'un des fils une longueur additionnelle de fil *lmn* égale à la demi-longueur d'onde des oscillations qui excitent le résonateur servant à l'investigation du champ *(fig. 1)*.

Le champ est-il *interférent* entre l'excitateur et la longueur additionnelle, il sera *ordinaire* à partir de la longueur additionnelle, et inversement. On peut d'ailleurs transformer la partie du champ qui est champ ordinaire en champ interférent : il suffit de supprimer à l'aide d'un pont *p* la longueur additionnelle de fil intercalé.

On conçoit aisément qu'il sera dès lors possible d'impressionner à volonté et à distance un résonateur par la mise en place ou l'enlèvement du pont mobile qui supprime ou intercale la longueur additionnelle de fil.

Supposons, en effet, qu'on ait constitué un champ interférent à deux fils. Un résonateur placé à l'extrémité des fils la plus éloignée de l'excitateur demeurera muet tant que le pont commandant la longueur additionnelle la supprimera. Il sera actionné dès que le pont sera enlevé ; une longueur additionnelle égale à la demi-longueur d'onde du résonateur à influencer étant alors intercalée sur un des fils, le champ interférent est transformé en champ ordinaire et le résonateur, situé en un ventre, fonctionne.

Supposons en second lieu qu'on ait constitué un champ ordinaire, à deux fils. Un résonateur placé à l'extrémité des fils la plus éloignée de l'excitateur fonctionnera tant que le pont commandant la longueur additionnelle de fil la supprimera. Il cessera de fonctionner dès que le pont sera enlevé; la longueur additionnelle étant alors intercalée sur l'un des fils le champ ordinaire est transformé en champ interférent et le résonateur cesse de fonctionner.

L'expérience montre encore que l'on peut actionner à volonté un résonateur placé à distance sans être obligé de tendre les deux fils de concentration du champ depuis l'excitateur jusqu'au résonateur. Il suffit que les fils soient distincts jusques et y compris la région où doit s'intercaler la longueur additionnelle de fil. Les deux fils sont réunis à partir de cet endroit. Le fil unique qui les prolonge ainsi propage ou ne propage pas l'oscillation de l'excitateur suivant que le pont qui commande la longueur additionnelle de fil est ouvert ou fermé.

En mettant en œuvre ces divers phénomènes qui se résument :

1° A constituer des champs interférents ;

2° A actionner à distance et à volonté un résonateur,

et en joignant à ces faits le facile fonctionnement d'un résonateur à coupure, on peut résoudre le problème qui nous occupe dans toute sa généralité.

II

Supposons qu'on établisse une série de couples de fils aboutissant tous en un point commun à partir duquel un seul fil est tendu, le fil de ligne. — Sur l'un des fils de chacun de ces couples une coupure est pratiquée, et une longueur additionnelle, différente de l'un des couples à l'autre, est établie et commandée par un pont. — Chaque longueur additionnelle correspond à l'un des différents résonateurs situés au bout de la ligne.

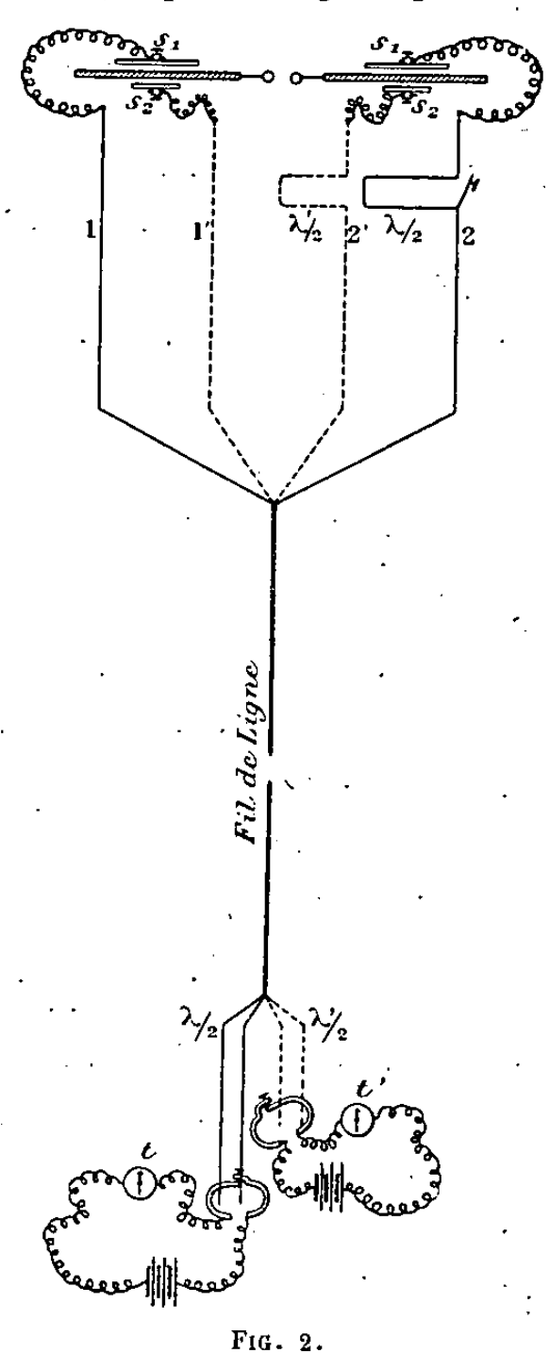


FIG. 2.

A l'arrivée de la ligne s'épanouissent à nouveau toute une série de couples de fils de longueurs différentes à l'extrémité de chacun desquels se trouve le résonateur qui y correspond.

La figure 2 indique ce dispositif pour deux résonateurs différents. On voit que, suivant que les deux ponts sont tous deux ouverts ou tous deux fermés, ou l'un ouvert et l'autre fermé, les deux résonateurs sont tous deux muets ou tous deux influencés, ou l'un muet et l'autre influencé. On peut donc ainsi actionner à distance celui des deux résonateurs que l'on veut et cela tandis qu'un autre expérimentateur actionne ou non l'autre résonateur.

On conçoit que, si ces résonateurs sont à coupure, on peut utiliser leur fonctionnement à l'entretien par une pile locale d'un appareil télégraphique quelconque. Il suffit que le pont situé à la station de départ et qui commande le résonateur à influencer soit lui-même invariablement lié au dispositif transmetteur de l'appareil télégraphique que l'on veut utiliser.

On conçoit également que l'on puisse, avec un semblable dispositif, mettre en communication simultanée, non seulement plus de deux postes situés à chaque extrémité de la ligne, mais un très grand nombre de postes étagés tout le long de la ligne. Il suffit pour cela que les résonateurs employés soient tous différents entre eux et qu'ils soient bien accordés avec les plaques de concentration et les longueurs additionnelles de fils avec lesquelles ils doivent correspondre.

En réalité, pour que les résonateurs fonctionnent bien indépendamment les uns des autres, il n'est pas possible d'opérer avec un seul excitateur à plateau disposé dans chaque poste, du moins s'il s'agit d'actionner simultanément plus de deux ou trois résonateurs.

Il devient alors indispensable de constituer des excitateurs pour ainsi dire *monochromatiques* qui, émettant d'une façon très active une oscillation de période déterminée, soient susceptibles d'actionner vigoureusement un résonateur donné, d'ailleurs choisi par tâtonnement à l'exclusion des autres.

Nous décrirons ici un moyen fort simple de constituer une série d'excitateurs monochromatiques. Il consiste à disposer, dans une cuve remplie d'huile de pétrole, côte à côte, toute une série de couples de sphères de laiton de diamètres décroissants arrangées comme suit :

D.C.B.A.A.B.C.D.

Dans le modèle que nous présentons au Congrès on a pratiqué au fond de la cuve et le long de ses parois des rainures où s'engagent les épaulements de pièces de bois destinées à supporter les sphères métalliques. — Ces pièces de bois sont d'épaisseur différentes suivant le diamètre de la sphère qui s'y trouve fixée ; l'épaisseur du support atteint le tiers du diamètre de la sphère. — On a pratiqué dans chaque pièce de bois une ouverture circulaire d'un diamètre de 4 centimètres plus grand que le diamètre de la sphère. — La surface latérale de l'ouverture cylindrique ainsi constituée est recouverte de clinquant et en communication avec un fil métallique extérieur. — La sphère est fixée au milieu de cette ouverture à l'aide d'une bague de bois de 2 centimètres d'épaisseur.

Les lamelles de clinquant ainsi disposées au voisinage d'un équateur de chacune des sphères et qui les entourent complètement jouent le rôle des plaques terminales des fils.

Toutes les sphères étant placées dans l'huile et à quelques millimètres les unes des autres, on les excite avec la même bobine de Ruhmkorff.

Chacun des couples de sphères de même diamètre se trouve alors, par raison de symétrie, le siège d'oscillations de même période pour chacune des deux sphères, mais de périodes différentes pour chaque couple.

Ces oscillations sont concentrées par les lames de clinquant qui avoisinent les sphères et propagées ou non jusqu'au résonateur en accord avec le couple de sphères considéré, suivant que le pont qui commande au départ la longueur additionnelle de fil relative à ce résonateur est ou non fermé.

III

Nous avons expérimenté ces dispositifs sur une ligne aérienne mesurant 170 mètres de longueur disposée autour des bâtiments de la Station d'électricité de Bordeaux-les-Chartrons. On n'avait pris, pour l'établissement de cette ligne, d'autres soins d'isolement que ceux en usage dans la disposition des lignes télégraphiques ordinaires.

Trois postes étaient établis, l'un A au commencement de la ligne, l'autre B au 2/3 de la longueur, le troisième C à l'extrémité.

Quelques-unes de ces expériences ont été réalisées en temps de pluie, cependant les cinq résonateurs accordés qui permettaient la réception entre A et B, A et C, B et C, B et A, C et B ont toujours fonctionné indépendamment les uns des autres et sans que, une fois réglés, l'envoi d'un signal destiné à l'un d'eux soit reçu par un autre. Deux de ces résonateurs étaient complets et on lisait les signaux par l'apparition d'étincelles de longue et courte durée ; les trois autres résonateurs étaient à coupure et entretenaient des électro-aimants.

En résumé, on peut assimiler l'emploi des oscillations électriques dans ce dispositif à l'emploi des vibrations sonores, et cela de la manière suivante :

Qu'on suppose un tube acoustique reliant deux ou plusieurs postes et muni à l'arrivée et au départ de plusieurs embouchures. Les embouchures, au départ, concentrent le mouvement sonore qu'émettent différents tuyaux sonores que nous supposerons, pour plus de simplicité, au nombre de deux seulement, l'un donnant le *la*, l'autre le *sol*. A l'arrivée, en face des embouchures, se trouvent placés des résonateurs acoustiques, l'un capable de renforcer le *la* et sourd au *sol*, l'autre capable de renforcer le *sol* et sourd au *la*.

Les transmissions faites au départ sur le *la* et sur le *sol* cheminent de concert ; à l'arrivée, le partage se fait grâce à la présence des résonateurs acoustiques de Helmholtz.

Il se passe un phénomène analogue dans le dispositif électrique que nous venons de décrire.

Si nous reprenons l'énoncé général du problème, nous pouvons dire que, grâce aux différents excitateurs qui fonctionnent dans les postes échelonnés A, B, C,... N, un cortège d'oscillations électriques de périodes différentes se propage sur la ligne AN. Le triage de ces oscillations électriques se fait à chaque résonateur qui garde et renforce celles de ces oscillations correspondant à sa période et laisse cheminer les autres ; ces dernières, à leur tour, sont reçues chacune par le résonateur qui lui est propre.

M. A. TURPAIN

Docteur ès sciences, Préparateur de physique à la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux.

SUR LA TÉLÉGRAPHIE PAR ONDES HERTZIENNES : LA TÉLÉGRAPHIE DITE SANS FILS

[538.52]

— Séance du 18 septembre —

Pour mener à bien ses essais de communications sans fils à petite distance, M. Marconi n'a imaginé aucun appareil nouveau, mais il a fait preuve d'un choix des plus judicieux en empruntant à M. Righi l'oscillateur qui produit les ondes qu'il lance dans l'espace, à M. Popoff et à M. Branly, l'antenne et le radioconducteur qui lui permettent de diriger ces ondes au départ, de les capter à l'arrivée.

Associant ces divers appareils avec un bonheur parfait, M. Marconi est parvenu à transmettre sans conducteurs interposés des ondes électriques à des distances de plusieurs kilomètres. Après les expériences si démonstratives qui se poursuivent encore actuellement entre Wimereux et la côte anglaise, la *communication sans fils à petite distance*, au moyen des ondes hertziennes peut être considérée comme définitivement sortie de la période des essais.

Un des inconvénients des dispositifs actuels réside dans l'obligation où l'on se trouve de placer les antennes à une très grande hauteur. Pour atteindre 20 kilomètres, il a fallu (expériences de Berlin) placer les antennes à plus de 25 mètres de hauteur ; à Wimereux, le mât qui porte la plaque terminale de l'antenne mesure 50 mètres.

D'autres inconvénients sont à signaler : l'insécurité des communications, faciles à intercepter sans en troubler l'échange ; l'impossibilité d'empêcher deux ou plusieurs postes voisins de s'influencer mutuellement.

Il est à craindre que le jour où plusieurs postes seront étagés sur nos côtes, il soit malaisé de bien assurer leur fonctionnement indépendamment les uns des autres. Toutefois, il ne faut pas trop insister sur ces premiers inconvénients que l'habileté des expérimentateurs et la connaissance, de jour en jour plus complète, qu'ils prennent des phénomènes utilisés, ne tarderont pas à éliminer.

Nous ne voulons ici examiner qu'un point que nous croyons important à fixer pour l'essor même de la télégraphie *dite* sans fils.

Les expériences de M. Marconi autorisent-elles à considérer comme résolu le problème général de la télégraphie sans fils ? En admettant

l'affirmative, peut-on, pénétrant dans le domaine des espoirs, prévoir qu'un jour plus ou moins proche des systèmes dérivés de ceux employés actuellement permettront la distribution à toute distance de centaines de kilowatts, et cela sans un seul fil conducteur? ou bien, à juste titre plus modestes et par là même plus utiles, ces expériences peuvent-elles marquer la solution pratique et définitive de l'important problème de la *communication sans fils à petite distance?* problème si important à résoudre par les multiples applications utiles qu'il comporte : communication entre les bateaux-phares et la côte, entre les navires qui se rapprochent, entre les convois qui se croisent si nombreux aujourd'hui sur nos lignes ferrées, etc., etc.

Quels que soient les perfectionnements qu'on apporte aux dispositifs actuels, il paraît impossible de transformer les procédés de communication à petite distance sans fil en procédés méritant le nom de télégraphie sans fils au sens strict du mot. Nous croyons qu'on ne saurait trop s'élever contre l'habitude fâcheuse qui s'établit de désigner les belles expériences de M. Marconi et de ses émules sous le nom de télégraphie sans fils.

Lorsqu'on prononce aujourd'hui le mot de télégraphie, l'esprit se reporte aussitôt à cette merveilleuse application de l'électricité qui permet à toute heure le transport de la pensée d'une rive à l'autre des océans. Bien des gens s'imaginent à tort que les expériences de Boulogne sont le prélude d'une nouvelle télégraphie et que les essais faits sur de petites distances vont bientôt permettre l'échange de télégrammes entre Brest et New-York, San Francisco et Yokohama sans l'interposition d'aucun conducteur.

Plus modestes avaient été nos devanciers qui, le jour où ils rendaient pratiques sur des distances de 80 kilomètres la télégraphie optique, ne l'avaient pas pour cela pompeusement décorée du nom de télégraphie sans fils.

Non seulement le public est amené à croire, par l'emploi impropre des mots « télégraphie sans fils », que la suppression de tous les conducteurs télégraphiques n'est plus qu'une question de temps, de perfectionnements plus ou moins heureux, plus ou moins prochains, mais il s'est même trouvé des ingénieurs qui se sont illusionnés au point de décrire des dispositifs qu'ils supposent aptes à permettre la télégraphie et la téléphonie sans fils entre l'Amérique et l'Europe.

« Pourquoi, écrit avec assurance M. Guarini Foresio, au cours de la description d'un brevet, du sommet de la tour de New-York, n'envoie-t-on pas un faisceau de rayons à une tour ou une montagne des îles Bermudes d'où il sera ramené aux îles Açores et de là en Portugal, d'où il sera encore ramené en Espagne et de là à la tour Eiffel à Paris et de là à Londres, en plaçant, *le cas échéant*, des répétiteurs à ces stations intermédiaires? »

En se servant des nombres mêmes calculés par M. Guarini-Foresio les

altitudes à donner aux antennes des postes intermédiaires varient entre 4.000 et 18.000 mètres.

En admettant, ce qui est douteux, qu'il y ait économie à construire des sémaphores aussi élevés, au lieu d'établir des câbles sous-marins, deux raisons principales s'opposent à ce que la télégraphie sans fils par ondes hertziennes puisse s'effectuer entre des stations aussi éloignées.

La première est que les faisceaux d'ondes émis qui peuvent être considérés comme cylindriques sur un petit parcours, sont en réalité coniques et n'affectent jamais la forme cylindrique que l'on s'efforce de leur donner. Dès lors la puissance du transmetteur devra augmenter en raison directe du carré de la distance à atteindre, et l'on se trouve obligé de supposer l'établissement de véritables usines électriques pour arriver à donner aux oscillations une puissance capable de porter utilement leur action à d'aussi grandes distances. Ne sait-on pas déjà que quelles que soient les précautions que l'on prend pour maintenir à grande distance, en un faisceau parallèle, l'émission d'une source ou lumineuse ou sonore, le faisceau ne cesse pas d'être conique. Il en sera sans nul doute de même des oscillations électriques qui se rapprochent des ondes sonores par les grandes longueurs d'onde qu'elles présentent, et qui sont parentes des ondes lumineuses par la période du mouvement vibratoire qu'elles propagent.

Or les ondulations lumineuses hypothétiques sont de l'ordre du millième de millimètre et cependant les miroirs et les lentilles qui les concentrent n'arrivent pas à en assurer le parallélisme passé 50 ou 60 kilomètres. Quelles difficultés n'éprouvera-t-on pas à concentrer les ondulations électriques qui affectent en moyenne de 40 à 50 centimètres de longueur ?

La seconde raison pour laquelle les ondes électriques émises par les radiateurs seront incapables d'actionner des récepteurs — fussent-ils encore plus sensibles — placés à d'aussi grandes distances, est due à l'absorption que les milieux interposés entre les deux appareils, l'air lui-même, ne manqueront pas de produire.

Il en est ainsi pour les ondes lumineuses : malgré tous les perfectionnements qu'on y a apporté, nos phares sont bien incapables de porter leur lumière à des distances qui sont les moindres de celles que franchissent nos télégraphes.

En résumé, si l'on peut dire que les communications sans fils par ondes hertziennes sont pratiques sur de petites distances, il serait téméraire de prétendre qu'elles puissent, sans l'aide d'aucun conducteur, permettre l'échange de signaux à toute distance quelque grande soit-elle.

L'ingénieuse combinaison de M. Marconi risquerait, en négligeant le domaine des applications vraiment utiles et pratiques qu'elle peut à très juste titre revendiquer comme sien, en prétendant s'appliquer à la télégraphie à toute distance, de se heurter à des insuccès certains.

Tel n'est pas d'ailleurs, nous le croyons du moins, le but que l'inventeur de la télégraphie dite sans fils se propose. M. Marconi a fait preuve, dans les divers essais qu'il a entrepris avec succès, d'un jugement trop sûr, d'une trop grande sagacité, tant dans le choix de ses dispositifs que dans celui des lieux où il a disposé ses appareils pour se laisser aller à quitter le domaine des réalités acquises pour entrer dans celui d'espoirs qui seraient des rêves. Loin de servir l'essor de cette application des ondes hertziennes, il risquerait alors d'en compromettre les utiles effets, en concentrant vainement des efforts coûteux à la recherche d'un problème dont la solution dépasse vraisemblablement les limites de ce qu'on peut légitimement attendre par la mise en œuvre des oscillations électriques.

Est-ce à dire que les oscillations hertziennes ne puissent être utilement employées dans la télégraphie courante ? Évidemment non. Que l'on suppose un fil tendu entre deux stations, s'arrêtant aux postes intermédiaires et il est aisé de concevoir la possibilité d'assurer, grâce aux ondes électriques, la communication télégraphique simultanée entre les divers postes échelonnés sur le fil. Cette application nouvelle des ondes hertziennes, qui nous est propre, peut marquer, croyons-nous, un réel progrès la dans télégraphie courante en permettant, non pas de supprimer tout fil de communications, mais en réduisant ces fils à un nombre minimum.

M. le docteur LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes.

ÉTINCELLE GLOBULAIRE AMBULANTE (1) [537.52]

— Séance du 19 septembre —

Lorsque deux pointes métalliques très fines et bien polies, en rapport chacune avec l'un des pôles d'une machine électro-statique, reposent perpendiculairement, à cinq ou dix centimètres l'une de l'autre, sur une plaque ou sur un papier photographique au gélatino-bromure d'argent à surface brillante, le papier reposant sur une plaque de verre, et le tout étant placé sur une lame métallique, il se produit une effluve autour de la pointe positive, tandis qu'à la pointe négative il se forme un globule lumineux ; lorsque ce globule a atteint une grosseur suffisante, on le voit se détacher de la pointe qui cesse complètement d'être lumineuse, se mettre en route, se déplacer lentement sur la plaque, reculer comme s'il

(1) Nous avons présenté une note sur cette expérience à l'Académie des Sciences. — Séance du 3 juillet 1899.

était repoussé par un ressort, avancer de nouveau, faire des détours, s'arrêter, puis se remettre en route vers la pointe positive ; lorsqu'il arrive à celle-ci, l'effluve s'éteint, tout phénomène lumineux cesse, et la machine se désamorce comme si ses deux pôles étaient unis par un conducteur. Si l'on soulève la pointe positive pour la reporter sur un point voisin, la même série de phénomènes se reproduit.

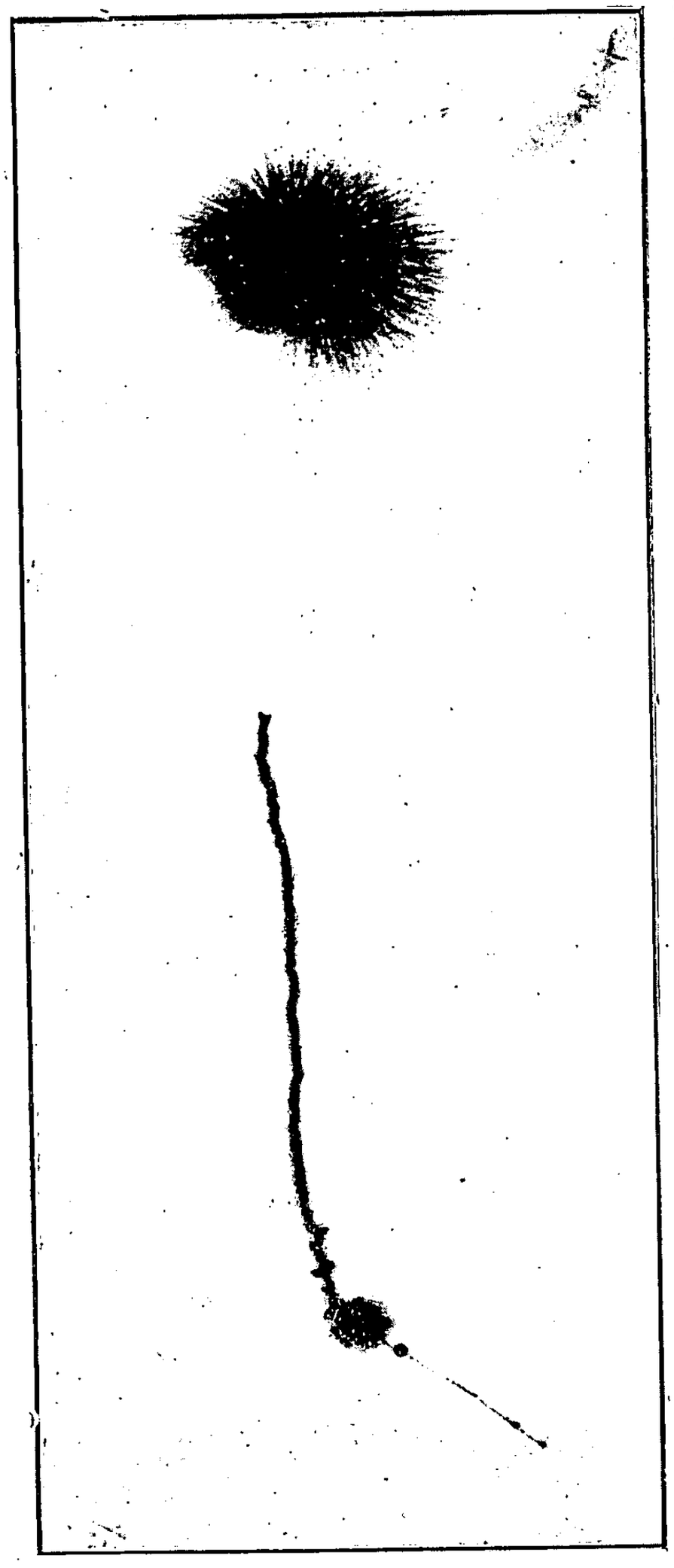


Fig. 1.

La vitesse avec laquelle le globule lumineux se déplace est très faible, il met de une à quatre minutes pour parcourir une distance de cinq à dix centimètres.

Parfois, avant d'atteindre la pointe positive, le globule éclate en deux ou plusieurs globules lumineux qui continuent individuellement leur route vers la pointe positive.

En développant la plaque, on y trouve tracée la route suivie par le globule, le lieu d'éclatement, les routes des globules résultant de la division, l'effluve autour de la pointe positive ; enfin, en arrêtant l'expérience avant l'arrivée du globule à la pointe positive, la photographie ne donne la route que jusqu'au point d'arrêt. Le globule semble

rendre son trajet conducteur. Si, pendant le voyage du globule, on projette une poudre sur la plaque, du soufre, par exemple, le trajet suivi par le globule est marqué par une ligne de petites aigrettes présentant l'aspect d'un chapelet lumineux.



FIG. 2.

L'expérience réussit sur une plaque voilée par la lumière, laquelle ne communique pas à la couche sensible la conductibilité que le globule lumineux produit sur son trajet.

Les étincelles globulaires décrites par G. Planté (1) et Righi (2) sont, par leurs modes de production et par leurs caractères, très différentes de celles étudiées dans cette note.

G. Planté se servait d'un condensateur à diélectrique de mica et à armature d'étain ; il mettait chaque armature en rapport avec l'un des pôles de sa machine rhéostatique, à un endroit où le mica était perforé il se produisait une étincelle, l'étain fondait, le mica brûlait et cette combustion se propageait en produisant le globule lumineux ambulant.

Les phénomènes étudiés par Righi sont les lueurs des tubes à vide, et leurs vitesses de propagation étaient telles qu'un miroir tournant était nécessaire pour les étudier.

De tous les phénomènes électriques connus, celui que nous décrivons semble présenter le plus d'analogie avec la foudre globulaire.

(1) *Recherches sur l'électricité.*

(2) *L'éclairage électrique.*

M. André BLONDEL

Professeur à l'École des Ponts et Chaussées.

SUR LA SIMPLIFICATION DES UNITÉS ÉLECTRIQUES [537.71]

— Séance du 20 septembre —

Inconvénient de la situation actuelle. — Une complication très grande des unités électriques provient actuellement de la coexistence de deux systèmes parallèles. Il existe en effet non pas un, mais *deux* systèmes d'unités électriques (électro-magnétiques) : *le système C. G. S.* parfaitement simple dans ses définitions, et qui a pour base le centimètre, le gramme et la seconde ; et *le système pratique* de l'ampère, l'ohm et le volt qui a pour base le quadrant terrestre, 10^{-11} gramme et la seconde. Les rapports entre les deux systèmes sont en fait peu simples puisque les unités pratiques se déduisent des unités C. G. S., par des puissances de 10 fort variées : — 1, 7, 8, 9, — 9, etc., et que, dans bien des cas, on prend des multiples. Il faut, par suite, un vrai calcul pour passer d'un système à l'autre, et finalement on n'emploie pas moins de 14 puissances de 10 comme le montre le tableau I !

Il se présente en outre une curieuse contradiction dans l'emploi de ces deux systèmes : en électricité, on n'emploie guère que le système pratique, sous prétexte que les unités C. G. S. manquent de noms concrets et que leurs valeurs sont trop grandes ou trop petites pour la pratique ; au contraire, en magnétisme, où des noms concrets font également défaut et où l'unité de flux est certainement trop petite, on n'a créé jusqu'ici aucune unité dans le second système.

Il en résulte que les industriels, notamment les constructeurs de machines, sont obligés d'employer à la fois les deux systèmes, et, pour ne pas risquer de se tromper, ils ont introduit dans la littérature technique des équations empiriques, non cohérentes, choquantes pour les physiciens telles que :

$$F = 0{,}4\pi NI \quad \text{pour la force magnéto-motrice.}$$
$$E = Nn\Phi.10^{-8} \quad \text{pour la force électromotrice.}$$

Enfin, sous prétexte de simplifier, on force les praticiens à adopter, pour les calculs de capacité et d'inductance des lignes, une unité de longueur égale à 10^9 centimètres, dont l'oubli donne lieu à de nombreuses erreurs.

Toutes les tentatives faites depuis quelques années pour unifier les unités électriques et magnétiques sont restées sans succès. Les uns, à la suite de l'*American Institute of Electrical Engineers*, ont proposé simplement de confondre les unités magnétiques pratiques avec les unités C. G. S. et de leur donner des noms tels que Gauss, Weber, etc.

Mais cette proposition, qui porte atteinte aux conventions admises, ne résolvait pas la question, puisqu'elle ne change que la forme, et non le fond des unités. Aussi la proposition est-elle restée isolée jusqu'ici.

D'autres, parmi lesquels j'ai été moi-même (1), ont cru trouver cette solution logiquement dans la création d'unités magnétiques nouvelles, cohérentes avec le système pratique (10^9 c. 10^{-11} g. s.) dont elles constitueraient l'achèvement. Mais, par suite des relations de dimensions correspondantes :

$$\left.\begin{matrix}[4\pi n\mathrm{I} = \mathrm{HL}] \\ [\mathrm{E} = \mathrm{T}\Phi]\end{matrix}\right\} \text{ avec } \Phi = \mu\mathrm{HS} \text{ dans le vide,}$$

il faudrait admettre pour la perméabilité magnétique du vide, non pas l'unité comme on le fait ordinairement, mais 10^9, ce qui est aussi peu satisfaisant que de prendre 10^9 pour unité de longueur pratique. Il est à craindre du reste qu'un nouveau système de ce genre ne puisse réunir l'adhésion des électriciens en général, d'une part parce qu'il exigerait la connaissance de nouveaux noms et de nouvelles définitions, d'autre part parce qu'il pourrait donner lieu à des confusions avec le système américain. Il aurait pour lui la logique, et pourrait dispenser les praticiens de la connaissance du système C. G. S. ; mais il n'en dispenserait pas les physiciens et ne ferait qu'accroître pour eux le nombre des unités à connaître.

Le système pratique peut être délaissé aujourd'hui. — En présence de ces constatations, on est bien obligé de reconnaître que la solution la plus radicale et la plus simple de l'unification des unités électriques et magnétiques pour les besoins de la pratique consisterait à employer *un seul système*, le système C. G. S., et on est conduit à mettre en discussion l'utilité du système pratique électrique et les motifs mêmes de sa création.

Or, il est facile de voir que, d'une part, ces motifs n'ont plus de valeur aujourd'hui et que, d'autre part, on pourrait très bien se passer de ce système.

En effet, à l'époque où il a été imaginé, par S.-W. Thomson, il y a un quart de siècle, on ne connaissait rien de l'électricité industrielle moderne et l'on ne songeait guère qu'à une seule application, la télégraphie. Rien d'étonnant par conséquent à ce que l'on ait trouvé l'unité C. G. S. de courant *trop grande* et qu'on ait cru *nécessaire* de la remplacer par une

(1) Voir ma note sur les unités magnétiques au Congrès de Carthage en 1896.

unité pratique 10 fois plus petite ; mais cette raison n'existe plus aujourd'hui que les réseaux de distribution des grandes villes comptent les ampères par milliers. De même aujourd'hui que l'on fait des transports d'énergie jusqu'à 40.000 volts rien n'empêcherait de prendre une unité de tension 10 fois plus grande que le volt.

Or il est facile de voir que ces deux changements uniformiseraient de la façon la plus heureuse les rapports entre les unités pratiques et les unités C. G. S., *en les ramenant tous à une seule puissance de 10, la puissance* 10^9. L'hectowatt deviendrait l'unité de puissance, ce qui serait également un avantage.

Mais du moment qu'il n'interviendrait plus qu'un seul rapport, pourquoi serait-il nécessaire de donner aux multiples des unités C. G. S. par ce rapport des noms spéciaux, plutôt que de désigner le multiplicateur lui-même par un simple préfixe, comme ceux qu'on emploie déjà, déca, hecto, kilo ? Il est évidemment logique d'agir de même pour la puissance 10^9.

Perfectionnement du système C. G. S. — Il ne subsiste plus alors aucune raison d'employer le fâcheux système 10^9 C. 10^{-11} G. S., à côté du système C. G. S., puisque *ce dernier peut se suffire à lui-même* dans toutes les applications possibles : il ne reste donc qu'à le concrétiser en donnant des noms à des unités électriques, comme les Américains l'ont fait déjà pour les unités magnétiques, et pour les mêmes motifs. Leur tentative qui, isolée, est illogique, devient alors excellente et digne d'adoption.

Ils l'ont fort bien senti eux-mêmes, car l'*Electrical World* a publié récemment un article dans ce sens (1), où il préconise la création de noms nouveaux ; mais cette proposition n'était pas accompagnée de propositions explicites et l'auteur (M. Kennelly) admettait que ces noms seraient empruntés aux langues anciennes et qu'on créerait des vocables nouveaux pour toutes les puissances de 10.

J'étais arrivé de mon côté et indépendamment aux conclusions que je viens d'indiquer (2) ; mais je proposais de conserver pour les unités c. g. s. les noms des unités pratiques précédés du mot néo. MM. Hospitalier (3) et Blondin (4) ont exprimé la crainte qu'il en résultât de sérieuses confusions ; bien que celles-ci eussent été, je crois, bien difficiles, je n'ai aucune objection à faire contre l'emploi de noms nouveaux pourvu que ce soient des noms d'hommes comme pour les unités C. G. S. magnétiques déjà dénommées par les Américains, de façon qu'il ait une complète uniformité de notation (5).

(1) *Electrical World*, 1899.
(2) *Industrie électrique*, 1899.
(3) *Ibid.*
(4) *Éclairage électrique.*
(5) Les mots tirés du grec, dont la généralisation serait difficile, seront ainsi réservés aux unités fondamentales de la physique générale : dyne, erg, etc.

NOMENCLATURE DES UNITÉS ET DE LEURS MULTIPLES USUELS

TABLEAU I. — SYSTÈME ACTUEL (DIT PRATIQUE)

MULTIPLES DES UNITÉS C. C. S.	10^{-15}	10^{-11}	10^{-9}	10^{-7}	10^{-4}	10^{-1}	1	10^{2}	10^{3}	10^{7}	10^{8}	10^{9}	10^{10}	10^{15}
Longueur. . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Quadrant	»	»
Masse	»	Unité pratique de masse	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
													»	»
Temps	»	»	»	»	»	»	Seconde	»	»	»	»	»	»	»
Intensité	»	»	»	Micro-ampère	Milliampère	Ampère	»	»	»	»	»	»	»	»
Tension	»	»	»	»	»	»	»	Micro-volt	»	»	Volt	»	»	»
Résistance . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	Microhm	»	»	Ohm	»	Mégohm
Quantité	»	»	»	Micro-Coulomb	»	Coulomb	»	»	»	»	»	»	»	»
Puissance . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Watt	»	Hectowatt	Kilowatt	»
Energie	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Joule	»	»	»	»
Inductance. . .	»	»	»	»	»	»	»	»	Micro-Henry	»	»	Henry	»	»
Capacité	Microfarad	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

Je propose par exemple la liste suivante de noms (1) :

TABLEAU II. — SCHÉMA D'UNE NOMENCLATURE PROPOSÉE

— DES UNITÉS ÉLECTRIQUES C. G. S. ET DE LEURS MULTIPLES USUELS

QUANTITÉS	NOMS DES UNITÉS										
	SOUS-MULTIPLES					UNITÉS C. G. S.	MULTIPLES				
	10^{-15}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}			10^{3}	10^{6}	10^{15}		
	Catho- —	*Hypo-* —	*Micro-* —	*Milli-* —			*Kilo-* —	*Méga-* —	*Hyper-* —	*Ano-* —	
Intensité	»	Hypogalva	»	Milligalva		Galva (ni)	»	»	»	»	
Tension	»	»	»	»		Frank (lin)	»	»	»	»	
Résistance	»	»	»	»		Thom (son)	Kilothom	»	Hyperthom	Anothom	
Quantité	»	Hypopoisson	»	»		Poisson	»	»	»	»	
Puissance	»	»	»	»		Max (well)	»	»	Hypermax	»	
Inductance	»	»	»	»		Helm (holtz)	»	»	Hyperhelm	»	
Capacité	Catharag	»	»	»		Arag (o)	»	»	»	»	
Énergie	»	»	»	»		Erg	»	»	Hypererg	»	

Ils sont répartis entre les divers pays exactement dans la même proportion que les noms des unités pratiques correspondantes remplacées. On pourrait se rappeler facilement les unités nouvelles en remarquant que *thom*, *poisson*, *max*, *arag*, ont des consonances analogues à *ohm*, *coulomb*, *watt* et *farad* qu'ils remplacent, que *galva* est déjà employé

(1) J'indique sur ma liste le nom patronymique de Lord Kelvin et non son titre nobiliaire, de même que nous connaissons les maréchaux de l'Empire sous leurs noms : Davout, Berthier, etc., et non prince d'Eckmühl, prince de Neufchâtel. Un thom paraît d'ailleurs plus euphonique qu'un kel, et rappelle mieux mnémoniquement l'ohm qu'il remplace.

comme radical dans le sens de courant, (galvanomètre, galvanique, etc.), et *Franklin* dans le sens de hautes tensions (franklinisation); enfin *helmholtz* et *henry* commencent par la même lettre.

Ce tableau est à compléter tout naturellement par celui des unités magnétiques de *l'American Institute* avec lequel il ne fera qu'un.

Le nom de *Hertz* pourrait être réservé pour l'unité de perméabilité magnétique quand l'idée que la perméabilité n'est pas un nombre abstrait mais une quantité physique, aura fait son chemin; mais comme elle semble encore étrangère à des auteurs éminents, il serait peut-être prématuré d'en parler au prochain Congrès.

La création de préfixes est plus difficile si l'on veut s'en tenir toujours au grec, suivant la tradition, pour les former; c'est ce qui doit faire désirer de le réduire au minimum. Il est facile de voir qu'il suffit d'en attribuer aux puissances croissant de 3 en 3, puisqu'on compte aisément de 1 à 1000. *Kilo* et *milli* nous sont fournis déjà pour 10^3 et 10^{-3} par le système métrique; il convient de conserver pour *méga* et *micro* l'acception classique 10^6 et 10^{-6}, et par conséquent pour faire des triades complètes jusqu'à 10^{15}, il faudrait créer 6 mots pour 10^9, 10^{12}, 10^{15} et leurs inverses; malgré le charme de la symétrie en matière de nomenclature, je ne vois pas jusqu'à nouvel ordre d'utilité sérieuse pour 10^{12} et 10^{-12}. Je proposerais donc de se contenter provisoirement de *hyper-* et *hypo* pour les multiples les plus courants 10^9 et 10^{-9} et *ano et catho* pour 10^{15} et 10^{-15}; si 10^{12} devient intéressant plus tard, il sera temps de lui donner un nom; c'est le besoin qui doit faire naître l'organe et non l'organe qui doit devancer le besoin.

Je m'arrête car il y aurait beaucoup à dire sur ce sujet, et sans doute d'autres objections se présenteront avant qu'un système définitif soit élaboré; l'essentiel pour que la discussion aboutisse à un résultat pratique, c'est de lui donner comme base, non un projet vague, mais une proportion précise et explicite qui manquait jusqu'ici.

Pour mieux préciser ces changements et faire comprendre toute la valeur logique et pratique du nouveau système, les deux tableaux ci-dessus résument comparativement les noms et les rapports des unités dans l'ancienne terminologie et dans celle que je propose.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur ces deux tableaux pour apprécier toute la simplicité du second en comparaison de la complication du premier (1), et comme il est manifeste que le second système donne une satisfaction aussi complète que possible aux besoins de l'industrie on ne voit pas ce qui pourrait justifier la conservation indéfinie du premier. Il a pu paraître parfaitement justifié, comme je l'ai dit, au moment où il a été imaginé, et

(1) On remarquera que, si j'ai réduit l'emploi des multiples sur mon tableau aux puissances 3, 9 et 15 de 10, en réalité rien n'empêche d'en créer d'autres le jour où on le jugerait utile. On pourrait même

même en 1881 lorsqu'il a été adopté officiellement; mais il semble qu'il est au fond le résultat d'un malentendu et que ce serait rendre un service à nos successeurs de les débarrasser des conséquences de celui-ci.

Pour la pratique, l'adoption de la nouvelle nomenclature n'entraînerait que des modifications de langage peu importantes et peu gênantes.

Il serait facile par exemple de s'habituer à dire 11,0 hyperfranks au lieu de 110 volts, 10,0 galvas au lieu de 100 ampères, 1 hypermax au lieu de 1 hectowatt, etc. (1). Les médecins, qui évaluent ordinairement les courants entre 1 et 200 milliampères, les compteraient entre 0,1 et 20 milligalvas, etc.

Conclusion : En résumé, le moment paraît venu de donner des noms corrects à toutes les unités C. G. S. électriques et magnétiques afin de préparer la disparition spontanée du système pratique. Il me semble indispensable d'ailleurs de ne pas séparer les unités électriques des unités magnétiques, sous peine de n'obtenir qu'une solution incomplète et illogique de la question.

Ce serait une belle tâche pour le Congrès de 1900 et j'aime à espérer qu'elle le séduira.

Je serais heureux si, sans attendre cette époque, les physiciens que ce sujet intéresse voulaient bien discuter cette idée pour la perfectionner et en préparer la réalisation s'ils l'acceptent.

généraliser et uniformiser le mode de formation de ces multiples en formant des triades régulières des puissances de 10; on aurait par exemple, les préfixes :

	Kilo-,	Duo-,	Tri-,	Quatro-,	Quinto-,
Pour.	10^3	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}

et les préfixes :

	Milli-,	Billi-,	Trilli	Quatrilli-,	Quintilli-,
Pour.	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}

les puissances intermédiaires n'ont pas besoin de préfixes spéciaux, car on peut toujours compter sans difficulté de 1 à 1000 dans les intervalles.

Mais je crois qu'il vaut mieux ne pas trop demander à la fois et se contenter des puissances 3, 9 et 15. Moins on créera de noms nouveaux, mieux cela vaudra.

(1) Comme le kw actuel joue dans l'industrie un rôle important, on pourrait conserver, en outre, exceptionnellement cette puissance 10 de l'unité C. G. S., sous le nom de kowatt, par exemple.

M. André BLONDEL

NOUVELLE MÉTHODE POUR LA MESURE DES FAIBLES COEFFICIENTS DE SELF-INDUCTION [537.34]

— Séance du 20 septembre —

Objet de la méthode. — La plupart des méthodes actuelles pour la mesure des faibles self-inductions sont peu pratiques, parce qu'elles exigent l'emploi d'un pont de Wheatstone dont les bobines possèdent elles-mêmes de la self-induction et de la capacité. La méthode de Joubert, très commode pour les grosses inductions, devient inutilisable pour les petites bobines, d'une part, parce qu'on manque d'ampèremètres et de volt-mètres à courants alternatifs assez sensibles, et, d'autre part, parce que la constante de temps des petites bobines étant très petite, la différence de potentiel aux bornes U diffère peu de la chute de potentiel ohmique rI ; la self-inductance l est très mal déterminée par l'équation fondamentale

$$l = \frac{\sqrt{U^2 - r^2 I^2}}{\frac{2\pi}{T} I} \qquad (1)$$

La méthode nouvelle que je vais indiquer est à l'abri de ces deux inconvénients ; elle a pour but de rendre dans les laboratoires des services analogues à la méthode de Joubert.

Principe de la solution. — La solution repose sur une propriété des électro-dynamomètres de torsion qui est la suivante : si la bobine fixe et la bobine mobile d'un électro-dynamomètre sont parcourues par deux courants alternatifs diphasés semblables, c'est-à-dire ayant une même courbe périodique à l'échelle près, mais décalés entre eux d'un quart de la période principale, le couple électro-dynamique est nul.

Cela est évident dans le cas de courants simplement sinusoïdaux, car on sait que, dans ce cas, le couple produit par deux courants alternatifs d'amplitudes I et J décalés de l'angle φ est proportionnel à :

$$IJ \cos \varphi$$

et s'annule par conséquent pour $\varphi = \frac{\pi}{2}$.

Il est facile de voir qu'il en est de même pour des courants alternatifs i et j plus complexes mais semblables. Développons-les en séries de Fourier, en posant pour abréger $\frac{2\pi}{T} = \omega$; les alternances opposées étant symétriques, il n'y aura que des harmoniques impaires.

$$(2) \quad i = I_1 \sin \omega t + I_3 \sin (3\omega t - \psi_3) + I \sin (5\,\omega t - \psi_5) + \ldots$$

$$(3) \quad j = \alpha [I_1 \sin (\omega t - \varphi) + I_3 \sin (3\omega t - \psi_3) + \ldots]$$

Le couple est proportionnel au produit moyen pendant une demi-période :

$$(4) \quad \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} ijdt = \alpha \cos \varphi \left[I^2 + I_3^2 + I_5^2 + \ldots \right].$$

Il s'annule donc bien pour $\varphi = \frac{\pi}{2}$, quelles que soient les amplitudes $I_1, I_3, I_5 \ldots$ des harmoniques. Il ne s'annulerait pas s'il y avait des harmoniques paires.

Réalisation. — Pour utiliser cette propriété pour la mesure des self-inductions, il suffit de construire un petit électro-dynamomètre de torsion très sensible formé de deux petits cadres rectangulaires exactement semblables, l'un fixe, l'autre mobile, suspendu comme un cadre de galvanomètre, les grands côtés de l'un étant verticaux et ceux de l'autre horizontaux : cet électro-dynamomètre servira d'instrument de zéro.

Premier dispositif. — Les deux bobines sont montées en série *(fig. 1)* : l'une avec la self-induction à mesure S, l'autre avec un étalon de self-induction K, et les deux circuits seront alimentés respectivement par deux forces électromotrices diphasées provenant, par exemple, d'un alternateur diphasé.

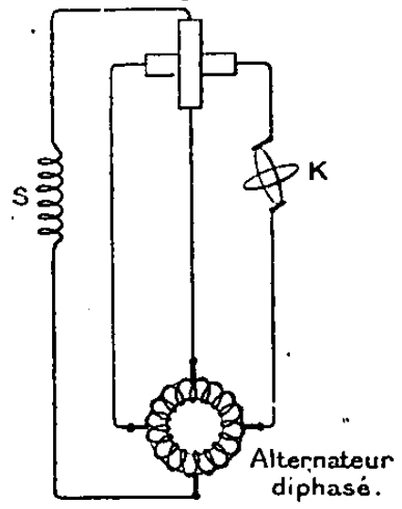


FIG.

On réglera à la main la self-induction de K jusqu'à ce que la déviation de l'électro-dynamomètre s'annule pour cette valeur I_1 de la self-induction ajoutée ; les constantes de temps des deux circuits sont alors égales. Puis, on enlèvera la bobine S dont la self-inductance est x et on réglera la self-inductance de l'étalon à une autre valeur I_2 qui annule encore la déviation ; les constantes de temps sont de nouveau égales. Appelons R la résistance de chacune des bobines de l'électro-dynamomètre, L leur self-inductance — il n'y a pas d'inductance mutuelle — r la résistance de la bobine étudiée S, r'

celle de l'étalon de self-inductance. Toutes les résistances sont supposées préalablement mesurées. On a les deux égalités :

$$(5)\qquad \frac{L + l_1}{R + r'} = \frac{L + x}{R + r}$$
$$\frac{L + l_2}{R + r'} \qquad \frac{L}{R}$$

ou :

$$L = \frac{R}{r'} l_2.$$

D'où :

$$x = \left[\frac{L + l_1}{L + l_2} \qquad \frac{R + r}{R} - 1\right] L,$$

ou :

$$x = \frac{R(r - r')l_2 + (R + r)r'l_1}{r'(R + r')}.$$

Deuxième dispositif. — Au lieu d'employer un étalon de self-induction, on peut aussi bien ajouter des résistances connues dans l'un ou l'autre circuit pour égaliser les constantes de temps ; mais il faut alors des résistances rigoureusement mortes et pouvant supporter un courant de 1/10 d'ampère environ ; il faut, en effet, employer des courants assez intenses pour ne donner au cadre de l'électro-dynamomètre que des impédances faibles (quelques dizaines d'ohms), si l'on veut mesurer avec précision les inductances des bobines industrielles de peu de résistance.

Soient encore x et r l'inductance et la résistance déjà mesurée de la bobine étudiée S, L et R, les constances de chaque bobine de l'électro-dynamomètre. On met la bobine S dans l'un des circuits ; si $\frac{x}{r}$ est plus grand que $\frac{L}{R}$ on doit ajouter, pour ramener l'appareil au zéro, une résistance r' dans ce circuit. Quand la déviation s'annule, on a :

$$\frac{L + x}{R + r + r'} = \frac{L}{R},$$

d'où

$$(7)\qquad x = L\frac{r + r'}{R}$$

Si L est connu, x est donc donné par une simple proportion.

Quand $\frac{x}{r}$ est plus petit que $\frac{L}{R}$, la résistance r' doit être ajoutée à l'autre branche et l'on a, quand la déviation est nulle :

$$\frac{L+x}{R+r} = \frac{L}{R+r'}.$$

D'où :

(8) $$x = L\,\frac{(x-r')}{R+r'}.$$

Pour éliminer L dans ces formules (7) ou (8), il suffit de faire une mesure de comparaison sur une bobine de self-inductance connue.

Cette deuxième méthode, avec de simples résistances, est la plus commode, et c'est évidemment celle qu'on emploiera de préférence.

Sensibilité. — Cherchons les conditions les plus favorables à la sensibilité, par exemple dans le cas de la formule (7) :

Appelons γ_1 et γ_2 les angles de décalage des courants dans le premier et le second circuits par rapport aux forces électromotrices agissantes. On a :

$$\operatorname{tg}\gamma_1 = \frac{\omega L}{R}$$

$$\operatorname{tg}\gamma_2 = \frac{\omega L + x}{R + r + r'}$$

et la lecture de l'instrument α est, d'autre part, proportionnelle au sinus de la différence de phase, et en raison inverse des impédances :

$$\alpha = k\,\frac{\sin(\gamma_1 - \gamma_2)}{\sqrt{R^2+\omega^2L^2}\left[\sqrt{(R+r+r')^2+\omega^2(L+x)^2}\right]}.$$

L'angle $\gamma_1 - \gamma_2$ étant faible, le sinus peut être remplacé par la tangente. D'où :

$$\alpha = k\,\frac{\dfrac{\omega L}{R} - \dfrac{\omega(L+x)}{R+r+r'}}{\left[1+\dfrac{\omega L}{R}\,\dfrac{\omega(L+x)}{R+r+r'}\right]\sqrt{(R^2+\omega^2L^2)\left[(R+r+r')^2+\omega^2(L+x)^2\right.}}.$$

Dans le cas ordinaire, les self-inductances seront petites devant les résistances et on pourra écrire approximativement :

$$\alpha = k\omega\,\frac{L(r+r') - Rx}{R^2(R+r+r')^2}$$

$$= k\omega\left[\frac{L}{R\left[1+\dfrac{R}{r+r'}\right.} - \frac{x}{R+r+r'}\right]\frac{1}{R(R+r+r')}.$$

A une petite variation dx, correspond donc une variation :

$$d\alpha = -k\omega \frac{dx}{R(R + r + r')^2}$$

qui mesure la sensibilité. Celle-ci est, comme on le voit, d'autant plus grande que la fréquence est plus élevée et la résistance totale plus petite. La constante k étant proportionnelle au produit des nombres de spires des deux cadres (et, par suite, à la self-induction L) et à la force électromotrice et en raison inverse du coefficient de torsion du ressort C, on peut écrire, en appelant A une autre constante :

$$\alpha = \frac{AE^2}{C} - \frac{\omega L}{R(R + r + r')^2} dx.$$

On voit donc que l'on doit donner les plus grandes valeurs possibles à la constante de temps des cadres, et à la force électromotrice et réduire R. Pour réduire C, on adoptera une suspension par bande de bronze phosphoreux, qui réalise, comme l'ont montré MM. Ayrton et Mather, le minimum de coefficient de torsion pour une résistance à la traction donnée.

Pour éviter l'échauffement exagéré, on ne fermera les circuits que pendant un instant très court au moyen d'une double clef. Un amortissement est désirable pour faciliter les tâtonnements.

Réalisation des deux courants diphasés. — Du moment que les constantes de temps sont les mêmes dans les deux circuits, il suffit que les forces électro motrices alternatives aux bornes soient les mêmes pour que les courants soient semblables, car les déformations des deux courbes périodiques sont alors proportionnelles. N'importe quel alternateur diphasé ou quel petit convertisseur rotatif diphasé peut donc être employé, et même plus simplement, on peut produire deux courants diphasés à courbes rectangulaires, au moyen d'un double commutateur à coquille commutant le courant d'une batterie d'accumulateurs alternativement pour les deux circuits à un quart de tour d'intervalle; mais on risque d'introduire de petites erreurs par une inexactitude dans le calage des balais. Dans le cas où on emploie un alternateur diphasé, cette crainte n'existe pas, mais il faut avoir soin que le courant dans les deux circuits soit très faible par rapport à ceux que la machine débite ordinairement — au plus 1/10 — pour éviter une petite réaction mutuelle dans l'induit. Les constantes R et L données plus haut contiennent alors non seulement les self-inductions des bobines de l'électro-dynamomètre, mais aussi celles des enroulements de l'induit ; on doit donc mesurer la résistance de ce dernier ; mais il vaut mieux se placer dans le cas où on peut la négliger devant celle des bobines

de l'électrodynamomètre. Par exemple, on emploie un induit de 1/20 d'ohm avec des bobines de 10 ohms au moins.

Variante. — Au lieu de la méthode de réduction à zéro, on pourrait, dans le cas de courants diphasés sensiblement sinusoïdaux, employer avec le même instrument une méthode de déviation sans étalon de self-induction. On ajoute alors un micromètre de torsion semblable à ceux des électro-dynamomètres ordinaires et on ne fait qu'une seule lecture après avoir intercalé la bobine S dans l'un des circuits ; en même temps on mesure par deux ampèremètres les courants dans les deux branches. La déviation α est proportionnelle à :

$$IJ \sin \delta$$

en appelant δ la différence des décalages φ et φ' des deux courants :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{L}{R}$$

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{L + x}{R + r}.$$

On peut en déduire x en fonction de α, mais cette solution est beaucoup plus compliquée et ne mérite pas qu'on s'y arrête.

M. A. BLONDEL

Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, à Paris.

SUR LES PROPRIÉTÉS PHOTOMÉTRIQUES DES LENTILLES DE PROJECTION

[535.24 : 535.317]

[J5] — *Séance du 20 septembre* —

Dans de précédents travaux (1) j'ai indiqué les propriétés photométriques des lentilles industrielles et projecteurs de lumières, éclairés par une source de lumière ou une surface lumineuse de forme quelconque. Je me propose ici de reprendre la même question par une méthode plus simple. Celle que j'avais indiquée, et qui avait pour but principal le calcul de l'éclairement produit, ne permettait de calculer qu'une valeur de l'éclat

(1) Voir en particulier *Théorie des projecteurs*, Paris 1894, Lahure, éditeur.

apparent des lentilles, rapporté fictivement à leur *surface d'entrée* comme surface d'émission. Celle que je vais employer donnera l'éclat réel de la face de sortie.

Types de lentilles considérés. — Je me bornerai aux seuls cas intéressants pour la pratique, ceux des lentilles de révolution éclairées par une source de lumière placée sur l'axe.

On sait qu'il existe deux types de lentilles satisfaisant à cette condition et présentant un profil donné. L'un, qui est destiné à envoyer la lumière dans une seule direction, s'obtient en faisant tourner le profil autour de l'axe suivant lequel on veut diriger les rayons de lumière; l'autre, qui est destiné à envoyer une zone de lumière sur tout le tour de l'horizon, s'obtient en faisant tourner le profil autour d'un axe vertical perpendiculaire au plan suivant lequel on veut envoyer la lumière.

Dans les deux types tous les plans passant par l'axe de révolution sont normaux aux surfaces optiques et les coupent suivant des sections principales aux points d'incidence.

Les rayons convergent vers un point de l'axe dans le premier cas et vers un cercle du plan horizontal dans le second cas; en pratique ce point du cercle est généralement à l'infini.

Théorème fondamental. — Dans le travail cité, j'avais indiqué, pour la photométrie géométrique des appareils optiques, le théorème suivant qui s'applique à une loi de réfraction quelconque $r = f(\delta)$.

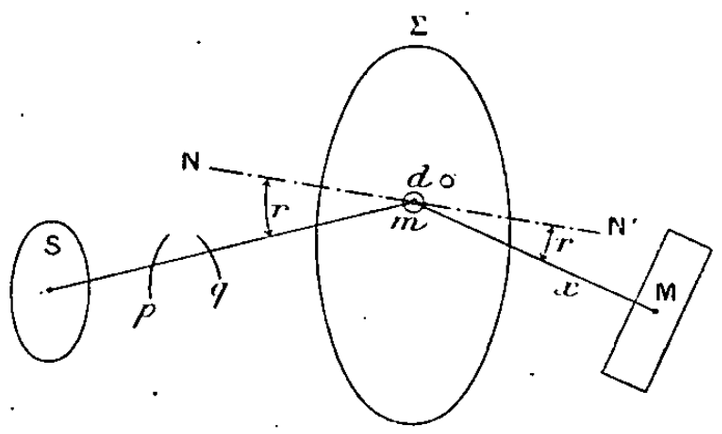


FIG. 1.

L'éclairement produit en un point M par un petit élément $d\sigma$ d'une surface optique Σ séparant deux milieux et éclairé par une surface lumineuse S (*fig. 1*), d'éclat i, a pour valeur (en supposant l'éclairement mesuré sur un plan perpendiculaire au rayon mM):

$$(1) \qquad de = \frac{k\,i\,d\sigma\cos\delta}{x^2}\left(\frac{d\omega}{d\omega'}\right)\left(\frac{d\omega_1}{d\omega'_1}\right)\frac{1}{\sin\theta}$$

en appelant :

de l'éclairement élémentaire;

k la perte d'intensité des rayons au passage de la surface;

i l'éclat intrinsèque de la surface lumineuse S;

θ l'angle des plans conjugués des plans passant par la normale et par

les deux lignes focales p et q conjuguées de M par rapport à la surface; $\frac{d\omega}{d\omega'}$, $\frac{d\omega_1}{d\omega'_1}$ les rapports de divergence mesurés dans ces deux plans respectivement autour du point d'incidence.

Dans les appareils étudiés, le plan d'incidence étant plan de symétrie, on a $\theta = 90°$, $\sin\theta = 1$ et d'autre part l'un des deux rapports de divergence est donné par la relation.

$$nd\omega_1 = n'd\omega'_1$$

et l'autre est égal à $\frac{d\delta}{dr}$.

Il reste donc simplement :

$$(2) \qquad de = \frac{kid\sigma\cos\delta}{x^2}\frac{d\delta}{dr}.$$

L'éclat apparent de la surface en M pour un œil placé en M à la distance x est donc, d'après ma brochure de 1894 :

$$(3) \qquad k\,n\,i,$$

en posant :

$$(4) \qquad u = \frac{d\delta}{dz}\cos\delta.$$

On peut lui donner une autre forme, car en appelant n et n' les indices du premier et du second milieu :

$$(5) \qquad n\sin\delta = n'\sin r :$$

d'où,

$$(6) \qquad \frac{d\delta}{dr} = \frac{n'}{n}\frac{\cos r}{\cos\delta},$$

d'où, en substituant dans l'équation (1), il vient :

$$(7) \qquad de = \frac{ki\,d\sigma\cos r}{x^2}\left(\frac{n'}{n}\right)^2.$$

Cette équation indique que, pour un œil placé en M, la surface $d\sigma$, dont l'aire apparente normalement au rayon est $d\sigma\cos r$, présente un éclat apparent :

$$(8) \qquad j = ki\left(\frac{n'}{n}\right)^2.$$

Autrement dit, *toute surface optique de révolution du type 1 ou 2 sépa-*

rant deux milieux d'indice n′ *et* n *présente en* M, *dans la direction du rayon réfracté* mM *un éclat apparent égal à celui de la source réduit dans la proportion k due aux pertes et multiplié par le rapport de l'indice du second milieu à l'indice du premier.*

Démonstration nouvelle simplifiée. — On peut donner très simplement un démonstration directe des mêmes formules, en remarquant que chaque point M de la surface (*fig. 2*) transforme un cône de rayons reçu de la source en un cône réfracté dont l'angle solide est facile à calculer en fonction du premier. Limitons-le, par exemple, par des plans tels que la section droite soit un rectangle infiniment petit ayant deux côtés $a'd'$ et $b'c'$ parallèles au plan d'incidence et de réfraction et les deux autres côtés perpendiculaires. La section droite du cône incident correspondant sera également un rectangle. On aura entre les angles amd et amd' la relation approchée :

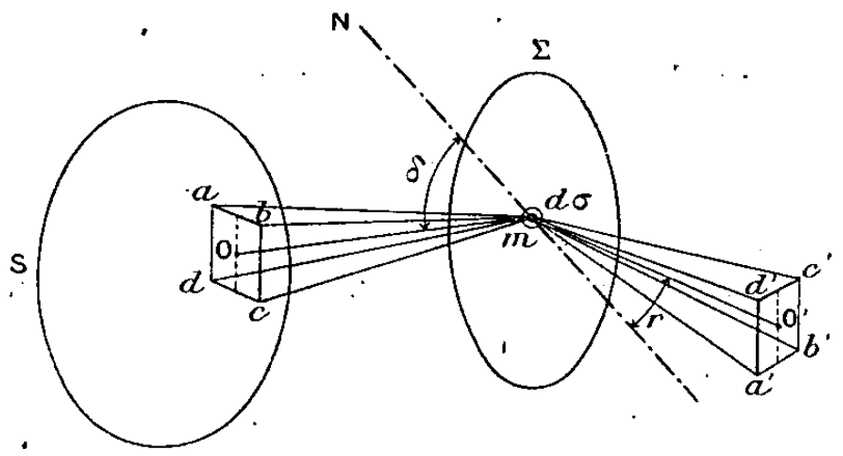


FIG. 2.

$$\frac{amd'}{amd} = \frac{dr}{d\delta},$$

en supposant que la loi de variation des angles d'incidence et de réfraction dans le plan $admd'$ diffère très peu de ce qu'elle est dans le plan de réfraction omo' lui-même.

Quant au rapport des angles amb et $a'm'b'$, il est, d'après un théorème de Bravais, donné par la loi du sinus ; ces angles étant très petits, ce rapport est donc l'inverse de celui des indices de réfraction des deux milieux :

$$\frac{a'm'b'}{amb} = \frac{n}{n'}.$$

Les angles solides des cônes incidents et réfractés étant proportionnels aux aires des deux sections droites sont donc dans le rapport :

$$\frac{n'\,dr}{n\,d\delta}.$$

D'autre part, un élément très petit $d\sigma$ de la surface est éclairé cos δ fois moins que s'il était normal aux rayons ; de même il émet cos r fois plus

de lumière par unité de surface *apparente* dans la direction du rayon réfracté que si cette émission avait lieu dans la direction normale.

L'éclat apparent produit est donc finalement :

$$\frac{n'}{n}\,\frac{dr}{d\delta}\,\frac{\cos r}{\cos \delta}$$

fois plus grand que celui de la source de lumière vue directement, d'où, en tenant compte de la loi du sinus qui relie δ et r, on voit que l'éclat est amplifié dans le rapport simple :

$$\left(\frac{n'}{n}\right)^2.$$

Application aux lentilles. — Toute lentille, ou portion de lentille, s'il s'agit d'une lentille de Fresnel à anneaux assemblés, est un volume de verre limité par deux surfaces n M *(fig. 3)*. Soient S la surface de la source éclairante, mm' un rayon aboutissant au point d'observation M.

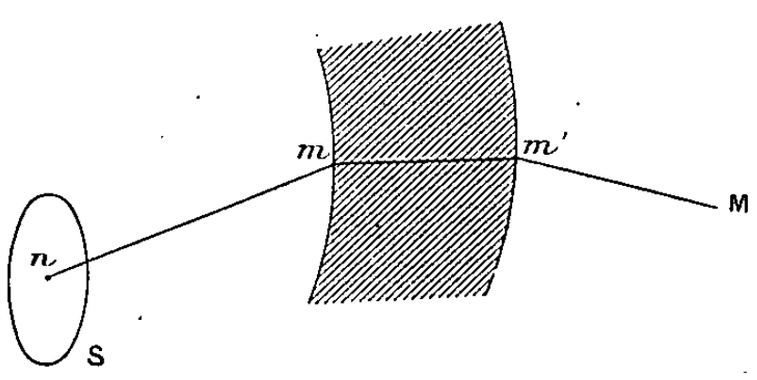


FIG. 3.

Si l'on se place en m', l'éclat apparent de la première surface en m est, d'après ce qui précède :

$$j = (1-\alpha)ki\left(\frac{n'}{n}\right)^2, \tag{9}$$

en appelant n' l'indice du verre, n celui de l'air, α l'absorption subie dans le verre par le rayon mm'.

La première surface jouant par rapport à la seconde le rôle d'une source de lumière, il suffit d'appliquer encore le même calcul pour la surface de sortie ; l'éclat de celle-ci en m' vu de M sera donc :

$$j' = k'j\left(\frac{n}{n'}\right)^2. \tag{10}$$

en appelant k' la fraction de lumière réfractée au passage de la seconde surface.

D'où finalement :

$$j' = kk'(1-\alpha)i. \tag{11}$$

L'éclat apparent de la seconde surface ne diffère donc de l'éclat de la source que par la réduction due aux pertes subies par les rayons au passage de la lentille.

Ce résultat est très intéressant par sa généralité même, car il s'applique aussi bien, quel que soit le nombre et l'indice des milieux traversés ; il reste vrai même l'indice est — 1, c'est-à-dire quand une des surfaces est réfléchissante au lieu d'être réfractante, comme c'est le cas, par exemple, pour les anneaux catadioptriques des lentilles de Fresnel, et pour les réflecteurs réfringents des projecteurs Mangin.

D'où cette conclusion que *les appareils optiques présentent sur leur surface d'émission de lumière et dans la direction des rayons projetés un éclat apparent égal à celui de la source, déduction faite des pertes par réflexion et absorption.* Comme, pratiquement, l'absorption α est très faible et qu'on limite autant que possible le produit kk' à une valeur voisine de l'unité, *les appareils industriels, quand ils sont éclairés par une source d'éclat uniforme, présentent sur toutes leurs portions brillantes un éclat sensiblement uniforme.* L'expérience vérifie absolument cette conclusion.

Comparaison avec les résultats obtenus en rapportant l'éclat à la face d'entrée. — La nouvelle proposition étant beaucoup plus simple que celle que j'avais indiquée précédemment en évaluant l'éclairement d'après l'éclat fictif de la face d'entrée, doit évidemment lui être préférée. Il convient de remarquer que les deux méthodes conduisent d'ailleurs à la même valeur pour l'éclairement produit par la lentille, seulement la seconde donne une loi physique réelle qui échappait à la première.

A titre d'exemple comparons les résultats des deux méthodes sur le cas des lentilles à échelons de Fresnel, qui renvoient les rayons parallèlement au plan horizontal (M va à l'infini).

Ces lentilles sont formées d'anneaux accotés ayant leur face d'entrée rectiligne et verticale et leur face de sortie courbe et oblique *(fig. 4)*. La lumière incidente correspond à un angle $a\,o\,c$, et la lumière réfractée est émise dans un faisceau parallèle $cdc'd'$.

A l'infini l'anneau présente une zone lumineuse *vraie* de hauteur h (projection verticale de cd) ayant l'éclat :

$$kk'(1 - \alpha)i.$$

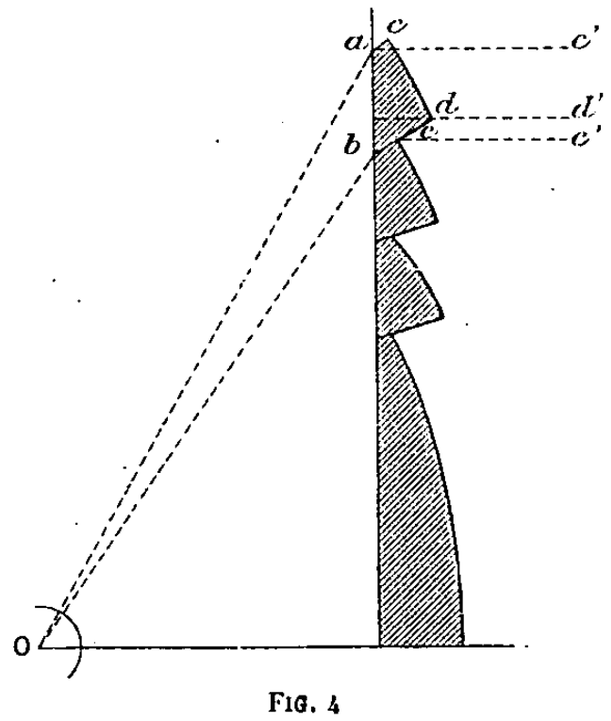


FIG. 4

Dans la première méthode l'éclat était calculé en attribuant au contraire à l'anneau une zone éclairante fictive de hauteur ce. On obtenait donc ainsi une *moyenne de l'éclat* pour l'anneau au lieu de l'éclat vrai de la partie lumineuse seule.

Cette valeur moyenne était calculée au moyen de la formule (voir formule 3) :

$$kk'ui = \frac{d\omega}{d\omega'} \cos \delta,$$

en attribuant au rapport de concentration, sa valeur déduite des propriétés des lentilles minces :

$$\frac{d\omega}{d\omega'} = \frac{\cos r}{\cos r'} \frac{\cos \delta'}{\cos \delta}. \tag{12}$$

La face d'entrée est verticale ; on se donne un foyer unique et l'on exprime que tous les rayons issus du foyer doivent sortir parallèlement à l'horizon (1). On a donc, pour la figure 5, les trois formules :

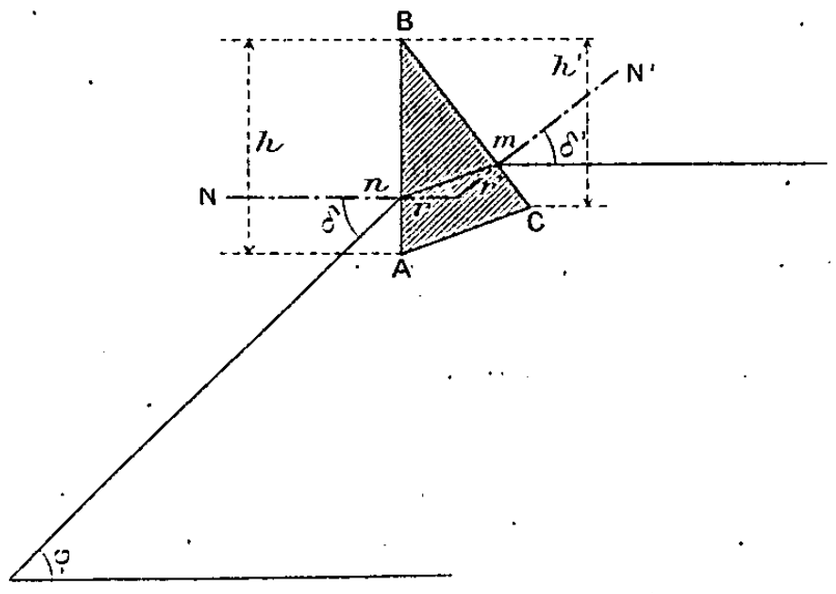


FIG. 5.

$$n \sin r = \sin \delta,$$

$$n \sin r' = \sin \delta',$$

$$\delta' = r + r'.$$

On en déduit immédiatement :

$$\cos r = \cos r \cos \delta' + \sin r \sin \delta'$$

et

$$\sin r' = \sin \delta' \cos r - \sin r \cos \delta'$$

$$\operatorname{tg} \delta' = \left(\frac{\sin \delta}{\sqrt{n^2 \sin^2 \delta - 1}} \right),$$

En portant ces valeurs dans l'équation (12), il vient :

$$\frac{d\omega'}{d\omega} = \cos \delta (1 + \operatorname{tg} r \operatorname{tg} \delta').$$

d'où, en vertu de (2) et en faisant $\operatorname{tg} r = \frac{\sin \delta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \delta}}$,

$$\frac{d\omega}{d\omega'} = \frac{1}{\cos \delta} \frac{1}{1 + \frac{\sin^2 \delta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \delta}\left(\sqrt{n^2 - \sin^2 \delta - 1}\right)}}. \tag{13}$$

On obtenait ainsi une valeur de u et par suite de i décroissante du centre

(1) Mémoire de M. Reynaud, sur l'éclairage des côtes, page 383.

au bord des lentilles, comme l'indique par exemple la figure 6 tirée de ma brochure de 1894.

Cet éclat moyen peut se mettre sous une forme plus simple que (13) et qui se prête facilement à un développement en série :

$$(14)\quad \left\{ \begin{aligned} u &= \frac{d\omega}{d\omega'}\cos\delta, \\ &= 1 - \frac{\sin^2\delta}{n(n-1)}\left(1 - \frac{\sin^2\delta}{n^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \\ &= 1 - \frac{\sin^2\delta}{n(n-1)}\left[1 + \frac{1}{2}\frac{\sin^2\delta}{n^2} + \frac{3}{8}\frac{\sin^4\delta}{n^4} + \frac{15}{24}\frac{\sin^6\delta}{n^6}, \text{ etc.}\right] \end{aligned} \right.$$

On peut aussi calculer u par logarithmes, en écrivant :

$$\log(1-u) = 2\log\sin\delta - \frac{1}{2}\log\left(1 - \frac{\sin^2\delta}{n^2}\right) - \log n - \log(n-1),$$

si on prend la surface rayonnante vraie, l'éclat vrai est, comme on l'a vu, en négligeant l'absorption :

$$kk'i.$$

Le facteur u doit donc être égal au rapport de la surface vraie à la surface fictive, ou sensiblement au rapport de la hauteur h à la hauteur $CE = h'$. Il est facile de le vérifier en supposant les anneaux assez petits pour que leur face soit sensiblement plane et les rayons qui le traversent sensiblement parallèles. On a alors en effet dans le triangle ABC les relations :

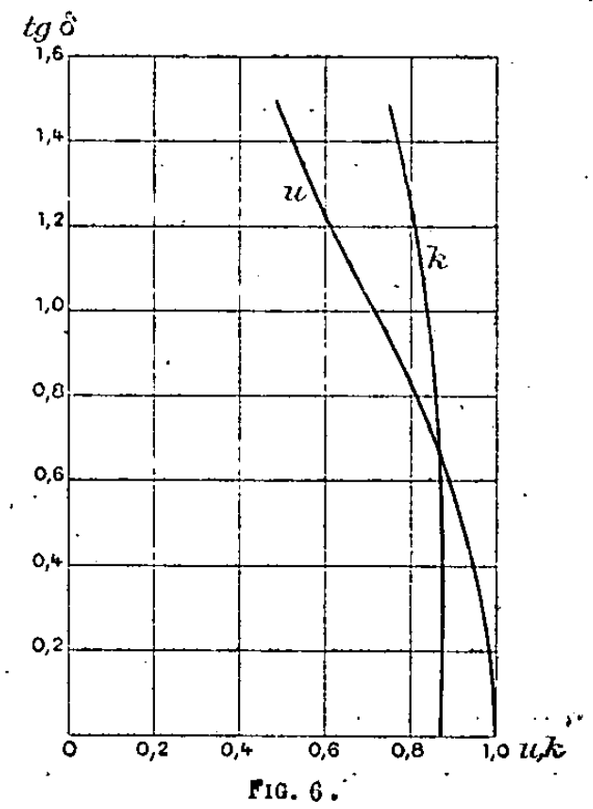


FIG. 6.

$$\frac{BC}{AB} = \frac{\cos r}{\cos(\delta' - r)}$$

ou

$$\frac{h'}{\cos\delta'} = \frac{h\cos r}{\cos(\delta' - r)}$$

D'où

$$\frac{h'}{h} = \frac{\cos r\cos\delta'}{\cos(\delta' - r)} = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}\delta'\operatorname{tg} r},$$

C'est bien la même valeur que celle de u déduite de l'expression générale :

$$u = \cos\delta\frac{d\omega}{d\omega'} = \frac{1}{1 + \operatorname{tg} r\operatorname{tg}\delta'}.$$

En pratique les anneaux sont légèrement courbes et la hauteur h' peut être un peu différente. Il suffit alors de la mesurer sur l'épure ou de la prendre dans les tables de construction de la lentille.

On fera de même pour les anneaux catadioptriques, dont toute la face de sortie est utile en général.

Remarques sur les applications pratiques. — On remarquera que les résultats trouvés ci-dessus sont très généraux, car je n'ai fait aucune hypothèse ni sur la *forme* de lampe ni sur la *répartition de son éclat*.

Dans l'application il conviendra de voir tout d'abord quelles sont les parties réellement lumineuses de la lentille.

Dans une lentille du premier type concentrant dans une seule direction, si l'observateur est placé très loin sur l'axe il verra la lentille entièrement lumineuse puisque le profil est calculé pour rendre parallèles tous les rayons issus du centre optique, et les dimensions de la source sont toujours assez grandes pour compenser le déplacement du foyer des différents anneaux par défauts de construction.

Si l'observateur se rapproche, la zone éclairée n'embrasse plus toute la lentille mais se rétrécit. Elle conserve néanmoins le même éclat que précédemment si l'éclat de la source est uniforme, comme c'est le cas par exemple pour un arc électrique.

Rien de plus facile par conséquent que de déterminer la loi de variation de l'éclairement le long de l'axe d'un projecteur à lampe horizontale. La source est le cratère de l'arc, facette circulaire brillante ; il suffit de déterminer pour chaque position de M les rayons extrêmes issus des bords du cratère et passant par M. Leurs points de sortie du projecteur déterminent le périmètre de la surface éclairante, à laquelle on n'a plus qu'à attribuer l'éclat $kk'(1 - \alpha)i$.

Si la source présente des éclats variables, il faut attribuer à chaque point m de la lentille l'éclat i correspondant à l'éclat de la source dans la direction du rayon incident en m ; cette étude devient alors très complexe et ne peut être faite qu'expérimentalement.

S'il s'agit d'une lentille de deuxième espèce, éclairant tout l'horizon, les rayons ne sont déviés par elle que dans le sens vertical ; la surface éclairante se réduit donc à une très étroite zone verticale dont la largeur apparente est celle sous laquelle on aperçoit la source elle-même. Et encore les anneaux présentent-ils des bandes sombres horizontales qui coupent cette bande. A chacune des parties éclairées on attribuera un éclat toujours calculé par la même formule $j = kk'(1 - \alpha)i$ et la puissance lumineuse totale sera la somme de toutes les parties :

$$P = \Sigma sj.$$

On remarquera que dans le premier type de lentille les deux éléments proportionnels, surface éclairée et puissance lumineuse, sont indépendants de la dimension de la source pourvu que celle-ci entoure complètement le foyer, tandis que dans le second ils dépendent essentiellement du diamètre horizontal de la source.

M. E. NOELTING

Directeur de l'École de chimie de Mulhouse.

NOUVELLE DÉMONSTRATION DE LA FORMULE DE KÉKULÉ POUR LE BENZÈNE

[541.9]

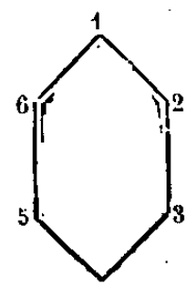
— Séance du 15 septembre —

Il est assez malaisé de donner, dans les cours de chimie, aux élèves, une démonstration de la formule de Kékulé, facilement compréhensible. Les démonstrations de Ladenburg, Hübner, Wroblewchi, Koerner et Griess sont, il est vrai, très rigoureuses, mais longues, compliquées, et peu à la portée des commençants. En me basant sur des faits connus et des expériences personnelles, je suis arrivé à établir une démonstration nouvelle que je donne depuis quelques années dans mes cours et qui est saisie facilement, même par les débutants. C'est pourquoi il sera peut-être de quelque utilité de la faire connaître. Je m'appuie sur les mêmes principes que mes prédécesseurs. Je démontre premièrement que quatre des six atomes d'hydrogène, sont équivalents entre eux, ensuite que, vis-à-vis d'un atome d'hydrogène, il y a deux couples de symétriques ; enfin je me base sur l'étude des xylènes pour établir la position des dérivés isomères.

Appelons les six atomes d'hydrogène du benzène *a*, *b*, *c*, *d*, *e* et *f*. En nitrant le benzène, nous obtenons le nitrobenzène $C^6H^5AzO^2$. Appelons *a* l'atome d'hydrogène substitué. En transformant le groupe AzO^2 successivement en AzH^2, Br et CH^3, nous obtenons le toluène $C^6H^5.CH^3$, où le groupe CH^3 occupera naturellement aussi la position *a*. En nitrant le toluène, nous obtenons trois nitrotoluènes isomérés, ortho, méta et para $C^6H^4(CH^3)(AzO^2)$. Soient *b*, *c* et *d* les atomes d'hydrogène remplacés par le groupe AzO^2. En réduisant les trois nitrotoluènes, on a trois tolui-

dines isomères, $C^6H^4(CH^3)(AzA^2)$, et en oxydant celles-ci dans des conditions appropriées, trois acides amidobenzoïques, $C^6H^4(COOH)(AzH^2)$. En éliminant le groupe CO^2 de ces trois acides amidobenzoïques, on obtient trois anilines $C^6H^5AzH^2$, dans lesquelles le groupe AzH^2 occupe naturellement encore les positions *b*, *c* et *d*. Or, ces trois anilines sont identiques entre elles et identiques avec l'aniline où le groupe AzH^2 se trouve en *a* ; donc $a = b = c = d$.

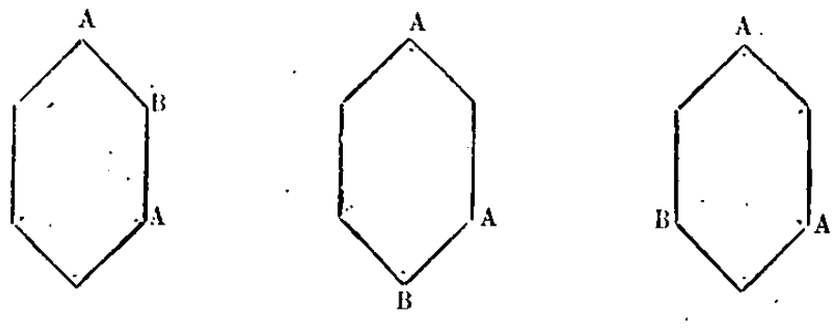
Prenons maintenant l'orthotoluidine dans laquelle CH^3 est en *a* et AzH^2 en *b*. En la nitrant dans des conditions appropriées, on arrive à obtenir simultanément quatre nitrotoluidines isomères, $C^6H^3(CH^3)(AzH^2)(Az^2O)$ fusibles à 107, 128, 91 et 97°. Si maintenant nous éliminons, par la réaction diazoïque, le groupe AzH^2 de ces quatre nitrotoluidines, nous obtenons quatre nitrotoluènes. Celui dérivé de la nitrotoluidine, p. de f. 107°, est le paranitrotoluène que nous avons appelé *ad*. De la nitrotoluidine, p. de f. 97°, nous obtenons le métanitrotoluène *ac* ; la nitrotoluidine, p. de f. 128°, nous fournit un nitrotoluène identique avec celui-ci, dans lequel le groupe nitro est en *e*. De là, il s'ensuit que, vis-à-vis de *a*, *c* et *e* sont symétriques, donc $c = e$. Enfin, le nitrotoluène *af*, obtenu au moyen de la nitrotoluidine p. de f. 91°, se trouve être identique avec *ab*, donc *b* et *f* sont symétriques vis-à-vis de *a* : $b = f$. Or, comme nous avions $a = b = c = d$, et que nous avons $c = e$ et $b = f$, nous avons démontré l'identité des six atomes d'hydrogène. Par le fait même, nous avons démontré aussi qu'il existe trois, et seulement trois dérivés bisubstitués isomères, qu'on a appelés ortho, méta et para. Représentons le schéma du benzène par l'hexagone classique :



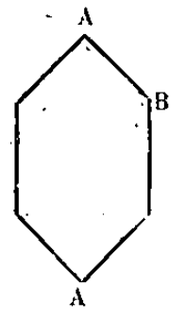
et examinons maintenant à quelle position 12, 13 ou 14 correspondent les dérivés ortho, méta et para. On voit qu'un dérivé 12, $C^6H^4A^2$, doit donner deux tridérivés $C^6H^3A^2B$:

et

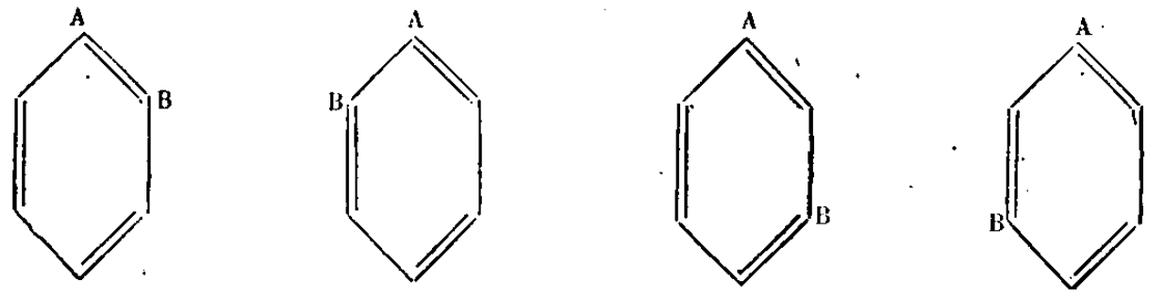
Un dérivé 13 doit en fournir trois :



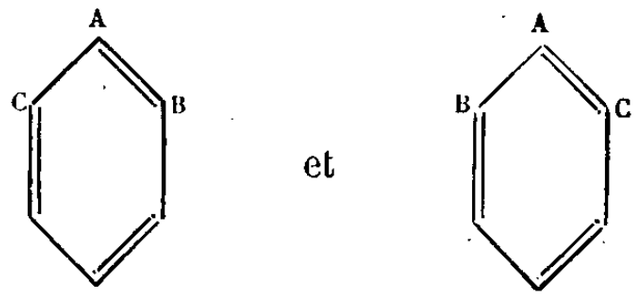
Enfin, un dérivé 14 n'en fournira qu'un seul :



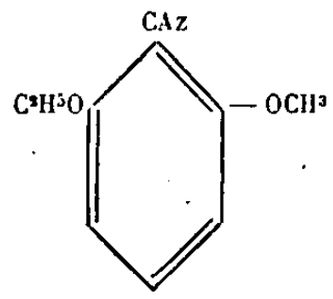
Si nous transformons les trois nitrotoluènes en toluidines, toluènes bromés, $C^6H^4CH^3Br$, et xylènes $C^6H^4(CH^3)^2$ et que nous préparons les dérivés nitrés, amidés, hydroxyles de ces derniers, nous trouvons que l'orthoxylène en donne deux, donc il est 12 ; le méta en fournit trois, donc il est 13 ; enfin le para n'en donne qu'un seul, donc il est 14. Les trois xylènes se laissent transformer aisément en acides phtaliques, $C^6H^4(COOH)^2$; la constitution de ces derniers se trouve donc établie. En considérant la formule du benzène avec les doubles liaisons alternatives, on pourrait être tenté de trouver une différence entre les dérivés 12 et 16 et 13 et 15 :



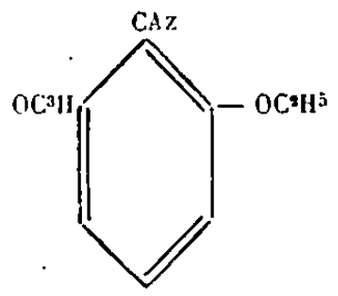
Or, en fait, des différences n'ont jamais été observées. De même, il ne semblerait pas impossible que des corps :



ne montrassent des différences. Les seules expériences sur ce sujet, dues à M. Lobry de Bruyn, ont montré l'identité de :

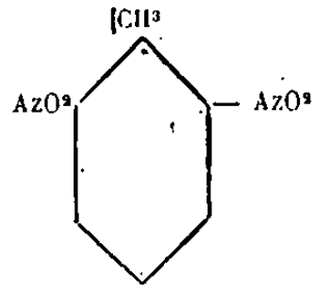


avec



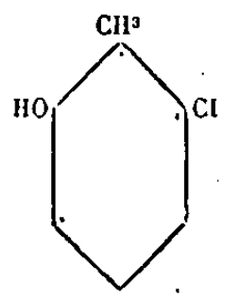
Il m'a semblé intéressant de chercher de nouveaux faits dans cette direction.

Le binitrotoluène voisin :

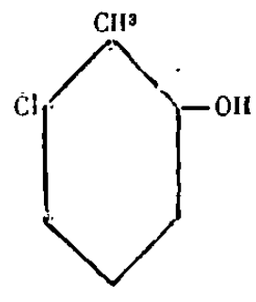


qui est maintenant facilement accessible, était un point de départ tout indiqué.

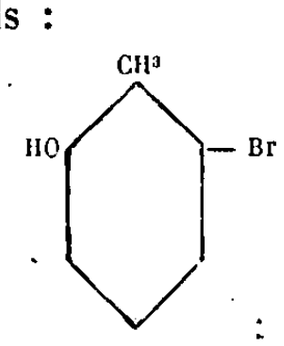
En remplaçant successivement les deux groupes AzO^2 par réduction, diazotation et traitement ultérieur approprié par A et B, puis par B et A, on obtient des dérivés à comparer. J'ai fait l'expérience sur des substances assez différentes, les deux chlorocrésylols :

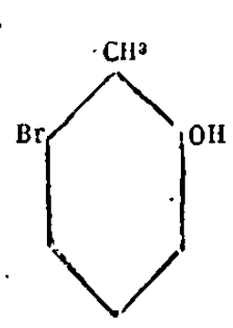


et

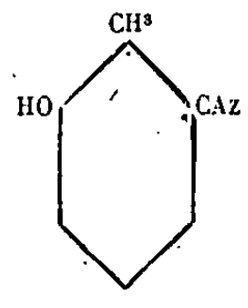


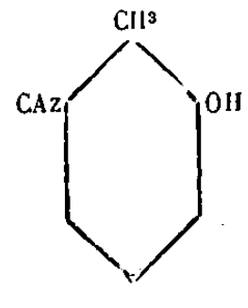
les bromocrésylols :



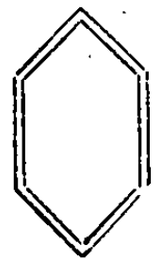


les cyanocrésylols :





et autres, et j'ai toujours constaté l'identité complète. Ces faits concordent parfaitement avec la formule oscillatoire de Kékulé et surtout avec la nouvelle formule aux valences partielles de Thiele :



M. le Docteur ALOY
Préparateur de chimie à l'Université de Toulouse.

SUR LE CYANURE DOUBLE D'URANIUM ET DE POTASSIUM [547.1]

— Séance du 15 septemlre —

Le cyanure de potassium donne dans les sels d'uranyle un précipité jaune soluble dans un excès de cyanure alcalin. La plupart des auteurs ont admis qu'il se formait dans cette réaction un cyanure double d'uranium et de potassium, mais le composé ainsi prévu n'a pas été isolé. La solution dans le cyanure de potassium refuse, en effet, de cristalliser par concentration et laisse déposer même à la température ordinaire une poudre jaune rougeâtre formée en majeure partie de cyanure d'uranyle.

Le cyanure double de potassium et d'uranium peut, au contraire, facilement être produit en laissant digérer à une douce chaleur le sulfure ou le cyanure d'uranyle récemment précipité avec un grand excès de cyanure de potassium. La meilleure méthode pour le préparer paraît être la suivante : A une solution assez concentrée d'acétate d'uranyle maintenu vers 40°, l'on ajoute des fragments de cyanure de potassium ; il se forme tout d'abord un précipité jaune volumineux de cyanure d'uranyle qui, bientôt se transforme en cyanure double cristallisé, jaune pâle peu soluble dans le cyanure de potassium. Pour le débarrasser du cyanure d'uranyle non transformé on le dissout dans une petite quantité d'eau et l'on ajoute à la solution filtrée un grand excès de cyanure de potassium. Le cyanure double se dépose alors sous la forme de prismes clinorhombiques de couleur jaune. Ces cristaux peuvent être séchés à 100° sans décomposition,

ils sont solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool absolu, l'alcool faible les dissout avec facilité. La solution aqueuse qui est d'un beau jaune précipité la plupart des solutions métalliques, elle donne en particulier avec l'acétate d'urane un précipité de cyanure d'uranyle : elle peut être évaporée sans décomposition sur l'acide sulfurique à la température ordinaire et fournit ainsi des cristaux jaunes clinorhombiques.

Le cyanure uranico-potassique appartient à la classe des cyanures doubles instables, les acides dilués décomposent sa solution en donnant un précipite de cyanure d'uranyle soluble dans un excès d'acide.

Je me propose de compléter cette étude et d'étendre la méthode précédente à la production d'autres cyanures doubles d'uranium.

M. H. CAUSSE

Agrégé à la Faculté de médecine de Lyon.

SUR LA MORPHINE [547]

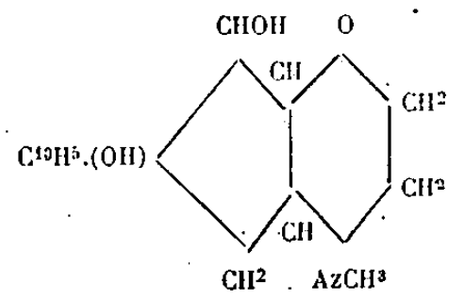
— Séance du 18 septembre —

La morphine a pour formule $C^{17}H^{19}AzO^3$ et contient trois atomes d'oxygène. MM. Beckett et Wright d'abord, M. Hesse ensuite, ont obtenu par l'action des chlorures ou des anhydrides d'acides, des dérivés bisubstitués, de ce fait, on a déduit que sur les trois atomes d'oxygène, contenus dans la molécule de la morphine, deux sont unis à l'hydrogène sous forme d'hydroxyle.

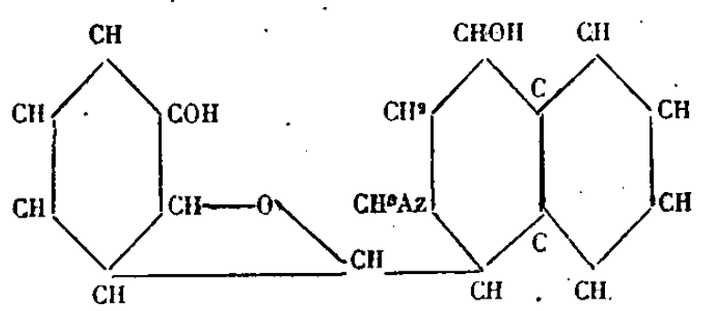
En ce qui concerne leurs fonctions, les recherches de M. Grimaux ont montré que l'un d'eux était phénolique, et le second alcoolique, probablement secondaire; toutefois la différence entre les deux fonctions est principalement basée, sur l'isomérie des deux dérivés monacétylés, et sur ce fait que la méthode d'éthérification des phénols, appliquée à la morphine, ne permet que la substitution d'un seul radical alcoolique à un atome d'hydrogène.

Les tentatives faites pour obtenir des dérivés trisubstitués avec la morphine, ou bisubstitués avec la codéine, étant restées sans résultats, la nature du troisième atome d'oxygène et son rôle sont encore indécis. A la suite de ses recherches, M. Knorr, se basant sur l'étude des produits de dédou-

blement de la morphine, arriva à la conclusion suivante : la morphine contient un hydroxyle phénolique, un hydroxyle alcoolique, et un troisième atome d'oxygène indifférent qui est vraisemblablement celui qui sert de liaison ; ainsi qu'il arrive dans les oxazines, où l'atome d'oxygène et d'azote respectivement en position ortho et para servent de liaison à deux groupes CH^2. Cette hypothèse a permis à M. Knorr d'expliquer le dédoublement de la méthocodéine, sous l'influence de l'anhydride acétique, qui fournit un dérivé phénanthrénique et la β-oxyéthyldinéthylamine, et de donner à la morphine la formule de constitution suivante :



Ces conclusions n'ont pas été acceptées par M. Vis, qui déduit non de ses recherches personnelles, mais de considérations théoriques tirées de l'ensemble des travaux publiés sur cet alcaloïde, et sur ceux qui l'accompagnent dans l'opium : 1° que la morphine n'est pas un dérivé du phénanthrène, mais que ce carbure se forme par des réactions secondaires ; 2° que la constitution de la morphine est analogue à celle de la papavérine et de la narcotine, c'est-à-dire représente un dérivé phenylisoquinoléique du méthane ; 3° la morphine contient deux hydroxyles, l'un fonctionne comme hydroxyle phénolique, l'autre comme hydroxyle alcoolique, et le troisième atome d'oxygène est probablement de nature éthérée, susceptible de prendre le caractère phénolique après le dédoublement de l'alcaloïde, sous l'influence de l'anhydride acétique, en dérivé dihydroxylé du phénanthrène, tandis que l'hydroxyle alcoolique persisterait dans l'oxéthyldiméthylamine. Enfin ce caractère éthéré du troisième atome d'oxygène permettrait de concevoir l'existence de trisubstitués de la morphine, comme la tribenzoylmorphine de Pollstroff, qui a été niée successivement par MM. Beckett et Wright d'abord, puis par M. Hesse ; comme suite à sa critique, M. Vis donne à la morphine la formule de constitution suivante :



Dans ce qui suit, je vais montrer que la morphine contient le troisième atome d'oxygène sous forme de carbonyle CO, étant susceptible de donner,

avec le concours de l'hydrogène naissant et de l'anhydride acétique, un dérivé triacétylé, et, d'autre part, de perdre ce même groupe CO à l'état de CO^2 sous l'influence des oxydants, et que la codéine ou méthylmorphine donne également une diacétylcodéine.

Triacétylmorphine. — $C^{17}H^{17}Az(C^2H^3O^2)^3 + H^2O$. Dans un ballon, on introduit 20 grammes de morphine, 400 grammes d'anhydride acétique et 20 grammes d'acétate de sodium sec et fondu, on dissout le tout à une douce chaleur, et on ajoute ensuite 20 grammes de poudre de zinc, le ballon est adapté à un réfrigérant à reflux, on porte à l'ébullition, et on maintient cette température jusqu'à dissolution du zinc, ce qui demande huit à neuf heures, puis on laisse refroidir. Le contenu du ballon se prend en une masse cristalline retenant toute la partie liquide; on ajoute 300 grammes d'anhydride acétique, tant pour délayer les cristaux que pour insolubiliser les acétates de zinc et de sodium. Cette séparation est importante, si l'anhydride en retient une quantité, même faible, la distillation est très pénible et de plus, vers la fin de l'opération, il se produit une saponification; la morphine se trouve régénérée en presque totalité. Après deux jours de repos la cristallisation des acétates étant complète, on essore, le liquide est filtré et distillé dans le vide jusqu'à réduction au quart; on laisse refroidir, on ajoute un demi-litre d'eau distillée; la solution brune est décolorée au noir, filtrée et précipitée par l'ammoniaque étendue. On obtient un dépôt blanc cristallin, qui est lavé, séché, puis dissous dans l'alcool méthylique bouillant, par refroidissement la triacétylmorphine cristallise; une seconde cristallisation la donne à l'état pur.

La morphine triacétylée cristallise avec une molécule d'eau, qu'elle perd à 115°; à l'état anhydre elle est fusible à 158°, à 155° lorsqu'elle contient la molécule d'eau de cristallisation. Le dérivé monoacétylé fond à 187° (Beilstein), le dérivé diacétylé à 171-172° (Bœyer), 169° (Hesse). Les solutions dévient à gauche, et le pouvoir rotatoire moléculaire est $(\alpha)_D = -180°$.

La triacétylmorphine est insoluble dans l'eau, dans les lessives alcalines, ou les solutions de carbonates alcalins, à froid; à chaud, elle est facilement saponifiée; elle est soluble dans l'alcool méthylique ou éthylique, surtout bouillants, le perchlorure de fer, l'acide sélénieux en présence de l'acide sulfurique, et l'acide azotique ne donnent aucune coloration. Chauffée à l'ébullition avec une solution très concentrée d'acétate de sodium, la triacétylmorphine est en presque totalité saponifiée. La saponification est complète, si on la chauffe avec de l'eau de baryte additionnée de son volume d'alcool, en tube scellé et au bain-marie, la solution prend une teinte brune et, par refroidissement, abandonne des cristaux de morphine.

Composition. — L'analyse de la triacétylmorphine hydratée nous a

donné : C — 64,3, 64,2 : H — 7. Calculée pour la formule $C^{23}H^{27}AzO^6 + H^2O$: C — 64.00 : H — 6,7.

Détermination des acétyles. — Elle a été effectuée en saponifiant la triacétylmorphine, soit par la potasse alcoolique à + 100° en tube scellé, soit par l'eau de baryte additionnée de son volume d'alcool. Dans le premier cas, nous avons obtenu $6^{cc},4$ de soude normale, dans le second, 7 centimètres cubes, soit en moyenne $6^{cc},7$ pour 1 gramme de dérivé triacétylé, ce qui correspond à 0,402 d'acide acétique, et la théorie pour la formule $C^{17}H^{17}Az(C^2H^3O^2)^3 + H^2O$, indique 0,417.

La formation de triacétylmorphine peut être interprétée de la manière suivante : sous l'influence de l'hydrogène naissant, dû à la réaction du zinc sur l'acide acétique formé, le carbonyle CO est transformé en fonction alcoolique secondaire CHOH, qui est ultérieurement éthérifiée par l'anhydride acétique.

La triacétylmorphine forme avec les acides des sels : ceux-ci sont très solubles, difficiles à obtenir en cristaux nets, cependant l'oxalate se présente sous la forme de houppes soyeuses bien définies. On le prépare en saturant une solution aqueuse tiède d'acide oxalique avec la morphine triacétylée, on évapore d'abord au bain-marie, puis sous la cloche à acide sulfurique, ce qui donne l'oxalate.

Diacétylcodéine. — $C^{17}H^{17}Az(CH^3O)(C^2H^3O^2)^2$. On dissout à une douce chaleur 10 grammes de codéine et 10 grammes d'acétate de sodium sec et fondu dans 200 grammes d'anhydride acétique, on ajoute 10 grammes de poudre de zinc, et on chauffe le tout au refrigérant à reflux jusqu'à dissolution du métal. On laisse refroidir, il se forme une abondante cristallisation d'acétate de zinc et de sodium : on délaye la masse dans 150 grammes d'anhydride acétique; après 24 heures de repos, on filtre, on essore les cristaux, on les lave avec un filet d'anhydride. Le filtratum est distillé dans le vide jusqu'à réduction au quart du volume primitif. Le résidu froid, étendu d'eau distillée est décoloré au noir, filtré, et précipité par l'ammoniaque étendue, on obtient un précipité blanc pulvérulent, qui est lavé à l'eau distillée, et desséché.

Pour le purifier, on le dissout dans l'alcool méthylique bouillant, qui dépose des cristaux en se refroidissant : une seconde cristallisation donne le produit pur.

La diacétylcodéine est en cristaux prismatiques, incolores, anhydres, fusibles à 123-124°. Le dérivé monacétylé fond à 134° (Hesse). Insolubles dans l'eau, ils se dissolvent dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, en proportion beaucoup plus forte que la triacétylmorphine. Les solutions alcooliques dévient à gauche, et le pouvoir rotatoire est $(\alpha)_D = -450°$.

Composition. — L'analyse de la diacétylcodéine nous a donné : C, 68,2 ; H, 7,3 0/0. Le calcul pour la formule $C^{17}H^{17}Az(CH^3O)(C^2H^3O^2)^2$ indique C. 68,5 ; H. 7,0 0/0.

Détermination des acétyles. — De même que pour la triacétylmorphine, cette détermination a été effectuée en saponifiant 1 gramme de diacétylcodéine, soit avec l'eau de baryte alcoolique, soit avec la potasse alcoolique en tube scellé à + 100° : nous avons ainsi obtenu 0,28 d'acide acétique, la théorie pour la formule précédente indique 0,30 de cet acide.

Chlorhydrate de diacétylcodéine. — $C^{22}H^{27}AzO^5HCl$. — Ce sel se prépare en saturant de l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau, avec de la diacétylcodéine, et évaporant à une douce chaleur presque à siccité. Il se forme un amas composé d'aiguilles incolores de chlorhydrate, répondant à la formule ci-dessus. En effet, le dosage du chlore a donné Cl trouvé 8,1 0/0 calculé Cl — 8,4 0/0.

Iodométhylate de diacétylcodéine. — $C^{22}H^{27}AzO^5CH^3I$. Ce dérivé prend naissance lorsqu'on abandonne à lui-même un mélange de une partie de diacétycodéine et quatre parties d'iodure de méthyle. Le mélange d'abord liquide abandonne peu à peu des cristaux, et en quelques jours se prend en une masse cristalline. On chauffe celle-ci sur un bain-marie pour éliminer l'excès d'iodure de méthyle, puis on fait cristalliser le résidu à deux reprises différentes dans l'alcool éthylique bouillant.

On obtient ainsi des aiguilles incolores, parfois légèrement colorées en jaune, fusibles à 230°, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool méthylique ou éthylique froids, plus solubles dans ces mêmes solvants bouillants ; qui donnent à l'analyse des chiffres concordants avec ceux de la formule précédente. En effet, nous avons trouvé I, 23,7 0/0. Calculé 24 0/0.

Iodoéthylate de diacétylcodéine. — $C^{22}H^{27}AzO^5.C^2H^5I$. On l'obtient en traitant la diacétylcodéine par trois fois son poids d'iodure d'éthyle, en tube scellé à la température de 100°, pendant quelques heures. Par le refroidissement, le contenu du tube se prend en une masse cristalline. On ouvre le tube, on évapore l'excès d'iodure, et le résidu, constituant une masse solide cristalline, est purifié par cristallisation dans l'alcool.

L'iodoéthylate est en aiguilles incolores, fusibles à 245°, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool éthylique ou méthylique. A l'analyse, nous avons obtenu I. 23 0/0. Calculé 23,4 0/0.

Iodoisopropylate de diacétylcodéine. — $C^{22}H^{27}AzO^5C^3H^7I$. Ce composé se forme en chauffant quelques heures en tube scellé, à la température de 100°

un mélange d'une partie de diacétylcodéine et trois parties d'iodure d'isopropyle; soumis à un traitement identique aux dérivés précédents, il se présente sous la forme d'aiguilles incolores, fusibles en se décomposant vers 160°, et très peu solubles dans l'alcool et l'éther. Le dosage de l'iode conduit à la formule indiquée. En effet, nous avons trouvé I. 22,9 0/0. Calculé 22,8 0/0.

Bromhydrate de monobromorphine. — $C^{17}H^{18}BrAzO^3.HBr$. J'ai décrit dans le compte rendu du Congrès de Nantes, quelques dérivés bromés de la morphine, sans indiquer toutefois l'existence d'une monobromomorphine que je n'avais pu obtenir par le procédé qui donne des composés à teneur en brome plus élevée.

On obtient la monobromomorphine en bromant l'alcaloïde à froid en présence de l'acide acétique; à cet effet, on fait un mélange de HBr à 50 0/0, 50 grammes, acide acétique cristallisable, 50 grammes, eau distillée, 100; on ajoute ensuite 5 à 6 grammes de brome; d'autre part, on dissout 10 grammes de morphine dans 25 grammes d'acide acétique étendu de 25 grammes d'eau, on verse cette solution dans la précédente, la décoloration est immédiate et complète, et bientôt se déposent de nombreux cristaux. Après quelques jours de repos, on essore, on sèche le dépôt à l'air, on le lave avec de l'eau distillée. Pour le purifier, on le dissout dans 10 fois son poids d'eau bouillante, qui l'abandonne en se refroidissant sous la forme de longues aiguilles incolores.

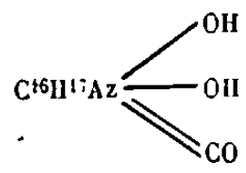
La monobromomorphine, préparée comme il vient d'être dit, est en aiguilles incolores, insolubles dans l'eau et dans l'acide acétique, solubles dans l'alcool éthylique ou méthylique, peu solubles dans l'éther et le chloroforme. Elle fond en se décomposant; traitée à l'ébullition par l'acétate de sodium et l'acide acétique, elle donne une base qui contient du sodium. Mais son étude encore incomplète ne nous permet pas de dire s'il s'agit d'une combinaison métallique de monobromorphine, ou d'une combinaison double.

Le dosage du brome nous a donné Br. 35,6 0/0. Le calcul pour la formule $C^{17}H^{18}BrAzO^3HBr$ indique Br 35,9 0/0.

Oxydation de la morphine par l'acide iodique. — L'existence d'un dérivé triacétylé de la morphine obtenue dans les conditions mentionnées plus haut rendait probable la présence d'un groupe CO; nous avons cherché à le mettre en évidence en oxydant la morphine par l'acide iodique. On dissout 10 grammes de morphine dans 50 centimètres cubes d'acide acétique, on étend à un litre avec de l'eau distillée, la solution est versée dans un ballon fermé par un bouchon à trois trous : l'un reçoit un tube qui amène de l'oxygène pur, le second, un tube à brome, le troisième est relié à un flacon contenant une solution concentrée d'iodure de potassium, suivi de deux autres

flacons remplis d'eau de baryte. On porte la solution à l'ébullition, puis on fait arriver le courant d'oxygène, pour chasser l'acide carbonique contenu dans l'appareil, lorsque les gaz sortant ne donnent plus de trouble avec l'eau de baryte, on procède à l'oxydation. A cet effet, on verse dans le tube à brome une solution d'acide iodique au 1/5e, et la laisse tomber par petites portions dans la solution de morphine; le liquide se colore d'abord en brun, et peu après l'iode distille en même temps l'eau de baryte se trouble et dépose du carbonate. Lorsque les vapeurs sortant du ballon n'entraînent plus d'iode, on met fin à l'opération. Le carbonate de baryum formé est séparé, lavé, introduit dans une capsule et dissous dans 10 centimètres cubes d'HCl normal, et l'excès de cet acide titré avec la soude normale, nous avons aussi trouvé que 6cc,7 d'HCl avaient été neutralisés, ce qui correspond à 0,1474 de CO^2. La théorie pour la réaction $C^{17}H^{19}AzO^3 - CO^2$. donne 0,145, c'est-à-dire qu'une molécule de morphine perd une molécule d'acide carbonique, incontestablement fournie par le groupe CO. Après l'oxydation il reste une substance qui n'a pu jusqu'ici être obtenue à l'état de pureté suffisant pour en permettre l'analyse, elle contient de l'iode en partie substitué, en partie additionnée. L'hyposulfite de soude, l'acide azotique étendu enlèvent bien l'iode d'addition, mais celui de substitution résiste au moins partiellement. Nous reviendrons ultérieurement sur l'étude de ce composé que nous avons pu préparer ces temps derniers en quantité suffisante.

L'ensemble des faits relatifs à la formation d'une triacétylmorphine et d'une diacétylcodéine, joints à cette circonstance que la morphine cède une molécule d'acide carbonique, quand on l'oxyde par l'acide iodique, permet de conclure que cet alcaloïde contient le troisième atome d'oxygène sous forme de groupe CO, et, d'autre part, de représenter nos connaissances actuelles sur la nature des trois atomes d'oxygène que contient la molécule par la formule suivante :



M. J. SCHÜRR

Professeur au Lycée de Montluçon. [541:8]

SUR LA VITESSE DE DISSOLUTION DES SELS DANS L'EAU

— *Séance du 20 septembre* —

Les propriétés des solutions salines ont donné lieu à un grand nombre de recherches dans ces dernières années à cause des hypothèses diverses qui se rattachent à leur constitution.

La molécule chimique d'un sel dissous est-elle associée à un nombre plus ou moins grand de molécules d'eau, avec ou sans polymérisation ? Ou bien, devons-nous regarder une solution comme un bain électrolytique où les ions auraient leur existence propre, avant le passage d'un courant électrique ? Ces hypothèses conduisent nécessairement à des conséquences différentes, et il est nécessaire, pour mieux saisir la nature intime du phénomène, de l'envisager à des points de vue aussi variés que possible.

Dans ce travail, j'ai étudié la vitesse de dissolution des sels dans l'eau, en suivant une marche analogue à celle des vitesses de réaction, telles que l'éthérification. La richesse du liquide est déterminée aux différentes époques, par la facilité plus ou moins grande que des courants d'induction mettent à le traverser : ces courants sont dus aux mouvements du cadre d'un galvanomètre Deprez et d'Arsonval.

VITESSE DE DISSOLUTION DES SELS DANS L'EAU

La conductivité d'une solution saline varie avec son degré de concentration. Si l'on connaît une relation entre ces grandeurs, on déterminera la vitesse de dissolution d'un sel, en mesurant la conductivité à des intervalles de temps réguliers pour en déduire la richesse du liquide à ces mêmes époques.

La mesure de la résistance des liquides présente des difficultés spéciales dues aux phénomènes de polarisation des électrodes. Aussi a-t-on employé des méthodes détournées, moins précises en général que les méthodes ordinaires, ce sont : 1° la méthode électrométrique ; 2° la méthode des courants alternatifs ; la première est surtout usitée en France, et la seconde en Allemagne. Elles exigent un outillage compliqué et une grande habileté dans l'expérimentation.

J'ai pensé que l'emploi exclusif du galvanomètre Deprez et d'Arsonval était suffisant dans un grand nombre de cas ; l'appareil est facilement

transportable et son installation peut être effectuée dans tout laboratoire de chimie.

I. — *Principe de la méthode.* — Une partie du liquide est intercalée dans le circuit du galvanomètre et l'on communique au cadre une déviation déterminée. Livré ensuite à lui-même, il effectue une série d'oscillations autour de sa position d'équilibre. Si la résistance est assez grande, son mouvement est périodique, mais les oscillations s'éteignent plus ou moins rapidement, suivant l'amortissement que subissent les courants alternatifs d'induction. Cela posé, comptons le nombre des oscillations effectuées jusqu'à ce que l'amplitude soit réduite de moitié. Ce nombre détermine la concentration du liquide. Les mesures étant répétées pour différentes concentrations, il sera facile de dresser une table ou de tracer la courbe de l'amortissement en fonction de la richesse du liquide. Il ne reste plus qu'à appliquer ces résultats à la mesure de la vitesse de dissolution, en observant l'amortissement du courant à travers la solution, à des intervalles de temps régulièrement espacés ; l'examen de la table ou de la courbe donnera la richesse du liquide à ces mêmes époques.

Dans ce qui précède, j'ai supposé que l'amplitude initiale était le double de l'amplitude finale. Comme cette condition n'est pas toujours réalisable, il est nécessaire de définir l'amortissement d'une manière plus rigoureuse. Soient :

τ la durée de la période complète,

n le nombre des oscillations complètes écoulées quand le cadre oscille entre les amplitudes φ_o et φ_n,

δ le décrément logarithmique défini par la relation :

$$\delta = \frac{1}{n} \log_e \left(\frac{\varphi_o}{\varphi_n} \right).$$

L'amortissement est donné par l'expression :

$$\lambda = \frac{\delta}{\tau}.$$

Or la durée de la période τ est sensiblement constante ; il en résulte que le décrément peut servir de mesure à l'amortissement.

On voit aussi que dans l'hypothèse où $\left(\frac{\varphi_o}{\varphi_n} \right) =$ Constante, le décrément δ est inversement proportionnel à n.

Enfin, quand le cadre oscille en circuit ouvert, il se produit un amortissement qui est dû à la résistance de l'air et à la raideur du fil. Soit δ' le décrément correspondant $(\delta - \delta')$ sera le décrément correspondant à la résistance électrique du circuit.

Telle est l'expression dont je me suis servi pour l'étude des concentrations.

II. — *Description des appareils. (fig. 1.)* — I. Un vase cylindrique en verre A renferme 200 centimètres cubes d'eau.

Il porte un bouchon mobile muni de cinq pièces fixes qui sont :

1°) Un thermomètre T ;

2°) Une électrode impolarisable C, qui est formée d'un petit vase poreux garni de sulfate de zinc concentré où plonge un bâton de zinc amalgamé;

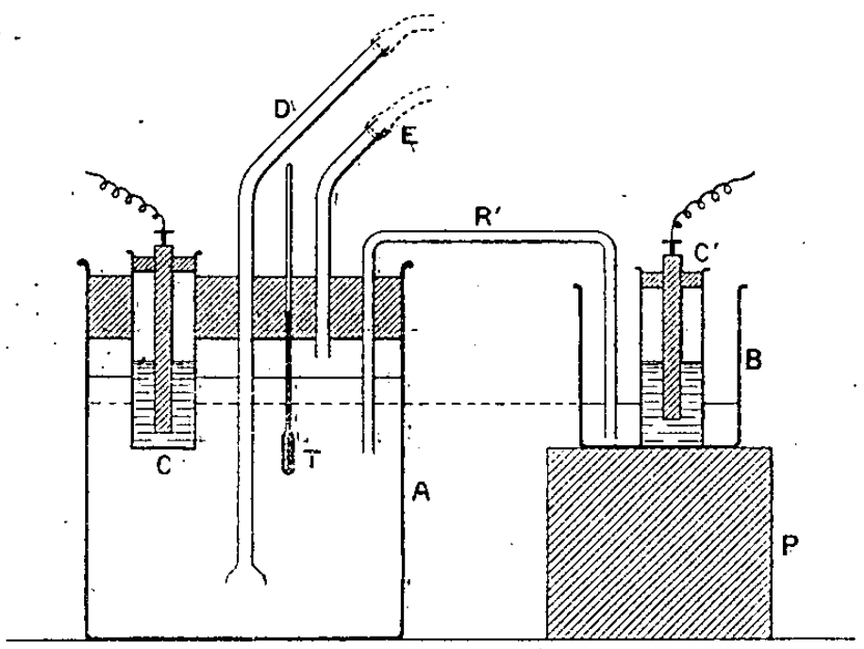


FIG. 1.

3°) Un tube de verre D qui pénètre jusqu'au fond du vase ; il sert à insuffler de l'air pour faciliter le mélange des couches liquides ;

4°) Un tube E se terminant au-dessus du liquide et permettant de transvaser une partie du liquide de A vers B, ou de B vers A ;

5°) Un siphon R de 3 millimètres de diamètre environ et de 38 centimètres de longueur ; il a été choisi assez large pour qu'il puisse être rempli ou vidé rapidement, et assez long pour que les résistances liquides qu'il renferme soient supérieures à 20.000 ohms environ (elles peuvent atteindre 200.000 ohms).

II. La seconde branche du siphon vient aboutir au fond d'un petit vase B qui reste ouvert et est muni également d'une électrode impolarisable C'. Ce vase repose sur un bloc de paraffine P.

III. — Les électrodes C et C' sont reliées au galvanomètre G et à une pile Daniell d'après le schéma ci-contre *(fig. 2)* ; une dérivation M'NM permet d'obtenir une déviation initiale du cadre du galvanomètre ; une clef Z sert à fermer le cadre soit sur la pile, soit sur la résistance R.

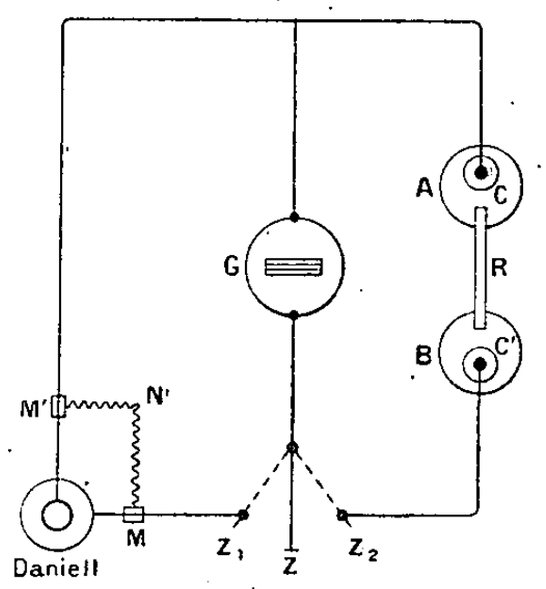


FIG. 2.

III. — *Marche d'une expérience.* — On introduit dans l'eau du vase A un poids déterminé de sel, soit $\frac{1}{20}$ de son équivalent en grammes (ce qui correspond à $\frac{1}{4}$ d'équivalent par litre). Après diffé-

rents essais, je me suis arrêté à cette valeur parce que, avec des masses plus petites, la solubilité est souvent trop rapide pour être mesurable, tandis que, pour des masses plus grandes, la température s'abaisse parfois de plusieurs degrés, de sorte que la température de la résistance R est mal connue.

On ferme le vase et l'on insuffle de l'air. Puis on fait passer une partie du liquide, environ 15 centimètres cubes dans le siphon et le vase B. Aussitôt après, le décrément logarithmique doit être déterminé. A cet effet, le courant de la pile est lancé dans le galvanomètre de manière que l'image se déplace de 150 millimètres sur l'échelle divisée qui est placée à 1 mètre du miroir ; le glissement des curseurs M et M′ sur deux résistances inégales permet d'atteindre rapidement ce résultat. On fait ensuite une manœuvre de la clef Z.

Son déplacement de Z_1 en Z_2 produit la suppression du courant de la pile et en même temps la fermeture du circuit du galvanomètre sur la résistance R. Aussitôt on commence à compter le nombre des oscillations complètes et l'on s'arrête quand l'amplitude correspond à une division voisine de 75 millimètres, c'est-à-dire qu'elle est environ la moitié de l'amplitude initiale. Il est nécessaire de contrôler le résultat par une seconde mesure ; du reste, cette double mesure dure au plus 1 minute. Dès qu'elle est terminée, le liquide est ramené par aspiration dans le vase A.

Je résume dans le tableau suivant la marche d'une expérience :

0 minute. Introduction du sel dans l'eau et mise du bouchon.
1 — Agitation du liquide par deux insufflations.
2 — Prise d'essai et mesure des décréments. Retour du liquide.
3 — Agitation du liquide par deux insufflations.
4 — Prise d'essai et mesure, etc.

IV. — *Tracé des courbes d'amortissement et de vitesse de dissolution.* — Pour les expériences préliminaires, je prépare plusieurs solutions inégalement concentrées, renfermant, par exemple, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{12}$... d'équivalent par litre d'eau. Elles sont mises successivement en A et dans le siphon R, de manière qu'on puisse évaluer l'amortissement dans chaque cas. Il ne reste qu'à tracer une courbe dont les abscisses soient $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$ ... et les ordonnées les décréments $\Delta = \delta - \delta'$. Soit MN une semblable courbe (*fig. 3*).

Elle sert à tracer ensuite la courbe de la vitesse de dissolution dont les coordonnées seront le temps t et la concentration x. Pour trouver le point A′ de cette courbe qui correspond à un temps donné, soit $t = 2$ minutes ;

on porte le décrément $\Delta = o\mathrm{D}$, déterminé à cette époque, sur l'axe des ordonnées et par D, on mène la parallèle à Ox jusqu'à sa rencontre en A avec MN.

Si l'on porte les temps sur Ot, les deux lignes AA′ et 2A′, parallèles aux axes, donnent par leur intersection le point A′ cherché.

La courbe M′N′, ainsi obtenue, indique évidemment la rapidité avec laquelle se fait la dissolution. Il importe cependant de définir cette vitesse par les considérations suivantes.

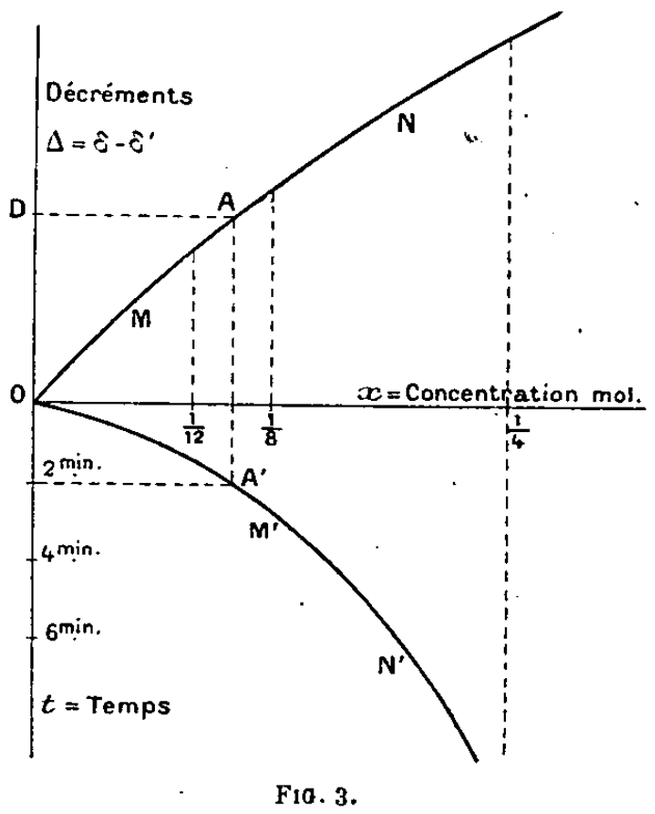


FIG. 3.

V. — *Considérations théoriques.* — Désignons par P la masse de sel mise dans l'eau et par x la masse de sel dissoute à l'époque t. La loi des masses, qui régit un grand nombre de réactions chimiques, telles que la saponification, l'interversion du sucre, etc., est sans doute applicable à la dissolution d'un sel, c'est-à-dire que la vitesse de dissolution $\frac{dx}{dt}$ à l'époque t serait proportionnelle à la masse $(\mathrm{P} - x)$ de sel qui reste à dissoudre d'où la relation :

$$\frac{dx}{dt} = \mathrm{C}(\mathrm{P} - x). \tag{1}$$

(L'équation étant homogène en P et x, ces quantités peuvent être évaluées en fractions d'équivalent, comme il a été fait précédemment.)

L'intégration donne ensuite, pour les conditions de l'expérience :

$$\mathrm{C} = \frac{1}{t}\log_e\left(\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{P} - x}\right). \tag{2}$$

La valeur de C, ainsi calculé, aux différentes époques de la dissolution, doit rester constante, si l'hypothèse de la loi des masses est exacte.

D'après l'équation (1), la vitesse à l'origine $\left(\frac{dx}{dt}\right)_o$ aurait pour valeur P.C et il serait naturel de prendre pour la définition de la vitesse ou du coefficient de vitesse d'un sel, la quantité C.

Mais il est également possible qu'à l'origine le phénomène soit beaucoup moins simple et que la quantité C ne devienne constante que dans la suite de la dissolution.

La discussion des résultats de l'expérience devra nous renseigner sur ce point.

VI. — *Résultats.* 1° *Vitesse de dissolution du chlorure de potassium.* — La matière pulvérisée est passée dans un premier tamis contenant environ 100 mailles par centimètre carré, puis elle est secouée sur un second tamis qui est à peu près deux fois plus fin que le premier, de manière que la grosseur des grains à dissoudre aient un diamètre moyen de $\frac{3}{5}$ de millimètre.

On ne saurait, en effet comparer la vitesse de solubilité de deux sels dont les cristaux présenteraient des surfaces très différentes.

Le sel ainsi débarrassé, par le second tamis, de la poussière qui l'accompagne, est mis dans le vase A contenant de l'eau à 17°.2, à raison de $\frac{1}{4}$ d'équivalent par litre, ou de $3^{gr},73$ dans 200 centimètres cubes d'eau. On effectue les mesures indiquées, et l'on observe le thermomètre qui indique bientôt 16°,6. Cet abaissement de 0°,6 reste à peu près constant pendant l'expérience, parce que le refroidissement dû à la dissolution ultérieure et plus lente du sel est compensé, d'une manière approchée, par le réchauffement dû à l'air dont la température est voisine de 17°,2.

Voici le tableau d'une série de nombres obtenus dans ce cas :

t = minutes.	Δ = décréments.	$\frac{x}{P}$ = concentrations.	$\frac{1}{t}\log\left(\frac{1}{1-\frac{x}{P}}\right) = C$
2	0,056	41 : 60	0,575
4	0,069	51 : 60	0,474
6	0,073	56,5 : 60	0,473
8	0,080	58,6 : 60	0,472

La quantité C ne devient pas rigoureusement constante. Cependant à partir de la 4e minute, la moyenne des valeurs de C est égale à 0,473, les écarts pouvant provenir des erreurs d'expérience. Au contraire, la première valeur 0,575 est beaucoup plus grande que les suivantes, et comme ce fait est général, il me semble qu'on pourrait l'expliquer en disant que les cristaux sont recouverts d'une fine poussière avant leur introduction dans l'eau. Or, au début de la dissolution, cette matière tenue se dissout très rapidement avec une constante C_1, puis les cristaux eux-mêmes poursuivent leur dissolution normale avec un coefficient C_2.

Il est à remarquer également que le coefficient C_2 est d'autant plus voisin d'une constante, que la masse de sel employée est plus grande (je ne

crois pas toutefois que la loi des masses ne soit vraie que par l'emploi d'un excès de sel pour que la solution puisse être saturée).

2° *Autres sels.* — Enfin la comparaison des vitesses de dissolution pour les différents sels doit être faite aux mêmes époques, par exemple, à la 4e minute ou à la 6e minute, etc...; pour que les relations entre les différents coefficients C restent invariables.

Dans le tableau suivant, la première colonne renferme l'indication des sels; la seconde donne la constante initiale C_1 et la constante finale C_2 calculées comme pour le chlorure de potassium; la troisième colonne donne la température initiale de l'eau; la quatrième, l'abaissement minimum observé pendant la durée de l'expérience.

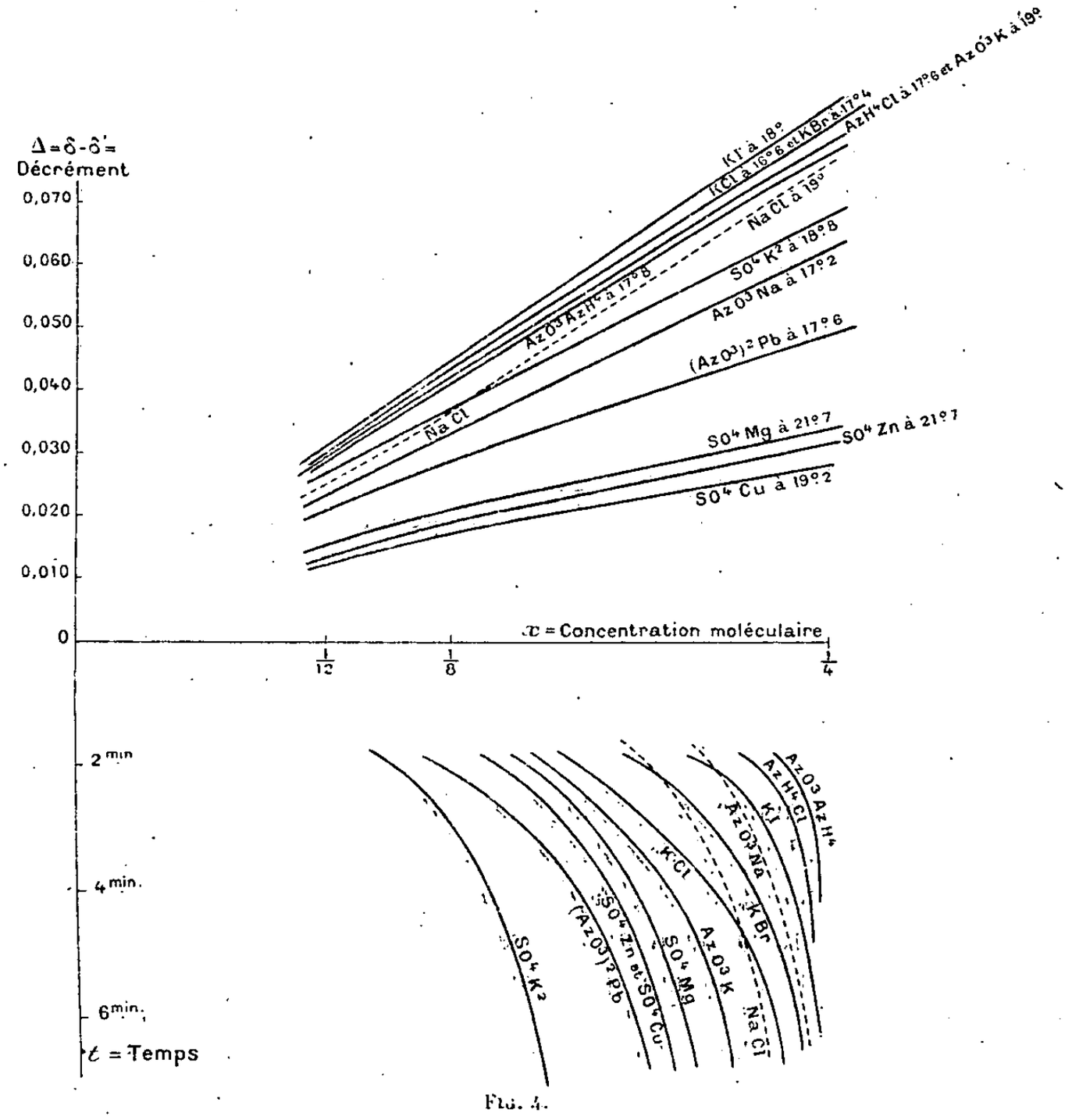


FIG. 4.

La quantité de sel dissoute est égale à $\frac{1}{20}$ de son équivalent en grammes pour 200 centimètres cubes d'eau, ce qui revient à la concentration moléculaire $\frac{1}{4}$ par litre d'eau *(fig. 4.)*

FORMULES	COEFFICIENT de VITESSE C_1	COEFFICIENT de VITESSE C_2	TEMPÉRATURE INITIALE	ABAISSEMENT de TEMPÉRATURE
KCl	0,57	0,47	17°,2	0°,6
KI	0,90	0,80	18°,6	0°,6
KBr	0,69	0,57	18°	0°,6
AzH^4Cl	1,24	0,95	18°,2	0°,6
NaCl	0,69	0,45	19°	0°,0
$\frac{1}{2}(SO^4K^2)$	0,27	0,18	19°	0°,20
$\frac{1}{2}(SO^4Mg + 7H^2O)$	0,47	0,32	21°,8	0°,15
$\frac{1}{2}(SO^4Zn + 7H^2O)$	0,43	0,29	21°,9	0°,10
$\frac{1}{2}(SO^4Cu + 5H^2O)$	0,43	0,29	19°,2	0°,0
AzO^3K	0,47	0,35	20°	1°,2
AzO^3Na	1,15	0,65	18°	0°,85
AzO^3AzH^4	1,50	1,10	18°,8	1°,05
$(AzO^3)^2Pb$	0,35	0,26	17°,9	0°,3

VII. — *Conséquences et conclusions.*

1°) Ce tableau montre que si les sels sont groupés d'après leurs fonctions chimiques, leurs abaissements moléculaires de température sont sensiblement les mêmes dans chaque groupe. Le chlorure de sodium fait exception, comme si pendant la dissolution, il se formait des hydrates avec dégagement de chaleur compensant la chaleur de dissolution du sel.

2°) En second lieu, le rapport des coefficients de vitesse $\frac{C_1}{C_2}$ est sensiblement le même pour chaque groupe, exception faite pour les sels de sodium.

3°) Une loi d'addition exigerait que le coefficient de vitesse d'un sel puisse être considéré comme la somme des coefficients des radicaux électro-positifs et électro-négatifs dont les théories chimiques supposent l'existence. Cette loi ne semble pas applicable : ainsi, le coefficient de

AzO^3AzH^4 est égal à 3,1 fois celui de AzO^3K, tandis que le coefficient de AzH^4Cl est égal à 2,1 fois celui de KCl.

4°) Les conditions physiques et mécaniques de la dissolution doivent être les mêmes pour tous les sels. Si les conditions changent également pour chacun d'eux, tous les coefficients varient dans le même rapport, de sorte que leur valeur relative reste invariable. Par exemple, une agitation moins prononcée du liquide produit une diminution des coefficients de vitesse ; une pulvérisation plus grande des sels donne une augmentation. Avec ces restrictions :

KI	se dissout	1,6 fois plus vite	que	KCl.
KBr	—	1,2	—	KCl.
AzH^4Cl	—	2,1	—	KCl.
$\frac{1}{2}(SO^4Mg + 7H^2O)$	—	1,7	—	$\frac{1}{2}(SO^4K^2)$.
$\frac{1}{2}(SO^4Zn + 7H^2O)$	—	1,6	—	$\frac{1}{2}(SO^4K^2)$
$\frac{1}{2}(SO^4Cu + 5H^2O)$	—	1,6	—	$\frac{1}{2}(SO^4K^2)$
AzO^3AzH^4	—	3,1	—	AzO^3K

5°) Dans la pratique courante, on apprécie la vitesse de dissolution d'un sel par l'inverse du temps qu'il met à se dissoudre. Cette méthode paraît assez exacte lorsque la loi des masses est vraie.

En effet, admettons que la solution soit regardée comme finie quand il ne reste plus à dissoudre que $\frac{1}{1000}$ du sel ; alors $\log_e\left(\frac{P}{P-x}\right)$ est égal à $\log 1000 =$ constante.

La relation fondamentale (2) devient :

$$C.t = \text{constante},$$

c'est-à-dire que le coefficient de vitesse C est inversement proportionnel au temps que le sel met à se dissoudre d'une fraction déterminée. Mais nous avons vu que C n'est pas constant au commencement du phénomène, et d'autre part il est difficile d'affirmer qu'au moment même où le solide disparaît définitivement dans le liquide, on en soit arrivé dans chaque cas à la même fraction de la masse initiale. Le procédé pratique ne doit donc être adopté que dans une première approximation, assez grossière ; souvent même les résultats, trouvés pour un même sel, ne sont pas comparables entre eux, et il faudrait prendre alors la moyenne d'un grand nombre de mesures.

6°) Les coefficients de vitesse de dissolution n'ont pas de relation avec les conductibilités moléculaires. Ainsi AzH^4Cl qui est deux fois plus soluble que KCl, a la même conductibilité que ce dernier. Pour la même raison la vitesse de diffusion ne présente pas de rapport simple avec la vitesse de dissolution, car la vitesse de diffusion varie sensiblement comme la conductibilité électrique.

L'examen des courbes ci-contre (*fig. 4.*) complète ces comparaisons. Les courbes des décréments représentent d'une manière très approchée, les courbes des conductibilités électriques, car pour un galvanomètre donné, le produit du décrément $(\delta - \delta')$ par la résistance du circuit est un nombre sensiblement constant pour les grandes résistances (V. le *Journal de Physique*, octobre 1892, où j'ai démontré cette propriété); or, la résistance du galvanomètre est de 200 ohms, tandis que les résistances liquides du siphon sont voisines de 100.000 ohms, c'est-à-dire que dans notre étude, la résistance du galvanomètre est négligeable. On voit donc que l'ordre des courbes des conductibilités diffère beaucoup de l'ordre des courbes de vitesse.

Je conclus de mes résultats que la formation des ions dans une dissolution n'a pas lieu au moment du passage du corps de l'état solide à l'état liquide. Comme d'autre part la dilution est d'abord infinie avant qu'elle ne prenne sa valeur définitive qui est finie, et que les partisans des ions admettent que l'ionisation est complète, en général, pour une dilution infinie, on peut se demander à quel moment se produit l'ionisation pendant le phénomène de la dissolution.

L'hypothèse des hydrates dissociables est beaucoup plus simple et suffit à expliquer les diverses particularités de la dissolution, comme elle a déjà expliqué la loi des conductibilités (et mes courbes semblent corroborer cette loi) et le raccordement des droites (M. Etard) qui représentent la solubilité des sels en fonction de la température.

M. E. MATHIAS

Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

MESURES D'INCLINAISONS DANS LA RÉGION DE TOULOUSE [538.73]

— Séance du 15 septembre —

Conformément à l'engagement pris dans ma communication au Congrès de Saint-Étienne (1897) et grâce à la subvention que l'Association française pour l'avancement des sciences a bien voulu m'accorder en 1898, j'ai fait, au mois d'août de cette année 1898, une campagne exclusive d'inclinaisons dans le but de contrôler les résultats des mesures antérieures de cet élément, dues pour la presque totalité à mon ancien assistant M. Fitte, et qui avaient présenté des singularités bizarres notamment dans la région de Thil, d'une part, et dans celle de Solomiac, d'autre part.

Cette fois, j'ai fait les mesures moi-même, mon assistant, M. Pierre Déjean, ayant pour unique fonction de tenir le carnet et d'enregistrer les lectures. Je me suis toujours servi de la même boussole de voyage construite par Brünner et appartenant au Laboratoire de Physique de l'École normale supérieure. A cette occasion, je prie MM. Violle et Brillouin, qui ont bien voulu continuer de me confier cet instrument, d'agréer mes plus sincères remerciements.

Les anciennes aiguilles de Brünner, s'étant oxydées à la suite de la campagne si pluvieuse de 1896, ont dû être remplacées par deux aiguilles de V. Chasselon. Bien que construites avec un grand soin, ces deux nouvelles aiguilles ont manifesté des singularités dans les mesures à tel point qu'au mois de juillet 1898 l'aiguille n° 1 donnait pour Toulouse des inclinaisons trop faibles de 14 minutes, tandis que l'aiguille n° 2 donnait également des inclinaisons par défaut, mais de 8 minutes seulement.

De nombreux essais m'ont permis de reconnaître que, malgré cela, les aiguilles suivaient un régime de déviations toujours le même, et pouvaient servir à faire des mesures absolues pourvu que l'erreur constante de chacune d'elles fût connue (1). Mais cela même n'était pas nécessaire,

(1) Des mesures ultérieures ont permis de reconnaître que la cause des singularités observées ne résidait pas dans les aiguilles, mais bien dans la boussole elle-même dont le plan des agates aurait perdu son horizontalité. Tel est du moins l'avis de M. Moureaux qui a bien voulu examiner l'instrument.

la carte de l'inclinaison dans la région de Toulouse que je me propose de construire ne devant contenir que la différence de l'inclinaison en un lieu avec l'inclinaison correspondante de Toulouse. J'ai procédé alors de la manière suivante : le 3 et le 10 juillet 1898, j'ai déterminé avec les deux aiguilles considérées l'inclinaison magnétique à l'observatoire de Toulouse et j'ai trouvé les nombres suivants :

TOULOUSE. — *Inclinaison.*

3 juillet 1898 : de $7^h\ 40^m$ à $8^h\ 15^m$ du matin $\left\{\begin{array}{l} I'_1 = 60^\circ\ 50'\ 3 \\ I''_1 = 60^\circ\ 41'\ 9 \end{array}\right\}$ $I_1 = 60^\circ\ 46'\ 1.$

— de $8^h\ 20^m$ à $8^h\ 57^m$ du matin $\left\{\begin{array}{l} I'_2 = 60^\circ\ 43'\ 3 \\ I''_2 = 60^\circ\ 59'\ 46 \end{array}\right\}$ $I_2 = 60^\circ\ 51'\ 4.$

10 juillet 1898 : de $7^h\ 54^m$ à $8^h\ 48^m$ du matin $\left\{\begin{array}{l} I'_1 = 60^\circ\ 39'\ 7 \\ I''_1 = 60^\circ\ 46'\ 9 \end{array}\right\}$ $I_1 = 60^\circ\ 43'\ 3.$

— de $8^h\ 54^m$ à $9^h\ 24^m$ du matin $\left\{\begin{array}{l} I'_2 = 61^\circ\ 1'\ 1 \\ I''_2 = 60^\circ\ 39'\ 4 \end{array}\right\}$ $I_2 = 60^\circ\ 50'\ 25.$

La différence (Toulouse-Parc) avait alors les valeurs suivantes :

3 juillet 1898 ...	$\Delta_1 = -\ 4^\circ\ 12'\ 3$	$\Delta_2 = -\ 4^\circ\ 6'\ 8$
10 juillet 1898 ...	$\Delta_1 = -\ 4^\circ\ 15'\ 0$	$\Delta_2 = -\ 4^\circ\ 8'\ 15$
	Moyenne $= -\ 4^\circ\ 13'\ 65$	Moyenne $= -\ 4^\circ\ 7'\ 5$

J'ai adopté ces deux moyennes pour les valeurs de (Toulouse-Parc) relatives à l'aiguille n° 1 et à l'aiguille n° 2.

D'autre part, en un lieu X, les mesures me permettaient de connaître pour chaque aiguille la valeur de (X — Parc) relative à l'inclinaison. En retranchant la valeur de (Toulouse-Parc), pour une aiguille donnée, de la valeur correspondante de (X — Parc), on obtient celle de (X — Toulouse) qui doit être sensiblement la même pour les deux aiguilles, si les mesures sont bonnes.

Les mesures ont porté sur cinquante localités ; les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux suivants où :

H. G. = Haute-Garonne. G = Gers. T. G. = Tarn-et-Garonne.
L. G. = Lot-et-Garonne.

DATES	STATIONS	TEMPS MOYEN DE PARIS	INCLINAISON STATION	INCLINAISON PARC	STATION — PARC	STATION — TOULOUSE	MOYENNE	SITUATION magnétique
1898								
21 mai.	Le Grès (H. G.)	5h 03m à 5h 49m s.	$I_1 = 60^o\ 53'\ 70$	64° 57′ 5	— 4° 03′ 80	+ 0° 09′ 85	+ 9′ 95	Calme.
—	—	5h 54m à 6h 54m s.	$I_2 = 60^o\ 59'\ 90$	64° 57′ 4	— 3° 57′ 50	+ 0° 10′ 00		
22 mai.	Launac (H. G.)	8h 10m à 9h 03m m.	$I_1 = 60^o\ 56'\ 60$	64° 58′ 9	— 4° 02′ 30	+ 0° 11′ 35	+ 10′ 30	—
—	—	11h 06m à 11h 57m m.	$I_2 = 61^o\ 00'\ 10$	64° 58′ 3	— 3° 58′ 20	+ 0° 09′ 30		
22 mai.	Saint-Cézert (H. G.). . .	2h 57m à 3h 39m s.	$I_1 = 60^o\ 57'\ 15$	64° 57′ 8	— 4° 00′ 65	+ 0° 13′ 00	+ 12′ 30	—
—	— . . .	3h 45m à 4h 27m s.	$I_2 = 61^o\ 01'\ 75$	64° 57′ 6	— 3° 55′ 85	+ 0° 11′ 65		
28 mai.	Lévignac (H. G.)	10h 15m à 11h 10m m.	$I_1 = 60^o\ 53'\ 70$	64° 58′ 7	— 4° 05′ 00	+ 0° 08′ 65	+ 8′ 10	—
—	—	2h 30m à 3h 12m s.	$I_2 = 60^o\ 57'\ 90$	64° 57′ 8	— 3° 59′ 90	+ 0° 07′ 60		
28 mai.	Bretx (H. G.)	5h 15m à 5h 50m s.	$I_1 = 60^o\ 53'\ 80$	64° 57′ 5	— 4° 03′ 70	+ 0° 09′ 95	+ 9′ 95	—
4 juin.	Auterive (H. G.).	8h 07m à 9h 03m m.	$I_1 = 60^o\ 35'\ 60$	64° 58′ 7	— 4° 23′ 10	— 0° 09′ 45	— 9′ 90	—
—	—	9h 07m à 9h 53m m.	$I_2 = 60^o\ 40'\ 90$	64° 58′ 7	— 4° 17′ 80	— 0° 10′ 30		
4 juin.	Venerque (H. G.)	1h 18m à 2h 03m s.	$I_1 = 60^o\ 37'\ 80$	64° 57′ 7	— 4° 19′ 90	— 0° 06′ 25	— 7′ 40	—
—	—	2h 06m à 2h 55m s.	$I_2 = 60^o\ 41'\ 55$	64° 57′ 6	— 4° 16′ 50	— 0° 08′ 55		
4 juin.	Portet-Saint-Simon (H.G.)	4h 40m à 5h 40m s.	$I_1 = 60^o\ 44'\ 50$	64° 57′ 3	— 4° 12′ 80	— 0° 00′ 85	— 0′ 40 (?)	—
—	—	5h 45m à 6h 20m s.	$I_2 = 60^o\ 49'\ 60$	64° 57′ 2	— 4° 07′ 60	+ 0° 00′ 10		
11 juin.	Mérenvielle (H. G.) . . .	8h 00m à 8h 50m m.	$I_1 = 60^o\ 48'\ 95$	64° 58′ 7	— 4° 09′ 75	+ 0° 03′ 90	+ 3′ 70	—
—	— . . .	8h 53m à 9h 37m m.	$I_2 = 60^o\ 54'\ 75$	64° 58′ 8	— 4° 04′ 05	+ 0° 03′ 45		
11 juin.	L'Isle-Jourdain (G.) . . .	2h 27m à 3h 10m s.	$I_1 = 60^o\ 47'\ 10$	64° 57′ 5	— 4° 10′ 40	+ 0° 03′ 15	+ 5′ 20	—
—	— . . .	3h 15m à 4h 20m s.	$I_2 = 60^o\ 57'\ 25$	64° 57′ 5	— 4° 00′ 25	+ 0° 07′ 25		
11 juin.	Bellegarde (H. G.). . . .	5h 43m à 6h 15m s.	$I_1 = 60^o\ 52'\ 90$	64° 57′ 2	— 4° 04′ 30	+ 0° 09′ 35	+ 9′ 25	—
—	—	6h 18m à 6h 55m s.	$I_2 = 60^o\ 58'\ 80$	64° 57′ 1	— 3° 58′ 30	+ 0° 09′ 20		
12 juin.	Thil (H. G.)	8h 25m à 9h 10m m.	$I_1 = 60^o\ 55'\ 50$	64° 58′ 6	— 4° 03′ 10	+ 0° 10′ 55	+ 9′ 35	—
—	—	9h 15m à 9h 57m m.	$I_2 = 60^o\ 59'\ 65$	64° 58′ 8	— 3° 59′ 15	+ 0° 08′ 35		
—	—	10h 55m à 11h 45m m.	$I_1 = 60^o\ 53'\ 55$	64° 58′ 1	— 4° 04′ 55	+ 0° 09′ 10		
—	—	11h 50m à 12h 22m m.	$I_2 = 61^o\ 06'\ 50$	64° 58′ 0	— 3° 52′ 50	+ 0° 15′ 00	(mauvais)	

DATES	STATIONS	TEMPS MOYEN DE PARIS	INCLINAISON STATION	INCLINAISON PARC	STATION — PARC	STATION — TOULOUSE	MOYENNE	SITUATION magnétique
27 juillet.	Poupas (T. G.)	8h 30m à 9h 00m m.	$I_1 = 61° 13' 15$	64° 58′ 8	— 3° 45′ 65	+ 0° 28′ 00	+ 28′ 00	Calme.
—	—	9h 04m à 9h 47m m.	$I_2 = 61° 07' 60$ (?)	64° 58′ 9	— 3° 51′ 30	+ 0° 16′ 20	(mauvais)	
27 juillet.	Gimbrède (G.)	3h 17m à 3h 54m s.	$I_1 = 61° 14' 50$	64° 57′ 9	— 3° 43′ 85	+ 0° 29′ 80	+ 29′ 15	Troublée.
—	—	3h 57m à 4h 40m s.	$I_2 = 61° 17' 90$	64° 56′ 9	— 3° 39′ 00	+ 0° 28′ 50		
27 juillet.	Astaffort (L. G.).	6h 29m à 6h 53m s.	$I_1 = 61° 22' 00$	64° 58′ 1	— 3° 36′ 10	+ 0° 37′ 55	+ 35′ 55	—
—	—	6h 55m à 7h 26m s.	$I_2 = 61° 22' 75$	64° 56′ 7	— 3° 33′ 95	+ 0° 33′ 55		
28 juillet.	Marmont-Pachas (L. G.).	8h 00m à 8h 30m m.	$I_1 = 61° 17' 60$	64° 58′ 8	— 3° 41′ 20	+ 0° 32′ 45	+ 32′ 90	Calme.
—	— .	8h 33m à 9h 08m m.	$I_2 = 61° 24' 70$	64° 58′ 9	— 3° 34′ 20	+ 0° 33′ 30		
28 juillet.	La Plume (L. G.). . . .	10h 30m à 11h 12m m.	$I_1 = 61° 22' 10$	64° 58′ 5	— 3° 36′ 40	+ 0° 37′ 25	(mauvais)	
—	—	11h 16m à 11h 50m m.	$I_2 = 61° 24' 60$	64° 57′ 9	— 3° 33′ 30	+ 0° 34′ 20	+ 34′ 20	—
28 juillet.	Francèscas (L. G.). . . .	5h 48m à 6h 20m s.	$I_1 = 61° 15' 60$	64° 57′ 6	— 3° 40′ 00	+ 0° 33′ 65	+ 34′ 10	—
—	—	6h 23m à 6h 57m s.	$I_2 = 61° 24' 50$	64° 57′ 5	— 3° 33′ 00	+ 0° 34′ 50		
29 juillet.	Espiens (L. G.).	3h 12m à 3h 44m s.	$I_1 = 61° 30' 20$	64° 57′ 4	— 3° 27′ 20	+ 0° 46′ 45	+ 44′ 80	—
—	—	3h 47m à 4h 26m s.	$I_2 = 61° 33' 10$	64° 57′ 5	— 3° 24′ 40	+ 0° 43′ 10		
30 juillet.	Vianne (L. G.)	6h 37m à 7h 15m m.	$I_1 = 61° 28' 80$	64° 58′ 2	— 3° 29′ 40	+ 0° 44′ 25	+ 42′ 95	—
—	—	7h 18m à 7h 55m m.	$I_2 = 61° 32' 75$	64° 58′ 6	— 3° 25′ 85	+ 0° 41′ 65		
30 juillet.	Port-Sainte-Marie (L. G.).	9h 31m à 10h 19m m.	$I_1 = 61° 32' 95$	64° 58′ 8	— 3° 25′ 85	+ 0° 47′ 80	+ 47′ 80	—
—	— .	10h 23m à 11h 00m m.	$I_2 = 61° 32' 40$	64° 58′ 7	— 3° 26′ 30	+ 0° 41′ 20	(mauvais)	
30 juillet.	Saint-Hilaire (L. G.). . .	4h 28m à 5h 07m s.	$I_1 = 61° 24' 94$	64° 57′ 5	— 3° 32′ 56	+ 0° 41′ 10	+ 39′ 20	—
—	— . . .	5h 10m à 5h 55m s.	$I_2 = 61° 27' 20$	64° 57′ 4	— 3° 30′ 20	+ 0° 37′ 30		
31 juillet.	Puymirol (L. G.)	9h 16m à 9h 48m m.	$I_1 = 61° 21' 35$	64° 58′ 7	— 3° 37′ 35	+ 0° 36′ 30	+ 36′ 55	—
—	—	9h 51m à 10h 29m m.	$I_2 = 61° 27' 90$	64° 58′ 6	— 3° 30′ 70	+ 0° 36′ 80		
31 juillet.	Saint-Maurin (L. G.) . .	3h 45m à 4h 35m s.	$I_1 = 61° 23' 50$	64° 57′ 5	— 3° 34′ 00	+ 0° 39′ 65	+ 39′ 45	—
—	— . .	4h 39m à 5h 20m s.	$I_2 = 61° 29' 15$	64° 57′ 4	— 3° 28′ 25	+ 0° 39′ 25		
1er août.	Bourg-de-Visa (T. G.) . .	6h 15m à 6h 47m m.	$I_1 = 61° 25' 90$	64° 58′ 4	— 3° 32′ 50	+ 0° 41′ 15	+ 38′ 75	—

DATES	STATIONS	TEMPS MOYEN DE PARIS	INCLINAISON STATION	INCLINAISON PARC	STATION — PARC	STATION — TOULOUSE	MOYENNE	SITUATION magnétique
1898								
1er août.	Bourg-de-Visa (T. G.) . .	7h 15m à 7h 49m m.	$I_2 = 61° 27' 35$	64° 58' 5	— 3° 31' 15	+ 0° 36' 35	+ 38' 75	Calme.
—	Miramont (T. G.)	10h 20m à 10h 50m m.	$I_1 = 61° 22' 00$	64° 58' 8	— 3° 36' 80	+ 0° 36' 85	+ 37' 60	—
—	—	10h 54m à 11h 45m m.	$I_2 = 61° 29' 45$	64° 58' 6	— 3° 29' 15	+ 0° 38' 35		
1er août.	Lauzerte (T. G.).	4h 40m à 5h 14m s.	$I_1 = 61° 17' 90$	64° 58' 0	— 3° 40' 10	+ 0° 33' 55	+ 33' 90	—
—	—	5h 17m à 5h 55m s.	$I_2 = 61° 24' 70$	64° 57' 9	— 3° 33' 20	+ 0° 34' 30		
2 août.	Cazes-Mondenard (T. G.).	6h 55m à 7h 38m m.	$I_1 = 61° 17' 00$	64° 58' 8	— 3° 41' 80	+ 0° 31' 85	+ 34' 95	—
—	— .	7h 40m à 8h 16m m.	$I_2 = 61° 23' 75$	64° 59' 2	— 3° 35' 45	+ 0° 32' 05		
2 août.	Sauveterre (T. G.). . . .	10h 42m à 11h 15m m.	$I_1 = 61° 26' 00$	64° 58' 7	— 3° 32' 70	+ 0° 40' 95	+ 41' 75	—
—	—	11h 20m à 12h 05m m.	$I_2 = 61° 33' 35$	64° 58' 3	— 3° 24' 95	+ 0° 42' 55		
2 août.	Vazerac (T. G.)	4h 30m à 5h 12m s.	$I_1 = 61° 21' 30$	64° 58' 1	— 3° 36' 80	+ 0° 36' 85	+ 37' 50	—
—	—	5h 15m à 6h 00m s.	$I_2 = 61° 28' 50$	64° 57' 8	— 3° 29' 30	+ 0° 38' 20		
3 août.	La Bastide-du-Temple (T. G.)	8h 45m à 9h 10m m.	$I_1 = 61° 18' 60$	64° 59' 3	— 3° 40' 70	+ 0° 32' 95	+ 30' 80	—
—	—	9h 14m à 9h 42m m.	$I_2 = 61° 20' 40$	64° 59' 2	— 3° 38' 80	+ 0° 28' 70		
11 août.	Marsac (T. G.)	8h 45m à 9h 19m m.	$I_1 = 61° 11' 10$	64° 59' 2	— 3° 48' 10	+ 0° 25' 55	+ 24' 80	—
—	—	9h 24m à 10h 07m m.	$I_2 = 61° 15' 60$	64° 59' 1	— 3° 43' 50	+ 0° 24' 00		
11 août.	Saint-Clar (G.)	3h 19m à 3h 58m s.	$I_1 = 61° 07' 50$	64° 58' 1	— 3° 51' 05	+ 0° 22' 60	+ 20' 70	--
—	—	4h 02m à 5h 03m s.	$I_2 = 61° 09' 25$	64° 58' 0	— 3° 48' 75	+ 0° 18' 75		
12 août.	Fleurance (G.)	6h 48m à 7h 23m m.	$I_1 = 61° 10' 70$	64° 58' 8	— 3° 48' 10	+ 0° 25' 55	+ 25' 35	—
—	—	7h 25m à 8h 03m m.	$I_2 = 61° 16' 65$	64° 59' 0	— 3° 42' 35	+ 0° 25' 15		
12 août.	La Sauvetat (G.).	10h 43m à 11h 22m m.	$I_1 = 61° 06' 10$	64° 58' 7	— 3° 52' 60	+ 0° 21' 05	+ 21' 05	—
—	—	11h 26m à 12h 05m m.	$I_2 = 61° 11' 75$	64° 58' 2	— 3° 46' 45	+ 0° 21' 05		
12 août.	Maignaut (G.).	5h 05m à 5h 39m s.	$I_1 = 61° 09' 90$	64° 57' 9	— 3° 52' 00	+ 0° 21' 65	+ 23' 00	—
—	—	5h 41m à 6h 18m s.	$I_2 = 61° 14' 80$	64° 57' 9	— 3° 43' 10	+ 0° 24' 40		
13 août.	Castéra-Verduzan (G.) . .	6h 35m à 7h 15m m.	$I_1 = 60° 58' 00$	64° 58' 7	— 4° 00' 70	+ 0° 12' 95	(mauvais)	
—	— . .	7h 26m à 8h 12m m.	$I_2 = 61° 10' 60$	64° 59' 1	— 3° 48' 50	+ 0° 19' 00	+ 19' 00	—

DATES	STATIONS	TEMPS MOYEN DE PARIS	INCLINAISON STATION	INCLINAISON PARC	STATION — PARC	STATION — TOULOUSE	MOYENNE	SITUATION magnétique
1898								
13 août.	Jegun (G.)	9h 41m à 10h 25m m.	$I_1 = 61° 02' 35$	64° 59′ 1	— 3° 56′ 75	+ 0° 16′ 90	+ 17′ 90	—
—	—	10h 29m à 11h 05m m.	$I_2 = 61° 10' 35$	64° 58′ 9	— 3° 48′ 55	+ 0° 18′ 95		
14 août.	Aubiet (G.)	6h 36m à 7h 15m m.	$I_1 = 60° 54' 25$	64° 58′ 9	— 4° 04′ 65	+ 0° 09′ 00	+ 10′ 55	—
—	—	7h 32m à 8h 15m m.	$I_2 = 61° 03' 60$	64° 59′ 0	— 3° 55′ 40	+ 0° 12′ 10		
14 août.	Gimont-Cahuzac (G.)	10h 41m à 11h 32m m.	$I_1 = 60° 51' 80$	64° 58′ 6	— 4° 06′ 80	+ 0° 06′ 85	+ 7′ 00	—
—	—	11h 35m à 12h 07m m.	$I_2 = 60° 57' 90$	64° 58′ 2	— 4° 00′ 30	+ 0° 07′ 00		
14 août.	Labrihe (G.)	5h 09m à 5h 51m s.	$I_1 = 60° 57' 40$	64° 57′ 9	— 4° 00′ 50	+ 0° 13′ 15	+ 15′ 00	—
—	—	5h 55m à 6h 40m s.	$I_2 = 61° 07' 00$	64° 57′ 9	— 3° 50′ 70	+ 0° 16′ 80		
15 août.	Solomiac (G.)	8h 40m à 9h 24m m.	$I_1 = 60° 59' 00$	64° 59′ 3	— 4° 00′ 30	+ 0° 13′ 35	+ 14′ 85	—
—	—	9h 28m à 10h 32m m.	$I_2 = 61° 07' 95$	64° 59′ 1	— 3° 51′ 15	+ 0° 16′ 35		
16 août.	Homps (G.)	7h 54m à 8h 30m m.	$I_1 = 61° 00' 90$	64° 58′ 2	— 3° 57′ 30	+ 0° 16′ 35	+ 16′ 30	Troublée.
—	—	9h 12m à 10h 06m m.	$I_2 = 61° 07' 80$	64° 59′ 1	— 3° 51′ 30	+ 0° 16′ 20		Calme.
16 août.	Montfort (G.)	11h 07m à 11h 50m m.	$I_1 = 61° 02' 10$	64° 58′ 3	— 3° 56′ 20	+ 0° 17′ 45	+ 17′ 45	—
16 août.	Sarrant (G.)	4h 56m à 5h 46m s.	$I_1 = 60° 57' 90$	64° 58′ 9	— 4° 01′ 00	+ 0° 12′ 65	+ 12′ 70	Troublée.
—	—	5h 50m à 6h 34m s.	$I_2 = 61° 04' 40$	64° 59′ 2	— 3° 54′ 80	+ 0° 12′ 70		
17 août.	Faudoas (T. G.)	7h 51m à 8h 22m m.	$I_1 = 61° 01' 00$	64° 59′ 7	— 3° 58′ 70	+ 0° 14′ 95	+ 15′ 70	—
—	—	8h 26m à 9h 00m m.	$I_2 = 61° 09' 10$	65° 00′ 2	— 3° 51′ 10	+ 0° 16′ 40		
17 août.	Escazeaux (T. G.)	10h 45m à 11h 20m m.	$I_1 = 61° 01' 20$	65° 00′ 0	— 3° 58′ 80	+ 0° 14′ 85	+ 16′ 60	—
—	—	11h 24m à 12h 05m m.	$I_2 = 61° 09' 80$	64° 57′ 9	— 3° 48′ 10	+ 0° 18′ 40		
17 août.	Beaumont-de-Lomagne (T. G.)	6h 03m à 6h 45m s.	$I_1 = 61° 04' 10$	64° 58′ 0	— 3° 53′ 90	+ 0° 19′ 75	+ 19′ 75	—
18 août.	Larrazet (T. G.)	7h 21m à 8h 21m m.	$I_1 = 61° 07' 90$	64° 59′ 5	— 3° 51′ 60	+ 0° 22′ 05	+ 20′ 70	—
—	—	8h 25m à 9h 03m m.	$I_2 = 61° 11' 65$	64° 59′ 8	— 3° 48′ 15	+ 0° 19′ 35		
18 août.	Cordes-Tolosane (T. G.)	10h 24m à 11h 01m m.	$I_1 = 61° 13' 40$	64° 59′ 6	— 3° 46′ 20	+ 0° 27′ 45	+ 26′ 20	—
—	—	11h 05m à 11h 34m m.	$I_2 = 61° 16' 40$	64° 59′ 0	— 3° 42′ 60	+ 0° 24′ 90		

Ces mesures démontrent que les singularités supposées de la région de Thil et de la région de Solomiac n'existent pas et que la distribution de l'inclinaison magnétique dans la région de Toulouse est des plus régulières. Si cette distribution est régulière, on doit pouvoir exprimer simplement l'inclinaison d'une localité X de la région en fonction de l'inclinaison correspondante de Toulouse, ou, ce qui revient au même, la différence Δi de l'inclinaison de X et de l'inclinaison correspondante de Toulouse est une fonction simple de la différence des longitudes et des latitudes géographiques de X et de Toulouse ; pour une région peu étendue, on doit pouvoir se contenter d'une relation linéaire et avoir :

$$\Delta i = x(\Delta \text{ long}) + y(\Delta \text{ lat}),$$

x et y étant deux constantes à déterminer (1). On trouve aisément que, dans l'étendue de la carte que j'ai entreprise (0° à + 2° de longitude, 43° 15′ à 44° 15′ de latitude), le coefficient x est voisin de 0,15, tandis que y est voisin de l'unité, les différences (Δ long.) et (Δ lat.) étant exprimées en minutes.

La méthode la plus précise de détermination de x et de y consistait évidemment à employer la méthode des moindres carrés appliquée à un grand nombre de localités situées dans toutes les régions de la carte. M. B. Baillaud, directeur de l'Observatoire de Toulouse, a bien voulu se charger du calcul des coefficients x et y en utilisant 103 mesures de l'inclinaison effectuées par M. Moureaux, M. Fitte ou moi-même. Il a trouvé ainsi :

$$x = 0{,}129 \qquad\qquad y = 0{,}936.$$

La comparaison de la formule $\Delta i = 0{,}129(\Delta \text{ long.}) + 0{,}936(\Delta \text{ lat.})$ est donnée dans le tableau suivant :

LOCALITÉS	Δ LONG.	Δ LAT.	Δi OBS.	Δi CALC.	DIFFÉRENCE
Montastruc	— 7′ 45	+ 6′ 58	+ 7′ 00	+ 5′ 20	— 1′ 80
L'Isle-Jourdain (Fitte).	+ 23′ 25	+ 0′ 25	+ 4′ 60	+ 3′ 24	— 1′ 36
Vaours	— 20′ 85	+ 27′ 45	+ 25′ 20	+ 23′ 00	— 2′ 20
Montauban	+ 4′ 25	+ 23′ 75	+ 22′ 40	+ 22′ 78	+ 0′ 40
Verdun-sur-Garonne .	+ 13′ 15	+ 14′ 25	+ 15′ 65	+ 15′ 05	— 0′ 60
Beaumont-de-Lomagne (Fitte).	+ 27′ 65	+ 15′ 65	+ 18′ 20	+ 18′ 20	0
Fronton.	+ 4′ 40	+ 13′ 85	+ 14′ 40	+ 13′ 55	— 0′ 85

(1) M. D. Negreanu a employé une relation de cette forme pour représenter la distribution du magnétisme terrestre en Roumanie.

LOCALITÉS	Δ LONG.	Δ LAT.	Δi OBS.	Δi CALC.	DIFFÉRENCE
Villemur	— 2′ 45	+ 15′ 55	+ 16′ 60	+ 14′ 25	— 2′ 35
Villebrumier	+ 0′ 65	+ 17′ 85	+ 16′ 60	+ 16′ 80	+ 0′ 20
La Bastide-St-Pierre	+ 5′ 55	+ 18′ 15	+ 21′ 60	+ 17′ 71	— 3′ 90
Bressols	+ 7′ 15	+ 21′ 15	+ 21′ 50	+ 20′ 70	— 0′ 80
Grenade	+ 7′ 15	+ 10′ 00	+ 9′ 00	+ 10′ 30	+ 1′ 30
Castelferrus	+ 22′ 20	+ 23′ 95	+ 25′ 50	+ 25′ 27	+ 0′ 20
Cox	+ 24′ 90	+ 9′ 10	+ 12′ 30	+ 11′ 73	— 0′ 60
Miradoux	+ 41′ 30	+ 23′ 45	+ 27′ 25	+ 27′ 27	0
Mansonville	+ 37′ 50	+ 24′ 70	+ 29′ 20	+ 27′ 96	— 1′ 20
Le Grés	+ 21′ 25	+ 6′ 25	+ 9′ 95	+ 8′ 60	— 1′ 35
Launac	+ 16′ 65	+ 8′ 10	+ 10′ 30	+ 9′ 73	— 0′ 60
Saint-Cézert	+ 16′ 85	+ 9′ 80	+ 12′ 30	+ 11′ 35	— 0′ 95
Lévignac	+ 16′ 35	+ 3′ 30	+ 8′ 10	+ 5′ 22	— 2′ 90
Bretx	+ 15′ 65	+ 5′ 70	+ 9′ 95	+ 7′ 37	— 2′ 60
Venerque	+ 1′ 15	— 10′ 65	— 7′ 40	— 9′ 80	— 2′ 40
Mérenvielle	+ 18′ 15	+ 1′ 05	+ 3′ 70	+ 3′ 33	— 0′ 40
L'Isle-Jourdain (Math.)	+ 23′ 15	+ 0′ 15	+ 5′ 20	+ 3′ 20	— 2′ 00
Thil (Mathias)	+ 18′ 45	+ 5′ 90	+ 9′ 35	+ 7′ 90	— 1′ 45
Vianne	+ 67′ 85	+ 35′ 0	+ 42′ 95	+ 41′ 52	— 1′ 40
Port-Sainte-Marie	+ 64′ 0	+ 38′ 05	+ 47′ 80	+ 43′ 90	— 3′ 90
Miramont	+ 23′ 50	+ 36′ 40	+ 37′ 60	+ 37′ 10	— 0′ 50
Sauveterre	+ 11′ 35	+ 39′ 15	+ 41′ 75	+ 38′ 11	— 3′ 60
Vazerac	+ 10′ 30	+ 34′ 55	+ 37′ 50	+ 33′ 70	— 3′ 80
La Bastide-du-Temple	+ 15′ 45	+ 28′ 55	+ 30′ 80	+ 28′ 72	— 2′ 10
Marsac	+ 37′ 80	+ 20′ 05	+ 24′ 80	+ 23′ 65	— 1′ 15
Poupas	+ 36′ 80	+ 21′ 35	+ 28′ 00	+ 24′ 70	— 3′ 30
Gimbrède	+ 43′ 85	+ 24′ 15	+ 29′ 15	+ 28′ 26	— 0′ 90
Astaffort	+ 48′ 45	+ 26′ 85	+ 35′ 55	+ 31′ 40	— 4′ 15
Francescas	+ 61′ 85	+ 27′ 25	+ 31′ 10	+ 33′ 50	+ 2′ 40
Espiens	+ 65′ 00	+ 33′ 70	+ 44′ 80	+ 39′ 93	— 4′ 90
Saint-Clar (Fitte)	+ 41′ 30	+ 17′ 30	+ 25′ 15	+ 21′ 45	— 3′ 70
La Sauvetat	+ 55′ 90	+ 14′ 45	+ 21′ 50	+ 20′ 73	— 0′ 30
Maignaut	+ 64′ 05	+ 16′ 00	+ 23′ 00	+ 23′ 24	+ 0′ 20
Castéra-Verduzan	+ 61′ 60	+ 11′ 55	+ 19′ 00	+ 18′ 76	— 0′ 20
Jegun	+ 59′ 00	+ 8′ 65	+ 17′ 90	+ 15′ 70	— 2′ 20
Aubiet	+ 40′ 75	+ 2′ 10	+ 10′ 55	+ 7′ 23	— 3′ 30
Gimont	+ 35′ 25	+ 1′ 00	+ 7′ 00	+ 5′ 50	— 1′ 50
Labrihe	+ 34′ 45	+ 9′ 55	+ 15′ 00	+ 13′ 40	— 1′ 60
Solomiac (Mathias)	+ 33′ 50	+ 11′ 85	+ 14′ 85	+ 15′ 40	+ 0′ 65
Homps	+ 36′ 15	+ 11′ 95	+ 16′ 30	+ 15′ 85	— 0′ 45
Montfort	+ 38′ 25	+ 10′ 95	+ 17′ 45	+ 15′ 20	— 2′ 25
Sarrant	+ 31′ 85	+ 9′ 95	+ 12′ 70	+ 13′ 43	+ 0′ 70
Faudoas	+ 31′ 15	+ 13′ 75	+ 15′ 70	+ 16′ 90	+ 1′ 20
Escazeaux (Mathias)	+ 26′ 25	+ 13′ 15	+ 16′ 60	+ 15′ 70	— 0′ 90

LOCALITÉS	Δ LONG.	Δ LAT.	Δ*i* OBS.	Δ*i* CALC.	DIFFÉRENCE
Beaumont-de-Lomagne (Mathias).	+ 27′ 80	+ 16′ 00	+ 19′ 75	+ 18′ 57	— 1′ 20
Larrazet.	+ 22′ 35	+ 19′ 20	+ 20′ 70	+ 20′ 86	+ 0′ 20
Cordes-Tolosane . . .	+ 19′ 95	+ 22′ 85	+ 26′ 20	+ 23′ 96	— 2′ 20
Albi	— 41′ 05	+ 18′ 05	+ 12′ 40	+ 11′ 60	— 0′ 80
Auch	+ 53′ 25	+ 1′ 95	+ 10′ 60	+ 8′ 70	— 1′ 90
Condom.	+ 65′ 95	+ 21′ 15	+ 28′ 90	+ 28′ 30	— 0′ 60
Gaillac	— 26′ 85	+ 17′ 35	+ 13′ 30	+ 12′ 77	— 0′ 50
Lavaur	— 21′ 45	+ 5′ 15	+ 3′ 00	+ 2′ 05	— 0′ 95
Lectoure.	+ 50′ 55	+ 18′ 95	+ 28′ 40	+ 24′ 26	— 4′ 10
Montauban	+ 4′ 25	+ 23′ 75	+ 24′ 60	+ 22′ 75	— 1′ 85
Nérac.	+ 67′ 50	+ 31′ 25	+ 40′ 90	+ 37′ 90	— 3′ 00
Saverdun	— 7′ 50	— 22′ 35	— 19′ 70	— 21′ 84	— 2′ 10
Montech.	+ 13′ 00	+ 20′ 65	+ 24′ 90	+ 21′ 00	— 3′ 90
Saint-Paul-sur-Savre .	+ 13′ 90	+ 5′ 05	+ 4′ 60	+ 6′ 51	+ 1′ 90
Mauvezin	+ 35′ 10	+ 7′ 15	+ 10′ 40	+ 11′ 22	+ 0′ 80
Marignac	+ 31′ 60	+ 13′ 40	+ 20′ 35	+ 16′ 62	— 3′ 70
Bellegarde.	+ 20′ 70	+ 3′ 75	+ 9′ 25	+ 6′ 18	— 3′ 50
Saint-Maurin	+ 33′ 80	+ 35′ 95	+ 39′ 45	+ 38′ 00	— 1′ 45
Riscle.	+ 92′ 45	+ 2′ 50	+ 15′ 90	+ 14′ 27	— 1′ 60
Boussens	+ 29′ 25	— 25′ 60	— 27′ 90	— 20′ 18	+ 7′ 70
Montréjeau	+ 53′ 55	— 31′ 15	— 19′ 65	— 22′ 24	— 2′ 60
Sainte-Marie.	+ 35′ 50	+ 3′ 00	+ 5′ 25	+ 7′ 34	+ 2′ 10
Solomiac (Fitte) . . .	+ 33′ 50	+ 11′ 85	+ 27′ 20	+ 15′ 40	— 11′ 80
Aucamville	+ 14′ 55	+ 11′ 15	+ 10′ 00	+ 12′ 30	+ 2′ 30
Comberouger	+ 21′ 00	+ 14′ 95	+ 11′ 45	+ 16′ 70	+ 5′ 30
Escazeaux (Fitte). . .	+ 26′ 25	+ 13′ 15	+ 11′ 10	+ 15′ 70	+ 4′ 60
Esparsac	+ 31′ 35	+ 17′ 55	+ 19′ 00	+ 20′ 47	+ 1′ 50
Lavit	+ 32′ 05	+ 21′ 05	+ 21′ 50	+ 23′ 84	+ 2′ 80
Saint-Arroumex . . .	+ 27′ 65	+ 22′ 75	+ 22′ 00	+ 24′ 86	+ 2′ 90
St-Nicolas-de-la-Grave	+ 26′ 05	+ 27′ 15	+ 27′ 25	+ 28′ 78	+ 1′ 50
Castelmayran	+ 25′ 35	+ 25′ 05	+ 24′ 15	+ 26′ 72	+ 2′ 60
Thil (Fitte)	+ 18′ 45	+ 5′ 90	+ 13′ 80	+ 7′ 95	— 5′ 85
Cadours.	+ 24′ 15	+ 7′ 10	+ 6′ 25	+ 9′ 77	+ 3′ 50
Cologne.	+ 28′ 75	+ 6′ 75	+ 5′ 90	+ 10′ 03	+ 4′ 10
Tournecoupe.	+ 39′ 00	+ 14′ 08	+ 25′ 50	+ 18′ 88	— 6′ 15
Plieux	+ 43′ 40	+ 19′ 95	+ 29′ 85	+ 24′ 27	— 5′ 60
Auvillars	+ 33′ 85	+ 27′ 08	+ 28′ 50	+ 30′ 39	+ 1′ 90
Valence-d'Agen . . .	+ 33′ 75	+ 29′ 55	+ 28′ 45	+ 32′ 00	+ 3′ 55
Auterive	— 0′ 90	— 15′ 60	— 9′ 90	— 14′ 60	— 4′ 70
Marmont-Pachas . . .	+ 52′ 25	+ 28′ 65	+ 32′ 90	+ 33′ 56	+ 0′ 65
La Plume	+ 55′ 40	+ 29′ 90	+ 34′ 20	+ 35′ 14	+ 0′ 90
Saint-Hilaire	+ 56′ 65	+ 36′ 70	+ 39′ 20	+ 41′ 66	+ 2′ 50
Puymirol	+ 40′ 50	+ 34′ 55	+ 36′ 55	+ 37′ 56	+ 1′ 00
Bourg-de-Visa	+ 29′ 95	+ 39′ 00	+ 38′ 75	+ 40′ 37	+ 1′ 60

LOCALITÉS	Δ LONG.	Δ LAT.	Δ*i* OBS.	Δ*i* CALC.	DIFFÉRENCE
Cazes-Mondenard. . .	+ 15′ 75	+ 37′ 00	+ 31′ 95	+ 36′ 67	+ 4′ 70
Saint-Clar (Mathias) .	+ 40′ 80	+ 17′ 25	+ 20′ 70	+ 21′ 40	+ 0′ 70
Fleurance.	+ 47′ 30	+ 14′ 20	+ 25′ 35	+ 19′ 40	— 5′ 95
Agen	+ 51′ 55	+ 35′ 15	+ 38′ 20	+ 39′ 56	+ 1′ 40
Mirande.	+ 63′ 95	— 5′ 95	+ 8′ 70	+ 2′ 70	— 6′ 00
Muret.	+ 7′ 95	— 9′ 05	— 11′ 00	— 7′ 40	— 3′ 60
Villefranche-de-Lais. .	— 15′ 05	— 12′ 85	— 10′ 50	— 13′ 97	— 3′ 50
Castelsarrasin	+ 20′ 45	+ 26′ 05	+ 26′ 90	+ 27′ 20	+ 0′ 10

Tant que la différence entre les valeurs calculées et observées de Δ*i* ne dépasse pas en valeur absolue 2 ou 3′, on peut, avec beaucoup de vraisemblance, attribuer cette différence aux erreurs inévitables des déterminations et considérer la station correspondante comme fournissant une distribution *régulière* de l'inclinaison.

Lorsque la valeur absolue de la différence est plus grande et atteint 5, 6, 10′, on devra en général conclure à une distribution irrégulière et à une *anomalie* à l'endroit correspondant, car des mesures d'inclinaison bien faites ne comportent pas ces erreurs. Lorsque la différence est de l'ordre de 4′ on peut suspendre son jugement; en toute rigueur, avant de conclure à une anomalie positive ou négative de l'ordre de 4′ ou 5′, il faudrait recommencer la mesure et voir si la deuxième mesure donne la même différence que la première. A cause de cela, je serai très réservé sur les conclusions qui se rapportent aux localités qui ont fourni des différences de cet ordre. La nécessité de recommencer certaines mesures deviendra évidente à la lecture du tableau suivant :

LOCALITÉS	Δ*i* OBS.	Δ*i* CALC.	DIFFÉRENCE	OBSERVATEURS
Solomiac.	+ 27′ 20	+ 15′ 40	— 11′ 80	Fitte.
—	+ 14′ 85	+ 15′ 40	+ 0′ 65	Mathias.
Escazeaux	+ 11′ 10	+ 15′ 70	+ 4′ 60	Fitte.
—	+ 16′ 60	+ 15′ 70	— 0′ 90	Mathias.
Beaumont-de-Lomagne	+ 18′ 20	+ 18′ 20	+ 0′ 00	Fitte.
—	+ 19′ 75	+ 18′ 57	— 1′ 20	Mathias.
L'Isle-Jourdain	+ 4′ 60	+ 3′ 20	— 1′ 40	Fitte.
—	+ 5′ 20	+ 3′ 20	— 2′ 00	Mathias.
Thil	+ 13′ 80	+ 7′ 90	— 5′ 90	Fitte.
—	+ 9′ 35	+ 7′ 90	— 1′ 45	Mathias.
Saint-Clar	+ 25′ 15	+ 21′ 45	— 3′ 70	Fitte.
—	+ 20′ 70	+ 21′ 40	+ 0′ 70	Mathias.

Les mesures de M. Fitte, à Solomiac, Escazeaux et Thil, étaient donc franchement mauvaises ; la mesure de Saint-Clar par cet observateur n'était pas parfaite non plus. On aurait pu croire à des anomalies dans ces localités, tandis que c'est la régularité qui est la règle et qu'il ne subsiste rien des anomalies supposées de Thil et de Solomiac.

La formule linéaire donnée plus haut paraît donc s'appliquer dans toute l'étendue de la carte que je me suis proposé de construire ; elle est même valable pour Riscle qui est notablement en dehors de la carte.

Des mesures ultérieures permettront sans doute de préciser si les localités qui ont donné des différences un peu fortes représentent véritablement des anomalies dans la distribution de l'inclinaison ou si on est en présence d'erreurs fortuites d'observation.

M. Ch.-V. ZENGER

Professeur à l'École Polytechnique de Prague.

LA PÉRIODICITÉ DES TEMPÊTES, D'APRÈS LES OBSERVATIONS DE 1886 A 1895, AUX BORDS DE LA MER ALLEMANDE [551.55]

— Séance du 15 septembre —

J'ai montré à plusieurs reprises que la périodicité des tempêtes dépend de l'action inductrice du soleil et des décharges d'électricité directe dans l'atmosphère terrestre pendant les passages des essaims périodiques d'étoiles filantes, dont le potentiel électrique est très différent de celui de l'atmosphère terrestre.

La série décennale des observations de tempêtes aux bords de la mer, en Allemagne, apporte la preuve la plus concluante de cette hypothèse. Il me paraît donc assez important de comparer ces dates de la période solaire, 12,6 jours environ, et celle des passages des essaims périodiques d'étoiles filantes à travers notre atmosphère, avec les jours de tempêtes des dix dernières années.

TABLE DES JOURS DE TEMPÊTES OBSERVÉES DE 1886 A 1895

JANVIER

ANÉES.	JOURS DE LA PÉRIODE SOLAIRE.																	JOURS DE PASSAGE DES ESSAIMS D'ÉTOILES FILANTES.																	
	☉1.	♂2.	3.				♂7.			♂11.		♂13.	☉14.			♂17.				♂22.			♂25.	☉26.			♂29.							
1886 :	1.	2.	3.		5.	6.	7.													23.							28.			31.				
1887 :																		19.		21.	22.	23.												
1888 :												12.						19.						24.	25.	26.			28.	29.				
1889 :												13.						19.	20.						25.	26.			28.	29.	30.	31.		
1890 :										10.	11.	12.			15.	16.		19.			22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.							
1891 :					5.	6.	7.						14.	15.										25.										
1892 :	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.																					28.	29.	30.	31.			
1893 :	1.									10.	11.																							
1894 :		2.	3.	4.	5.														20.					24.	25,	26.	27.	28.		30.				
1895 :			3.	4.			7.					13.								23.									29.	30.				

FÉVRIER

	♂5.—10.							☉8.							♂15.			☉20.	♂20.															
1886 :	1.	2.																																
1887 :			3.	4.			7.																								27.			
1888 :			3.	4.	5.							13.								23.	24.													
1889 :	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.		11.			14.				19.	20.		22.	23.	24.						28.						
1890 :												13.													26.									
1891 :											11.	12.		14.	15.																			
1892 :	1.	2.										12.	13.	14.					20.															
1893 :								8.	9.	10.	11.	12.								21.	22.									27.				
1894 :						6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.				17.							25.	26.	27.	28.							
1895 :																				22.					26.								

MARS

				♂4.	☉5.								♂14.			♂18.	☉18.					♂24.			♂27.	28.			☉31.				
1886 :	1.	2.	3.											15.	16.																		
1887 :	1.	2.	3.	4.						10.		12.	13.			16.	17.	18.		21.		23.	24.							30.	31.		
1888 :		2.	3.	4.	5.		7.			10.	11.	12.			15.	16.	17.	18.	19.	20.					26.									
1889 :									9.				13.	14.	15.	16.	17.																
1890 :				4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.								19.										29.	30.				
1891 :	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.														22.			25.	26.				29.				
1892 :	1.	2.										12.																					
1893 :		2,	3.				7.	8.		10.	11.				15.	16.	17.	18.															
1894 :						6.					11.		13.				17.																
1895 :																				21.		24.	25.										

AVRIL

1886 : ☉31/III 1. 8.
1887 : 2. 3. ♂4. 7. 14. 15. 18. 19. 20. 21. ♂25. ☉25. ♂30.
1888 : 7. 18. 19. 20. 21. 29,
1889 : 9. 16. 19. 20. 21. 27. 28.
1890 : 7.
1891 : 5. 8. 12. 17. 18. 19. 25.
1892 : 1. 12. 23. 24. 26. 27.
1893 : 12. 12. 13. 14. 15. 16. 17.
1894 :
1895 : 4. 5. 6. 8. 12. 13. 22.

MAI

1886 : ♂1. ♂5. 6. 7. ☉7 ♂11. ☉18. ☉20. ♂29. 30. ☉1/II
1887 : 2. 4. 5. 16.
1888 : 3. 4. 8. 9. 10. 11. 14. 18. 19. 20. 22. 23. 27. 29.
1889 : 6. 17. 27.
1890 : 15.
1891 : 3. 11. 14. 16. 26. 27. 30. 31.
1892 : 2. 5. 6.
1893 : 6. 7. 8. 21. 22.
1894 : 5. 6. 30.
1895 : 22. 26.

JUIN

1886 : ☉1. ♂7. ♂10. ♂13. ☉14. ♂15. ♂20. ☉26. ♂26.
1887 : 3. 10. 11. 13. 22. 24.
1888 : 1. 2. 5. 20. 21. 22. 26.
1889 :
1890 : 7. 8. 9. 15.
1891 : 8. 12. 13. 22.
1892 : 6. 7. 8. 12. 14. 23. 24. 25. 29. 30.
1893 :
1894 : 8. 18. 19. 20. 24. 25. 15. 25. 26.
1895 : 1. 24. 25.

JUILLET

	♂4.	♂6.—12.	♂7. ☉9.	♂19.	☉22. ♂22.	♂25.	♂28.	♂30.
1886 :	4.		10.			25.		
1887 :		5. 6. 7.						
1888 :	1.		10.	13. 14. 15.	17.			30. 31.
1889 :		5.	11.	18. 19.				29. 30.
1890 :		7.			22. 23. 24. 25.			
1891 :			14.			26.	28.	
1892 :		7. 8. 9.	15.					
1893 :	3.				23.			30.
1894 :			11. 12.	16. 17.	19. 20.	25.		
1895 :			11. 12. 13. 14. 15. 16.					

AOUT

	☉3, ♂4. ♂4.—10,	♂10.	♂14, 15, ☉16, ♂16.	♂22.	♂25.	☉28.
1886 :	3.	11.				27.
1887 :		8. 9. 10. 11. 12.	15.			
1888 :	3. 4.		14. 15.	20.		
1889 :	7. 8. 9.	12. 13. 14.	16.	20. 21. 22. 23.		
1890 :	2. 6. 7. 8.		15.	23.	26. 27. 28.	30.
1891 :	2. 6. 7. 8.	11.	13. 14.		26. 28.	
1892 :	4. 5.		15.			28.
1893 :	2.		17.		25. 26.	29. 30. 31.
1894 :	9. 10.	12. 13.	18.	22. 23.		30.
1895 :	6. 7. 8. 9.					28. 30. 31.

SEPTEMBRE

	♂4. ♂5.—15	☉10.	♂16.	♂22. ☉23.	♂25.	♂27.
1886 :			15. 17.			27. 28. 29. 30.
1887 :	2. 3.			20. 21.	24. 25.	30.
1888 :		9.	12. 13.			30.
1889 :	7.		13. 14. 15.	19. 20. 21. 23.	25. 26.	27.
1890 :	8.	11. 12.			26.	27. 28. 29. 30.
1891 :	1. 2. 8.		16. 17.	19. 22.		27. 28.
1892 :	1. 2. 3. 7.					29.
1893 :	2. 3. 5.	9. 10.	13. 14. 15.	22. 23.	24. 25. 26.	
1894 :	2. 7.	9. 11.	13. 14.			27. 28.
1895 :			12. 13. 14.	19. 20.		

OCTOBRE

1886 :			♂2.			♂4.	☉5.						♂8.	♂8—14.									♂14.				☉18.	♂18.	♂20.				♂19.—25.	
1887 :											7.	8.									13.		15.	16.	17.			20.		22.			
1888 :		1.					5.	6.							10.	11.	12.				14.							20.	21.		23.	24.	25.
1889 :											7.	8.	9.				12.				13.		15.	16.						22.		
1890 :		1.	2.	3.	4.			6.	7.				9.	10.	11.	12.					14.				17.						23.	
1891 :																										18.	19.	20.				25.	
1892 :								6.	7.	8.	9.	10.	11.								14.					18.	19.						
1893 :			2.																				15.		17.								
1894 :						4.																											
1895 :					3.	4.	5.	6.								11.	12.				13.				17.			20.					

1886 :																																
1887 :																																
1888 :																																
1889 :																																
1890 :																																
1891 :																																
1892 :																																
1893 :																																
1894 :																																
1895 :																																

NOVEMBRE

1886 :	♂1,	2.						♂7.			♂10—12.	☉12.	♂14—15.	♂16—28.									♂20.—23.				♂23.—24.	☉25.	♂25.—28.				♂30.	
1887 :								7.		9.																			26.		28.	29.	
1888 :		2.	3.	4.				7.							14.	15.		17.						21.					26.	27.	28.		
1889 :								7.	8.	9.			13.			16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.				30.	
1890 :													14.				17.								25.	26.						
1891 :				4.								11.				16.						20.		22.	23.	24.	25.	26.					
1892 :													13.																			
1893 :	1.	2.	3.	4.	5.																									29.	30.	
1894 :					5.	6.						12.	13.	14.							15.		17.		19	20.		22.			25.	26.	27.	28.	29.	30.	
1895 :								7.		9.	10.		13.								15.											29.	30.	

DÉCEMBRE

1886 :	1.	2.			♂4.		♂6.	☉7.	♂8.		♂10.—12.		♂12.							☉20.		♂22.			♂25.							☉1/I		
1887 :	1.	2.	3.				6.	7.	8.	9.	10.			12.	13.	14.		16.	17.	18.		21.	22.											
1888 :										9.	10.	11.						16.	17.	18.				23.			26.	27.						
1889 :		2.									10.	11.					15.	16.	17.				22.	23.	24.									
1890 :										9.	10.										18.	19.		21.	22.									
1891 :			3.				6.		8.		10.	11.	12.	13.	14.	15.		17.																
1892 :	1.	2.	3.	4.			6.	7.													18.	19.	20.									31.	
1893 :	1.	2.	3.		5.	6.	7.										15.						20.	21.	22.							31.	
1894 :															14.						18.				22.	23.					30.	31.	
1895 :				4.	5.	6.	7.																					27.	28.	29.	30.		

En jetant un coup d'œil sur la Table nous voyons :

1° Que les jours de tempête se répètent dans le même mois, à peu près aux mêmes dates ;

2° Que les jours de tempête forment très souvent des séries de jours placées sensiblement entre les mêmes limites de dates et produisant ainsi des groupes de jours orageux ;

3° Que ces séries sont produites par des séries de jours de perturbations électriques dues au passage des essaims périodiques d'étoiles filantes, ou par ces essaims et la période solaire (induction maximum), formant ensemble série.

M. V. RAULIN

Professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Bordeaux, à Montfaucon-d'Argonne (Meuse).

SUR LES OBSERVATIONS PLUVIOMÉTRIQUES FAITES DANS LES RÉGIONS ARCTIQUES AU NORD DU 60e DEGRÉ DE LATITUDE [551.57(43)]

— — Séance du 15 septembre. —

Au moment où l'attention publique est appelée sur les régions polaires par les tentatives de reconnaissances faites et sur terre et sur mer et dans les airs, il semble opportun de résumer nos connaissances sur ces régions.

J'aurais désiré limiter cette étude sur l'eau atmosphérique, aux régions polaires proprement dites, en dedans du cercle polaire (66°30') là où le soleil commence à ne plus se montrer au-dessus de l'horizon chaque jour de l'année ; mais le nombre des points d'observation n'est que d'une trentaine, et, en s'y bornant, on ne pourrait avoir de résultats un peu généraux.

Pour rencontrer un nombre suffisant de stations, au moins en Europe, j'ai cru devoir descendre jusqu'au 60e degré, au nord duquel des observations ont été faites sur près de deux cents points (1) ; et cependant, en Sibérie, on ne rencontre encore que trois grandes séries de plus : Tourouchansk, Sourgout et Berezow.

Les diverses régions polaires en deçà du 60e degré sont, dans l'ancien continent asiatico-européen, en allant du détroit de Behring vers l'ouest dans toute l'Asie jusqu'à l'Oural : la Sibérie septentrionale, où les stations sont rares, avec la Nouvelle-Sibérie, et la terre de François-Joseph.

(1) En Europe il y a, en outre, de petites séries de quelques années entre 60° et le cercle polaire, mais on peut les laisser de côté.

En Europe : la Russie septentrionale, qui renferme une trentaine de stations jusqu'à Saint-Pétersbourg, avec la Nouvelle-Zemble et le Spitzberg; puis, une grande partie de la Scandinavie jusqu'à Upsal et Christiania, où elles deviennent plus nombreuses, avec les îles Shetland et Feroe, où elles sont nombreuses eu égard à la superficie de ces petits archipels.

Dans le nouveau continent américain, en allant de l'Atlantique vers l'ouest : le Groënland avec l'Islande, où il y a quelques stations, et les grands archipels occidentaux qui le relient aux terres qui continuent au nord le Canada et les N.-Western-Territories, dans lesquels il n'y a que quelques stations très clairsemées; elles se terminent par le Klondike et l'Alaska qui confinent au détroit de Behring, dans la mer duquel il y a une station, et l'île de Behring qui dépend de l'Asie.

Jusques il y a une vingtaine d'années, pour savoir ce qui se passe dans les régions arctiques on n'avait guère que les observations faites pendant une dizaine d'années à partir de 1852. Mais, depuis 1875 à 1880, des stations météorologiques ont été établies sur un assez grand nombre de points en Europe, et aussi sur quelques-uns en Asie et dans l'Amérique du Nord, de sorte que l'on possède maintenant des données pouvant établir ce qui se passe dans ces régions jusqu'à 81°44′ au fort Conger dans le Groënland, mais où les observations n'ont duré que deux années.

Des observations ont été faites au delà du cercle polaire, 66°30′, dans une trentaine de localités ; mais il n'y a qu'une vingtaine de stations où elles ont duré assez longtemps, au moins quatre années, pour fournir de véritables moyennes.

Il n'y a que Sredne-Kolymsk, Verschoiansk, Obdorsk dans la Sibérie, Teriberka et Kola dans la Laponie russe, Karesuando et Jockmock dans la Laponie suédoise, neuf stations dans la Laponie norvégienne. Une, Grimsey (Akureiri) en Islande ; deux, Upernivik et Jacobshawn, au Groënland occidental.

Mais dans les latitudes moins élevées, à partir du 60e degré, existent une centaine de stations avec des durées de 10, 20 et parfois de 25 années comme à Archangelsk et Pétrosavodsk et même 30 années comme à Kem, en divers points de la Norvège, et même de 40 années comme en Suède. Les principales sont : Rodschevo, Yakoutsk, Marchinskoe, Olekminsk dans la Sibérie orientale ; Tourouchansk, Sourgout et Berezow dans la Sibérie occidentale ; environ 25 en Russie, autant en Laponie russe et Finlande; une quinzaine en Suède, 35 en Norvège, une douzaine par moitié dans les îles Shetland et Feroe. Dans le Nouveau-Monde, il y en a seulement une douzaine : 6 en Islande, 3 au Groënland, une dans les N.-Western-Territories et une dans l'Alaska, sur la mer de Behring.

Toutes les observations sont publiées annuellement : pour la Sibérie, la

Russie et la Laponie russe, dans les *Annalen des physikalischen Central-Observatoriums*. Celles de la Finlande se trouvent surtout dans l'*Oversigt at Finska Vetensk. Societ. forhandl.* et les *Observations météorologiques publiées par l'Institut météorologique central de Finlande*. Celles de la Suède et de la Norvège, dans les deux publications spéciales, *Meteorologiska akttaigelser i Sverige*, et *Jahrbuch des Norwegischen meteorologischen Institute*. Des séries anciennes de Suède restées inédites m'ont été communiquées par M. Hildebrandsson. Celles des îles Shetland sont publiées dans le *Journal of the Scottish meteorological Society*, pour les années récentes ; les anciennes restées inédites m'ont été communiquées par M. G.-J. Symons, dont la science déplore la perte toute récente.

Celles des îles Feroe, de l'Islande et du Groënland sont publiées surtout dans les *Meteorologisk Aarbog*.

Pour l'Amérique du Nord, elles se trouvent dans les *Report of the meteor. Service of the Dominion of Canada* et dans les *Monthly Weather Reports* du Canada et aussi ceux des États-Unis.

Les moyennes données dans le tableau final comprennent toutes les années jusqu'à la fin de 1890 et, pour les séries courtes, jusqu'à la fin de 1895 et quelquefois de 1896.

Au point de vue de la *quantité annuelle*, dans toute la zone glaciale, celle-ci est plus ou moins faible. Dans toute l'Asie septentrionale ou Sibérie, les moyennes sont très faibles et dépassent rarement 200 millimètres jusqu'à une grande distance de la côte ; à Yakoutsk, elle est de 182 (1); c'est seulement dans les parties intérieures plus méridionales qu'elles sont plus élevées et atteignent 368 millimètres à Sourgout, sur l'Obi.

Dans la Russie d'Europe, les moyennes sont plus élevées ; au voisinage de la mer Blanche, elles ont 385 à Arkhangelsk et même 401 à Solovetzkii ; dans l'intérieur, elles atteignent jusqu'à 568 (la moyenne de Paris) à Sermaksa.

Si, dans la Laponie russe, elles s'abaissent parfois à 188 à Kola, elles s'élèvent, dans la Finlande méridionale et sur la côte, jusqu'à 663 à Orimattila.

Il en est de même en Suède et dans la Norvège intérieure ; mais la côte de Norvège est dans des conditions toutes différentes sous l'influence du Gulf-stream qui, après avoir longé les côtes de l'Irlande et de l'Écosse (2), vient exercer son influence sur la Scandinavie. La moyenne, qui est de 600 à Christiania, à la limite de son action, s'élève à 1000 à Mandal et à des quantités beaucoup plus fortes de Bergen à Domsten, puisqu'elle atteint 2032 à Floro. Elle diminue ensuite à 1000, de Christiansund à Lodingen,

(1) Des observations faites à Yakoutsk pendant 13 années, 1817-18, 1845-46, 1862-67, 1870-73, donnent une moyenne presque double de celle-ci.

(2) Sur la côte occidentale, dans l'île de Skye à Portree, par 57°24′ de latitude, la moyenne des 15 années 1866-80 est 2,076,5.

et, le refroidissement du courant continuant, elle n'est plus que de 648 à Gjasvaer, près du cap Nord. En des parties rentrantes de la côte, elle descend parfois au-dessous de 300, comme à Alten.

Les moyennes assez fortes dans les îles Shetland y approchent de 1000; mais elles sont plus considérables sur les Feroe, où elles varient de 1169 à Kvalbo, à 1740 à Thorshavn et atteignent même 2264 à Kvigig.

Sur les côtes d'Islande, les quantités faibles au nord, 376 à Grimsey (Akureyri), atteignent de 6 à 700 sur la côte occidentale, faisant face au Groënland, et enfin même 1250 à Westmanno sur la côte sud, qui reçoit directement le Gulf-stream.

Au Groënland, elle est de 1205 à Ivigtut, vis-à-vis de la côte méridionale d'Islande, et de là, en remontant la côte occidentale sur la baie de Baffin, elle diminue graduellement, de manière à être réduite à 226 à Upernivik, et sur l'autre rive, au fort Conger par 81°44′, elle n'est plus que de 98.

Les stations si rares dans toute l'Amérique au nord du Dominion of Canada n'accusent que des moyennes très faibles, 262 à Kingawa-Fiord, 199 au fort Rae et 372 au fort Saint-Michael, dans la mer de Behring. Une station, le fort Simpson, dans les parages du fort Rae, donne pour 4 ans l'énorme moyenne de 2477, mais je suis porté à croire qu'il y a erreur et que c'est l'épaisseur de la neige qui doit être réduite au dixième.

Au point de vue de la *répartition trimestrielle de la pluie* entre les saisons météorologiques, dans toutes les régions polaires, on ne retrouve pas les sept ou huit régimes pluviaux très distincts que présente la France, mais seulement les trois de la France septentrionale et des Pays-Bas, et un de la France méridionale :

V. Maritime. Printemps et été un peu secs; automne et hiver plus pluvieux (Limoges).

VII. Semi-maritime. Hiver et été pluvieux (Bar-le-Duc).

II. Semi-maritime. Série ascendante de l'hiver à l'automne (Lyon).

I. Continental. Hiver le moins et été le plus pluvieux (Moulins).

Ce dernier régime, le régime normal en rapport avec la température qui règle l'évaporation et par suite la pluie, tantôt arrive jusqu'aux côtes comme dans la Suède, et tantôt est refoulé plus ou moins loin dans l'intérieur, comme dans la Sibérie, la Russie et l'Allemagne. C'est ce que j'ai établi dans une carte pluviométrique de l'Europe produite à l'Exposition universelle de 1889 et dont un extrait pour l'Europe occidentale a paru dans les *Annales du Bureau central*, 1888, t. I.

Le Gulf-stream, qui donne beaucoup de vapeurs et de pluie pendant les saisons chaudes, et de brouillards et de neige pendant les saisons froides, amène une augmentation de pluie et de neige pendant les saisons froides, laquelle occasionne la transformation du régime I continental en régime V maritime.

Son influence se fait sentir d'une manière très intense sur toute la côte de Norvège jusqu'au cap Sviatov, et même au travers de la mer Blanche jusqu'à la Nouvelle-Zemble, qui semble former la limite d'une action importante, car au delà, sur toute la côte de Sibérie, jusqu'au détroit de Behring, on ne rencontre plus que le régime intermédiaire semi-maritime VII, qui s'avance fort loin dans l'intérieur des terres.

Le Gulf-stream y existe bien encore, mais il est trop refroidi pour avoir une influence aussi marquée que sur les côtes de Norvège.

En Sibérie, le régime I continental de l'intérieur se montre de Kuschka et Rousskoe-Oustie par Yakoutsk, Marchinskoe et Tourouchansk à Obdorsk sur l'Obi. Le régime semi-marin VII commence assez avant dans l'intérieur à Sredne-Kolymsk et se montre dans toutes les stations côtières, Markovo, Sagastyr et Tolstyi-Nos. Le régime maritime V fait complètement défaut.

En Russie, le régime I existe partout on peut dire; II se montre accidentellement à Solovetzkij, et VII dans deux stations de l'intérieur, Jarensk et Pinega. Le régime V ne se montre qu'à la Nouvelle-Zemble.

La Finlande est surtout occupée par le régime I, ainsi que la Laponie russe. Le régime II se montre à Orimattila, Skalskar et Hogland; le régime VII à Sodankyla et Uleaborg au nord, Kuopio et Kisko au sud. Enfin, le régime V se montre dans la Laponie russe au cap Sviatov et à Teriberka; sur le golfe de Finlande, au sud, à Abo, Helsingfors.

Dans la Suède intérieure c'est le régime I qui, en Norvège, ne se montre guère qu'à Christiania et environs. Le régime VII se montre à Karesuando, Jockmock, Ostersund, sous l'influence de la côte septentrionale. Le régime V se montre sur divers points du golfe de Bothnie, en face de la Finlande, et il occupe toute la côte occidentale de Norvège.

Ce régime envahit presque entièrement les îles Britanniques et à plus forte raison les îles Shetland et Feroe, ces dernières étant placées dans le centre du Gulf-stream. Il occupe aussi toutes les côtes d'Islande et du Groënland méridional. En remontant la côte occidentale, on retrouve les régimes semi-maritimes II et VII et enfin le régime normal I que donnent les deux années d'observation du fort Conger par 81°44′ de latitude.

Le même régime se montre aussi à Kingawa, d'où il occupe tout le Canada et les N.-W.-Territories. Une année d'observation l'indique à Ooglamie, à la Pointe Barrow. Aux forts Rae et Simpson, les régimes VII et V semblent bien établis et sont probablement dus à l'influence du grand lac de l'Esclave.

Enfin, le régime VII existe à Saint-Michael, sur la rive orientale de la mer de Behring, comme à Markovo sur la rive occidentale.

En résumé :

Pour la *quantité annuelle*, généralement moyenne dans la zone tempérée,

elle va en diminuant à mesure qu'on s'avance dans les régions polaires, ce qui est une conséquence naturelle de la moindre évaporation due aux basses températures de ces régions. Elle arrive à être même inférieure à 200 millimètres ; au fort Conger, à 8°16′ du pôle, point extrême des observations, elle n'atteint même pas 100 millimètres.

Elle devient très forte sur les côtes de l'Océan Atlantique septentrional longées par le Gulf-stream, 2032 en Norvège, 1204,6 au Groënland, et surtout dans les îles qu'il baigne, 2265 aux Feroe.

Pour la *répartition trimestrielle* de saisons, on retrouve dans les régions polaires arctiques les divers régimes de l'Europe et de l'Asie septentrionales, établis dans ma carte pluviométrique de l'Europe.

Régime I. Hiver le moins et été le plus pluvieux ; c'est le régime essentiel des régions intérieures de l'ancien continent, tant en Sibérie qu'en Russie, en Finlande, en Suède et même dans la Norvège méridionale. C'est aussi celui du Canada et des N.-Western-Territories.

Régime VII. Hiver et été pluvieux. Il se trouve sur toute la côte de Sibérie et jusqu'à une assez grande distance dans l'intérieur. Il se continue par la Laponie, le nord de la Suède et les parties intérieures orientales de la Norvège. Il existe sur divers points, du Groënland à l'Alaska.

Régime II. Série ascendante de l'hiver à l'automne (Lyon) ; il se montre principalement sur le pourtour de la Finlande et en Suède, sur les côtes de la mer Baltique, qui joue ainsi le rôle de mer méridionale, à l'instar de la Méditerranée. Il existe aussi en Groënland.

Régime V. Printemps et été un peu secs ; automne et hiver plus pluvieux. Les mers polaires, en raison sans doute de leur glaciation pendant la moitié froide de l'année, ne donnent pas sur les côtes de la Sibérie les vapeurs abondantes qu'elles fournissent dans les régions tempérées ; aussi le régime V n'y existe-t-il sur aucun point. Il commence en Europe dans les parties avancées en mer, la Nouvelle-Zemble, le cap Sviatov, le cap Nord, d'où il forme une zone continue sur la côte de Norvège. Sous l'influence du Gulf-stream il se prononce très fortement dans les îles Shetland, Feroe et l'Islande. On sait qu'il envahit presque complètement les îles Britanniques sous ses quatre formes possibles.

Ces deux régimes II et V sont aussi occasionnés sur leurs rives par les lacs Onega et Ladoga et par les golfes de Finlande et de Bothnie et la mer Baltique, qui semblent jouer, par rapport à la Scandinavie, le rôle de mer méridionale analogue à celui de la mer Méditerranée sur la France.

Dans le nouveau continent, les observations si rares et de courte durée indiquent ces régimes au nord du Canada et des N-Western-Territories occupés par le régime normal I, mais il n'est pas encore possible de reconnaître et d'établir des zones régulières contiguës.

Suivent les tableaux de 178 moyennes et de deux stations complètes :

STATIONS	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	ANNÉES	ANNÉE	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	RÉGIME
Sibérie 18 stations. Yakoutsk	129°43'	62°01'	163m	1888-96 (9)	182,0	12,9	17,0	112,1	40,0	3,6	3,2	2,4	5,0	9,6	18,7	52,4	41,0	23,6	9,6	6,8	6,1	I
Russie 31 stations. Saint-Pétersbourg. .	30°16'	59°56'	5m	1871-95 (25)	517,3	70,9	94,4	215,3	136,7	23,3	19,0	20,1	26,2	48,1	53,5	76,8	85,0	56,5	43,5	36,7	28,6	I
Finlande, 34 stations. Helsingfors	22°37'	60°10'	10m	1844-80 (36,6)	567, 6	111,1	106,3	164,2	186,0	36,0	30,8	29,7	35,8	40,8	42,9	55,1	66,2	57,2	67,9	60,9	44,3	V
Suède, 18 stations. Upsala		59°52'	10m	1836-90 (55)	547,3	94,5	99,3	189,8	162,8	32,7	26,8	27,0	28,4	43,9	52,7	67,1	70,1	56,1	59,0	47,7	35,9	I
Norvège, 47 stations. Bergen	5°20'	60°24'	15m	1861-90 (30)	1797,7	458,7	310,7	434,0	594,3	175,2	141,2	110,3	96,3	104,1	110,7	149,9	173,4	209,1	219,1	166,1	142,5	V
Iles Shetland, Feroe, Islande, 19 stations Thorshawn:	9°4'	62°28'	9m	1866-90 (24)	1740,5	532,7	376,0	301,6	511,2	193,7	173,0	160,1	115,8	100,1	85,0	108,6	108,0	136,8	194,4	180,0	186,0	V
Amérique septentrionale, 10 stations. Kornok.	53°30'	64°30'		1875-90 (16)	344,1	71,0	71,8	91,6	109,7	21,4	23,4	30,2	18,9	22,7	22,6	26,7	42,3	40,0	43,3	26,4	26,2	II

STATIONS	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	ANNÉES	ANNÉE	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	RÉGIME
Sibérie.																						
Markovo	170°50′	64°45′	20m	1895-96 (2,2)	149,7	19,5	17,9	64,3	48,0	10,1	2,4	4,3	8,3	5,3	32,5	7,1	24,7	23,7	11,4	12,9	7,0	VII
Kuschka	160°40′	62°02′	10m	1890-94 (19)	138,2	7,6	13,2	100,6	16,8	4,4	3,2	4,1	0,4	8,7	16,2	41,3	42,9	12,8	3,5	0,5	3,0	I
Sredne Kolimsk	157°10′	67°10′	30m	1886-96 (6,9)	163,9	23,1	11,5	91,7	37,6	7,8	4,7	2,1	60,0	3,4	23,2	39,1	29,4	13,9	13,2	10,5	10,6	VII
Rodschevo	152°40′	66°18′	?	1892-96 (4,10)	228,0	31,5	22,5	118,8	55,2	15,5	5,2	5,7	6,7	10,1	23,0	68,4	27,4	31,6	8,0	15,6	10,8	VII
Rousskoe Oustie	149°26′	71°01′	20m	1895-96 (16)	192,5	22,4	50,8	100,8	58,5	9,4	5,7	15,5	8,8	26,5	14,1	20,8	51,5	27,3	13,3	17,9	7,3	I
Kazatchie	135°52′	70°45′	20m	1895-96 (12)	175,3	29,0	19,7	78,7	47,9	10,5	5,9	3,6	6,6	9,5	32,3	23,6	22,8	21,1	14,5	12,3	12,0	VII
Sagastyr	124°05′	73°23′	?	1882-84 (14)	85,8	9,2	7,8	46,7	22,0	1,8	2,8	0,2	0,6	7,9	14,5	9,6	22,6	15,5	1,8	4,8	4,6	VII
Verschoïansk	133°50′	67°34′	?	1886-96 (9,8)	110,4	11,1	12,4	68,0	18,9	4,1	2,7	4,3	3,5	4,6	23,5	23,3	21,2	7,3	5,6	6,0	4,3	I
Marchinskoe	129°43′	62°10′	63m	1886-96 (10,1)	235,1	20,8	32,5	123,0	58,8	5,9	5,7	6,5	13,4	12,6	26,9	47,3	48,8	28,8	16,8	13,2	9,2	I
Yakoutsk	129°43′	62°01′	63m	1888-96 (9)	182,0	12,9	17,0	112,1	40,0	3,6	3,2	2,4	5,0	9,6	18,7	52,4	41,0	23,6	9,6	6,8	6,1	I
Olekminsk	120°26′	60°22′	?	1882-96 (12,6)	231,1	19,8	19,8	135,6	55,9	5,4	4,9	3,0	4,7	12,1	31,3	49,2	55,1	26,8	15,9	13,2	9,5	I
Marchinskii Oulous	117°46′	63°17′	?	1895-96 (2)	161,4	12,0	15,7	103,3	30,4	4,4	1,8	6,0	2,4	7,3	33,2	25,5	44,6	10,9	11,3	8,2	5,8	I
Tolstyi-Nos	83°40′	70°05′	?	1866-96 (2)	250,6	75,9	44,6	72,7	57,4	11,1	49,7	14,5	15,2	14,9	16,8	23,1	32,8	22,3	21,5	13,6	15,1	VII
Goltchikha	83°28′	71°42′	?	1895-96 (1,4)	215,9	24,2	31,5	101,9	58,3	8,6	7,0	7,5	4,1	19,9	21,1	40,1	40,7	35,2	12,1	11,0	8,6	VII
Tourouchansk	87°38′	65°55′	40m	1877-95 (18,5)	325,6	31,6	46,1	146,2	101,7	11,1	7,4	9,8	14,2	22,1	37,4	52,6	56,2	53,4	30,5	17,8	13,1	I
Sourgout	73°20′	61°17′	45m	1884-95 (10,3)	358,0	36,5	55,6	181,2	84,7	12,5	6,7	10,4	14,4	30,8	63,9	55,7	61,7	33,8	30,7	15,2	17,3	I
Berezow	65°04′	63°56′	32m	1878-95 (14,4)	305,4	31,9	48,3	150,0	75,2	12,6	8,6	11,8	10,3	26,2	44,9	56,6	48,5	39,1	19,7	16,4	10,8	I
Obdorsk	66°35′	66°31′	18m	1882-95 (13,2)	245,0	24,5	28,2	120,9	71,4	8,1	7,9	6,8	7,2	14,2	29,5	48,8	42,6	37,1	21,4	12,9	8,5	I
Russie.																						
Klein-Karmakul	51°43′	72°22′	15m	1878-83 (2)	303,3	94,8	84,8	41,0	92,7	21,4	40,5	53,7	14,5	16,6	10,0	28,3	2,7	32,3	49,3	11,1	32,9	V
Oust-Zylma	52°00′	65°27′	37m	1889-96 (3,2)	401,0	53,0	80,2	178,0	89,8	17,0	23,4	12,8	23,3	44,1	47,4	74,9	55,7	43,4	30,2	16,2	12,6	I
Chtichangor	57°34′	64°16′	85m	1895-96 (1,5)	558,7	48,6	104,1	227,4	178,6	16,0	10,6	19,7	11,6	72,8	39,7	72,1	115,6	60,5	88,1	30,0	22,0	I
Oust-Sysolsk	50°51′	61°40′	115m	1888-96 (7,8)	404,8	35,9	74,5	176,3	118,1	11,3	10,9	14,6	21,9	38,0	48,1	71,2	57,0	56,7	45,1	16,3	13,7	I
Troizko Petschorsko	56°13′	62°42′	111m	1888-96 (7,9)	462,1	66,8	77,8	163,4	154,1	21,8	15,7	18,4	17,9	41,5	44,7	57,1	61,6	72,6	52,6	28,9	29,3	I
Tcherdyn	56°31′	60°24′	175m	1885-96 (10,9)	483,2	72,5	80,0	171,6	159,1	25,4	15,9	20,8	19,0	40,2	56,6	56,6	58,4	68,4	52,8	37,9	31,2	I
Majador	50°20′	61°09′	120m	1893-96 (4,1)	440,8	39,9	70,7	180,7	149,5	14,0	9,0	13,8	22,2	34,7	42,6	45,9	92,2	69,1	53,9	26,5	16,9	I

STATIONS	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	ANNÉES	ANNÉE	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	RÉGIME
Jarensk.	49°07′	62°10′	?	1885-96 (7,1)	497,8	78,3	70,7	195,3	153,5	21,8	17,2	16,1	15,1	39,5	60,0	59,2	76,1	59,8	59,6	34,1	30,3	VII
Solvytchegodsk . . .	46°55′	61°20′	55m	1887-96 (9,9)	543,8	59,2	90,8	239,2	154,6	17,3	18,4	17,8	26,0	47,0	79,2	56,0	104,0	68,5	56,0	29,0	23,5	I
Velikij-Ustjug. . . .	46°18′	60°46′	59m	1876-96 (6,2)	471,7	59,9	88,7	177,2	145,9	18,0	17,3	21,7	28,7	38,3	61,5	78,9	36,8	56,3	55,3	34,3	24,6	I
Cherskoursk	42°54′	62°06′	42m	1885-95 (11,1)	407,8	52,7	73,3	152,5	129,3	15,6	14,7	12,9	23,6	36,8	49,2	24,7	78,6	65,6	37,8	25,9	22,4	I
Kokschenga.	43°20′	60°36′	90m	1892-96 (5)	530,1	54,0	69,7	233,3	173,1	13,5	16,7	19,3	12,9	37,5	54,5	74,1	104,7	77,1	61,3	34,7	23,8	I
Mezen.	44°16′	65°50′	?	1883-95 (12,9)	277,3	28,8	35,9	125,1	87,5	10,2	7,1	6,1	8,8	21,0	31,8	45,8	47,5	46,1	25,0	16,4	11,5	I
Pinega	43°25′	64°42′	?	1885-94 (6,9)	315,0	39,7	38,6	149,5	87,2	16,1	10,2	9,6	11,6	17,4	39,2	6,43	46,9	50,7	24,9	11,6	13,4	VII
Zimnaïa Solotisa. . .	40°14′	65°41′	?	1879-95 (18,1)	307,3	21,0	40,8	130,0	115,5	5,7	7,2	7,8	9,7	23,3	32,2	56,4	41,4	54,4	41,6	19,5	8,1	I
Arkhangelsk	40°30′	64°33′	5m	1870-95 (25,1)	380,5	51,6	62,1	150,4	116,4	18,7	14,6	19,0	17,4	25,7	31,1	57,2	55,1	53,7	37,3	25,4	18,3	I
Solovetskii Mon . . .	35°45′	65°01′	3m	1887-96 (9,9)	401,5	57,8	73,1	122,8	147,8	16,9	21,5	22,9	20,2	30,6	26,5	48,3	47,0	55,1	56,1	36,6	19,4	II
Onega.	38°07′	63°54′	?	1887-95 (9,2)	432,0	45,2	65,7	192,0	129,1	16,9	13,1	11,2	23,5	31,4	52,1	64,1	75,8	62,7	44,5	21,9	15,2	I
Verschinina.	38°19′	62°07′	147m	1885-93 (8,3)	391,8	31,4	68,8	182,7	108,9	8,9	9,1	10,7	16,8	41,3	47,1	64,5	71,1	65,2	26,2	17,5	13,4	I
Kargopol	38°57′	61°30′	130m	1883-95 (13)	513,1	80,1	96,1	203,0	133,9	23,8	26,9	23,5	23,2	49,4	56,6	74,0	72,4	56,1	44,2	33,6	29,4	I
Bielosersk.	37°47′	60°02′	131m	1874-84 (7)	466,5	72,4	83,2	208,7	104,2	23,7	16,2	26,8	14,1	42,3	52,7	89,1	64,9	34,3	33,8	36,1	32,5	I
Vytegra.	36°27′	61°00′	46m	1876-93 (19,8)	535,7	96 7	98,9	178,9	161,2	33,2	29,1	28,5	21,2	41,2	51,2	73,8	53,9	59,3	57,0	44,9	33,4	I
Vozne-Senia:	35°32′	61°01′	?	1884-96 (10,4)	429,0	66,0	69,6	148,6	144,8	19,6	16,9	17,8	16,6	35,2	41,1	47,1	60,4	76,4	31,9	36,5	29,5	I
Povenez.	34°49′	62°51′	?	1875-91 (14,8)	492,8	83,4	101,0	169,4	139,0	28,5	22,0	32,5	24,5	44,0	48,7	63,1	57,6	57,8	41,7	39,5	32,9	I
Padany.	33°15′	63°15′	127m	1889-94 (5)	347,5	31,7	55,5	157,7	102,6	9,9	8,2	9,9	11,4	34,2	54,6	59.7	43,4	60,9	25,2	16,5	13,6	I
Petrosavodsk	34°23′	61°47′	53m	1870-95 (24,8)	579,9	94,4	116,1	209,4	160,0	28,9	28,1	35,4	29,8	50,9	58,0	78,6	72,8	65,9	49,4	44,7	36,7	I
Sermaksa.	33°05′	60°28′	10m	1877-95 (19)	568,5	79,6	104,1	210,2	168,6	29,1	24,2	31,2	27,4	45,5	52,7	92,6	70,9	65,0	59,3	44,3	25,3	I
Novaja-Ladoga. . . .	32°19′	60°07′	13m	1877-95 (19,1)	477,5	63,3	83,2	186,7	144,3	19,6	18,1	20,9	17,2	45,1	47,4	81,7	57,6	62,0	48,3	34,0	25,6	I
Valaam.	30°57′	61°23′	?	1874-95 (22,1)	406,1	55,0	72,2	161,2	138,2	16,8	13,5	16,3	20,7	35,2	37,7	55,0	48,5	56,1	43,9	38,2	24,7	I
Lembolovo	30°16′	60°19′	?	1872-81 (9,5)	540,5	76,0	96,8	195,5	172,2	18,4	21,0	26,1	24,9	45,8	47,3	76,3	71,9	64,7	59,3	48,2	36,6	I
Saint-Pétersbourg . .	30°16′	59°56′	5m	1871-95 (25)	517,3	70,9	94,4	215,3	136,7	23,3	19,0	20,1	26,2	48,1	53,5	76,8	85,0	56,5	43,5	36,7	28,6	I
Finlande.																						
Sviatoï-Nos	39°49′	68°09′	66m	1895-96 (1,8)	481,7	162,9	52.1	119,4	147,3	82,5	53,6	7,0	18,3	26,8	25,7	7,5	86,2	63,2	58,3	25,8	26,8	X
Teriberka.	35°28′	69°06′	6m	1890-96 (7,8)	360,1	57,2	53,6	105,9	143,4	17,8	19,6	16,2	18,1	19,3	22,0	47,6	36,3	48,9	65,8	28,7	19,8	V

STATIONS	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	ANNÉES	ANNÉE	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	RÉGIME
Kola	33°01′	68°53′	10m	1878-95 (17,9)	138,7	23,8	29,2	84,7	50,0	7,8	7,5	6,1	7,0	16,1	17,2	34,8	32,7	26,1	14,2	9,7	8,5	I
Vaïdo-Gouba	31°58′	69°57′	6m	1894-96 (2,6)	333,1	37,4	36,1	143,0	116,6	11,7	11,1	7,6	7,8	20,7	28,4	45,9	68,7	53,4	41,1	22,1	14,6	VII
Kem	34°39′	64°57′	4m	1866-95 (32)	378,0	50,7	64,0	151,1	112,2	17,7	10,9	15,1	17,2	31,7	41,4	56,7	53,0	53,2	34,6	24,4	22,1	I
Soumskii-Posad	35°28′	64°16′	9m	1885-96 (38)	443,9	98,0	97,0	184,5	144,4	18,6	14,8	8,8	15,7	32,5	41,7	70,4	72,4	52,7	59,1	32,6	29,6	I
Sodankyla	26°36′	67°27′	?	1859-84 (3,6)	330,0	55,0	49,6	125,4	102,0	24,8	10,8	13,1	12,4	24,1	47,6	45,6	32,2	47,1	30,1	24,8	17,4	VII
Lapinsahti	27°22′	63°21′	?	1888-90 (2,10)	440,3	51,9	83,2	180,4	124,8	23,5	12,3	30,1	26,3	26,8	22,2	95,7	62,5	59,6	42,8	22,4	16,1	I
Kuopio	27°40′	62°54′	90m	1886-90 (5)	552,3	99,9	98,8	205,4	148,2	39,8	19,4	30,6	24,4	43,8	43,8	86,8	74,8	56,8	54,0	37,4	40,7	VII
Tohmajarvi	28°01′	62°13′	?	1875-78 (3)	580,3	113,9	116,5	179,5	170,4	24,9	30,4	44,4	23,1	49,0	54,6	59,7	65,2	35,3	39,5	95,6	58,6	I
Kides	27°47′	62°06′	?	1859-70 (11)	449,1	77,7	79,4	163,8	128,2	25,2	21,3	16,6	22,7	40,1	38,1	68,3	57,4	49,7	45,3	33,2	31,2	I
Wartsila	30°39′	62°10′	87m	1884-90 (7)	555,5	93,8	98,5	201,0	162,2	32,6	19,0	29,0	29,0	40,5	45,8	73,5	81,7	61,7	57,2	43,3	42,2	I
Sulkava	28°20′	61°48′	110m	1884-90 (7)	540,5	95,0	100,8	191,8	152,9	35,8	21,2	25,4	21,0	54,4	51,4	70,3	70,1	59,8	58,6	34,5	38,0	I
Valaam	30°57′	61°23′	?	1874-95 (22)	406,6	55,0	72,2	141,2	138,2	16,8	13,5	16,3	20,7	35,2	37,7	55,0	48,5	56,1	43,9	38,2	24,7	I
Willmann-Strand	28°11′	61°03′	103m	1886-90 (4,5)	600,0	93,7	129,3	215,5	161,5	26,3	19,7	45,0	27,0	57,3	28,9	94,5	92,1	54,3	65,3	41,9	47,7	I
Viborg	28°47′	60°43′	10m	1870-80 (11)	633,1	92,6	126,7	200,8	213,0	33,0	16,2	29,3	32,6	64,8	52,7	74,7	73,4	66,2	75,8	71,0	43,4	I
Akijarvi	29°48′	60°23′	?	1870-74 (31)	617,9	79,8	119,7	230,1	188,3	27,0	15,0	21,5	38,0	60,2	76,6	56,2	97,3	78,1	60,4	49,8	37,8	I
Jyroskyla	25°44′	62°14′	99m	1886-90 (5)	494,3	87,0	88,3	202,7	116,8	32,0	19,4	20,0	23,9	44,4	45,5	92,4	64,8	40,1	45,8	30,3	35,6	I
Seinajoki	20°48′	62°46′	134m	1870-73 (4)	507,4	77,2	81,9	211,4	136,9	29,1	19,3	17,5	17,5	46,9	64,7	60,6	86,1	68,9	34,1	33,9	28,8	I
Tammerfors	23°46′	61°30′	91m	1886-90 (5)	526,3	87,2	92,8	207,7	138,5	30,5	20,9	26,7	27,5	38,6	41,5	89,0	77,2	48,1	49,8	40,6	35,8	I
Orimattila	23°25′	60°51′	?	1861-78 (17,8)	663,4	106,8	137,4	207,3	211,9	33,3	24,5	38,3	33,9	65,2	39,8	80,4	87,1	81,7	65,4	64,8	49,0	II
Mustiala	23°47′	60°49′	110m	1881-90 (10)	482,0	75,0	82,0	182,0	143,0	27,0	19,0	20,0	20,0	42,0	40,0	67,0	75,0	53,0	54,0	36,0	29,0	I
Kisko	21°13′	60°16′	?	1862-66 (5)	527,7	77,6	68,8	219,5	161,8	27,9	23,0	16,1	25,2	27,5	49,1	83,3	87,1	44,3	62,6	54,9	26,7	VII
Ulearborg	25°27′	61°01′	16m	1886-90 (5)	543,7	101,0	100,1	207,9	130,6	46,3	15,2	30,1	38,6	31,4	34,3	88,1	85,5	51,4	45,1	34,1	39,5	VII
Nikolaistad	21°32′	65°15′	18m	1886-90 (5)	514,8	90,4	105,6	169,2	149,6	28,1	23,7	19,2	36,9	49,5	30,4	75,8	63,0	63,5	47,5	38,6	38,6	I
Sabbskar	21°21′	61°29′	7m	1886-90 (5)	386,7	54,6	77,1	142,1	112,9	13,5	12,3	16,3	25,9	34,9	25,4	63,2	53,5	37,8	42,2	32,9	28,8	I
Abo	22°16′	60°27′	15m	1749-1800(48,1)	604,2	121,8	98,3	182,7	201,4	41,7	36,7	31,2	33,0	34,1	42,9	63,8	76,0	65,6	68,8	67,0	43,4	V
Runsala	22°07′	60°26′	?	1869-73 (3)	465,5	88,8	65,3	125,3	186,1	41,0	35,0	12,8	14,5	38,0	25,8	38,9	60,6	52,2	83,1	50,8	62,8	V
Skalskar	19°35′	60°25′	8m	1881-90 (10)	363,0	45,3	63,5	125,5	128,6	13,5	9,1	13,2	19,6	30,7	28,0	51,6	45,9	38,6	53,8	36,2	22,7	II

STATIONS	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	ANNÉES	ANNÉE	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	RÉGIME
Marschanin	19°57′	60°06′	8m	1886-90 (5)	478,2	77,8	87,8	185,4	137,4	21,3	19,2	20,2	31,7	35,9	36,8	66,1	52,5	57,9	63,2	35,9	37,3	II
Helsingfors	22°37′	60°10′	?	1844-80 (36,6)	567,6	111,1	106,3	164,2	186,0	36,0	30,8	29,7	35,8	40,8	42,9	55,1	66,2	57,2	67,9	60,9	44,3	V
Sveaborg	22°39′	60°08′	?	1847-55 (7,6)	625,7	128,0	109,8	165,5	222,4	41,0	46,6	28,3	29,2	52,3	38,8	34,3	92,4	62,4	76,4	83,6	40,4	V
Soderskar	25°26′	60°07′	7m	1881-90 (10)	385,0	34,8	79,5	149,4	121,1	10,2	8,5	11,4	18,6	49,5	22,8	63,5	63,1	46,1	45,7	29,3	16,1	I
Hogland	26°57′	60°06′	?	1868-95 (22b)	571,0	78,6	100,3	192,9	199,2	27,9	17,7	20,9	24,8	54,6	41,2	73,8	77,9	67,2	71,6	60,4	33,0	II
Suède.																						
Karesuando	22°30′	68°26′	?	1879-90 (12)	277,4	27,6	27,3	158,9	63,6	11,8	6,7	6,2	8,0	13,1	29,5	64,8	64,6	27,8	20,7	15,1	9,1	VII
Jockmock	19°50′	66°40′	?	1861-90 (29,4)	356,7	53,7	47,1	154,3	101,6	21,9	13,0	11,7	13,4	22,0	31,7	65,0	57,7	40,6	36,1	24,9	18,8	VII
Stensele	17°00′	65°00′	?	1860-90 (31,7)	404,7	61,8	61,7	168,4	112,8	23,4	16,5	12,5	18,4	30,7	37,4	73,4	57,7	49,1	36,3	27,4	21,8	I
Husa	13°15′	63°29′	?	1877-90 (14)	539,4	109,5	92,9	203,7	133,3	35,4	29,7	33,0	21,6	38,3	59,6	66,2	77,9	55,8	46,3	31,2	44,4	VII
Ostersund	14°40′	63°11′	?	1862-90 (26,1)	406,9	72,6	68,0	163,9	102,4	20,7	26,4	15,4	19,5	33,1	46,2	53,2	64,5	49,2	32,2	21,0	25,5	VII
Sveg	14°20′	62°02′	?	1875-90 (14)	457,4	60,9	72,9	207,4	116,2	18,1	12,6	15,9	18,1	38,9	62,8	80,2	64,4	49,2	42,2	24,8	30,2	I
Hudiksvall	—	—	?	1814-60 (47)	531,8	105,9	84,5	171,0	170,4	34,3	29,0	27,0	23,5	34,0	46,6	59,1	65,3	51,5	62,4	56,5	42,6	I
Fahlun	15°35′	60°36′	?	1860-90 (31)	466,2	73,0	87,4	188,8	117,0	25,0	20,3	19,6	26,7	41,1	49,8	66,7	72,3	49,1	38,4	29,5	27,7	I
Tornea-le-Haut	24°12′	65°51′	?	1825-35 (6)	501,0	81,0	42,0	164,0	214,0	19,0	18,0	7,0	17,0	18,0	49,0	43,0	72,0	80,0	79,0	55,0	44,0	V
Haparanda	24°10′	65°50′	?	1859-90 (30,6)	439,0	106,7	74,2	115,4	142,7	39,9	29,9	25,8	19,8	28,6	34,1	37,3	44,1	50,8	48,2	43,7	37,0	V
Pitea	21°25′	65°20′	?	1859-90 (31,3)	391,8	67,9	68,5	121,3	134,1	24,3	17,5	18,2	19,4	30,9	28,3	43,3	49,7	52,5	42,5	39,1	26,1	II
Umea	20°10′	63°50′	?	1859-90 (32,1)	505,4	169,6	84,5	139,3	172,0	40,4	29,5	27,1	22,5	34,9	33,4	43,0	62,9	64,5	57,2	50,3	39,7	V
Hernosand	17°55′	62°38′	?	1859-90 (31,6)	503,2	89,8	78,6	156,7	178,1	33,2	20,4	20,5	21,2	36,9	33,8	54,3	68,6	67,5	62,9	47,7	36,2	V
Bjuraker	16°36′	61°52′	?	1878-90 (13)	436,2	60,1	74,5	178,4	123,2	17,9	12,4	11,1	22,4	41,0	48,5	65,3	64,6	47,2	46,3	29,7	29,8	I
Hedviksfors	—	—	?	1810-19 (10)	515,1	105,5	85,4	172,0	152,2	34,5	34,8	26,2	18,5	40,7	46,2	70,4	55,4	42,6	59,0	50,6	36,2	V
Tolffors	—	—	?	1820-58 (39)	551,8	86,4	98,7	189,5	177,2	28,8	22,7	25,4	29,7	43,6	50,6	65,3	73,6	58,6	68,1	50,5	34,9	I
Gefle	17°10′	60°40′	?	1859-90 (31,3)	451,5	84,2	89,1	154,0	124,2	24,7	25,5	22,5	27,1	39,5	40,1	54,8	59,1	47,5	40,5	36,2	34,0	I
Upsala	17°40′	59°52′	?	1836-90 (55)	547,3	95,4	99,3	189,8	162,8	32,7	26,8	27,0	28,4	43,9	52,7	67,1	70,0	56,1	59,0	47,7	35,9	I
Norvège.																						
Roras	11°23′	62°35′	642m	1874-90 (17)	406,0	75,4	58,7	170,2	101,7	28,5	20,6	22,2	13,2	23,3	49,1	65,6	55,5	45,6	31,5	24,6	26,3	VII
Tonset	10°45′	62°17′	493m	1878-90 (12)	339,8	52,1	48,3	154,2	85,2	18,6	12,5	12,7	10,9	24,7	35,9	63,0	55,3	32,4	32,7	20,1	20,0	VII

STATIONS	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	ANNÉES	ANNÉE	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	RÉGIME
Dovre	9°07′	62°05′	635m	1864-90 (25,9)	369,9	104,4	54,6	124,8	86,1	25,7	34,7	19,5	12,1	23,0	32,0	51,7	41,1	29,3	30,9	25,9	44,0	VII
Rasten	11°35′	61°26′	256m	1885-90 (4,8)	856,1	121,4	166,8	295,8	273,1	51,3	16,8	19,9	59,6	87,3	58,4	116,0	121,4	103,1	94,3	74,3	53,3	I
Hamar	11°07′	60°48′	141m	1883-90 (5)	502,2	60,2	98,2	214,4	129,4	21,8	13,6	22,7	32,8	42,7	53,0	86,0	75,4	42,9	50,6	35,9	24,8	I
Birid	10°35′	60°58′	128m	1877-82 (6)	634,2	96,9	73,7	265,7	197,9	30,6	24,6	27,1	19,0	27,6	61,8	117,8	86,1	76,9	58,2	62,8	44,7	VII
Grauheim	8°58′	61°06′	381m	1874-90 (16?)	549,5	83,6	83,4	223,0	159,5	26,8	23,6	22,7	23,2	37,5	56,7	87,7	78,6	62,9	56,3	40,3	33,2	VII
Fjeldberg	7°50′	60°31′	926m	1886-90 (5)	467,1	90,3	74,2	174,4	128,2	37,2	17,6	22,1	15,4	36,7	29,2	85,3	59,9	60,7	34,7	32,8	35,4	VII
Eidsvold	11°13′	60°22′	180m	1874-90 (17)	776,7	139,4	131,3	266,7	239,3	41,9	42,0	42,9	40,6	47,8	66,1	107,3	93,3	92,8	76,2	70,3	55,5	VII
Bjornholt	10°41′	60°03′	317m	1884-90 (6?)	1082,7	208,4	205,8	306,4	362,1	81,9	47,3	49,6	74,5	81,7	55,1	136,8	114,5	131,4	118,7	112,0	79,2	II
Kalnosa	10°35′	60°09′	475m	1884-90 (6[10])	914,4	153,4	157,5	284,7	318,8	53,7	35,3	42,0	44,6	70,9	53,5	123,2	108,0	113,0	107,4	98,4	64,4	II
Aspeskover	10°32′	60°02′	250m	1884-90 (7)	1028,7	170,5	201,0	283,6	373,6	63,4	47,6	46,5	73,1	81,4	47,0	115,6	121,0	115,9	112,8	144,9	59,5	II
Sorum	10°16′	60°06′	92m	1885-90 (6)	515,0	67,3	90,4	196,1	161,2	26,1	15,6	21,5	26,4	42,5	33,1	76,6	86,4	51,1	70,8	39,3	25,6	I
Christiania	10°45′	59°55′	41m	1861-90 (30)	602,1	92,8	96,7	213,1	199,5	36,7	26,7	29,0	30,0	37,7	52,1	78,5	82,5	79,1	65,4	55,0	29,4	I
Sydvaranger	30°11′	69°40′	20m	1874-90 (16,2)	339,3	50,1	47,4	146,8	95,0	17,3	13,8	17,4	14,3	15,7	34,7	66,0	46,1	30,9	41,6	22,5	19,0	I
Vardo	28°47′	70°22′	13m	1867-70 (17)	—	—	26,2	228,1	168,6	—	—	—	8,8	17,4	89,1	62,8	76,2	70,5	75,6	22,5	—	VII
Karasjok	25°55′	69°19′	133m	1877-82 (3[10])	333,4	61,8	59,0	127,3	85,3	20,2	17,9	21,4	14,1	23,5	42,0	51,2	34,1	36,9	23,5	24,9	23,7	VII
Kistrand	25°15′	70°26′	10m	1884-87 (4)	328,9	43,8	37,6	143,5	104,0	13,4	19,8	12,9	8,6	16,1	26,5	77,0	40.0	40,6	35,9	28,5	10,6	VII
Gjasvaer	25°52′	71°6′	6m	1884-90 (7)	648,2	159,1	143,6	139,3	206,2	51,6	44,5	66,1	39,7	37,8	42,5	54,6	42,2	66,9	81,6	57,7	63,0	V
Alten	23°17′	69°58′	13m	1871-90 (19,4)	293,4	55,3	38,1	116,2	83,8	17,7	15,4	15,7	11,1	11,3	20,4	49,3	46,5	30,0	28,2	25,6	22,2	VII
Bossekop	23°12′	69°57′	?	1882-83 (1,1)	280,1	59,5	66,7	100,8	53,1	27,8	14,7	22,3	11,7	32,7	26,4	9,6	64,8	30,0	11,1	12,0	17,0	I
Tromsoe	18°58′	69°38′	12m	1874-90 (17)	1042,6	332,6	209,0	192,4	309,2	119,2	103,9	95,1	69,4	44,5	51,5	61,7	79,2	107,8	104,9	96,5	108,9	V
Fagernes	17°28′	68°27′	8m	1874-90 (17)	491,9	97,6	78,4	159,8	156,1	38,7	29,2	26,3	22,0	30,1	41,1	51,4	67,3	65,2	49,3	41,0	29,7	VII
Lodingen	16°01′	68°24′	13m	1874-83 (10)	1149,3	351,2	217,3	220,1	360,7	136,3	97,7	88,1	62,8	66,4	75,8	65,5	78,9	126,4	123,3	111,0	118,0	V
Bodo	14°24′	67°17′	10m	1867-90 (22,4)	859,0	211,5	158,2	186,7	302,6	67,8	58,7	59,8	47,1	51,3	52,2	65,9	68,6	99,6	99,6	103,4	85,0	V
Rost	12°12′	67°31′	6m	1874-83 (10,3)	619,0	181,8	116,2	83,2	237,8	64,7	47,5	55,8	35,4	25,0	21,9	26,7	34,6	33,7	73,0	91,1	69,6	V
Svolvœr	11°37′	68°14′	7m	1886-90 (3)	1564,5	420,1	226,1	357,0	561,3	187,0	72,9	55,5	62,5	108,3	94,3	127,3	135,4	188,9	171,8	200,6	160,2	V
Hotfjelddalen	14°01′	65°34′	202m	1885-90 (6)	992,8	294,9	161,3	248,7	287,9	113,7	80,2	57,7	60,4	43,2	61,1	90,5	97,1	92,9	88,5	106,5	101,0	V

STATIONS	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	ANNÉES	ANNÉE	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	RÉGIME
Ranen	13°32′	66°12′	28m	1874-89 (15,5)	1086,8	308,7	198,8	203,9	375,4	120,7	90,8	74,2	60,1	64,5	67,1	69,1	67,7	134,5	118,3	122,6	97,2	V
Sannœssjoen . . .	12°37′	66°00′	6m	1885-90 (6)	1114,7	234,9	229,0	260,1	390,1	71,8	66,3	73,1	67,6	58,9	58,5	86,6	115,0	128,2	106,6	155,3	96,8	V
Brono.	9°53′	65°28′	10m	1870-90 (21,1)	893,4	203,9	174,4	200,2	314,9	76,3	49,4	66,7	46,4	61,3	59,4	68,4	72,4	108,6	107,2	99,1	78,2	V
Stankjœr	11°30′	64°01′	8m	1884-90 (7)	878,5	237,8	150,7	225,4	264,6	97,4	43,8	61,2	38,4	51,1	61,2	84,7	79,5	85,1	97,0	82,5	96,6	V
Yttersen	11°14′	63°49′	76m	1874-76 (2,10)	467,5	95,7	93,8	136,4	141,6	52,2	26,0	23,0	44,6	26,2	45,9	41,1	49,4	59,9	50,0	31,7	17,5	V
Trondhjem	10°24′	63°26′	10m	1886-95 (10)	1016,0	249,0	199,0	227,0	341,0	96,0	63,0	86,0	69,0	50,0	54,0	76,0	97,0	118,0	137,0	86,0	90,0	V
Christiansund. . . .	7°45′	63°07′	15m	1861-90 (30)	929,6	233,5	186,4	135,2	314,5	78,1	62,1	72,6	53,5	60,3	49,0	69,7	76,5	96,8	117,8	99,9	93,3	V
Aaksand	6°09′	62°29′	10m	1861-90 (30)	1049,1	291,0	182,5	223,1	352,5	107,8	74,6	70,4	51,9	60,2	51,5	79,8	91,8	113,6	129,0	109,9	108,6	V
Domsten	5°40′	61°53′	11m	1874-82 (8,8)	1880,7	594,7	355,9	344,2	585,3	239,9	169,7	172,8	67,2	115,9	96,9	105,2	142,7	181,9	186,5	216,9	185,1	V
Leirdal	7°27′	61°06′	5m	1870-90 (18)	443,1	124,1	73,1	123,6	128,3	49,0	33,9	32,6	12,7	27,8	33,7	51,6	38,3	46,7	43,3	38,3	41,2	V
Sogndal.	7°03′	61°18′	30m	1876-79 (39)	677,3	203,1	111,9	149,2	213,1	70,1	87,0	66,1	13,9	31,9	45,8	53,5	49,9	60,2	93,6	59,4	40,0	V
Flesje.	6°73′	61°08′	5m	1874-90 (13,6)	1471,0	509,5	281,0	265,7	414,8	186,8	139,3	146,2	52,5	82,3	77,8	89,1	98,8	128,6	140,4	145,8	183,4	V
Indre Holmedal . . .	5°45′	61°18′	90m	1885-90 (6)	1689,8	415,4	265,8	403,6	605,9	26,3	144,8	118,5	78,7	68,6	85,5	144,7	173,4	236,9	179,7	188,4	244,3	V
Floro	5°02′	61°36′	6m	1870-90 (21,1)	2032,0	532,8	343,7	419,1	736,4	196,4	138,9	138,1	93,3	112,3	100,2	142,2	176,7	214,0	225,8	196,6	197,5	V
Rundalen	6°56′	60°42′	5m	1886-90 (5)	1131,6	297,7	165,5	299,2	369,2	156,5	51,3	50,9	44,0	70,6	60,6	123,2	115,4	156,0	114,3	98,9	90,0	V
Graven	6°49′	60°35′	345m	1886-90 (5)	1559,3	451,0	224,8	384,8	498,7	209,2	100,3	77,3	68,5	79,0	66,0	150,1	162,7	184,8	162,3	151,6	141,5	V
Voss	6°25′	60°38′	56m	1886-90 (5)	1115,1	336,9	140,4	256,7	381,1	151,3	62,8	38,8	47,0	54,6	41,1	96,9	118,7	115,3	128,9	136,9	122,8	V
Ullensvang	6°41′	60°22′	11m	1874-90 (16,9)	1251,9	437,8	219,1	210,1	384,9	172,9	113,5	108,1	45,1	65,9	57,0	74,5	78,6	115,6	138,2	131,1	151,4	V
Bergen	5°20′	60°24′	15m	1861-90 (30,1)	1797,7	458,7	310,7	434,0	594,3	175,2	141,2	110,3	96,3	104,1	110,7	149,9	173,4	209,1	219,1	166,1	142,5	V
1. Shetland.																						
Sumburghead-Light .	—	—	300m	1823-90 (67)	617,8	182,9	110,8	125,2	198,9	62,5	50,0	49,3	28,7	32,8	32,3	39,1	53,8	55,9	75,2	67,8	70,4	V
— Dunroseness.	—	—	—	1877-96 (20)	803,5	169,2	155,2	186,4	292,1	89,1	74,7	70,1	38,1	47,0	41,4	64,8	80,2	83,8	106,9	101,4	105,4	V
East Yell	—		—	1861-90 (19)	950,6	344,6	225,6	191,5	188,9	121,4	100,8	98,6	69,6	57,4	49,0	56,1	86,4	85,6	125,0	128,3	122,4	VIII
Stonehead.	—	—	—	1871-79 (9)	1278,5	333,9	246,5	313,1	385,0	149,7	76,0	95,5	68,4	82,6	79,7	114,8	118,6	105,4	161,8	117,8	108,2	V
Bressay Manse. . . .	—	60°00′	5m	1849-75 (26,3)	970,3	316,5	176,7	182,8	294,3	117,6	86,6	66,0	53,5	57,2	54,1	66,5	67,5	72,1	117,3	98,9	112,3	V
— Sound. . . .	—	—	105m	1861-90 (30)	910,7	298,7	168,1	179,3	294,6	99,9	82,8	75,2	50,8	42,1	37,6	57,4	84,3	80,0	110,2	104,4	116,0	V

STATIONS	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	ANNÉES.	ANNÉE	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	JANVIER.	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	RÉGIME
I. Feroe.																						
Klaksvig	8°59′	62°15′		1875-90 (14)	1670,7	441,1	348,4	358,5	522,7	171,2	100,9	121,3	108,1	119,0	93,9	121,3	143,3	136,5	170,3	215,9	169,0	V
Kvigig	—	—		1882-89 (6,[1])	2264,0	651,3	427,9	434,7	750,1	237,6	147,6	179,5	135,1	113,0	121,3	102,2	211,2	208,8	246,1	295,2	266,1	V
Thorshavn	9°04′	62°28′	9m	1866-90 (24,[2])	1740,5	552,7	376,0	301,6	511,2	193,7	173,0	160,1	115,8	100,1	85,0	108,6	108,0	136,8	194,4	180,0	186,0	V
Sand	9°16′	61°52′		1876-84 (5,[1])	1407,0	461,7	305,6	262,1	378,6	165,0	105,2	129,1	81,8	94,7	68,1	86,7	107,3	69,9	162,6	146,1	191,5	V
Kvalbo	9°26′	61°39′		1876-90 (14,[3])	1168,9	332,3	237,8	257,1	341,7	136,6	88,7	97,3	70,2	70,3	63,8	86,1	107,2	89,5	130,5	124,7	107,0	V
Myggenœs	10°00′	62°09′		1877-81 (3,[4])	835,5	269,7	150,8	153,1	261,9	91,8	72,8	50,7	38,2	61,9	53,3	46,3	53,5	77,4	79,2	105,3	105,1	V
Islande.																						
Grimsey A. Kuicyri.	20°23′	66°34′	2m	1874-90 (12)	375,8	74,6	58,1	88,7	154,4	20,9	23,8	20,7	15,7	21,7	24,7	29,1	34,9	50,5	60,1	43,8	29,9	V
Stykkisholm	23°06′	65°05′	11m	1866-90 (25)	659,2	197,7	123,8	127,6	210,1	71,9	63,9	52,4	35,3	36,1	46,4	36,8	44,4	73,6	82,0	54,5	61,9	V
Reikiavig	21°55′	64°08′	10m	1829-37 (8)	753,6	225,7	169,5	144,9	213,5	76,2	69,6	74,8	47,1	47,6	35,4	47,9	61,6	60,4	77,8	75,3	79,9	V
Reykjavik	—	—		1867-90 (13,[4])	764,0	215,7	145,6	173,9	228,8	78,3	64,9	50,7	52,1	42,8	57,0	45,9	71,0	77,2	79,7	71,9	72,5	V
Orebakke	21°12′	63°52′	0m	1880-90 (10,[6])	1111,1	270,5	201,4	245,3	393,9	93,1	83,8	67,1	72,6	61,7	91,1	81,4	92,8	138,6	135,9	119,4	93,6	V
Vestmanno	20°18′	63°26′	8m	1880-90 (10,[3])	1254,2	323,7	258,1	253,0	419,4	113,5	101,1	101,4	88,1	68,6	95,6	62,8	94,6	148,7	142,8	140,7	120,0	V
Berufjord	16°35′	64°40′	10m	1873-90 (18,[1])	1138,9	342,4	240,1	207,4	349,0	128,2	105,7	83,4	88,9	67,8	74,1	57,4	75,9	111,0	118,1	119,9	108,5	V
Amérique sept[le].																						
Fort Conger	64°45′	81°44′	?	1881-83 (2)	98,5	21,6	26,0	30,8	20,1	10,7	3,3	11,5	4,3	10,2	4,5	16,7	9,6	8,9	6,1	5,1	7,6	I
Upernivik	58°20′	72°47′	?	1874-90 (15,[1])	226,0	43,1	52,7	67,0	63,2	12,1	18,2	30,5	13,1	9,1	11,2	28,2	27,6	22,5	22,2	18,5	12,8	VII
Jacobshavn	53°15′	69°13′	?	1873-90 (17,[1])	215,9	18,4	38,3	85,9	73,3	7,9	8,2	16,0	9,4	12,9	19,1	30,4	36,4	37,6	20,5	15,2	12,3	I
Kornok	53°30′	64°30′	?	1875-90 (15,[8])	344,1	71,0	71,8	91,6	109,7	21,4	23,4	30,2	18,9	22,7	22,6	26,7	42,3	40,0	43,3	26,4	26,2	II
Goodthaab	54°06′	64°11′	?	1873-90 (16,[11])	648,2	134,0	128,4	174,0	211,8	37,9	47,4	43,7	35,5	49,2	42,7	55,2	76,1	94,4	62,7	54,7	48,7	V
Iviktut	50°30′	61°12′	?	1875-90 (15,[10])	1204,6	262,3	258,3	266,2	417,8	71,9	83,9	88,3	69,8	100,2	103,8	77,8	84,6	147,3	150,2	120,3	106,5	V
Kingawa Fjord	67°14′	66°36′	?	1882-83 (1)	261,9	19,9	29,3	183,9	28,8	2,3	4,8	13,9	7,6	7,8	68,0	86,0	29,9	5,7	9,1	16,4	12,8	I
Fort Rae	115°44′	62°03′	?	1875-83 (2)	198,7	53,5	10,5	86,9	47,8	8,8	29,9	1,5	5,4	3,6	26,2	30,1	30,6	19,9	18,4	18,5	14,2	VII
Fort Simpson	121°25′	61°52′	?	1886-90 (4,[4])	2477,1	511,9	492,6	437,6	103,5	198,6	98,9	207,0	204,5	81,1	118,4	106,0	213,2	298,2	334,5	402,3	214,4	V
Fort Good Hope	128°25′	66°30′	?	1898-99 (11)	252,1	800,0	982,0	310,0	42,9	30,5	7,6	46,1	38,8	13,3	10,0	15,0	6,0	6,0	17,3	19,6	41,9	VI
Ooglamie	157°00′	72°00′	?	1882-83 (1)	205,0	30,9	27,5	82,4	64,2	3,5	21,3	3,5	16,2	7,8	7,8	37,4	37,2	27,9	27,7	8,6	6,1	I
Fort Saint-Michael	161°48′	63°28′	32m	1874-86 (8[9])	372,2	66,5	40,8	139,2	125,7	30,7	19,1	11,0	11,0	18,8	26,4	51,0	61,8	71,1	33,5	21,1	16,7	VII

ANNÉES	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE
LAPONIE NORVÉGIENNE — ALTEN (Latitude : 69°58′)												
QUANTITÉS ANNUELLES ET MENSUELLES												
1871	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32,6	37,1	25,1	44,4
1872	194,2	5,2	5,0	22,5	11,0	18,2	5,5	36,6	34,4	5,4	31,4	9,5	9,5
1873	279,6	3,6	11,2	5,9	10,2	2,5	31,5	34,7	53,4	57,9	9,6	29,5	29,6
1874	—	24,0	42,8	10,7	—	—	32,9	11,0	105,5	38,0	49,0	9,0	36,0
1875	—	40,0	—	19,0	21,0	—	7,0	59,0	59,0	22,0	11,0	18,0	48,0
1876	251,0	0,0	38,0	9,0	4,0	7,0	8,0	72,5	25,5	34,0	22,0	7,0	24,0
1877	216,0	6,0	0,0	3,0	11,0	0,0	27,0	63,0	26,0	20,0	29,0	23,0	8,0
1878	203,0	4,0	24,0	22,0	18,4	14,4	7,1	22,4	6,1	43,5	24,2	11,0	6,2
1879	219,1	8,5	16,2	6,0	18,4	3,2	6,2	25,6	27,7	20,0	7,0	41,1	39,2
1880	252,3	11,2	15,0	27,4	6,2	28,0	9,0	10,4	26,1	34,0	30,4	32,4	22,2
1881	375,4	46,9	22,2	31,6	13,9	9,7	28,6	42,8	95,8	14,5	36,2	15,6	17,6
1882	266,9	47,8	30,0	6,3	20,1	7,8	16,2	40,0	52,2	19,8	5,4	6,4	14,4
1883	251,8	26,0	8,2	26,0	5,4	34,0	13,8	0,3	53,0	44,5	24,2	4,6	12,2
1884	372,8	33,4	13,4	17,2	15,2	9,8	29,1	46,6	6,6	76,0	74,5	53,0	8,0
1885	386,5	27,4	3,6	16,6	6,7	21,9	34,3	92,0	17,1	12,1	54,8	63,1	36,9
1886	277,3	7,8	8,6	23,4	12,8	11,4	5,0	62,6	32,0	30,5	23,0	47,4	12,8
1887	437,1	21,8	26,4	24,6	17,4	5,1	8,6	83,4	98,8	28,0	14,2	69,4	39,4
1888	303,6	33,3	20,1	16,8	9,1	18,5	12,3	57,4	40,0	29,1	32,8	15,9	18,3
1889	343,9	18,3	6,8	14,0	6,0	8,1	83,4	94,7	56,9	15,5	13,7	18,5	8,0
1890	293,0	11,8	1,8	5,6	6,3	14,4	22,2	83,3	74,1	22,9	34,2	6,0	10,4
GROENLAND OCCIDENTAL — UPERNIVIK (Latitude : 72°47′)												
QUANTITÉS ANNUELLES ET MENSUELLES												
1874	—	9,2	22,3	—	—	—	—	—	—	67,8	24,3	14,5	68,5
1875	339,9	16,8	63,2	77,1	39,6	12,4	1,1	7,8	49,3	49,0	10,1	5,2	8,3
1876	428,9	35,5	67,7	41,5	0,7	9,4	0,0	62,0	80,1	28,6	36,5	50,1	16,8
1877	285,2	23,7	26,3	83,5	6,4	9,2	4,9	9,4	28,6	51,0	22,6	11,4	8,2
1878	351,6	34,9	5,3	37,0	4,8	29,8	79,2	36,0	35,7	6,7	5,5	52,6	24,1
1879	—	1,2	—	1,3	6,9	2,9	—	16,0	22,8	13,7	20,3	—	—
1880	—	—	—	11,2	1,5	—	—	38,9	16,4	17,6	38,3	13,0	1,6
1881	276,4	38,1	9,7	10,1	95,0	5,2	26,8	27,4	19,5	10,8	8,2	14,7	10,9
1882	103,5	3,6	2,1	3,4	2,6	4,8	9,3	30,0	0,0	12,4	16,8	18,5	0,0
1883	175,9	0,0	4,7	5,8	0,6	3,0	16,9	33,6	26,5	25,4	22,5	12,2	24,7
1884	—	—	—	—	21,9	21,0	5,0	0,0	9,7	3,0	13,0	13,7	0,0
1885	123,3	10,5	1,4	18,1	0,1	3,0	7,6	8,7	40,2	6,5	10,7	7,2	9,3
1886	106,3	4,6	8,9	18,2	0,0	6,9	2,7	16,0	1,2	9,5	14,7	20,6	9,0
1887	—	3,0	9,9	20,3	—	4,0	1,2	11,4	23,7	29,8	97,2	0,0	10,3
1888	195,6	1,0	20,8	49,6	15,7	30,4	0,9	4,5	12,9	11,2	21,6	27,0	0,0
1889	—	0,0	0,0	—	0,0	0,0	0,0	66,9	42,3	20,9	6,1	—	8,0
1890	100,1	0,0	12,9	0,0	0,0	1,3	1,8	3,1	31,1	18,3	13,4	13,8	4,4
1891	—	6,2	0,0	45,4	11,1	17,9	8,6	6,4	15,0	—	—	11,3	9,2
1892	332,7	26,6	19,2	59,1	5,1	18,6	0,0	9,6	16,8	49,5	42,2	70,7	15,3
1893	299,1	31,5	3,1	11,1	17,5	15,7	6,4	11,8	48,0	16,8	13,9	66,0	56,3
1894	182,3	28,3	3,0	1,3	6,3	33,3	5,1	3,9	24,4	34,1	22,9	19,9	0,0

Alten. . .	Moy. gén. :	Année 293,4	Hiver 55,3	Print. 38,1	Été 116,2	Aut. 83,8	Rég. VII
Upernivik.	—	— 230,2	— 44,3	— 54,0	— 61,2	— 70,7	— II

M. l'abbé RACLOT

Directeur de l'Observatoire de Langres.

LE CLIMAT DU PLATEAU DE LANGRES [551.5(44.32)]

— Séance du 18 septembre —

Le Plateau de Langres, dont le point culminant, à environ 12 kilomètres au sud-ouest, atteint 516 mètres, forme avec les monts Faucilles, avec lesquels il se relie au nord-est, la grande ligne de partage des eaux dont les unes se dirigent vers la Méditerranée et les autres, partie vers la Manche, partie vers la mer du Nord.

Ce plateau, entrecoupé de vallées orientées du sud-ouest au nord-est. appartient au climat vosgien.

Bien que la France, prise dans son ensemble, ait un climat tempéré, on peut, cependant, la diviser en trois zones correspondant aux trois types : marin, continental et mixte. Or, le plateau de Langres doit à sa position géographique d'avoir un climat continental ; mais sa situation orographique lui donne aussi celui d'altitude, puisqu'il s'élève à 4 ou 500 mètres au-dessus du niveau de la mer, de sorte qu'une série de phénomènes météorologiques lui fait une place à part dans la catégorie des divers climats de France. La climatologie étant l'observation raisonnée des différents éléments qui donnent à un pays sa physionomie météorologique : pression atmosphérique, température, état hygrométrique, vents, nébulosité, voyons quelle est l'allure de ces éléments sur le Plateau de Langres.

I. — Pression atmosphérique.

Moyennes barométriques.

Si nous prenons pour normale les moyennes des 14 dernières années, nous constaterons comme moyenne annuelle réduite au niveau de la mer $762^{mm},9$. Quant aux moyennes saisonnières, la plus élevée, celle de l'hiver (764,8) est supérieure à l'annuelle de $1^{mm},9$; la plus basse, celle du printemps (760,8), reste de $2^{mm},1$ au-dessous, celle de l'été (762,8) lui est presque identique, et celle de l'automne (763,1) ne la dépasse que de $0^{mm},2$. De décembre à février les moyennes ne varient que de quelques dixièmes (de 764,6 à 764,9). Mais en mars survient une baisse de 4 à 5 millimètres qui s'accentue en avril et ne s'atténue que faiblement vers mai. De juin à

août elles se maintiennent vers la normale; puis survient en septembre une hausse sensible (764,2), suivie en octobre d'une baisse non moins sensible (761,9), à laquelle succède en novembre une nouvelle hausse (764,2), de sorte que la pression est aussi variable en automne que constante en été. Les plus forts écarts accidentels ont eu lieu l'hiver. Ainsi on a observé une moyenne de 773,8 en février 1891 et une de 756,2 en janvier 1895, l'une en excès de $8^{mm},9$, l'autre en déficit de $8^{mm},7$ sur leur normale; mais le minimum absolu des moyennes mensuelles s'est produit en novembre 1887 (755,4). Les écarts des 14 hivers sur leur normale varient de 761 à 767,8; ceux des printemps de 759,1 à 764, des étés de 761,8 à 763,8 et des automnes de 760,9 à 766,7. C'est donc en chiffres ronds un écart extrême de 6 à 7 millimètres pour l'hiver et l'automne, de 5 pour le printemps et de 2 seulement pour l'été.

Écarts sur les normales.

II. — Température.

Le climat du plateau de Langres étant, comme je l'ai dit, continental, est par lui-même excessif. Vingt années d'observations donnent une normale de 0° l'hiver, 8°,5 au printemps, 16°,7 en été, 9° en automne; soit de 8°,6 pour l'année, d'après les moyennes des températures extrêmes, en excès de quelques dixièmes sur celles des observations trihoraires.

Voici du reste le tableau des moyennes mensuelles des 20 années écoulées :.

De 1878 à 1897 (de décembre 1877 à novembre 1897) :

Moyennes thermiques.

Décembre .	— 0,10	Moyenne de l'hiver + 0,06.	Moyenne annuelle 8,37.
Janvier . .	— 1,30		
Février . .	+ 1,58		
Mars . . .	+ 4,66	Moyenne du printemps + 8,45.	
Avril . . .	+ 8,52		
Mai. . . .	+ 12,19		
Juin. . . .	+ 15,85	Moyenne de l'été 16,74.	
Juillet. . .	+ 17,43		
Août . . .	+ 16.90		
Septembre.	+ 14,20	Moyenne de l'automne 9,02.	
Octobre . .	+ 8,48		
Novembre .	+ 4,37		

On voit par ce tableau que si la température mensuelle passe en avril et octobre par la moyenne annuelle, elle n'y arrive pas par une marche régulièrement calculée sur celle du soleil. La progression de l'hiver à la fin du printemps n'est pas rigoureusement proportionnelle à sa décroissance de

l'été à la fin de l'automne. Tandis que de décembre à janvier le refroidissement continue dans les proportions du réchauffement qui se prolonge de juin à juillet, nous trouvons en février une hausse de 2°,9 à laquelle ne correspond en août qu'une baisse de 0°,5. Aussi les plus grands froids sont-ils aussi rares en février que les plus grandes chaleurs sont fréquentes en août. De janvier à mars, la hausse est en deux mois de 6°, et de juillet à septembre la baisse n'est dans une période égale que de 3°,2. Mais en revanche, les deux derniers mois du printemps ne s'échauffent que de 7°,5 et les deux derniers mois de l'automne se refroidissent de 9°,8.

Marche irrégulière de la température annuelle.

Pendant les vingt années précitées, voici dans quelles limites les moyennes saisonnières et annuelles se sont écartées de leur normale. Elles ont varié pour l'hiver de — 3°,6 en 1880 à 2°,9 en 1884, pour le printemps de 6°,7 en 1887 à 11°,3 en 1893, pour l'été de 14°,7 en 1883 à 18°,1 en 1897, pour l'automne de 7°,2 en 1887 à 11°,7 en 1895. Quant aux moyennes annuelles, descendues à 7°,5 en 1888 et 1891, elles se sont élevées à 9°,4 en 1892, 1895 et 1897.

Écarts sur les normales.

Le mois le plus froid de la période est décembre 1879 avec sa moyenne de — 8°,9 et le plus chaud juillet 1881, dont la moyenne est 20°,4.

Si nous recherchons maintenant la limite des températures extrêmes, nous reconnaîtrons que cette limite n'est pas la même sur le plateau et dans les vallées. On a constaté — 29° à la Liez (Langres-vallée), où les froids de — 20° sont loin d'être exceptionnels. Sur le plateau, les plus grands froids ne dépassent guère — 18°. Par contre, les maxima, qui ont été plusieurs fois supérieurs à 35° dans la vallée, sont plus faibles ordinairement de 1° à 2° au sommet. Le plateau, n'étant pas uniforme, est entrecoupé de vallées qui produisent des dénivellements de 100 à 150 mètres. Celles-ci, participant moins que les sommets au climat d'altitude, sont plus froides encore en certaines nuits d'hiver que chaudes en certains jours d'été. Il s'y produit alors ces curieuses inversions de température qui se répercutent fréquemment sur les moyennes mensuelles et parfois même sur les moyennes annuelles. J'ai dit à ce sujet ma pensée dans un rapport lu au Congrès scientifique de Fribourg en août 1897. Qu'il me suffise de constater ici que dans la vallée l'échauffement diurne et le refroidissement nocturne n'ont pas la même allure. Tandis que le premier est assez régulier pour permettre de présumer du maximum thermique du sommet celui de la vallée, le second s'exerce sans limites appréciables, comme il ressort de maints exemples. Ainsi en janvier 1893, les quatre matinées du 17 au 20, les minima de la Liez sont tombés à — 29°, — 23°, — 25°,5 et — 26°,6, tandis que ceux de la ville (observatoire) n'accusaient que — 18°,2, — 13°,6, — 11°,7 et — 11°,2. Le plus grand écart a donc dépassé 15° (entre — 26°,2 et — 11°,2) et le plus faible 9° (entre — 23° et — 13°,6). La vallée a beaucoup plus de jours de gelée, notamment au printemps et

Inversions.

en automne; mais le plateau a beaucoup plus de gelées totales ou sans dégel, parce que les variations diurnes y sont plus faibles. Aussi pour ne citer qu'un exemple, en mars 1895, tandis qu'à l'observatoire le thermomètre n'avait varié que de — 9°,2 à 13°6, soit de 22°8, dans la vallée l'écart était de 37°,9, le froid ayant été de — 24°,3 et la chaleur de 16°6. Chose plus étrange! le jour même de ce grand froid de — 24°,3, le maximum a remonté à la Liez jusqu'à 4°, c'est-à-dire de plus de 25° en quelques heures, tandis que la température de l'observatoire, qui n'était tombée qu'à — 9°,2, ne put s'élever qu'à + 2° et ne fournit conséquemment qu'une course d'environ 11°. Il est vrai que cet écart d'allures de 14° entre les deux stations est un fait exceptionnel qui ne pourrait se reproduire en toute autre saison. Mais ce qui est fréquent, c'est l'accentuation de l'échauffement diurne et surtout du refroidissement nocturne au profit de la vallée.

III. — État hygrométrique.

Normales.

Le plateau de Langres doit à son altitude d'être plus humide (si l'on entend uniquement par ce mot la somme des précipitations aqueuses) que celui de Paris. Il y tombe annuellement 892 millimètres d'eau en 169 jours de pluie ou de neige. Le nombre des jours de mauvais temps est à peu près égal pour chaque saison (si l'on comprend comme tels tous ceux où l'on recueille au moins 1 dixième de millimètre d'eau, mais il n'en est pas de même de la quantité qu'ils fournissent. L'hiver donne 203 millimètres, le printemps 186, l'été 244 et l'automne 259. L'automne est donc la saison la plus humide et le printemps la plus sèche.

Si nous considérons isolément la physionomie de chaque mois, le nombre des jours mauvais ne diffère entre eux que de 12 à 16; mais la quantité mensuelle varie de 53 millimètres en janvier à 117 en octobre. Janvier, février et mars sont les plus secs et n'atteignent pas 60 millimètres; juillet, octobre et décembre sont les plus humides et dépassent 90 millimètres.

Neige.

La neige, qui fait en moyenne sa première apparition le 7 novembre, et sa dernière, le 15 avril, a depuis 22 ans, apparu et disparu au plus tôt le 9 octobre (1888) et le 6 mars (1886), au plus tard, le 8 décembre (1894) et le 17 mai (1891 et 1895). En octobre et en avril elle blanchit la terre d'une légère couche qui fond au milieu du jour; mais du 15 novembre au 15 mars, elle se congèle et persiste plus ou moins longtemps. C'est en décembre et janvier qu'elle est plus abondante et plus durable. Dans les hivers doux, elle ne fait que de courtes et fugitives apparitions; dans d'autres au contraire, elle couvre la campagne de son linceul pendant deux ou trois semaines, puis ne disparaît momentanément qu'en disputant à la pluie des amas isolés que le regel transforme en névés pour attendre, selon le dicton populaire, confirmé par l'expérience, la chute de nouvelles neiges.

Pour citer quelques exemples, sans parler du grand hiver 1879-80, en janvier 1893, la hauteur de neige, d'ailleurs très variable comme il arrive fréquemment quand elle est chassée par le vent, atteignait en moyenne environ 25 centimètres en plaine et au moins 30 sous bois. En rase campagne, des bancs de 1 à 2 mètres d'épaisseur arrêtaient la circulation dans le voisinage de terrains balayés par les rafales et presque découverts. A Langres certaines rues étaient encombrées d'une couche de 40 à 50 centimètres en raison de l'accumulation des neiges d'apport des toits. C'est alors que se produisit le grand froid de — 29° de la Liez, tandis qu'on constatait à Auberive, près des sources de l'Aube, de — 31° à — 32°, que la terre était gelée à une profondeur de 0m,90 et que le thermomètre du sol à 0m,30 accusait — 2°. Dans l'hiver tardif, mais rigoureux, de 1894-95, la neige, qui ne fit sa première apparition que le 8 décembre, avait une hauteur de 35 à 40 centimètres le 14 janvier. Après un court dégel, survinrent de nouvelles chutes d'au moins 30 centimètres, avant la fin du mois; le dégel ne devint définitif et général que le 9 mars. Rarement la hauteur de neige dans les hivers doux dépasse 10 centimètres. Cependant, au cours de celui de 1896-97 des couches accumulées du 24 janvier au 1er février se sont élevées au maximum de 50 centimètres; mais ce jour même, 1er février, survint un brusque dégel qui découvrit presque entièrement la terre en vingt-quatre heures, fait d'autant plus étrange que la probabilité et la rapidité du dégel sont en raison inverse de la quantité de neige. Aussi ne l'ai-je jamais observé antérieurement ni postérieurement à cette date.

Il faut conclure de ces divers exemples qu'il n'y a pas à Langres de corrélation nécessaire entre les hivers rigoureux et les hivers neigeux, bien que souvent ils se confondent entre eux, et les dates, soit d'apparition, soit de disparition de la neige.

Orages.

Les orages, très rares sur le plateau de Langres du 15 septembre au 15 avril, atteignent leur maximum de fréquence et d'intensité en juin. La grêle, rarement à craindre avant la dernière quinzaine de mai, n'est guère à prévoir au delà du 1er septembre. Les orages qui surviennent en novembre et décembre, arrière-garde de l'été attardée sur les confins de l'hiver, sont l'indice que celui-ci va probablement avorter. Ceux qui se produisent en mars, comme avant-garde téméraire de la belle saison, provoquent au contraire presque toujours un refroidissement assez sensible pour ramener les lendemains la neige et les frimas.

Brouillards.

Quant aux brouillards, fréquents dans la saison froide du commencement d'octobre à la fin de mars, ils sont de deux natures. Les uns ne recouvrent que les sommets; les autres restent stagnants dans les vallées, sans disputer au soleil la possession du plateau. Les premiers accusent une décroissance rapide de température dans la verticale et annoncent le mauvais temps. Les autres révèlent une inversion thermique qui est *ordinairement*

une garantie du beau. Je dis *ordinairement*, parce qu'en mai et juin ces brouillards de vallée font souvent pressentir l'orage. C'est quand, au lieu de se dissiper aux premiers feux du soleil, ils s'élèvent en formant des fracto-stratus qui se transforment eux-mêmes pendant leur ascension en cumulo-nimbus. Ces brouillards attestent alors que l'inversion à laquelle ils ont dû naissance était faible et fugitive, de sorte qu'ils ne tardent pas à rencontrer en s'élevant dans l'atmosphère, déchirés en fracto-stratus générateurs de cumulo-nimbus, une température décroissante et un air plus ou moins voisin du point de saturation.

Givre.

Un autre phénomène, fréquent l'hiver sur notre plateau, c'est celui du givre, qui charge de fleurs glacées les arbres des forêts au point d'en courber les branches et d'en provoquer parfois la rupture. Le givre commence la dernière quinzaine de novembre, est plus fréquent en décembre et ne se produit que rarement au delà de février. De décembre à février, il dure souvent plusieurs jours consécutifs; mais en mars il disparaît toujours quelques heures après le lever du soleil, assez chaud à cette époque pour transformer le brouillard en stratus ou pour le dissiper. La formation du givre est favorisée par la coïncidence du régime de surpression avec le vent du sud-est, qui est à la fois assez humide pour produire le brouillard, surtout quand il succède au vent du sud, et assez froid pour le transformer en givre. On subit dans ces conditions un abaissement de température qui se prolonge pendant toute la durée du brouillard, c'est-à-dire pendant plusieurs jours, et qui nous isole en un ilôt de froid sombre qu'entourent des contrées inondées par le soleil.

État hygrométrique.

L'état hygrométrique est extrêmement variable. Bien que les moyennes mensuelles tombent très rarement au-dessous de 60 0/0 en toute saison, les variations diurnes sont parfois excessives, surtout le printemps et l'été. Le degré d'humidité s'élève fréquemment à 100, point de saturation, surtout à la fin de l'automne et l'hiver, période pendant laquelle il peut s'y maintenir des journées entières. Il n'est pas rare qu'il tombe au-dessous de 30; mais un phénomène inouï, c'est celui du 27 mars dernier, jour où l'hygromètre enregistreur à 3 heures du soir descendait à zéro, tandis que le psychromètre n'accusait plus que 1°, au moment du maximum thermique du mois. A peu près à la même heure l'observatoire du Parc Saint-Maur n'enregistrait que 7° psychrométriques.

IV. — Circulation atmosphérique.

Année moyenne (de 1888 à 1897), les vents soufflent sur le plateau 127 jours de sud à ouest-sud-ouest, 94 de ouest à nord-nord-ouest, 70 de nord à est-nord-est, et 53 de est à sud-sud-est. Ils sont 21 jours variables ou nuls.

Si nous considérons comme équatoriaux ceux qui provoquent ou maintiennent le dégel, c'est-à-dire les courants d'est-sud-est à ouest par le sud et comme polaires ceux qui au contraire amènent ou maintiennent la gelée en hiver, c'est-à-dire les vents d'ouest-nord-ouest à est par le nord, nous aurons une prédominance annuelle de 61 jours en faveur des premiers. Si d'autre part, nous regardons comme continentaux tous ceux qui soufflent du nord au sud-sud-est par l'est, et comme marins tous les autres, du sud au nord-nord-ouest par sud-ouest, la prédominance de ces derniers sera de 98 jours. Toutefois cette proportion varie selon les saisons. La prépondérance équatoriale est sensiblement la même l'hiver et l'été; mais elle s'accentue en automne, tandis que l'équilibre se rétablit au printemps, grâce au régime, en avril et mai, des vents polaires auxquels nous devons tant de gelées tardives et désastreuses. Directions. Moyennes.

Les vents sud-ouest sont dominants et ceux de nord-ouest et de sud-est transitoires. Quant à ceux de nord-est, sans être dominants, ils peuvent persister pendant des semaines entières, surtout au printemps, s'ils n'ont pas régné l'hiver; mais ils peuvent aussi disparaître pour des mois entiers, au lieu que les vents du sud-ouest sont à la fois, au moins aussi persévérants et plus fréquents. Il y a donc deux vents de régime, le sud-ouest et le nord-est, et deux de transition, le nord-ouest et le sud-est. Cette diversité trouve son explication dans la distribution sur la surface de l'Europe des pressions atmosphériques, dont je n'ai point à parler ici.

Les vents du midi sont brûlants l'été et tièdes l'hiver, ceux de nord-ouest, nord et nord-est sont froids l'hiver et frais l'été. La température apportée par les autres varie suivant les saisons. Ainsi les courants sud-ouest et ouest, étant marins, sont relativement doux l'hiver et tempérés l'été par la nébulosité qu'ils produisent. Ceux d'est et de sud-est sont aussi froids en hiver que chauds en été, parce qu'ils sont continentaux. Celui de sud-est a même ceci de remarquable que, s'il est anticyclonique, ou dû à un régime de surpression installé au nord-est de l'Europe, il devient en hiver, après à peine un ou deux jours, inévitablement glacial. C'est alors que surviennent souvent les plus beaux givres avec d'épais brouillards.

Quant à la vitesse du vent à Langres, sa moyenne varie annuellement de 13 à 16 kilomètres à l'heure et son maximum de 70 à 80 kilomètres. Il est remarquable que ses plus grandes vitesses correspondent aux directions de nord à est. Ceci s'explique par la situation topographique de la ville. En éperon à l'ouest sur la vallée de la Marne, qu'elle domine du sud-ouest au nord d'une hauteur de 140 mètres, elle reçoit sans obstacles les forts vents de bise activés par les dépressions du golfe de Gênes. Au contraire, les courants de sud à ouest que provoquent les dépressions océaniennes rencontrent au sud une résistance de frottement dû au contact du plateau et viennent se heurter à l'ouest à des sommets boisés d'où il leur faut s'en- Vitesse.

gouffrer dans une série de vallées transversales qu'ils doivent successivement franchir avant de nous aborder.

V. — Nébulosité.

La moyenne de nébulosité descend de 63 l'hiver à 52 au printemps et à 46 l'été, pour remonter à 55 en automne. Les mois les plus nébuleux sont novembre, décembre et janvier, représentés par 65, 64 et 66; les plus sereins, août et septembre, qui ont pour chiffre 43. En 14 ans d'observations (de 1885 à 1898) les moyennes saisonnières se sont écartées de leur normale de 14 l'hiver et l'automne et de 13 l'été, dans les deux sens. Au printemps, cet écart est de 20 en déficit et de 10 en excès, comme il ressort du tableau ci-dessous :

Hiver : normale 63	49 en 1891	— 14
	77 en 1897	+ 14
Printemps : normale 52	32 en 1893	— 20
	62 en 1898	+ 10
Été : normale 46	33 en 1887	— 13
	59 en 1888	+ 13
Automne : normale 55	41 en 1895	— 14
	69 en 1892	+ 14

Si nous considérons isolément chaque mois, c'est celui de septembre qui nous offrira le plus grand écart (de 12 en 1895 à 66 en 1896, normale 43) et celui de janvier le plus faible (de 80 en 1886 à 51 en 1891, normale 66).

VI. — Résumé.

Le climat de Langres étant continental, sa température se rapproche de celle de Paris l'été, mais s'abaisse au-dessous d'au moins 3° l'hiver. Cet écart s'accentue quand le plateau est couvert de neige, à l'exclusion du voisinage; car il pleut souvent à Paris et même à Saint-Dizier, quand il neige à Langres, sans que le fait contraire se produise jamais. En hiver, les variations de température sont d'ailleurs plus sensibles et plus rapides qu'en toute autre saison. Ce sont les conséquences de la guerre que se font alors les éléments. Tant que règnent les courants océaniens, nous participons à la douceur du climat marin, pourvu toutefois que les dépressions persistent du sud-ouest au nord-est; car dans ces conditions le vent persiste lui-même chez nous du sud à l'ouest. Mais dès qu'un courant du nord ou de l'est vient à s'établir sous l'influence du déplacement des dépressions de l'ouest à l'est, il amène souvent en quelques heures un abaissement de

10° à 15°. Que simplement la trajectoire des dépressions se modifie en quittant la route sud-ouest-nord-est pour prendre celle du nord-ouest-sud-est, le refroidissement, pour être moins sensible, n'en sera pas moins prompt et bientôt la neige et la gelée succéderont à la pluie sous l'influence des courants nord-ouest.

Si la température est très variable en hiver, elle l'est également au printemps. Après quelques jours d'un doux soleil, survient souvent en avril et en mai une bise qui rend les nuits glaciales. Aussi les gelées blanches, très fréquentes à cette époque, viennent-elles détruire bien des espérances, du 15 avril au 15 mai. Cette situation s'explique par le régime simultané des courants polaires et des faibles pressions.

L'été est ordinairement chaud; mais les beaux jours y sont interrompus par des orages qui, s'ils ont l'avantage de rafraîchir l'atmosphère, ont trop souvent aussi l'inconvénient de produire bien des dégâts.

L'automne est la plus belle saison pendant sa première période, celle de septembre. Ce mois est, en effet, par suite de la coïncidence des hautes pressions et des courants équatoriaux, plus agréable que mai, soumis au double régime opposé.

En octobre surviennent les grandes pluies avec les premières dépressions hivernales, et à son déclin les premiers brouillards. Enfin novembre introduit l'hiver avec son cortège de givre et de brouillards persistants.

M. le Dr RAPPIN

Directeur du Laboratoire de bactériologie, à Nantes.

UN NOUVEL AÉROPLANE [533.6]

— Séance du 20 septembre —

La plus grande difficulté à laquelle on se heurte lorsqu'on se livre à l'étude du problème si captivant de la direction des aérostats ou des appareils d'aviation, réside dans l'emploi d'un moteur à la fois assez puissant et assez léger pour être véritablement approprié à son but.

En effet, dans l'état actuel de nos connaissances, la puissance d'un moteur étant souvent en rapport avec son volume et son poids, il s'ensuit que l'on tourne ici dans un véritable cercle vicieux : l'emploi d'un moteur léger demeurant insuffisant pour actionner les hélices ou les pro-

pulseurs et réciproquement, un moteur plus puissant s'opposant par son poids à l'élévation de l'appareil aérien.

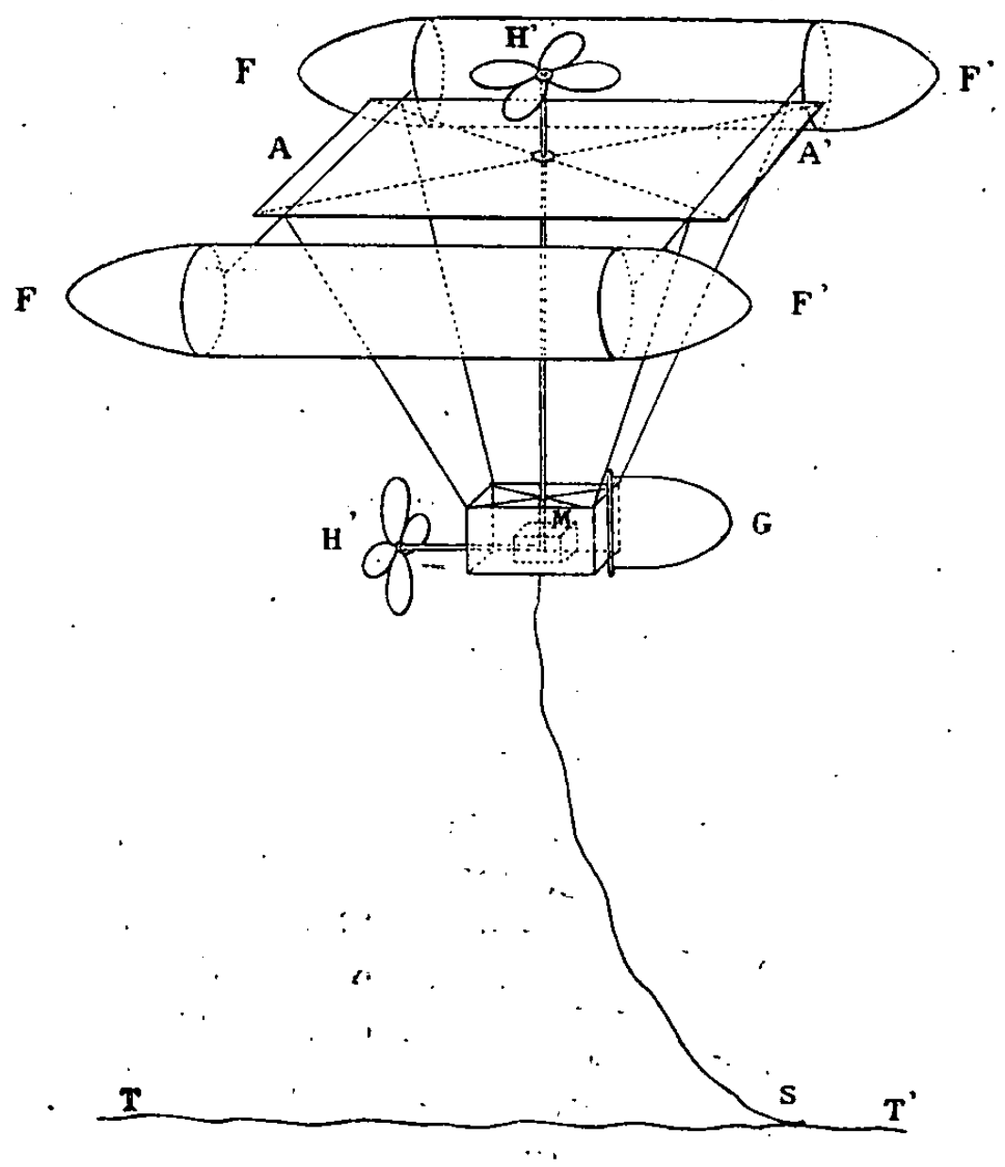
Pour parer à ces obstacles, j'ai pensé qu'il serait possible de tourner en quelque sorte la difficulté, par la combinaison de plusieurs systèmes.

Le modèle que je propose, tient à la fois du ballon et de l'aéroplane. En voici la description succincte : la partie médiane est constituée par un aéroplane d'une surface plus ou moins étendue, supposons par exemple, pour fixer les idées, un rectangle de 10 à 20 mètres de longueur sur 5 à 10 mètres de largeur.

Des quatre angles de cet aéroplane partent des tiges se rendant obliquement et au-dessous aux quatre côtés d'une petite nacelle.

Celle-ci porte à l'arrière un gouvernail à la façon ordinaire et à l'avant une hélice destinée à la progression du système.

Au-dessus de cette nacelle, ou mieux, au-dessus même de la surface de l'aéroplane et reliée par un arbre vertical à la nacelle, est disposée une seconde hélice pour l'ascension.



Enfin, de chaque côté, reliés aux parties latérales de l'aéroplane et faisant en quelque sorte corps avec lui, se placent deux ballons allongés en forme de fuseaux, dont le volume est calculé de façon que leur force

ascensionnelle soit suffisante pour équilibrer exactement dans l'air et au niveau du sol, l'ensemble même du système, de telle sorte que le tout est en équilibre parfait à ce niveau. Par cette disposition, le poids même de l'appareil se trouve pour ainsi dire supprimé et il suffit de la plus légère impulsion pour lui communiquer les mouvements de progression et d'élévation.

Il reste maintenant à étudier la question du moteur.

Jusqu'au jour où l'on aura trouvé un moteur suffisamment léger et puissant pour actionner les hélices et rendre ainsi ce système complètement indépendant et en faire un véritable automobile aérien, voici le dispositif que je croirais devoir adopter, au moins pour les expériences.

L'appareil ne porte pas, à proprement parler, son moteur avec lui. Il reçoit en effet sa force de terre, elle lui est transmise par une dynamo génératrice actionnant une petite machine motrice de faible poids, placée à bord et reliée à la première au moyen d'un fil.

Pour assurer l'indépendance du système et faciliter autant que possible ses mouvements de translation et d'ascension, le fil, de longueur variable, est enroulé sur une bobine munie d'un ressort qui, tout en permettant le déroulement, maintient constamment l'attache à une tension convenable.

L'autre extrémité du fil est à trolley à roue, glissant sur un fil de terre, et comportant un dispositif spécial destiné à assurer le contact parfait et constant dans toutes les positions de l'appareil.

Le courant de retour s'effectue par un second fil parallèle au premier ou s'enroulant autour de celui-ci et affectant la même disposition.

On se rend certainement compte par cet exposé, qu'il ne s'agit pas là d'un appareil vraiment indépendant et libre, mais cette combinaison aurait du moins un avantage. Elle rendrait, je crois, plus faciles les essais de ce genre d'appareils et permettrait de faire un assez grand nombre d'expériences.

Grâce à ce moyen, il serait possible de mieux préciser les conditions d'équilibre et de stabilité des aéroplanes, la vitesse qu'il convient d'imprimer aux propulseurs, soit pour l'élévation, soit pour la progression, enfin beaucoup de points demeurés encore incertains, puisque les systèmes que l'on a construit jusqu'ici sont le plus souvent livrés à eux-mêmes ou incapables d'être dirigés par suite de l'absence d'un moteur convenable.

Bien des points de détail, d'ailleurs, ne peuvent être fixés dans cette courte notice, qui a plutôt pour objet de faire connaître l'idée.

Ainsi, il serait facile, comme on le fait ordinairement, de rendre l'aéroplane mobile dans une certaine mesure, autour d'un axe médian et transversal et de faciliter par suite l'ascension ou la descente en faisant

varier sous un angle déterminé, soit en avant, soit en arrière, l'inclinaison de la surface plane.

De même, la forme de la nacelle serait aisément modifiée et sa distance du centre de la machine avantageusement diminuée.

Tous ces points seraient fixés par l'expérience.

Ce système pourrait être construit à peu de frais, au moins sur de petites dimensions, et je crois qu'il serait intéressant de l'expérimenter. Il constitue d'ailleurs, à mes yeux, plutôt un appareil d'étude et c'est à ce seul titre que je le présente.

NOTA. — Depuis la présentation de cette note, j'ai modifié un peu la forme générale de cet appareil en adaptant pour l'aéroplane et le ballon qui l'entoure la forme circulaire. Dans ce nouvel appareil l'aéroplane devient un cercle plus ou moins étendu et se trouve entouré, à une distance convenable, par un ballon en forme d'anneau. Cette modification donnera encore une plus grande stabilité au système.

M. C. Eg. BERTRAND

Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

PREMIERES OBSERVATIONS SUR LES NODULES DU TERRAIN HOUILLER D'HARDINGHEN.
I. — LES PLAQUES SUBÉREUSES CALCIFIÉES [551.7(44.27)]

— Séance du 15 septembre —

1. Dans cette communication, je ne m'occuperai que d'une seule des catégories de nodules trouvés dans le terrain houiller d'Hardinghen. Il s'agit, il est vrai, de nodules très spéciaux qui n'ont été rencontrés jusqu'ici que dans cette localité. Ce sont des lames épaisses de carbonate de chaux.

2. Ces nodules ont été d'abord trouvés au puits la *Providence* pendant les années 1880 à 1885. Je les y ai vus en place dans la voie principale. Ils étaient, croyons-nous, dans la *veine à boulets*. Il en a été extrait un certain nombre qui ont été abandonnés sur les terris de la *Providence* et de la *Renaissance*, où nous les avons retrouvés en mai 1890 sur une indication de M. Ludovic Breton. Mon collaborateur dans ces études, le regretté Maurice Hovelacque, recueillit à cette époque tout ce qu'il put découvrir. J'en recueillis encore quelques spécimens dans mes excursions de 1891 et 1892. Depuis lors, ces échantillons sont devenus très rares autour des vieilles fosses. Ces mêmes plaques calcaires ont été retrouvées par

M. Ludovic Breton dans l'exploitation de sa fosse *la Glaneuse*, en septembre 1890. Dans ce nouveau gisement, les plaques venaient de la *veine Marquise* ; elles y caractérisent cette veine. Grâce à M. Breton et à ses fils, j'ai eu occasion d'examiner un très grand nombre de ces nodules spéciaux et d'en recueillir une belle série de spécimens.

3. Le facies de ces nodules calcaires est absolument caractéristique. Fraîchement extraits de la couche de houille, ce sont des plaques gris brun, à cassure transversale cristalline vers le centre, à cassure terreuse près de la surface. L'acide chlorhydrique versé sur la tranche ne relève aucune structure figurée, mais libère une poudre brune, contrairement aux nodules carbonatés du Lancashire. Ils ont été fracturés après solidification et resoudés par de grandes lames de calcite tardive. Les tranches d'ensemble, faites à l'émeri, montrent des traits noirs zigzagant dans l'épaisseur de la plaque ; ces traits noirs indiquent les canaux de filtration d'une matière fluide très foncée. La plaque est entourée par une croûte de charbon bien individualisée, qui se détache avec elle de la houille enveloppante. Le nodule calcaire agissant comme corps dur et de faible retrait, alors que la masse houilligène entourante se contractait fortement, la matière de la houille s'est déchirée et légèrement laminée à peu de distance de la surface du nodule et tout autour de lui. C'est un fait de même ordre que l'exemple bien connu des nodules siliceux du boghead d'Autun.

4. Les plaques de la *Providence* étaient beaucoup plus épaisses que les plaques de la *Glaneuse*. La plupart, ayant subi une longue exposition à l'air, avaient perdu leur croûte de houille. Elles étaient presque blanches. Leur surface irrégulière montre de vagues mamelons losangiques dessinant un réseau si peu net qu'on ne pouvait affirmer qu'il s'agit là de fragments végétaux. Il a fallu rencontrer une plaque exceptionnellement grande, que je conserve au Laboratoire de Botanique de l'Université de Lille, pour voir avec toute la netteté désirable que ces nodules calcaires d'Hardinghen représentaient des restes végétaux calcifiés. La découverte de ce grand échantillon est encore due à M. Ludovic Breton. En faisant tomber la croûte charbonneuse des plaques de la Glaneuse, on met à nu une surface dont les impressions rappellent de suite celles d'une plaque d'écorce.

5. Ces nodules sont répartis dans toute la hauteur de la veine Marquise, couchés à plat, répartis sans ordre ni orientation. Ils y sont extrêmement nombreux.

6. Il s'agit de plaques de liège minéralisées par localisation élective de carbonate de chaux. Ces lames subéreuses, préalablement pourries et gonflées d'eau, avaient été amenées à la consistance d'une gelée aussi molle que de la gelée de groseille ou qu'une gelée gélosique à 0,004. Vu sa mollesse, cette gelée se serait effondrée sous son poids en se déchirant

si elle n'avait été complètement immergée dans une autre gelée brune, amorphe de consistance analogue ou très peu différente.

La consistance gélosique des plaques subéreuses est montrée par leur attitude affaissée et par les déchirures qui coupent l'intérieur des plaques les mieux conservées. Ces fissures rappellent les déchirures de la gelée brune fondamentale du Brown oilshale de Broxburn et celles de la masse d'algues du boghead de Resiutta. Contrairement à ce qui se voit dans les nodules du Lancashire et de Westphalie, aucun organe radiciforme ne pénètre ces plaques subéreuses amollies et ne s'étend entre elles. Par ces caractères encore, la veine Marquise diffère profondément des autres veines de houille. Elle ne présente pas de superpositions de végétations.

7. La taille de ces plaques est très variable. Les plus petites ont quelques centimètres de côté. La plus grande que j'aie recueillie mesurait : longueur 75 centimètres, largeur 40, épaisseur 25. Certaines de ces plaques sont formées par une seule pièce isolée. D'autres résultent de la superposition de deux ou plusieurs lames subéreuses. Quand ces lames sont peu nombreuses, deux ou trois, elles sont souvent alignées parallèlement. Lorsqu'elles sont plus nombreuses, les plaques sont souvent croisées. Les lames d'une plaque se recouvrent sans s'écraser, mais toutes ont une attitude affaissée qui montre l'intensité de leur amollissement. Elles ont souvent enfermé entre elles une partie de la matière génératrice de la houille entourante. Et, selon le cas, ou bien celle-ci obéissant au retrait a subi la transformation en houille ordinaire en même temps que le reste de la masse, ou bien, au contraire, protégée efficacement par la gelée subéreuse, prenant un peu des propriétés de celle-ci, elle s'est minéralisée aussi par action élective ; elle se présente alors comme une *zone brune* entre les lames subéreuse. Dans ces régions, nous voyons la matière génératrice de la houille faiblement contractée ; il nous est possible de lire quelques-unes de ses caractéristiques. D'après un recensement portant sur un grand nombre de plaques tirées de la veine Marquise, j'ai trouvé les pourcentages ci-après :

Plaques formées d'une seule lame de liège	14,62
Plaques formées de deux lames collées parallèlement l'une à l'autre, l'une des deux pouvant dépasser l'autre	41,28
Plaques formées de deux lames de liège croisées	6,02
Plaques formées de trois lames collées parallèlement	10,32
Plaques formée de trois lames croisées	0,86
Plaques formées de plus de trois lames, toutes parallèles	12,04
Plaques formées de plus de trois lames dont certaines croisent les autres	14,62

63,64 de ces plaques portent donc sur elles-mêmes la trace d'un alignement, mais cet alignement s'efface dès que le nombre des lames superposées s'élève au-dessus de trois.

8. Je n'ai jamais trouvé de parcelles minérales clastiques entre ces lames subéreuses.

9. Ces lames subéreuses nous offrent un remarquable exemple de localisation élective d'une espèce déterminée de matière minérale sur un substratum organique bien défini. Tandis que ces lames subéreuses gélifiées sont toujours en carbonate de calcium, les stigmarias, pourris comme elles, avec lesquels elles sont mêlées, sont toujours en sidérose compacte alors même que le stigmaria repose directement sur une plaque subéreuse ou lorsqu'il est enfermé entre deux de ces plaques.

10. Ce qui surprend beaucoup quand on examine les sections minces de ces plaques, c'est que celles d'entre elles où la roche est la plus fine et où la structure paraît devoir être la mieux conservée ne présentent aucune structure figurée reconnaissable. On y voit une fine poussière brune, faite de fragments bruns brisés à angles vifs. Il est bien difficile devant ce résultat, de se représenter qu'on est en présence d'un des faits de conservation les plus extraordinaires qui aient été rencontrés. C'est qu'en effet la structure figurée initiale de l'objet a disparu par suite de modifications secondaires tardives qui se sont faites sans altérer la forme d'ensemble du fossile. C'est un nouvel exemple de ces modifications secondaires des roches sur lesquelles M. F. Cayeux appelait récemment l'attention des géologues.

11. En multipliant beaucoup les coupes, on rencontre parfois sur les sections transverses des plages où l'on distingue des éléments cellulaires régulièrement alignés. Ces éléments ont une section presque carrée mesurant 30 à 80 μ d'épaisseur sur 50 μ de largeur, sans aréoles ni raies sur les faces latérales. Ces éléments se touchent directement sans interposition de rayons ou de lames d'éléments différenciés. On conclut de suite tissu secondaire de nature subéreuse. Ces éléments étant allongés, fibriformes, non cloisonnés transversalement, on y reconnaît l'allure si spéciale des lames tubéreuses épaisses de quelques Lépidodendrons. La nature du tissu est donc établie par ses caractères morphologiques propres et par comparaison avec des tissus de plantes connues. Vu l'uniformité de la structure que j'ai rencontrée, il m'a semblé que toutes ces plaques subéreuses provenaient d'une même espèce végétale et très probablement du *Lepidodendron aculeatum*.

12. Chaque élément montre une lame mitoyenne brun foncé commune à deux cellules voisines. Au centre est un corps brun foncé plein, déformé en une courte lame, épaisse, ondulée, qu'on pourrait être tenté de prendre pour le corps protoplasmique humifié. Entre la lame mitoyenne et le

centre s'étend une zone brun clair, striée par de fines lignes plus foncées, certaines de ces lignes étant indiquées par une suite de petits points bruns, arrondis, micrococciformes. La zone brune et ses stries s'appuient tantôt contre la lame mitoyenne et tantôt contre le corps central; les stries se relient directement à la lame mitoyenne et beaucoup plus nettement encore au corps central. Cette zone striée est presque toujours déchirée de quelque côté, en général latéralement. Dans la déchirure, on voit de la calcite blanche criblée d'inclusions minuscules, les unes bullaires et incolores, les autres noires et brunes. Le corps central peut être remplacé par une mince lame brune, analogue à la lame mitoyenne qui limite un contour fermé. Dans ce contour est un gros cristal ou un groupe de cristaux tardifs.

13. Sur les sections radiales, les longs éléments du liège se terminent à la même hauteur. Sur les sections tangentielles, ils présentent une marche onduleuse, ceux d'une file radiale dépassant ceux de la file voisine; ils sont terminés en biseaux. Sur ces coupes longitudinales, chaque cellule subéreuse montre sa lame mitoyenne externe, brun foncé, ondulée, de laquelle émanent des stries brunes se dirigeant très obliquement vers le corps central. Au centre est un corps brun foncé, très allongé, irrégulier, plein vers les parties effilées, réduit à une loge creuse vers le milieu ou plus rarement paraissant cloisonné par de minces lames brunes transverses. Je n'ai vu ni noyau ni protoplastes dans ce corps central, je ne puis donc dire qu'il provient, directement du corps cellulaire humifié. Il en occupe la place, mais un remplissage est possible (1). La zone brun clair forme une large plage entre le corps central et la lame mitoyenne. Elle est criblée de stries en hélice, paraissant les unes parallèles, les autres croisées, qui révèlent la structure hélicoïdale de l'épaississement de la paroi cellulaire. C'est l'aspect et la structure des parois cellulaires fortement gonflées au point d'y rompre la continuité des couches d'épaississement. C'est la reproduction des figures classiques de Dippel montrant une fibre libérienne de lin ou de chanvre soumise à l'action de l'acide sulfurique. Les fentes injectées par le bitume qui soulignent ici la structure hélicoïdale de la paroi cellulaire varient depuis une fine lame brune continue, jusqu'à des traits en hélice marqués par de fines granulations brunes, arrondies, cocciformes. Près du corps central, beaucoup de ces filets bruns se continuent directement avec la matière du corps central.

14. Que représente chacune des parties qui dessinent la structure de l'élément subéreux? Je ne crois pas qu'on puisse avoir d'hésitation sur la lame mitoyenne. Elle représente une mince membrane végétale, commune

(1) Bien qu'il s'agisse de cellules subéreuses, celles-ci n'étaient pas nécessairement pleines d'air ou de phlobaphènes comme dans nos plantes actuelles. Les lièges des Lépidodendrons comme celui de nos Isoëtes conservaient longtemps une grande vitalité qui leur permettait de servir de réservoir nutritif.

à plusieurs cellules voisines, humifiée, puis imbibée d'un bitume brun foncé. Dans la zone brun clair, je vois l'épaississement de la paroi cellulaire, gonflé au point de rompre la continuité de l'épaississement qui est ainsi tout fendillé. Il a très faiblement retenu la matière bitumineuse, car il est très peu coloré. Le bitume a pénétré les fines fentes de l'épaississement à la manière d'une injection fine qui a souligné la structure hélicoïdale. Les plus fins linéaments de l'injection se résolvent en un chapelet de grains micrococciformes dans lesquels je ne crois pas qu'on puisse voir les restes d'une bactérie agent actif du gonflement de la paroi cellulaire. J'ai relevé l'absence d'organites figurés, reconnaissables comme protoplasme ou comme noyaux, au centre de l'élément cellulaire. Je ne puis donc admettre que ce soit ces corps humifiés et chargés de bitume que nous observions aux extrémités de l'élément cellulaire. Il me semble, au contraire, que là où la cavité cellulaire est limitée par un trait brun très mince, analogue à la lame mitoyenne, on peut voir dans ce trait la couche limite interne de la paroi cellulaire humifiée et imbibée de bitume. La cavité cellulaire elle-même a été partiellement remplie, surtout à ses extrémités, par un bitume qui, en se rétractant beaucoup, a permis dans cette région le développement de grands cristaux tardifs. Le bitume central est directement continué par les filets et les lamelles injectés dans l'épaississement. Au total, on dira donc gelée molle à structure figurée, soulignée par imbibition et par localisation du bitume. La cavité cellulaire de l'élément et les félures de leur paroi ont été partiellement comblées par la matière imprégnante. Ce qui est extraordinaire comme conservation, c'est qu'une gelée aussi molle ait pu être fossilisée.

15. Ce mode de destruction des éléments subéreux par gélification est très rare. Malgré les recherches spéciales que j'ai faites dans les plages les mieux conservées, je n'ai vu aucun corps figurer que je puisse considérer comme représentant certainement des restes des bactéries qui auraient été les agents actifs du gonflement ou de l'humification des parois subéreuses. La calcite qui a minéralisé ces lièges est pourtant toute pleine de corps bactériformes. Pour aucun, je n'ai pu établir avec certitude que ce fût une bactérie. Beaucoup de ces corps bactériformes ont été reconnus comme étant des microcristaux, des inclusions bullaires et des grains de pyrite. Ces corps bactériformes sont bien rarement fixés à la membrane à la façon d'une bactérie posée contre une lame végétale ou qui a pénétré dans son épaisseur. Ces éléments bactériformes sont particulièrement visibles sur les coupes longitudinales. Les coupes radiales les présentent souvent vus à travers un feuillet de la zone brun clair qui semble les montrer dans la paroi ou collés à la paroi. La valeur probative de tels photogrammes est pourtant nulle, comme l'établit un examen attentif des trois séries de coupes. S'agit-il là de moulages imparfaits de restes d'orga-

nismes bactériens ? S'agit-il, au contraire, exclusivement d'inclusions accidentelles sans rapport avec des organismes figurés. J'ai pu reconnaître de nombreuses inclusions inorganiques. Je n'ai pu établir nettement pour aucune que ce fussent des organismes bactériens. Je ne puis donc dire que j'ai constaté certainement la présence de bactéries dans ces plaques subéreuses calcifiées.

16. Alors se pose la question : Quel est le processus par lequel la structure figurée de ce tissu a disparu, l'objet conservant sa forme d'ensemble? Les causes de cet effacement sont secondaires et tardives. Les principales sont le retrait combiné avec des recristallisations locales. Les stades de cet effacement sont les suivants, en partant de l'état de conservation que j'ai considéré comme le meilleur, mais qui n'est probablement déjà qu'une étape dans la voie de l'effacement de la structure.

Stade I. — Le corps brun central se brise par retrait en une fine poussière dont les fragments à angles vifs sont encore contigus et alignés au centre de la cellule. Les dimensions de ces fragments tombent à la taille des éléments bactériens actuels (1).

Stade II. — Les lames mitoyennes sont brisées par retrait; cette rupture s'étendant dans la zone brun clair casse lames et stries. Il y a d'abord persistance de l'alignement des fragments de la lame mitoyenne. Il est encore possible de délimiter le contour de l'élément cellulaire et de reconnaître la disposition rayonnée du tissu : mais, par suite d'une recristallisation de la région centrale de chaque élément, les fragments du corps central pulvérisé perdent leur alignement. Quand ce stade est avancé, les amas de poussière centraux se relient latéralement et obliquement entre eux ainsi qu'aux lignes noires d'infiltration bitumineuse. Il est possible encore, en cet état, de reconnaître un tissu subéreux, grâce à l'alignement des lames mitoyennes.

Stade III. — La recristallisation s'étendant à la région des lames mitoyennes et dans l'étendue de l'épaississement, l'alignement des fragments des lames mitoyennes s'efface ; il en est de même de celui des épaississements et des filets bitumineux qui les injectaient. Il en résulte d'abord des bandes obliques, à peu près parallèles, de menus fragments bruns qui, partant des grosses lignes d'infiltration, s'étendent en ondulant dans la masse calcaire; puis toute trace d'arrangement régulier disparaît et, lorsque les menus fragments organiques et bitumineux produits par le

(1). Quelle que soit la taille des fragments brisés, on ne voit ni lames ondulées ni lames contournées ou plissées indiquant que la disparition de la structure soit due à un tremblotement de la gelée subéreuse.

retrait ont été déplacés dans le plan horizontal et en hauteur, on a une masse de calcite semée d'une poussière fragmentaire abondante, inégalement répartie, vaguement zonée par place. Je n'ai pas rencontré d'échantillon où le lavage ait été poussé assez loin pour ramasser les parcelles noires en groupes ou en lots.

17. L'effacement de la structure est très fort près des zones brunes, tellement qu'en beaucoup de points il paraît au premier abord que la zone brune n'est que la continuation directe d'un liège à structure effacée. Un caractère très simple permet de reconnaître avec certitude si l'on est dans la zone brune ou bien dans une plaque subéreuse. Là où on est dans une plaque de liège, si altéré que soit ce corps, on ne trouve ni pollen, ni spores, ni menus fragments végétaux étrangers. C'est l'inverse qui a lieu quand on est dans la zone brune. La région frontière de la gelée subéreuse et de la gelée brune a été le siège de retraits considérables, marqués par le développement de grands cristaux de calcite orientés concentriquement. Ce sont des zones de retrait lent et prolongé. Très souvent, ces mêmes régions ont été le siège d'infiltrations brun foncé très importantes. Ce n'est donc pas la destruction immédiate des plaques subéreuses par effondrement qui a donné directement les zones brunes. L'intensité de la minéralisation des zones brunes est toujours moindre que celle des plaques subéreuses. La zone brune contient jusqu'à 30 0/0 de matières organiques, alors que les plaques subéreuses en contiennent de 10 à 15 0/0.

18. Les étapes successives de la formation des nodules calcaires d'Hardinghen et de l'effacement de leur structure sont donc : *a*. La chute des lames subéreuses dans l'eau. — *b*. Le gonflement et l'humification de ces lames.— *c*. Le dépôt des lames subéreuses gélifiées dans une gelée brune humique, chargée de spores et de menus débris. La gelée brune tombait en même temps que les plaques. Elle faisait prise et soutenait tous les corps dont elle est chargée. Une lame de gelée brune s'est trouvée parfois enfermée dans des sortes de chambres formées par l'empilement des lames subéreuses. — *d*. La minéralisation des lames subéreuses par localisation élective du carbonate calcique. — *e*. En même temps, ou bien peu après, s'est produite une abondante imbibition bitumineuse. — *f*. La transformation de la masse végéto-humique chargée de bitume en houille sous l'action du retrait. — *g*. L'effacement de la structure des plaques subéreuses par une fragmentation des parois végétales bituminisées et des lames bitumineuses sous l'action du retrait, en même temps qu'une dissolution partielle du calcaire accompagnée de recristallisation, permettait le déplacement des menus fragments et la disparition des alignements. — *h*. Les ruptures macroscopiques des plaques et la soudure de leurs morceaux par la calcite tardive.

Les plaques subéreuses calcifiées d'Hardinghen fournissent à la fois un exemple très remarquable de la fossilisation d'une gelée organique d'origine bien définie et un très beau spécimen de l'effacement d'une structure figurée par des modifications tardives de la roche qui ont changé son agencement intérieur sans altérer sa forme.

M. COSSMANN

Ingénieur, à Paris.

OBSERVATIONS SUR QUELQUES COQUILLES CRÉTACIQUES RECUEILLIES EN FRANCE

[564.551.77 (44)]

— Seance du 15 septembre. —

HARPAGODES PELAGI, Brongn. *Pl. I, fig. 1 et 4,* et *pl. II, fig. 6.*

1821. — *Strombus Pelagi*, Brongn. *Ann. des Mines*, t. VI, p. 554, pl. VII, fig. 1.
1842. — *Pterocera Pelagi*, d'Orb. *Pal. franç. terr. crét.*, II. p. 304, *non* pl. CCXII.
1858. — — Pictet et Rénevier. *Foss. terr. apt. Perte du Rhône*, p. 43, pl. V, fig. 1-2.
1863. — — Pictet et Campiche. *Foss. terr. crét. Sainte-Croix*, II, p. 571, pl. XCI, fig. 1-2.

Test épais. Taille très grande ; forme courte, globuleuse ; spire conique, peu allongée, à tours très convexes, étroits, séparés par des sutures linéaires ; dernier tour égal aux quatre cinquièmes de la hauteur totale, très ventru, excavé à la base, orné de cinq carènes spirales, arrondies, terminées par des digitations assez grêles, dont les deux postérieures se recourbent vers la spire ; entre ces carènes, existent des costules spirales, également arrondies, égales entre elles, séparées par des interstices plus étroits ; on en compte deux entre la seconde et la troisième carène, trois entre celle-ci et la quatrième, deux entre cette dernière et la cinquième, puis deux ou trois sur le cou jusqu'au canal ; la costule comprise entre la première et la deuxième digitation ne se montre guère que vers l'ouverture, et est généralement confondue avec la seconde carène.

Ouverture étroite, à bords presque parallèles, arrondie dans l'angle inférieur, terminée en avant par un canal digité et fortement recourbé vers l'extérieur ; labre épais, avec un rebord réfléchi sur l'ouverture qu'il contracte au milieu, en deçà des digitations, non sinueux à la base, se raccordant en arrière avec la spire, par une courbe largement arrondie qui dépasse presque le sommet de la spire ; columelle excavée, lisse, non tordue en avant ; bord columellaire calleux, très largement étalé sur la base du côté postérieur, détaché au milieu et retroussé par un large sinus, dénivelé et appliqué en avant sur la région ombilicale.

Dimensions. — Hauteur totale : 130 millimètres ; diamètre, sans les digitations : 95 millimètres ; angle spiral : 80 à 85 degrés, mesuré sur la spire seule.

Observations. — Ainsi que l'a fait remarquer Pictet, dans sa magistrale Étude sur les fossiles du terrain Crétacé de Sainte-Croix, cette espèce a donné lieu à de nombreuses confusions ; en se limitant au type que Brongniart avait en vue, quand il a décrit l'original, il faut exclure toutes les provenances néocomiennes, de sorte que *Pterocera Pelagi* doit uniquement désigner la forme urgonienne, qui se trouve aussi dans l'Aptien inférieur de la Perte du Rhône, près de Genève. Par conséquent, la figure reproduite dans la *Paléontologie française,* et d'ailleurs visiblement restaurée, représenterait plutôt *P. Desori* Pictet et Campiche, qui est une espèce voisine, mais distincte, caractérisant un niveau bien inférieur à celui où l'on recueille *P. Pelagi.*

A l'exception des deux fragments de labre, figurés par Pictet, je ne sache pas que cette espèce ait jamais été décrite d'après des échantillons munis de leur test ; on ne la connaît et on ne la figure généralement que d'après des moules internes, plus ou moins fraîchement conservés ; c'est dans cet état qu'elle est lithographiée dans l'ouvrage de Pictet et Rénevier, de sorte que les différences signalées par Pictet, entre *P. Pelagi* et *P. Desori,* sont difficilement appréciables. Les magnifiques échantillons munis de leur test que m'a communiqués M. Curet, et qui proviennent du gisement classique d'Orgon, où l'espèce en question n'avait précisément pas été signalée, me permettent de compléter les lacunes inévitables des descriptions faites d'après des moules ; c'est même une excellente occasion de compléter aussi la diagnose du Genre *Harpagodes* Gill, dans lequel doit être classé *P. Pelagi.*

Ce Genre a été institué, en 1898, d'après *P. Oceani* Brongn., espèce voisine de *P. Pelagi,* provenant du Kimméridgien, et on l'a classé dans les *Chenopodidæ,* tandis que *Pterocera,* qui appartient aux *Strombidæ,* à cause du sinus basal que présente le contour antérieur du labre, ne comprend plus actuellement que les formes vivantes ; ultérieurement, Piette en a encore distrait *Malaptera* (Type : *P. Ponti*), qui est caractérisé par les extensions palmées que porte le labre, sur son contour, entre les digitations. Or, la constatation que j'ai faite, chez *Harpagodes,* d'une contraction du contour du labre, en deçà des digitations, confirme complètement la séparation de *Malaptera* ; car il est bien évident que, si le labre se réfléchit vers l'ouverture, ce caractère ne peut s'allier avec celui d'un contour reliant les digitations entre elles, dans le même plan, et formant cette apparence palmée qui caractérise *Malaptera.*

D'autre part, l'excellent état de conservation du bord columellaire, sur les deux échantillons que j'ai étudiés, fait ressortir une autre particularité intéressante : c'est le sinus que forme son contour extérieur, sur la base, et qui sépare la large expansion que prend en arrière la callosité columellaire, de la dénivellation antérieure, par laquelle elle vient s'appliquer jusque sur le cou.

En ce qui concerne les digitations, Pictet a cru remarquer que deux d'entre elles au moins se terminent parfois en massue ; les deux échantillons étudiés ne me permettent pas de confirmer cette observation ; leurs digitations sont courtes et paraissent grêles, régulièrement atténuées.

Enfin le canal siphonal, qui est à peu près complet sur l'un de ces deux échantillons, est très grêle, fortement recourbé en arrière, de sorte que la restauration, faite dans la figure de la *Paléontologie française,* semble, à ce point

de vue, relativement exacte, et que *Harpagodes* se rapprocherait, par ce caractère, des véritables *Pterocera*, vivant dans les mers actuelles.

Localités. — Orgon, dans les calcaires blancs *(Pl. I, fig. 1 et 4, et pl. II, fig. 6)*, coll. Curet. — Morteau (Doubs), Sainte-Croix, Châtillon-de-Michaille, Perte du Rhône, d'après Pictet. — Aptien inférieur et Urgonien.

HARPAGODES DESORI, Pictet et Campiche. *Pl. II, fig. 5.*

1842. — *Pterocera Pelagi*, d'Orb. *(ex parte). Pal. fr. terr. crét.*, II, pl. CCXII.
1850. — — d'Orb. *Prod.*, II, p. 71, n° 156.
1863. — *Pterocera Desori*, Pict. et Camp., *Foss. crét. Sainte-Croix.* II, p. 575, pl. XC, fig. 3-4.

Moule interne, subglobuleux, à spire un peu allongée, composée de cinq à six tours très convexes ; dernier tour occupant les trois quarts de la hauteur totale, excavé à la base, orné de cinq carènes spirales très anguleuses et très saillantes à leur extrémité ; entre ces carènes, sont intercalées des costules arrondies, épaisses, presque aussi saillantes, sauf vers l'extrémité contiguë à l'ouverture ; on en compte une continue entre la première carène postérieure et la seconde, deux entre la seconde et la troisième, trois entre la troisième et la quatrième, puis deux entre la quatrième et la cinquième, et encore deux entre celle-ci et le cou du canal. Ouverture et digitations non conservées sur l'échantillon ci-dessus décrit.

Dimensions. — Hauteur : 110 millimètres ; diamètre : 85 millimètres.

Rapp. et diff. — Cette forme néocomienne a été séparée, avec juste raison, par Pictet et Campiche, qui ont fait remarquer que : le galbe général de la coquille est beaucoup plus allongé que celui de *P. Pelagi* ; le dernier tour est moins grand par rapport à l'ensemble de la spire ; la costule, intermédiaire entre la première et la deuxième carène, se prolonge plus longtemps, au lieu de se confondre avec l'une d'elles ; les carènes sont plus anguleuses à leur extrémité, et, au contraire, dans le jeune âge, ne sont guère plus saillantes que les costules intermédiaires. Il est probable que si l'on connaissait le test de cette mutation, on y signalerait encore d'autres différences, non moins importantes, et particulièrement dans la longueur ou l'orientation des digitations, le contour du labre, etc.

Localités. — Vandeuvre (Aube), dans la tranchée du chemin de fer à l'est de la gare *(Pl. II, fig. 5)*, ma coll. — Sainte-Croix, Vesency, Sassenage, d'après Pictet ; Vassy, Marolles, Allauch, Géovreissiat, d'après d'Orbigny. — Néocomien inférieur ou Valangien.

HARPAGODES BEAUMONTIANUS, d'Orb. *Pl. II, fig. 2.*

1842. — *Pterocera Beaumontiana*, d'Orb. *Pal. fr. terr., crét.*, II, p. 305, pl. LCXIII.
1850. — — d'Orb. *Prod.* II, p. 104, n° 687.
1863. — — Pict. et Camp., *loc. cit.*, p. 582.

Test épais. Taille très grande ; forme trapue, plus large que haute ; spire très courte, composée de trois ou quatre tours un peu convexes, séparés par des

sutures linéaires; dernier tour très ventru, occupant les huit neuvièmes de la hauteur totale, médiocrement excavé à la base, orné de cinq carènes spirales, très saillantes et arrondies, inégalement écartées, terminées par des digitations un peu gibbeuses à leur naissance, paraissant pointues à leur extrémité libre; entre ces carènes, existent des costules spirales, beaucoup plus minces et peu saillantes, égales entre elles et séparées par des rainures de même largeur; on en compte une entre la suture et la première carène, une entre la première et la seconde carène, quatre entre la seconde et la troisième, dix entre la troisième et la quatrième, trois entre la quatrième et la cinquième; la mutilation de l'extrémité antérieure de la coquille ne permet pas de compter au delà.

Ouverture peu dilatée, aussi haute que la coquille, à bords parallèles, largement évasée en arrière et en avant; labre épais et contracté au milieu, en deçà des digitations, échancré en arrière, entre la première et la seconde, avant sa jonction avec le bord opposé, également muni d'une sinuosité antérieure entre la quatrième et la cinquième digitation; bord columellaire calleux, lisse, bombé, très largement étalé sur la base, avec une sinuosité peu profonde vers les deux tiers de sa hauteur.

Dimensions. — Hauteur : 120 millimètres; diamètre, sans les digitations : 105 millimètres; angle spiral, mesuré sur la spire seule : 90 degrés.

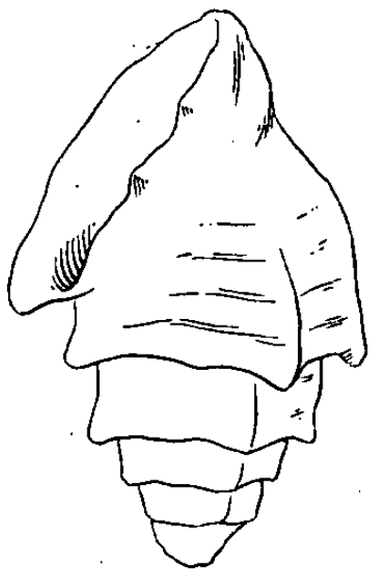
Rapp. et diff. — Cette espèce, qui se trouve dans l'un des mêmes gisements urgoniens de France que *H. Pelagi*, s'en distingue aisément, non seulement par sa forme beaucoup moins haute, plus trapue, par son galbe plus ventru et par sa spire plus courte; mais encore par le nombre plus grand des costules intercalées entre les carènes principales, par la différence de grosseur entre ces costules et les carènes, de sorte que l'aspect de l'ornementation est tout autre au premier coup d'œil; en outre, les carènes sont plus épaisses, plus saillantes dès le jeune âge, et elles s'atténuent davantage près de la naissance des digitations, qui paraissent moins grêles et plutôt gibbeuses à leur base, moins allongées à leur extrémité libre; enfin le labre est moins contracté au milieu et rétrécit moins l'ouverture, qui a ses bords plus parallèles; le bord columellaire est bien plus largement étalé sur la base, mais échancré sur son contour antérieur. Pour tous ces motifs, la séparation proposée par d'Orbigny, qui n'avait cependant que des moules à sa disposition, est tout à fait justifiée. Il est dommage que la mutilation de l'unique échantillon avec test, d'après lequel j'ai complété la diagnose de *H. Beaumontianus* (1), ne me permette pas de décrire le canal antérieur et la courbe sinueuse du contour de l'ouverture dans cette région.

Localités. — Orgon, dans les calcaires blancs (*Pl. II, fig. 2*), coll. Curet. — Martigues, d'après d'Orbigny. — Urgonien.

(1) Guirand et Ogérien ont appliqué, en 1865, le nom *Beaumonti* à un *Pterocera*, qui est devenu pour M. de Loriol, dans sa Monographie de Valfin, *Cyphosolenus (?) Beaumonti*. Bien qu'à la rigueur, dans le sens absolument strict de la nomenclature, il y ait eu un double emploi avec l'espèce de d'Orbigny, je ne vois aucune nécessité de le corriger quant à présent, puisque les deux coquilles, bien différentes d'ailleurs, appartiennent, en réalité, à deux genres absolument distincts, de sorte qu'il ne peut y avoir désormais aucune confusion possible, dès l'instant qu'on ne les désignera plus, ni l'une ni l'autre, sous le nom générique *Pterocera*.

CENTROGONIA (1), *nov. gen.*

Taille assez petite ; forme muricoïde, pyramidale à cinq pans ; spire médiocrement allongée ; cinq costules saillantes, se succédant régulièrement d'un tour à l'autre, terminées en arrière par une épine obtuse ; la surface porte des traces très obsolètes de larges rubans spiraux. Ouverture petite, courte, terminée en avant par un bec court auquel aboutit un bourrelet basal ; columelle peu arquée, portant deux plis épais et saillants, qui la divisent en trois parties égales ; bord columellaire assez largement étalé en arrière, quoique peu distinct, détaché en avant et séparé du bourrelet par une petite perforation ombilicale.



Centrogonia Cureti Cossm.

TYPE : *C. Cureti, nov. sp.*, de l'Urgonien d'Orgon (*fig. ci-contre*), coll. Curet.

Observations. — Par quelques-uns de ses caractères — et notamment par le bec basal de l'ouverture, auquel aboutit un bourrelet évidemment formé par les accroissements de ce bec — ce nouveau Genre se rapproche de *Purpurina* et de *Pseudoscalites*, que Zittel classe dans une nouvelle Famille *Purpurinidæ*, avec *Purpuroidea*, qui a aussi, comme notre *Centrogonia*, une callosité columellaire assez largement étalée sur la base. Mais *Centrogonia* s'écarte de tous les membres de cette Famille par sa columelle à peine excavée, munie de deux gros plis ou gradins, dont on n'aperçoit jamais la trace chez les *Purpurinidæ* ; d'autre part, autant que je puis en juger par quelques stries d'accroissement peu distinctes, le labre ne forme pas, en arrière, sur la rampe suturale, la sinuosité arrondie qui caractérise *Purpurina*, et il semble, au contraire, qu'il aboutit orthogonalement à la suture.

L'aspect général de la coquille ressemble incontestablement à celui des *Muricidæ* ; mais, outre que l'ouverture ne se termine pas, en avant, par un véritable canal, la columelle est bien différente. En définitive, je ne crois pas qu'on puisse placer *Centrogonia* dans les Siphonostomes ; le bec basal et le bourrelet y aboutissant existent chez un certain nombre d'Holostomes, quoique, cependant, l'ouverture de ces derniers n'ait jamais la forme anguleuse et presque pointue que présente l'extrémité antérieure de notre étrange coquille.

Ce serait donc à la limite entre les deux groupes de Gastropodes qu'il y aurait lieu de classer le Genre *Centrogonia*, non loin des *Trichotropidæ*, quoiqu'il s'en écarte par tous les caractères essentiels. Il constituerait, jusqu'à présent, le seul représentant d'un groupe isolé, à affinités douteuses, pour lequel il ne me paraît pas nécessaire de proposer encore un nom de Famille.

CENTROGONIA CURETI, *nov. sp. (Pl. I. fig. 2-3).*

La diagnose générique est à compléter, en ce qui concerne l'espèce-type, par les quelques indications suivantes :

Six ou sept tours un peu convexes, séparés par des sutures linéaires, que

(1) Κεντρον, épine ; γωνια, angle.

borde une rampe très étroite ; dernier tour occupant les trois cinquièmes de la hauteur totale, probablement orné de sept à huit rubans spiraux, à peu près entièrement effacés par l'usure, sur les échantillons décrits ; base convexe jusqu'au bourrelet du cou et perforée par une fente ombilicale entre ce bourrelet et le bord columellaire qui est un peu détaché en avant ; le pli inférieur de la columelle forme un gradin transversal, tandis que le pli supérieur est plus obliquement tordu.

Dimensions. — Longueur probable : 22 millimètres ; diamètre : 13 millimètres.

Localité. — Orgon, deux individus *(Pl. I, fig. 2-3)*, coll. Curet. — Urgonien, dans les calcaires blancs.

PSEUDOMELANIA (?) PACHYMORPHA, *nov. sp. (Pl. II, fig. 3).*

Taille grande ; forme courte, trapue ; spire médiocrement allongée, à galbe conique ; plus de dix tours, dont la hauteur dépasse à peine le tiers de la largeur, un peu convexes, séparés par des sutures linéaires et enfoncés ; surface lisse, avec quelques stries d'accroissement curvilignes, non rétrocurrentes à la suture ; dernier tour égal aux deux cinquièmes de la largeur totale, convexe et très arrondi à la base, qui est imperforée ; ouverture courte, semilunaire, vraisemblablement holostome ; labre arcqué ; columelle excavée, peu calleuse, faisant un angle arrondi à sa jonction avec le contour supérieur.

Dimensions. — Longueur probable : 115 millimètres : diamètre : 55 millimètres.

Observations. — Le classement générique de cette coquille m'a beaucoup embarrassé : elle ne peut, à cause de la direction de ses stries d'accroissement, être placée dans le Sous-Ordre *Entomotæniata ;* l'absence d'un véritable canal ne permet pas de la rapprocher des *Cerithidæ* ni des *Rostellaria ;* d'autre part, elle ne semble pas avoir l'ouverture aussi arrondie et versante en avant que les *Pseudomelania.* C'est cependant dans ce dernier Genre que je me décide à la classer provisoirement, jusqu'à ce que l'examen d'échantillons plus complets me permettre d'achever la vérification de ses caractères génériques ; en tous cas, dans l'état de conservation, et en raison de la taille de l'individu ci-dessus décrit, j'ai pensé qu'il serait intéressant d'en publier la diagnose et la figure.

Localité. — Orgon, un individu *(Pl. II, fig. 3)*, coll. Curet. — Urgonien, dans les calcaires blancs.

LITTORINA (?) URGONERSIS, *nov. sp. (Pl. II, fig. 4).*

Taille moyenne ; forme ovoïdo-conoïdale ; spire assez courte ; quatre ou cinq tours, dont la hauteur atteint la moitié de la largeur, très convexes et arrondis, séparés par des sutures linéaires, ornés de funicules granuleux ; dernier tour à peu près égal aux trois cinquièmes de la largeur totale, arrondi à la base, qui paraît imperforée, orné comme la spire ; ouverture mutilée...

Dimensions. — Longueur : 14 millimètres ; diamètre : 9 millimètres.

Rapp. et diff. — Quoique cet échantillon soit dans un bien mauvais

état de conservation, je le crois bien distinct de toutes les formes urgoniennes ou néocomiennes, actuellement connues et généralement décrites comme *Turbo*. Je ne crois pas que les coquilles mésozoïques, que l'on a l'habitude de rapporter à ce Genre, y appartiennent réellement ; il n'est guère probable que ce soient des *Littorina*, quoiqu'elles s'en rapprochent davantage ; mais on ne pourra établir un Genre nouveau sur des bases certaines que quand on disposera d'échantillons ayant une ouverture intacte.

Localité. — Orgon, un individu *(Pl. II, fig. 4)*, coll. Curet.— Urgonien, dans les calcaires blancs.

Delphinula obsoleta, *nov. sp. (Pl. II, fig. 1).*

Taille moyenne ; test épais ; forme déprimée ; spire courte et surbaissée ; périphérie du dernier tour ornée d'une couronne de tubercules obsolètes ; base du dernier tour arrondie, paraissant dépourvue d'ornementation, peut-être sous l'effet de l'usure du test, largement ombiliquée au centre ; ouverture arrondie, projetée latéralement.

Dimensions. — Diamètre : 17 millimètres ; hauteur : 10 à 12 millimètres.

Rapp. et diff. — Voici encore une coquille dont l'aspect est bien fruste, et qui, cependant, se singularise d'une manière suffisamment certaine pour qu'il ne soit pas téméraire de la décrire. Aucune espèce authentique de *Delphinula* n'a encore été signalée dans le Système crétacique ; j'en connais plusieurs dans le Système jurassique ; celle-ci, qui forme le lien entre ces dernières et les espèces tertiaires, s'en distingue par ses gros tubercules.

Localité. — Orgon, un individu *(Pl. II, fig. 1)*, coll. Curet.— Urgonien, dans les calcaires blancs.

LÉGENDES DES PLANCHES

Planche I

Fig. 1 et 4 — Harpagodes Pelagi [Brongn.], réduit de moitié. . . . Orgon.
— 2 et 3 — Centrogonia Cureti, Cossm., grossi deux fois. . . . . Orgon.

Planche II

Fig. 1 — Delphinula obsoleta, Cossm., grossi deux fois . . . . Orgon.
— 2 — Harpagodes Beaumontianus [d'Orb.], réduit de moitié. Orgon.
— 3 — Pseudomelania (?) pachymorpha, Cossm., Id. Orgon.
— 4 — Littorina (?) urgonensis, Cossm., grandeur naturelle . Orgon.
— 5 — Harpagodes Desori, [Pictet et Camp.], réduit de moitié Vandeuvre
— 6 — Harpagodes Pelagi [Brongn.], Id. Orgon.

M. KILIAN

Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble.

LA « ZONE DU BRIANÇONNAIS »

Essai de synthèse tectonique.

— Séance du 15 septembre —

Les récentes et belles études de M. Termier (1) sur les « nappes de recouvrement » du Briançonnais et sur les charriages vraiment formidables que cet auteur suppose s'être effectués dans les Alpes françaises et dans les montagnes voisines du Piémont, ont motivé de ma part, et de celle de M. Haug des observations et des réserves (2) qu'ont entièrement confirmées depuis un certain nombre de faits nouveaux constatés dans les environs de Guillestre (3).

Il me semble utile de formuler brièvement ici, et sans entrer dans le détail, la conception que de longues années de recherches m'ont amené à me faire de la structure de la région de nos Alpes que M. Diener (4) a appelée la *Zone du Briançonnais*.

Les travaux nombreux consacrés depuis quelques années aux principaux massifs cristallins de la chaîne alpine ont montré que ces « massifs centraux » ne représentent le plus souvent que les restes de saillies beaucoup plus considérables encore, de l'écorce terrestre ; on y voit la trace de plis nombreux et il est actuellement démontré qu'ils ne sont, dans beaucoup de cas, que les racines de plis aigus qui parfois s'étaient couchés, empilés et avaient affecté, ainsi que MM. Marcel Bertrand et Ritter l'ont si bien mis en évidence pour le Mont-Joly et le Mont-Blanc, la série complète des assises sédimentaires. C'est également ainsi que, d'après M. Termier, le massif du Pelvoux représente les racines profondes d'une série de plis qui devaient avoir une acuité et un développement très grands et constituaient un très important faisceau déversé vers l'Ouest. Rien ne s'oppose du reste à considérer ce faisceau de *racines* isoclinales comme la portion profonde d'un vaste éventail composé, déjeté dans son ensemble

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XXVII, 1898-99.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XXVII, p. 126 (1899).

(3) *C. R. Ac. des Sciences*, 24 juillet et 7 août 1899 et 22 janvier 1900.

(4) Gebirgsbau der Westalpen, 1892, Vienne (Tempsky).

vers l'Ouest, mais dont les parties hautes, aujourd'hui disparues, s'épanouissaient et divergeaient vers l'Est et vers l'Ouest.

La zone du Briançonnais, située à l'Est de la série des massifs centraux de la première zone alpine (Mont-Blanc, Pelvoux, etc.), est constituée dans sa presque totalité par des assises sédimentaires dont le facies particulier (1) a déjà plusieurs fois été signalé ; c'est à peine si elle offre, en de rare localités, quelques pointements anticlinaux de granite (Plan-de-Phazy, près de Guillestre) ou de micaschistes (Hautecour près Moutiers). La *structure en éventail composé* est le trait le plus essentiel de cette zone ; elle a été signalée en Savoie par M. Marcel Bertrand, puis constatée par moi entre la Grave (Hautes-Alpes) et Oulx (Italie) (2) ; elle se poursuit vers le Sud où elle atteint, dans les massifs de Prorel et de Pierre-Eyrautz, une complication extrême qui a suggéré à M. Termier une interprétation différente de la nôtre. Mais la disposition en éventail reparaît très nette dans la région du Col des Ayes, ainsi que je l'ai établi en collaboration avec M. Lugeon (3) ; elle se retrouve, plus simple, dans les vallées du Guil et du Cristillan (4), et M. Franchi en a récemment signalé les traces vers le col du Roburent, sur la frontière italienne.

Or, si l'on rétablit, d'après les coupes précédentes — en tenant compte de l'épaisseur des diverses couches sédimentaires et du fait que les assises superficielles affectent parfois, en raison de leur plasticité, des formes de plissement soit plus compliquées, soit plus simples, mais en général quelque peu différentes de celles des couches profondes — la forme du noyau cristallin qui constitue l'axe de l'éventail briançonnais, on obtient un ensemble fort analogue à ce que devaient être le Pelvoux et le Mont-Blanc avant que l'érosion en eût entamé les masses granitiques et gneissiques.

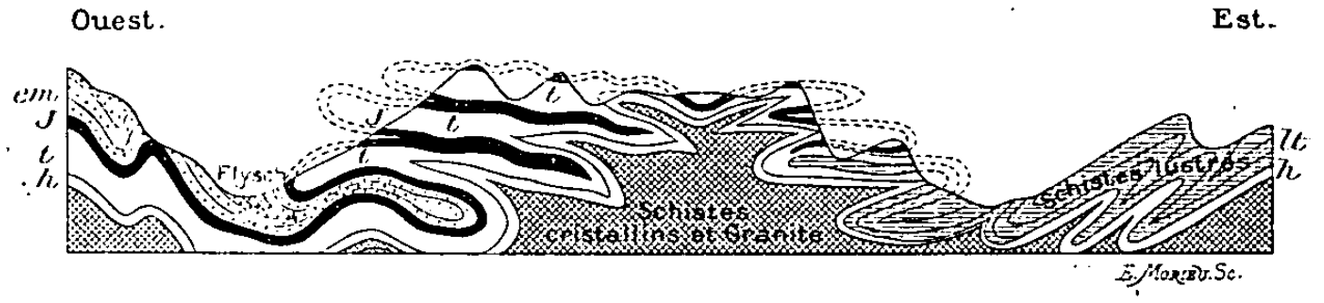


FIG. 1. — Schéma de la structure de l'Éventail briançonnais, au Sud de Briançon. — *h*, Houiller. — *t*, Trias. — J, Jurassique. — *lt*, Schistes lustrés. — *em*, Flysch.

Nota. — Cette figure est *purement théorique*, mais elle rend compte des dispositions des couches dans les parties visibles sur le terrain.

Ces considérations m'ont amené à considérer la zone du Briançonnais

(1) J'ai reconnu que ce type briançonnais, très particulier, des sédiments est relié aux types voisins soit dauphinois, soit piémontais, par des passages et des intermédiaires incontestables.

(2) *Bull. Serv. Cartes géol.*, n° 69, t. X, 1899.

(3) *C. R. Ac. des Sc.*, janvier 1899.

(4) KILIAN, *C. R. Ac. des Sc.*, janvier 1900. Voir, pour les coupes détaillées de ces régions intéressantes, *Bull. Serv. Cartes géol. de France*, n° 75.

comme un *massif central très allongé, disposé en éventail composé et pourvu de sa couverture sédimentaire.*

Si, contrairement à ce qui a lieu pour cette zone, les massifs du Mont-Blanc, du Pelvoux et d'autres encore, ont été profondément décapés par l'érosion, cela tient à la surélévation locale des axes de plissement dans ces massifs. Une telle surélévation ne se présente pas dans la partie française de la zone briançonnaise, mais il semble, ainsi que l'admet M. Haug, qu'en Suisse, le massif du Gothard et peut-être les Alpes bernoises appartiennent à cette zone dont l'axe serait momentanément surélevé entre le Rhône et le Rhin.

Ainsi constituée, la zone axiale du Briançonnais est limitée à l'Ouest et à l'Est, par deux *profonds synclinaux* sur lesquels ses bords viennent se déverser en replis multiples, notamment à l'Ouest où la poussée au vide a occasionné à plusieurs reprises les dispositions tectoniques connues sous le nom de « Vorfaltung » (Guillestre). Ces deux synclinaux sont : à l'Ouest, le synclinal des Aiguilles d'Arves (zone du Flysch de M. Termier), qui sépare le massif du Briançonnais du Pelvoux, s'épanouit au Sud, dans l'Embrunais et qu'occupent de puissants dépôts de Flysch, repliés sur eux-mêmes et continuant les lambeaux de ce terrain qui existent dans l'éventail briançonnais (Furfande, etc.) ; à l'Est, le grand synclinal des Schistes lustrés, qui comprend une partie des Alpes piémontaises ; ces schistes forment là une suite de plis secondaires très serrés et confinent, à l'Est, à une nouvelle zone anticlinale, celle qui borde les plaines italiennes et que constituent des micaschistes et des gneiss en partie attribués au Permo carbonifère. *Les plis secondaires de ces deux synclinaux forment des ensembles isoclinaux : dans la zone du Flysch, ils sont tous déversés vers l'Ouest ; dans la zone des schistes lustrés, ils sont tous déjetés vers l'Est.*

Il est facile de saisir, d'après ce qui précède, l'importance de la zone du Briançonnais dans l'économie structurale des Alpes occidentales, dont M. Marcel Bertrand a, dès 1894, indiqué la symétrie par rapport à « l'éventail houiller » de Maurienne et de Tarentaise ; à cette individualité tectonique se joint, ainsi que j'espère le démontrer dans une autre occasion, une remarquable homogénéité dans les facies des dépôts sédimentaires qui dénote une individualisation datant au moins du début des temps secondaires.

M. CANU

à Saint-Maurice (Seine).

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LES BRYOZOAIRES DE TOURS

[546.7 (44.54)]

— Séance du 18 septembre —

Le niveau inférieur du Sénonien était classique dans la *Tranchée* de Tours. Malheureusement, les constructions récentes ont tout caché. Cependant, dans les rues mêmes du faubourg Saint-Symphorien, on trouve encore çà et là quelques affleurements fossilifères. La craie, très sableuse, est remplie de Bryozoaires très bien conservés. Ils sont très visibles à l'œil nu, après la moindre pluie.

J'ai recueilli quelques kilogrammes de cette craie. Après lavage et triage, j'ai pu dresser la liste suivante de 85 espèces de Bryozoaires. Il me reste encore quelques espèces à déterminer. De plus, je n'ai encore cherché ni les espèces rares ni les petites espèces. Je me suis borné à l'étude des espèces les plus volumineuses et les plus communes, d'une détermination facile. L'étude détaillée de cette riche localité fournirait au collectionneur certainement au moins 150 espèces.

En donnant ici cette liste préliminaire, je tiens essentiellement à signaler la facilité avec laquelle un amateur peut se faire rapidement une belle et complète collection.

L'ostracisme dont est frappée, en France, l'étude des Bryozoaires est incompréhensible. Il n'y a pas d'animaux plus faciles à se procurer et en grande quantité.

Sur toute l'étendue des côtes de France il suffit de se baisser pour en trouver, soit sur les pierres, soit sur les algues et les sertulaires rejetées par la mer, soit en pêchant la crevette, soit dans les filets des pêcheurs.

Le moindre dragage conduit avec les filets habituels des pêcheurs en ramène des quantités prodigieuses.

Quant aux Bryozoaires fossiles, il y en a dans tous les terrains, et ils ne sont pas plus difficiles à se procurer que tous ces minuscules mollusques qui font la joie des amateurs.

La richesse des localités bathoniennes de Normandie est connue depuis un siècle. Dans les sables du Mans, les Bryozoaires sont abondants; la marne cénomanienne, dans le sud-ouest du bassin de Paris, en est aussi

pétrie. Le Turonien est presque partout d'une richesse inouïe et inconcevable (Chinon, Châtellerault, Parnay, la vallée du Loir). Rien n'est plus curieux que d'examiner les murs des maisons de Saumur construits en tuffeau : partout scintillent de petites plaquettes de Bryozoaires.

Dans le Sénonien inférieur, sur des centaines de kilomètres carrés, de Tours à Villedieu, par Semblençay, Luynes, Lavardin, Vendôme, il est facile de faire de riches récoltes. Plus haut, les localités de Fécamp, Romorantin, Longuesse, Meudon, sont connues depuis longtemps.

La grande richesse des terrains crétacés n'est pas spéciale à la France : elle se poursuit à l'étranger. Citons le Cénomanien de Plauen et de Bohême; le Turonien de Strelitz; le Sénonien de Ceply, de Mastricht, de Rugen, de Faxe, de Suède, de Chatham, d'où Vine a extrait près de deux cents espèces.

Les Bryozoaires ne manquent pas dans les terrains tertiaires. Dans le bassin de Paris, on en trouve dans les sables de Cuise. Le Lutétien est idéalement riche, sauf la partie supérieure. Toutes les localités classiques communément exploitées pour la recherche des mollusques sont non moins riches en Bryozoaires. Mais, dans la partie tout à fait inférieure, au niveau bien connu des sables à Lunulites, il y a dans le Vexin des localités d'une richesse inouïe ; ils sont là par milliards de milliards. Le Bartonien est plus pauvre (seulement au niveau du Guépelle); mais ils abondent de nouveau dans le même étage à Biarritz, dans le Vicentin, en Bavière.

Il faut aller en Allemagne pour étudier l'Oligocène à Bryozoaires.

Mais, toujours sans quitter le territoire national, nous avons encore dans le Midi la mollasse burdigalienne et le safre helvétien, où l'on peut faire partout des récoltes splendides (1). Les sables des faluns de Touraine, qui ont tant d'analogie avec le safre, présentent une faunule remarquable (Pontlevoy, Contres, etc.) (2). Je ne connais pas encore les terrains miocènes du sud-ouest. Mais leur faune malacologique m'indique leur richesse en Bryozoaires. J'en ai, d'ailleurs, reçu quelques-uns.

Dans le niveau helvétien d'Anjou, nous arrivons dans l'élysée du Bryozoologue. Là, aux environs de Doué-la-Fontaine (3), dans des carrières séculaires et depuis longtemps classiques, on extrait une pierre exclusivement formée de Bryozoaires. Des villes entières sont construites avec leurs colonies agglomérées et consolidées. Toutes les stations du Chemin de fer de l'État sont sablées avec leurs débris. Dans les parties sableuses,

(1) Pour en recevoir, s'adresser de ma part à M. Raoulx, carrier à Saint-Paul-Trois-Châteaux, qui expédie aussi des antiquités romaines.

(2) Je recommande spécialement la sablière du moulin de Charenton.

(3) Pour en recevoir, s'adresser de ma part à M. Maillet, marchand de sable à Soulangers, près Doué-la-Fontaine.

le naturaliste peut, en quelques heures, recueillir des millions d'échantillons d'une conservation parfaite et souvent plus gros que le poing.

Chaque lambeau de ces faluns est un amoncellement inouï de Bryozoaires. Reconstituez donc par la pensée l'intégralité de ces assises que l'érosion a fait disparaître et l'imagination reste confondue devant le résultat de l'activité laborieuse de ces petits êtres, devant l'ampleur de leur travail, devant une manifestation aussi grandiose de leur immense fécondité. Ce ne sont que des atomes, mais ils sont amoncelés en vertigineuses montagnes! Dans la lutte pour la conquête de l'espace, dans le combat pour le droit à la vie, la force n'est rien où la fécondité n'est pas. La victoire ultime est au plus fécond des plus aptes !

Pour terminer, citons encore comme immensément riches en Bryozoaires le Tortonien d'Algérie, d'Autriche, et le Pliocène d'Italie.

Pour celui qui s'attache aux Bryozoaires, il y a beaucoup mieux à faire qu'une collection. La science est très en retard pour cette branche d'histoire naturelle. La moindre petite étude fait surgir une foule de points nouveaux dont la découverte plus que facile est une source continuelle de satisfactions pour soi et de progrès pour la science.

Voici maintenant la liste des espèces trouvées à Tours.

Membraniporidæ.

Membranipora elliptica, Hag.
M. rhomboidalis, d'Orb., P. F., *pl. 729, fig. 10.*
M. Clio. d'Orb., P. F., *pl. 729, fig. 3-4.*
M. monilifera, d'Orb., P. F., *pl. 732, fig. 7-9.*
M. ovalis, d'Orb., P. F., *pl. 731, fig. 15-18.*
M. frondosa, d'Orb., P. F., *pl. 697, fig. 9-12.*
M. baculina, d'Orb., P. F., *pl. 701, fig. 13-16.*
M. regularis, d'Orb., P. F., *pl. 698, fig. 1-4.*
M. inornata, d'Orb., P. F., *pl. 728, fig. 5-8.*
M. annulata, d'Orb., P. F., *pl. 726, fig. 18-21.*
Discoflustrellaria clypeiformis, d'Orb., P. F., *pl. 722, fig. 2-5.*

Onychocellidæ.

Onychocella Agatha, d'Orb., P. F., *pl. 664, fig. 11-14.*
O. Acis, d'Orb., P. F., *pl. 662, fig. 10-12; pl. 676, fig. 1-5.*
O. amata, d'Orb., P. F., *pl. 665, fig. 14-17.*
O. echinata, d'Orb., P. F., *pl. 679, fig. 1-4.*
O. Parisiensis, d'Orb., P. F., *pl. 712, fig. 13-14.*
O. Xiphia, d'Orb., P. F., *pl. 713, fig. 3-4.*
O. (ogivalia) grandis, d'Orb., P. F., *pl. 601, fig. 10-13.*
O. (og.) Eudora, d'Orb., P. F., *pl. 678, fig. 13-15.*
O. (og.) Leda, d'Orb., P. F., *pl. 731, fig. 9-10.*
O. (og.) Santonensis, d'Orb., P. F., *pl. 603, fig. 1-3; pl. 674, fig. 4.*

O. (og.) Erina, d'Orb., P. F., *pl. 678, fig. 7-9.*
O. (og.) Nerei, d'Orb., P. F., *pl. 603, fig. 10-15; pl. 604, fig. 1-4.*
Pavolunulites costata, d'Orb., P. F., *pl. 706, fig. 9-11.*
P. elegans, d'Orb., P. F., *pl. 706, fig. 5-8.*
Lunulites cretacea, Def. d'Orb., *pl. 704, fig. 2-6.*
L. Beisseli, Marsson., *pl. 7, fig. 14.*
Floridina Villiersi, d'Orb., P. F., *pl. 605, fig. 8-9.*

Costulidæ.

Steginopora irregularis, d'Orb., P. F., *pl. 719, fig. 9-12.*
Cribrilina interrupta, d'Orb., P. F., *pl. 719, fig. 5-8.*

Opesiulidæ.

Rhagasostoma Aegon, d'Orb., P. F., *pl. 664, fig. 8-10.*
R. Antiopa, d'Orb., P. F., *pl. 664, fig. 1-4.*
R. Aegle, d'Orb., P. F., *pl. 664, fig. 5-7.*
R. Atalanta, d'Orb., P. F., *pl. 668, fig. 1-3.*
Gargantua hippocrepis, Hag., M., *pl. 11, fig. 17.*

Diastoporidæ.

Stomatopora granulata, Edw. B., *pl. 16, fig. 3.*
S. ramea, Blv. Edw. B., *pl. 16, fig. 1.*
S. (Proboscina) crassa, Rœmer, Reuss, B., *pl. 15, fig. 35-37.*
S. (Pr.) cornucopiæ, d'Orb., P. F., *pl. 633, fig. 11-13; pl. 634, fig. 7-9.*
Diastopora papillosa, Reuss, d'Orb., *pl. 639, fig. 6-7.*
D. tubulus, d'Orb., P. F., *pl. 641, fig. 9-10; pl. 758, fig. 13.*
D. grandis, d'Orb., P. F., *pl. 639, fig. 4-5.*
Ditaxia anomalopora, Goldf., d'Orb., *pl. 775, fig. 7-15.*

Idmoneidæ.

Reptotubigera ramosa, d'Orb., P. F., *pl. 751, fig. 1-3.*
Idmonea marginata, d'Orb., P. F., *pl. 749, fig. 20-23.*
I. communis, d'Orb., P. F., *pl. 750, fig. 6-10.*
I. triangularis, d'Orb., P. F., *pl. 612, fig. 11-15; pl. 769, fig. 11-14.*
I. dorsata, Hag., M., *pl. 2, fig. 10.*
I. carinata, Rœmer, N., *pl. 5, fig. 20;* d'Orb., P. F., *pl. 749, fig. 1-6.*
Reticulipora papyracea, d'Orb., P. F., *pl. 611, fig. 1-5; pl. 768, fig. 3-10.*
R. obliqua, d'Orb., P. F., *pl. 768, fig. 1-2.*
R. Ligeriensis, d'Orb , P. F., *pl. 609, fig. 1-6.*
Retecava clathrata, Goldf., d'Orb., *pl. 610, fig. 7-11; pl. 790, fig. 5-9.*
Sulcocava sulcata, d'Orb., P. F., *pl. 789, fig. 1-3.*
S. cristata, d'Orb., P. F., *pl. 789, fig. 4-8.*

Entalophoridæ.

Entalophera proboscidea, Edw., B., *pl. 12, fig. 2.*
E. proboscidea, var. rustica, Hag., d'Orb., P. F., *pl. 754, fig. 18-20.*

Spiropora macropora, d'Orb., P. F., *pl. 754, fig. 5-7.*
Sp. micropora, d'Orb., P. F., *pl. 754, fig. 12-14.*
Sp. verticillata, Goldf., d'Orb., *pl. 745, fig. 14-19.*
Peripora pseudospiralis, Mich., d'Orb., P. F., *pl. 745, fig. 11-13.*
Mesenteripora meandrina, S. Wood, non. M. compressa, Goldf., d'Orb.
Heteropora costata, d'Orb., P. F., *pl. 774.*
H. Royana, d'Orb., P. F., *pl. 624, fig 4-8.*
H. arborea, Koch und Dunker, d'Orb,, P. F., *pl. 771, fig. 4-6.*
Laterotubigera flexuosa, d'Orb., P. F., *pl. 754, fig. 2-4.*

Fascigeridæ.

Fascipora flexuosa, d'Orb., P. F., *pl. 744, fig. 16-17.*

Lichenoporidæ.

Pavotubigera flabellata, d'Orb., P. F., *pl. 752, fig. 4-8.*
Lichenopora pocillum, d'Orb., P. F., *pl. 645, fig. 1-4.*
L. irregularis, d'Orb., P. F., *pl. 645, fig. 9-12.*
L. papyracea, d'Orb., P. F., *pl. 646, fig. 9-13.*

Cytisidæ.

Truncatula carinata, Reuss, d'Orb., P. F., *pl. 797, fig. 5-15.*
T. gracilis, d'Orb., P. F., *pl. 798, fig. 1-5.*
Semicytis disparilis, d'Orb., P. F., *pl. 795, fig. 12-15.*
Desmeopora semicylindrica, Roemer.

Cerioporidæ.

Semicava variabilis, d'Orb., P. F., *pl. 790, fig. 14-20.*
Ceriopora mamilla, d'Orb., P. F., *pl. 793, fig. 3-4.*
C. cryptopora, Goldf., Hag., M., *pl. 5, fig. 6.*
C. polytaxis, Goldf., Hag., M., *pl. 5, fig. 2*

Ceidæ.

Cea lamellosa, d'Orb., P. F., *pl. 787, fig. 11-13.*
Filicea velata, Hag., d'Orb., P. F., *pl. 786, fig. 1-4.*
F. subcompressa, d'Orb., P. F., *pl. 786, fig. 5-7.*

Melicertitidæ.

Melicertites tuberosa, d'Orb., P. F., *pl. 736, fig. 9-15.*
M. semiclausa, Mich., d'Orb., P. F., *pl. 736, fig. 20-21.*
M. gracilis, Goldf., d'Orb., *pl. 735, fig. 4-8.*
M. magnifica, d'Orb., P. F., *pl. 740.*
Elea lamellosa, d'Orb., P. F., *pl. 625, fig. 11-15.*
Foricula aspera, d'Orb., P. F., *pl. 742, fig. 1-5*

ABRÉVIATIONS

B. — M. EDWARDS. — *Mémoires sur les Crisies Horneres, etc.* Ann. sc. nat. 1838.
R. — REUSS. — Bœhm. Kreide, 1848.
M. — HAGENOW. — Bryoy. Maastrichter Kreide, 1851.
P. F. — D'ORBIGNY. — *Paléontologie française. Bryoz., crét.*, 1852.
R. — MARSSON. — Bryoz. Weissen. schreibkreide Rugen, 1887.

M. F. KERFORNE

Préparateur de Géologie et de Minéralogie à l'Université de Rennes.

CLASSIFICATION DES ASSISES ORDOVICIENNES DU MASSIF ARMORICAIN (1)

[551.7 (44.6)]

— Seance du 18 septembre —

L'Ordovicien est très bien représenté dans le massif armoricain ; il a été divisé en un certain nombre de niveaux, se différenciant par leur faune et par leur facies.

Ces facies sont variés et souvent trompeurs : des grès, en effet, correspondent quelquefois à des schistes et réciproquement ; de plus, certains niveaux ont une épaisseur assez variable, selon les points où on les étudie.

Il nous a paru intéressant de passer en revue les principales parties du massif armoricain où l'Ordovicien a été étudié et d'en déduire la classification et la correspondance des assises, autant que l'état des études géologiques en Bretagne permet de le faire actuellement. Certains points sont encore obscurs, nous espérons que de prochaines études de détails viendront peu à peu les éclaircir.

Les limites de l'Ordovicien sont précises en Bretagne. On le fait généralement, et nous croyons que c'est avec raison, débuter au grès armoricain, début souvent indiqué par une transgression. Tout le monde est d'accord pour le terminer au-dessous des grès dits « culminants » qui supportent ou contiennent les ampélites avec *Monograptus*. Il n'y a aucun fossile commun entre l'Ordovicien et ces couches supérieures.

Les couches inférieures au grès armoricain, dans lesquelles on peut

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de géologie de l'Université de Rennes, dirigé par M. Seunes

espérer rencontrer un jour la faune primordiale, n'ont fourni jusqu'ici, comme fossiles incontestables et bien caractérisés, que quelques *Lingules*.

Les assises ordoviciennes de Bretagne se prêtent facilement à une division en trois sous-étages que nous désignerons provisoirement sous les noms d'Ordovicien inférieur, Ordovicien moyen et Ordovicien supérieur.

L'Ordovicien inférieur est caractérisé par un facies gréseux et une faune de *Bivalves* et de *Lingules*, accompagnés de quelques *Crustacés*. Il est remarquable qu'on n'y ait pas encore trouvé de *Graptolites*.

L'Ordovicien moyen est caractérisé par un facies en général schisteux et ardoisier, rarement gréseux. Il contient une riche faune trilobitique parmi laquelle *Calymene Tristani Brongn*, est le fossile le plus abondant. On peut le considérer comme caractéristique de ce niveau. On trouve assez rarement quelques *graptolites (Didymograptus)*.

L'Ordovicien supérieur présente un facies variable, tantôt schisteux, tantôt gréseux, tantôt l'un et l'autre. Il est caractérisé par le genre *Trinucleus*. On y trouve quelques rares *graptolites (Diplograptus)*.

Entre ces deux derniers niveaux existe un terme de passage, en général peu épais, contenant encore *Calymene Tristani Brongn.* avec un *Trinucleus* spécial : le *Trinucleus Bureaui OEhl.* La présence de *Calymene Tristani* nous fait ranger ce niveau dans l'Ordovicien moyen, mais comme terme de passage.

Nous allons passer en revue les principales régions ordoviciennes connues du massif armoricain et donner quelques détails :

Finistère. — Dans une série d'études (1) que nous avons publiées sur l'Ordovicien du Finistère, nous avons montré que l'on pouvait y distinguer les niveaux suivants :

Ord. sup.	Tufs et Calcaires de Rosan. Grès de Kermeur. Schistes de Raguenez.
Ord. moyen.	Schistes de Kerarmor à *Trin. Bureaui.* Schistes de Morgat. Grès de Kerarvail. Schistes du Courijou.
Ord. infér.	Grès armoricain.

Nous avons déjà donné assez de détails sur ces couches pour n'avoir pas besoin d'y revenir ici.

(1) Kerforne, 1897. Le niveau à *Trinucleus Bureaui* dans le massif armoricain et en particulier dans la presqu'île de Crozon, *Bull. soc. scient. et m. Ouest*, t. VI.

Kerforne, 1898, Note préliminaire sur le Silurien de la presqu'île de Crozon, *Bull. soc. scient. et m. Ouest*, t. VII.

Kerforne, 1899, Sur l'Ordovicien de la presqu'île de Crozon (Finistère). Comptes rendus Acad. sc., 16 janvier.

Ille-et-Vilaine. — Dans l'Ille-et-Vilaine, nous trouvons deux facies bien distincts, suivant qu'on étudie l'Ordovicien au nord ou au sud du département.

Dans le nord, le facies est plutôt gréseux.

L'Ordovicien inférieur est représenté par le grès armoricain, présentant son facies habituel ; mais il est pour ainsi dire azoïque.

L'Ordovicien moyen est représenté par des schistes (Vitré, Saint-Germain-sur-Ille, Ercé, etc.). Ces schistes présentent deux niveaux qu'aucune assise gréseuse ne sépare : un niveau inférieur et un niveau supérieur ; celui-ci est l'équivalent des schistes de Morgat. A quelques mètres des grès qui le surmontent, près de Champeaux, nous avons trouvé, en plusieurs points, cette faune avec *Placoparia Tourneminei Rou.*, etc.

Tout le monde connaît les grés de Saint-Germain-sur-Ille, la Bouëxière, etc., qui viennent ensuite. Ces grès, puissamment développés contiennent une faune un peu spéciale : *Calymenella Bayani Trom.*, *Trinucleus*, *Lamellibranches*, *Orthis*, *Diplograptus*. Ils semblent se relier aux grès du silurien supérieur ; peut-être cependant quelque horizon schisteux de peu d'importance les en sépare-t-il ? Certaines observations que nous avons faites tendent à le prouver, mais elles ne sont pas encore assez complètes pour nous donner la certitude absolue.

Ces grès paraissent représenter tout l'Ordovicien supérieur. A Saint-Médard-sur-Ille, M. Lebesconte a trouvé dans des schistes, situés immédiatement au-dessous d'eux, un *Trinucleus*, que nous n'avons pas vu. C'est peut-être le *Trinucleus Bureaui*. Cette détermination serait précieuse en ce qu'elle préciserait la base du grès de Saint-Germain : il commencerait alors avec l'Ordovicien supérieur. Si cependant ce n'était pas le *Trinucleus Bureaui*, on aurait là l'équivalent des schistes de Raguenez (Finistère), schistes qui n'ont pas encore été signalés dans cette région et ce serait alors là la base de l'Ordovicien supérieur.

Dans le sud, le facies est bien différent : dans un travail récent (1), nous avons montré qu'on pouvait admettre la classification suivante :

Ord. sup. . . .	Schistes de Riadan.
	Grès grossiers à *Orthis Berthoisi Rou.*
	Schistes psammitico-argileux.
Ord. moyen. . .	Grès du Châtellier ?
	Schistes de Traveusot.
	Schistes de Bain.
Ord. infér. . . .	Grès armoricain.

L'ensemble de l'Ordovicien dans cette région est beaucoup plus schis-

(1) Kerforne, 1899, L'Ordovicien au sud de Rennes, *Bull. soc. scient. et m. Ouest*, t. VIII.

teux ; de plus, le grès armoricain est remarquable par la richesse de sa faune.

Mayenne. — En général, dans la Mayenne, d'après les publications de M. OEhlert et nos observations personnelles, on trouve la succession suivante :

Au-dessus de l'Ordovicien inférieur, représenté par le grès armoricain, toujours semblable à lui-même, vient l'Ordovicien moyen : ce sont des schistes qui, à leur partie supérieure, présentent un horizon paléontologiquement semblable à celui de Morgat, par exemple dans la localité bien connue d'Andouillé.

Au-dessus se trouve le terme de passage : les schistes à *Trinucleus Bureaui OEhl.*

L'Ordovicien supérieur consiste en grès jaunâtres, tendres, psammitiques, sans fossiles.

Dans le sud, vers Montigné, l'Ordovicien est un peu différent ; il se rapproche de celui du nord de l'Ille-et-Villaine, dont il n'est du reste que la continuation vers l'ouest : ordovicien supérieur gréseux et fossilifère, surmonté de quelques schistes avant les grès du silurien supérieur.

Cotentin. — Le Cotentin nous paraît plus difficile comme équivalence de niveaux ; c'est du reste une région qui nous est moins bien connue.

L'Ordovicien inférieur n'y présente pas de difficultés. L'Ordovicien moyen est parfois plus gréseux qu'ailleurs : les grès des Moitiers d'Allonne à *Calymene Tristani*, appartiennent incontestablement à l'Ordovicien moyen.

L'Ordovicien supérieur est gréseux et schisteux. A Ecalgrain, il y a des schistes, dont la faune a été étudiée par M. Bergeron (1) ; nous les assimilons complètement à nos schistes de Raguenez (Finistère) ; ils seraient donc à la base de l'Ordovicien supérieur.

Quant aux autres grès du Cotentin, ils ne sont peut-être pas tous exactement du même âge. En tous cas, on y a signalé (Dalimier, M. Bigot), un niveau schisteux supérieur avec *Trinucleus*. L'Ordovicien supérieur paraît donc y être assez complexe.

Calvados. — L'Ordovicien est admirablement développé et facile à étudier à May-sur-Orne ; nous avons reconnu (2) les niveaux suivants, que nous pouvons classer ainsi :

(1) Bergeron, 1894, *Bull. soc. géol. Norm.*, t. XV.

(2) Kerforne, 1893, Note sur l'Ordovicien de May-sur-Orne, *Bull. soc. scient. et m. Ouest*, t. II.

Ord. sup. . . .	8 Schistes sans fossiles. 7 Grès à *Conulaires*.
Ord. moyen. . .	6 Schistes à *Trinucleus Bureaui*. 5 Grès à *Homalonotus Vicaryi*. 4 Grès à *Calymene Tristani*. 3 Schistes à *Calymene Tristani*.
Ord. inf.	2 Minerai de fer. 1 Grès armoricain.

On voit qu'ici les grès prédominent non seulement dans l'Ordovicien supérieur, mais même dans tout l'Ordovicien. Nous devons en effet ranger dans l'Ordovicien moyen les niveaux 3, 4, 5 et 6 à cause des schistes à *Trinucleus Bureaui* et *Calymene Tristani* associés ; les niveaux 7 et 8 représentent seuls l'Ordovicien supérieur,

---

Cette rapide étude nous montre que les assises ordoviciennes de Bretagne sont nombreuses et variées ;

Qu'elles peuvent se classer en trois grandes divisions générales bien caractérisées ;

Qu'elles présentent des différences de facies très remarquables permettant de distinguer :

1° Une zone septentrionale où les grès dominent : Calvados, Cotentin, etc ;

2° Une zone plus schisteuse ;

3° Une seconde zone gréseuse, moins puissante que la première : Saint-Germain-sur-Ille, Montigné, etc ;

4° Une zone méridionale schisteuse où les schistes prédominent de plus en plus à mesure qu'on s'avance vers le sud.

Si on considère le facies dans le temps, au lieu de le considérer dans l'espace, on voit que le début de l'Ordovicien a été, en Bretagne, franchement et universellement gréseux ; l'Ordovicien moyen correspond à une période plutôt schisteuse ; avec l'Ordovicien supérieur, le facies gréseux prédomine de nouveau, mais il est moins général et moins exclusif que pendant l'Ordovicien inférieur ; c'est plutôt en réalité un facies gréso-schisteux.

Quant à la faune ordovicienne, malgré sa richesse, elle présente dans son ensemble un caractère d'homogénéité remarquable. Elle varie avec les facies, compliquant ainsi la question des équivalences de niveaux. De plus, un très grand nombre d'espèces passent d'un niveau à l'autre, si bien qu'on est souvent obligé de prendre comme base d'étude le maximum de développement d'une espèce plutôt que sa présence, et encore.

faut-il tenir compte des modifications de facies et de considérations géographiques mal connues, paraissant avoir une grande influence sur l'évolution et la distribution des espèces.

M. H.-E. SAUVAGE

Conservateur du Musée de Boulogne-sur-Mer.

CATALOGUE DES REPTILES TROUVÉS DANS LE TERRAIN JURASSIQUE SUPÉRIEUR DU BOULONNAIS [568 : 551.76 (44.27)]

— Séance du 18 septembre 1899 —

Depuis qu'en 1894 nous avons donné la liste des reptiles recueillis dans le Jurassique supérieur du Boulonnais (1), nos connaissances sur ces animaux se sont accrues, de telle sorte qu'il y a lieu, il nous semble, de dresser un nouveau recensement de notre faune herpétologique.

Les parties inférieure et moyenne des terrains jurassiques du Boulonnais n'ont encore fourni que peu de reptiles. Du Bathonien nous ne connaissons que quelques dents de Téléosaurien dans les couches à *Rhynconella obsoleta* et quelques débris d'un Plésiosaurien dans les couches à *Rhynconella elegantula*. Le Callovien moyen, couches à *Cosmoceras Jason*, *Serpula vertebralis*, est plus riche; nous connaissons de ces couches un Ptérodactylien ind., quelques débris d'un Sténéosaure ind., le *Steneosaurus intermedius*, Bigot; du Callovien, couches à *Peltoceras athleta*, du Calvados, un Ichtyosaurien ind. et un Plésiosaurien de grande taille, le *Pliosaurus ferox*, Sauvage (*Liopleurodon*), qui a été retrouvé au même niveau en Angleterre. L'étage Corallien ne nous a fourni qu'une vertèbre d'Ichthyosaure (couches à *Hemicidaris intermedia*).

Le Jurassique supérieur est, par contre, beaucoup plus riche en reptiles; les espèces sont au nombre de 40, ainsi réparties :

ORD. ORNITHOSAURIA

1. *Rhamphorhynchus suprajurensis*, Sauvage.
Kimméridgien : zones à *Aspidoceras caletanum* et à *A. longispinum*.

(1) *Les reptiles du terrain jurassique du Boulonnais. (C. R. Acad. Sc.*; 1894; p. 926.)

ORD. DINOSAURIA

S.-Ord. Sauropoda. Fam. Atlantosauridées

2. *Pelorosaurus humerocristatus*, Hulke (*Caulodon precursor*, Sauvage).
Portlandien supérieur du Boulonnais; Kimméridgien d'Angleterre; Jurassique supérieur du Portugal.
3. *Morinosaurius typus*, Sauvage.
Kimméridgien supérieur.

S.-Ord. Théropoda. Fam. Megalosauridées

4. *Megalosaurus insignis*, E. E. Deslongchamps.
Depuis les couches à *Aspidoceras caletanum* jusqu'à la partie supérieure du Portlandien, où l'espèce est plus abondante. Kimméridgien moyen du Havre. Kimméridgien du Wiltshire, Angleterre. Jurassique supérieur du Portugal.

S.-Ord. Ornithopoda. Fam. des Iguanodontidées

5. *Iguanodon Prestwichi*, Hulke.
Portlandien supérieur. Kimméridgien de l'Oxfordshire, Angleterre.

ORD. CROCODILIA

6. *Goniopholis undidens*, de la Moussaye.
Portlandien supérieur.
7. *Dacosaurus maximus*, Pliensinger (*D. primoevus*, Sauvage).
Kimméridgien supérieur, Portlandien moyen. Kimméridgien de Normandie, de Lot-et-Garonne, d'Angleterre. Portlandien du Hanovre.
8. *Machimosaurus Hugii*, Meyer (comprenant *M. ferox*, Sauvage).
Depuis le Kimméridgien supérieur jusqu'au Portlandien moyen. Kimméridgien supérieur de Lot-et-Garonne. Portlandien de Suisse. Jurassique supérieur du Portugal.
9. *Machimosaurus interruptus*, Sauvage.
Espèce que l'on doit sans doute réunir à la précédente.
Portlandien inférieur, couches à *Stephanoceras portlandicum*.
10. *Steneosaurus Bouchardi*, Sauvage.
Kimméridgien supérieur.
11. *Steneosaurus rudis*, Sauvage.
Kimméridgien supérieur. Portlandien inférieur.
12. *Steneosaurus incertus*, E. E. Deslongchamps sp.
Kimméridgien supérieur. Kimméridgien moyen du Havre.
13. *Metriorhynchus littoreus*, Sauvage.
Kimméridgien supérieur.
14. *Metriorhynchus hastifer*, E. E. Deslongchamps.
Kimméridgien moyen et supérieur. Kimméridgien moyen du Havre.

ORD. CHELONIA

SECT. CRYPTODIRA

15. *Tretosternon sp.*
Portlandien supérieur.
16. *Thalassemys Hugii,* Rutimeyer.
Portlandien moyen. Kimméridgien d'Angleterre. Portlandien de Suisse.
17. *Tropidemys morinica,* Sauvage.
Kimméridgien supérieur.

SECT. PLEURODIRA

18. *Plesiochelys sp.*
Séquanien, zone à *Pygurus jurensis.*
19. *Plesiochelys Beaugrandi,* Sauvage.
Kimméridgien, zone à *Aspidoceras caletanum.*
20. *Plesiochelys Dutertrei,* Sauvage.
Kimméridgien, zones à *Aspidoceras caletanum* et *A. longispinum.*
21. *Plesiochelys sp.*
Portlandien inférieur.
22. *Plesiochelys aff. hannoverana,* Marck.
Portlandien moyen. Kimméridgien du Hanovre.
23. *Plesiochelys sp.*
Portlandien supérieur.
24. *Plesiochelys sp.*
Portlandien supérieur.

SECT. AMPHICHELYDIA

25. *Pleurosternon Bullochi,* Owen.
Portlandien supérieur. Surbeck d'Angleterre.

ORD. ICHTHYOPTERYGIA

26. *Ichthyosaurus entheciodon,* Hulke.
Kimméridgien supérieur. Kimméridgien du Dorsetshire et du Wiltshire.
27. *Icthyosaurus thyreospondylus,* Owen.
Portlandien moyen. Kimméridgien supérieur d'Angleterre.
28. *Ichthyosaurus trigonus,* Owen.
Kimméridgien supérieur. Kimméridgien supérieur d'Angleterre.
29. *Ichthyosaurus sp.*
Portlandien supérieur.
30. *Ophthalmosaurus Cuvieri,* Valenciennes.
Kimméridgien, zones à *Aspidoceras caletanum* et à *A. longispinum.* Kimméridgien du Havre.

ORD. SAUROPTERYGIA

31. *Pliosaurus grandis,* Owen.
Kimméridgien, zones à *Aspidoceras caletanum,* à *A. longispinum ;* Portlandien moyen ; Portlandien supérieur. Kimméridgien supérieur d'Angleterre.

32. *Thaumatosaurus carinatus*, Cuvier.
Kimméridgien moyen et supérieur. Kimméridgien d'Angleterre.
33. *Thaumatosaurus morinicus*, Sauvage.
Kimméridgien, zones à *Aspidoceras orthoceras*, *A. caletanum*, *A. longispinum*.
34. *Polycotylus suprajurensis*, Sauvage.
Kimméridgien supérieur ; Portlandien supérieur.
35. *Muræosaurus portlandicus*, Owen.
Portlandien supérieur. Portlandien d'Angleterre.
36. *Muræosaurus truncatus*, Lydekker.
Kimméridgien moyen et supérieur. Kimméridgien d'Angleterre.
37. *Muræosaurus Dutertrei*, Sauvage *(Colymbosaurus Dutertrei)*.
Kimméridgien supérieur.
38. *Cryptoclidus suprajurensis*, Sauvage.
Portlandien supérieur.
39. *Cryptoclidus brevior*, Lydekker.
Kimméridgien supérieur. Kimméridgien d'Angleterre.
40. *Cryptoclidus trochanterius*, Owen.
Kimméridgien supérieur, Portlandien moyen. Kimméridgien supérieur d'Angleterre (1).

En résumé, nous connaissons, jusqu'à présent, 40 espèces de reptile dans la partie supérieure (Kimméridgien et Portlandien) des terrains Jurassiques du Boulonnais, savoir : *Ornithosauria*, 1 ; *Dinosauria*, 4; *Crocodilia*, 9; *Chelonia*, 11 ; *Ichthyopterygia*, 5; *Sauropterygia*, 10.

M. le Dr Ed. BONNET

à Paris.

PLANTES REPRÉSENTÉES SUR LES VASES DE BOSCOREALE (MUSÉE DU LOUVRE); ÉTUDE HISTORIQUE ET CRITIQUE [530.9]

— Séance du 13 septembre —

Depuis près de trois ans, les visiteurs peuvent admirer, dans l'une des salles du Louvre, le magnifique trésor de Boscoreale donné par le baron Ed. de Rothschild et décrit par M. Héron de Villefosse (2) ; mais ces belles

(1) M. Smith Woodward a bien voulu identifier les espèces de Sauroptérygiens aux genres admis dans les collections du British Museum.

(2) In *Acad. Inscr. et B. L.*, séances des 28 juin, 8 et 15 novembre 1895 (réunies en broch. avec 12 pl., Burette et Cie éd.) et *in* Monuments Piot, *Monuments et mémoires publiés par l'Acad. Inscr. et B. L.*, tome V (1899) ; à mon grand regret, je cite ce dernier mémoire sans le connaître, n'ayant pu en obtenir communication dans les trois grandes bibliothèques de Paris où je l'ai demandé (15 juin 1899).

pièces d'argenterie n'intéressent pas uniquement l'archéologue ou l'artiste, elles ne nous initient pas seulement au luxe intérieur d'une riche villa romaine du premier siècle de notre ère, le naturaliste lui-même peut y glaner quelques renseignements sur les animaux et les plantes connus des anciens et employés comme motifs d'ornement par les artistes de l'antiquité. Je me limiterai, dans la présente notice, à l'étude des plantes et, pour être mieux compris, je résumerai d'abord les particularités relatives à la découverte et à l'histoire de cette remarquable collection d'orfèvrerie.

Le trésor de Boscoreale, ainsi nommé de la localité dans laquelle il a été trouvé, sur la pente du Vésuve, à 1500 mètres au-dessus de Pompéi, se compose de 95 pièces d'argenterie (1) de valeur artistique inégale et d'époques différentes, mais toutes antérieures à l'année 79 de notre ère, date de la catastrophe dans laquelle disparurent Pompéi et les villas environnantes ; à part trois objets d'un usage exclusivement féminin : deux miroirs et une sorte de vide-poche, toutes les autres pièces du trésor constituaient le service de table d'un riche affranchi romain ; ce sont des coupes de formes variées, des canthares, des phiales, des aiguières, des gobelets, des salières, des plats, des casseroles, des moules à pâtisserie, des cuillers à puiser, etc. ; plusieurs de ces ustensiles, décorés avec un goût exquis, sont vraisemblablement des originaux grecs ou des copies de modèles helléniques exécutés par des artistes alexandrins, et cette particularité explique l'emploi, comme motifs décoratifs, de plantes et d'animaux grecs ou européens mélangés à quelques espèces plus spécialement égyptiennes. Les végétaux, au nombre d'une quinzaine, que j'ai pu reconnaître sur les diverses pièces du trésor de Boscoreale, représentent des fruits, des légumes, des céréales et enfin quelques plantes d'ornement ; je les énumère dans la liste suivante, en ajoutant, pour chaque espèce, quelques renseignements historiques et des remarques critiques (2).

Ficus Carica L. — Les figues sont assez nombreuses sur les vases de Boscoreale, on les reconnaît notamment sur la phiale d'Alexandrie, sur la coupe dite à la marmite et enfin sur l'un des gobelets aux squelettes où l'un de ces macabres personnages tient, dans la main gauche, un

(1) Sans compter quelques bijoux de femme : bracelets, pendants d'oreilles, bague, chaîne double, en or, placés dans la même salle que le trésor proprement dit, mais dans une vitrine spéciale.

(2) Dans ces remarques, j'ai cherché à établir, d'après les documents antérieurs à l'an 79 (J.-C.) qui nous sont parvenus, une relation entre les plantes figurées sur les vases de Boscoreale et leur existence en Égypte et en Italie, c'est-à-dire entre la patrie des artistes qui ont exécuté les principales pièces du trésor et le pays où elles ont été découvertes.

Les ouvrages consultés et auxquels le lecteur pourra se reporter sont les suivants : Loret, *Flore pharaonique*, 2e éd., 1892. — Apici Cœli, *De re coquinaria*, éd. Schuch, 1874. — Dierbach, *Flora Apiciana*, 1831. — C. Plinii Secundi, *Historia naturalis*, éd. Lemaire 1827-1831 et éd. Didot, 1860. — Fée, *Commentaires sur la botanique et la matière médicale de Pline, composés pour le Pline de la collection Panckouke*, 1833. — L. J. Moderati Columellæ, *De re rustica*, éd. Didot, 1877. — O. Comes, *Illustrazione delle piante rappresentate nei dipinti Pompeiani*, 1879.

grand plat rempli de figues. Le fruit du figuier est souvent mentionné par les auteurs grecs et latins ; on le trouve parmi les offrandes funéraires des hypogées égyptiens ; une peinture murale de Beni-Hassan, reproduite par Unger *(Die Pflanz. d. Alt. Ægypt.* tab. IV) d'après Rosellini, représente la cueillette des figues par des singes apprivoisés et dressés à ce travail ; enfin les figues et le figuier sont fréquemment peints sur les murs des triclinium pompéiens.

Olea europæa L. — L'olivier figure, soit comme arbre à fruits comestibles, soit comme plante d'ornement, sur la phiale d'Alexandrie et sur deux canthares dont la panse est entourée d'une élégante couronne de branches d'olivier à relief très accusé ; je rapporte également à l'olivier, en raison de la forme et de la disposition des fruits, un rameau ciselé sur la coupe au sanglier, dans lequel M. Héron de Villefosse a cru reconnaître le laurier *(Laurus nobilis* L.*)*.

L'olivier est au moins aussi anciennement connu que le figuier ; il est commun dans les tombes pharaoniques à partir de la XXe dynastie ; Unger en a reproduit *(Die Pflanz. d. Alt. Ægypt.*, tab. III, *fig. 34)*, d'après Lepsius, une figure qui rappelle tout à fait le rameau de la coupe au sanglier ; Columelle énumère une dizaine de races d'olives et nous apprend que les variétés à gros fruits étaient réservées pour la table, tandis que les arbres à petits fruits étaient exclusivement cultivés pour la production de l'huile ; on a recueilli des olives dans les maisons de Pompéi et l'olivier lui-même se reconnaît sur les fresques d'Herculanum et de Pompéi. Apicius mentionne plusieurs fois les olives de même que les figues ; enfin une coupe du trésor d'Hildesheim (Ier siècle de notre ère), mais d'une facture moins élégante que les canthares de Boscoreale, est comme eux entourée de branches d'olivier.

Vitis vinifera L. — On reconnaît plusieurs grappes de raisin parmi les détails de l'emblema de la phiale d'Alexandrie ; sur la coupe au sanglier. d'autres grappes s'échappent d'une hotte à demi renversée ; toutes ont des baies grosses, ovoïdes, rappelant certaines races encore cultivées à notre époque dans les régions méridionales et orientales du bassin méditerranéen.

Les raisins, notamment ceux à gros grains, ne sont pas rares dans les tombes pharaoniques ; Apicius et les agronomes latins parlent longuement des produits de la vigne ; les fresques pompéiennes contiennent de nombreuses représentations aussi bien de la vigne fructifère ou stérile que des grappes seules.

J'attribue également au *Vitis vinifera* L. les feuillages qui entourent deux élégantes coupes de Boscoreale et que M. Héron de Villefosse a iden-

tifiés avec le platane ; dans ces feuillages, je ne puis reconnaître, malgré un examen attentif des originaux et des héliotypies, ni la forme des lobes, ni les dentelures de la feuille du platane d'Orient (*Platanus orientalis* L.), le seul spontané dans l'ancien monde ; à la vérité, la vigne a le plus souvent, mais non toujours, les feuilles cordées à la base, caractère qui manque à la plante de Boscoreale, mais on sait combien sont variables les feuilles de la vigne ; de plus, l'aspect flexueux des jeunes branches ciselées sur les coupes de Boscoreale rappelle bien mieux une liane grimpante et flexible comme la vigne qu'un arbre à rameaux rigides comme ceux du platane ; au reste, on comprend plus facilement la présence de la vigne que celle du platane sur des coupes destinées à figurer dans les festins ; c'est ainsi qu'on peut voir dans le trésor d'Hildesheim une coupe entourée de guirlandes de pampres. A un point de vue différent, je signalerai encore la présence d'une vigne chargée de grappes sur une autre pièce d'orfèvrerie ancienne exposée au Louvre, à côté du trésor de Boscoreale, la tiare d'or offerte au roi Saïtapharnès par le sénat et le peuple d'Olbia (1).

Quant au platane (*Platanus orientalis* L.), il paraît n'avoir été que bien rarement employé comme motif décoratif par les artistes de l'antiquité ; on n'en a jusqu'à présent trouvé qu'une seule peinture à Pompéi dans la maison d'Apollon ; c'était cependant un arbre très estimé des Romains pour l'ornement des villas et des jardins (Cf. Varron, Virgile, Cicéron, Pline l'Ancien, Pline le Jeune, etc.), et les *topiarii* (2), suivant la mode ridicule de l'époque, savaient, en le torturant, le rendre nain ou lui donner, par la taille, des formes bizarres.

Punica Granatum L. — Dans la corne d'abondance que tient à la main l'emblema de la ville d'Alexandrie, on remarque une grenade qui représente, suivant M. Héron de Villefosse, la communauté juive de cette ville ; une grenade se voit encore avec d'autres fruits dans une corbeille de la coupe dite à la marmite. Le grenadier est représenté sur les murs des hypogées égyptiens et son fruit fait partie des offrandes funéraires ; Apicius nomme les grenades *granata mala*, et le grenadier ou ses fruits isolés sont communs dans les fresques de Pompéi et d'Herculanum.

Pinus Pinea L. — Deux cônes de pin pignon font partie des attributs de la ville d'Alexandrie, sur la phiale de ce nom, et on en reconnaît un autre dans la corbeille de fruits de la coupe à la marmite. Les cônes de pin pignon apparaissent en Égypte, parmi les offrandes funéraires, dès la XII^{e} dynastie ; ils deviennent plus communs dans la nécropole gréco-romaine

(1) Cf. Collignon : *La tiare d'Olbia* in *Monuments Piot*, VI fasc. 1., 1899.

(2) Horticulteurs-paysagistes qui avaient la spécialité de tailler les arbres en forme d'animaux ou d'objets divers.

du Fayoum; Apicius nous renseigne sur l'emploi des amandes de pin *(pinei nuclei)* dans la cuisine romaine; l'arbre entier avec ses cônes, des rameaux fructifères ou des cônes seuls, ne sont pas rares dans les peintures murales de Pompéi et d'Herculanum; on en voit aussi dans la mosaïque de la maison du Faune.

Malus communis Lam. — Au nombre des victuailles variées que l'artiste a représentées sur la coupe dite à la marmite, figurent des pommes; elles ressemblent à notre pomme d'api, laquelle correspondrait, parmi les diverses variétés connues des anciens, à la *pomme pétisienne* de Pline (teste Desfontaines). Dès la IXe dynastie, le pommier était assez communément cultivé par les anciens Egyptiens; on voit, à Pompéi, des pommes mélangées à des grenades dans une peinture de la maison d'Adonis et sur une mosaïque de la maison du Faune.

Cucumis Melo L. *var.* — Un melon complète, avec les raisins et la grenade, la série de fruits que la femme, symbolisant la ville d'Alexandrie, porte dans une corne d'abondance; c'est une sorte de petit cantaloup à ombilic déprimé et à côtes assez saillantes; sa taille, à en juger par les proportions respectives des autres fruits, égalait une fois et demie celle de la grenade, ce qui concorde assez bien avec les dimensions que Pline attribue à ses melons qu'il nomme *melopepo*, c'est-à-dire courge sucrée. Si, comme cela paraît assez probable, la plante d'où dérivent nos melons cultivés est originaire de l'Afrique centrale, rien d'étonnant qu'elle se soit d'abord répandue dans la vallée du Nil et que l'artiste alexandrin l'ait fait figurer parmi les productions de la Basse-Égypte; toutefois, la culture de ce fruit a dû être assez tardive, les anciens Égyptiens ne l'ont point connu et on ne l'a jusqu'à présent trouvé que dans la nécropole gréco-romaine d'Haouara. En Italie, le melon a été introduit du temps de Pline, ainsi que le rapporte cet auteur (1); il paraît avoir été ignoré de Columelle, qui ne parle que des concombres; cependant, Apicius mentionne (lib. III, cap. 79) les courges *(pepones)* et les melons *(melones)* (2), ce qui n'est point pour nous étonner si l'on admet, avec certains érudits, que le traité *De arte coquinaria* n'est qu'une compilation postérieure au célèbre gourmand dont elle porte le nom; quoi qu'il en soit, le melon a été assez peu répandu en Italie pendant le premier siècle de notre ère; les fouilles de Pompéi et d'Herculanum n'en ont fourni qu'une seule figure représentant un fruit

(1) En réalité, Pline dit qu'un *melopepo*, issu par hasard d'un concombre cultivé en Campanie, a fourni la souche d'une nouvelle espèce « . . . . forte primo natum ita audio unum; mox semine ex illo genus factum »; mais ce bel exemple de transformisme n'est qu'un de ces contes que l'auteur de l'*Historia naturalis* acceptait sans contrôle.

(2) Dierbach identifie la plante d'Apicius avec le melon de Malte, détermination qui ne peut convenir au fruit ciselé sur la phiale d'Alexandrie.

coupé par la moitié; dans la suite, cette cucurbitacée devint plus commune et Palladius en parle longuement (lib. IV, cap. 7) sous le nom de *melo*, qui a été conservé par les modernes.

Brassica Napus L. *var* **esculenta**. — Sur la coupe au sanglier, entre cet animal et la branche d'olivier dont il a été question plus haut, l'artiste a ciselé une botte de navets; la racine en est subsphérique, un peu turbinée, et les feuilles radicales allongées, très légèrement ondulées sur les bords; ce légume rentre dans la catégorie des navets ronds à feuilles entières de nos modernes horticulteurs; il est, du reste, assez probable que les caractères distinctifs entre les raves et les navets étaient aussi peu précis chez les jardiniers romains que chez les agriculteurs de notre époque. Le navet-rave est l'un des légumes les plus anciennement connus, bien qu'il ne soit pas représenté sur les peintures pompéiennes (1); Apicius indique plusieurs recettes pour accommoder les raves (*rapæ*) et les navets (*napi*); enfin, Pline nous apprend (lib. XVIII, cap. 34), qu'en outre de leur teinte naturelle, on donnait aux raves seize couleurs différentes, parmi lesquelles la couleur pourpre, et il ajoute : « C'est le seul aliment que l'on teigne; neque aliud in cibis tingi decet »; c'est donc à tort que Fée, dans ses *Commentaires*, a interprété ce passage comme s'il se fût agi de colorations naturelles.

Agaricus (*Psalliota*) **campestris** L. — Un champignon, qu'à sa forme on peut assez vraisemblablement identifier avec l'agaric champêtre, fait partie des victuailles variées qui ornent la panse de la coupe dite à la marmite. Les gourmets romains savaient apprécier les champignons, principalement les agarics, les oronges, les morilles et les truffes; l'empereur Claude estimait surtout l'oronge (*Ammanita Cæsarea* Schæf), tandis qu'Horace préférait l'agaric champêtre, ainsi que semble l'indiquer ce vers :

. . . . . pratensibus optima fungis
Natura est.

Apicius consacre plusieurs chapitres (lib. III, cap. 107-112) aux divers champignons qu'il réunit sous les dénominations de *sfondili* et *funguli*. Comme l'a fait remarquer M. Héron de Villefosse, la représentation des champignons est assez rare sur les objets antiques et, parmi les peintures de Pompéi, on n'en connaît qu'un seul exemple que M. Comes a rapporté à l'*Ag. deliciosus* L.

Triticum sativum Lam. — Cette céréale est représentée, sur les vases de Boscoreale, par deux races : l'une, parmi les attributs de la phiale

(1) Schouwy a bien jadis signalé une rave (?) mais cette peinture n'a pas été retrouvée par M. O. Comes.

d'Alexandrie, est un blé sans barbes (1); l'autre, sur l'un des vases dits aux cigognes, à épis plus gros et longuement barbus, paraît être le T. *turgidum* L. La représentation du blé et de la moisson est assez fréquente sur les monuments de l'ancienne Égypte et aussi sur les fresques Pompéiennes; enfin, des grains de froment ont été souvent extraits des tombes pharaoniques et des maisons de Pompéi ou d'Herculanum.

Sorghum cernuum Host. — Une autre céréale, dont la culture est plus spéciale à l'Afrique, se reconnaît très facilement sur le vase aux cigognes; c'est une variété du sorgho commum *(Sorghum vulgare* Pers.*)*, à panicule compacte et penchée, dont quelques auteurs ont fait une espèce sous le nom de *S. cernuum*.

Il n'est pas certain que les Égyptiens de l'époque pharaonique aient connu le sorgho; Schweinfurth le nie formellement tandis qu'Alph. de Candolle pense que la plante trouvée dans les tombes appartient au sorgho sucré *(S saccharatum* Pers.*)*; à cette même espèce il rapporte également le grand millet, que Pline dit avoir été introduit en Italie de son temps. Puisque les orfèvres alexandrins ciselaient le sorgho sur les vases de Boscoreale, on peut en conclure que cette céréale était commune dans la Basse-Égypte dès le premier siècle de notre ère; par contre, cette même plante devait être inconnue, à la même époque, ou tout au moins très rare dans l'Italie méridionale, car la seule représentation du sorgho commun *(S. vulgare* Pers.*)* qu'on ait constatée à Pompéi, fait partie d'un paysage auquel la présence de l'éléphant et du lion imprime un caractère nettement africain.

Papaver somniferum L. — A côté du sorgho, sur le vase aux cigognes, le pavot officinal se reconnaît à ses grosses capsules subglobuleuses, couronnées d'un large disque crénelé sur les bords et portées par de longs pédoncules. Suivant Pline, qui rappelle à ce propos l'anecdote de Tarquin le Superbe, on cultivait, de très longue date, en Italie, deux espèces de pavot, le blanc et le noir (*P. candidum* et *P. nigrum)*, qui correspondent à deux races du *P. somniferum* des modernes; les graines du pavot blanc, rôties et accompagnées de miel, constituaient un mets fort en honneur auprès des vieux Romains; mais, à l'époque de Pline, les gens de la campagne seuls usaient encore de cet aliment; le lib. XX, cap. 76, de l'*Historia naturalis* contient d'intéressants détails sur l'opium et sa préparation et nous apprend, en outre, que l'opium d'Alexandrie était toujours plus ou moins adultéré; on a conclu de ce passage de Pline que le pavot officinal devait être connu des anciens Égyptiens, ce qui n'est pas absolument

(1) Plusieurs pieds de froment sans barbes font également partie des ornements de la tiare d'Olbia.

démontré, attendu que cette plante n'a pas été trouvée dans les tombes, ni reconnue sur les monuments de l'époque pharaonique ; elle n'est pas non plus figurée dans les fresques de Pompéi, d'après M. Comes, qui n'y a vu que le *P. Rhœas* L.

Le *P. somniferum* est plusieurs fois et parfaitement représenté sur la tiare de Saïtapharnès, que j'ai déjà eu l'occasion de citer à propos d'autres espèces.

Rosa sp. — Une élégante guirlande de roses entoure chacun des gobelets dits aux squelettes ; cette association de la reine des fleurs avec l'image de la mort était, chez les anciens, une allusion à la brièveté de la vie et à la nécessité d'en jouir sans retard ; on sait que dans les festins les convives, et souvent même les coupes, étaient couronnés de roses (1) et, ce qui paraîtra sans doute plus étonnant à nos modernes gourmets, la rose entrait dans plusieurs préparations culinaires ; Apicius donne (lib. I et IV, cap. 4 et 178) la recette d'un *vinum rosatum* et celle d'un *minutal ex rosis ;* Dierbach rapporte la rose d'Apicius au *R. centifolia* L. et M. Comes a cru reconnaître les *R. damascena* Mill et *R. centifolia* L. parmi les peintures de Pompéi ; enfin le *R. sancta* Rich. a été trouvé, en Égypte, dans la nécropole gréco-romaine d'Haouara. A part cette dernière détermination qui est certaine, toutes les autres identifications des diverses espèces ou variétés de roses connues des anciens ne reposent que sur des présomptions ; quant aux guirlandes des gobelets de Boscoreale, elles sont presque uniquement composées de boutons qu'il est impossible de rapporter à l'une des variétés actuellement connues ; quelques rares fleurs épanouies, assez maladroitement représentées par l'artiste avec quatre pétales, sont simples, ce qui justifierait l'emploi presque exclusif des boutons dans la composition de ces couronnes, car on sait que les roses à fleurs simples s'effeuillent avec la plus grande facilité dès qu'elles sont épanouies.

Hedera Helix L. — Sur le canthare de Bacchus enfant, ce dieu, chevauchant une panthère, porte en sautoir un rameau de lierre, tandis qu'un petit amour tire l'extrémité d'une longue branche du même arbuste qui entoure le corps de la panthère.

Le lierre, inconnu des Égyptiens de l'époque pharaonique, n'a été trouvé qu'une seule fois dans la nécropole gréco-romaine d'Haouara, mais c'est un motif ornemental souvent employé dans les peintures de Pompéi et d'Herculanum ; on le reconnaît aussi parmi les plantes représentées sur la mosaïque de la maison du Faune.

(1) Cf. : Saint-Olive, *Les Romains de la décadence* p. 60 ; S. Blondel, *Recherches sur les couronnes de fleurs*, p. 79. — Sur l'histoire de la rose consulter : Ch. Joret, *La rose dans l'antiquité et au moyen âge.*

Quercus Robur L. *(pedunculata* Ehrh.). — L'emblema de la phiale d'Alexandrie est entouré d'une couronne formée de branches alternées d'olivier et de chêne. Le *Q. pedunculata* Ehrh. n'existe pas en Égypte, mais il est commun en Italie et en Grèce dans la région montagneuse ; le chêne Rouvre *(Q. pedunculata* Ehrh. et *Q. sessiliflora* Sm.) est fréquemment représenté dans les paysages et les bosquets peints sur les murs des maisons de Pompéi ; une branche de chêne, portant des glands, figure aussi dans la mosaïque de la maison du Faune.

Telles sont les identifications que je propose pour les plantes qui décorent les pièces d'argenterie de Boscoreale ; quelques espèces restent cependant indéterminables, soit par suite des déformations que leur a fait subir la fantaisie de l'artiste, soit encore parce que certaines parties des vases ont souffert de leur long séjour dans les cendres du Vésuve.

Enfin, outre les plantes de la tiare d'Olbia que j'ai mentionnées incidemment dans ce travail, on reconnaît encore sur ce bijou royal : un arbuste stérile, probablement un laurier *(Laurus nobilis* L.*)*, une monocotylédone aquatique, sans fleurs, ni fruits, à côté d'un dauphin et plusieurs dattiers *(Phœnix dactylifera* L.*)* également stériles, mais dont l'identification ne laisse aucun doute.

M. Henri JODIN

Préparateur de Botanique à l'Université de Paris.

FORMATIONS SECONDAIRES DE LA RACINE DES BORRAGINÉES (1)

[581.7 : 583.77]

— Séance du 15 septembre —

Les formations secondaires, et particulièrement les formations secondaires internes, apparaissent de très bonne heure dans la racine des Borraginées. Chez une plantule dont l'axe épicotylé commence à peine à se développer, la racine présente déjà de nouvelles formations qui se sont surajoutées aux tissus primaires.

Le mode de développement et la structure des tissus secondaires, malgré leur homogénéité apparente, présentent un certain nombre de particularités que nous allons étudier chez certains genres.

Alkanna tinctoria Tausch. — Les formations secondaires externes sont très

(1) Travail fait au Laboraire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

épaisses. L'assise génératrice subéro-phellodermique (a.g.e. *fig. 1)* se forme aux dépens du péricycle; elle fonctionne très activement et donne naissance à une couche épaisse de liège *(λ fig. 1)*, qui ne tarde pas à s'exfolier, et à du phelloderme d'aspect normal (Ph. *fig. 1)*. Au bout d'un certain temps, cette assise cesse de fonctionner; mais, à ce moment même, aux dépens de la plus interne des assises de cellules phellodermiques, se reforme une nouvelle assise génératrice (a.g.e.$_2$ *fig. 1)* dont le fonctionnement est identique à celui de la précédente. Nous assistons ainsi, dans ce genre, à la formation typique de rhytidomes.

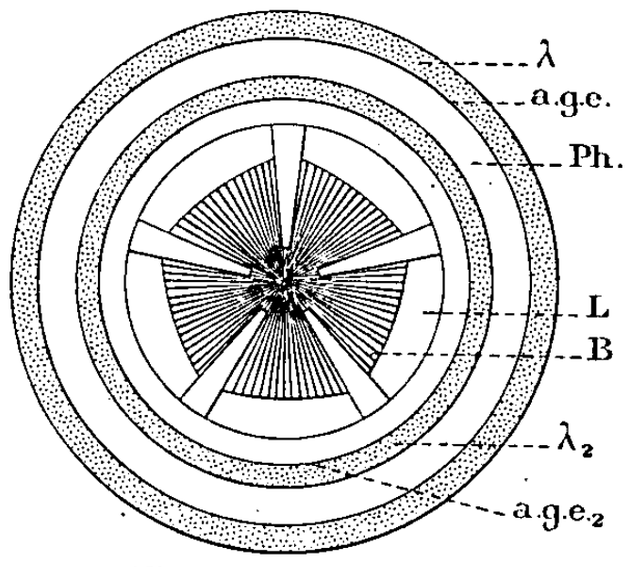


FIG. 1. — *Alkanna tinctoria.* — Coupe de racine âgée. — B, Bois. — L, Liber. — Ph, Phelloderme. — a.g.e., a.g.e.$_2$, assise génératrice externe. — λ, λ$_2$, liège.

L'anneau libérien est assez épais; il est séparé du bois par une mince couche de tissus jeunes, développés de part et d'autre de l'assise génératrice interne. Le massif ligneux a, en coupe, une forme à peu près pentagonale, formé de bois et de parenchyme scléreux. Il s'étend à peu près jusqu'au centre de la racine. Cependant, cinq régions semblent ne pas devoir se lignifier, au moins totalement, ce sont cinq bandes radiales partant de la région centrale et allant au milieu des côtés du pentagone dont nous venons de parler.

Anchusa officinalis L. — L'assise génératrice externe, en se développant aux dépens du péricycle, exfolie l'écorce, dont les cellules primitivement sphériques ont été complètement aplaties par la pression venant de l'intérieur.

La zône génératrice libéro-ligneuse est assez peu développée. Le bois secondaire s'est formé de chaque côté de la lame vasculaire primaire (la structure primaire étant binaire) et, par conséquent, en dehors des faisceaux libériens primaires. Il n'y a eu aucune formation ligneuse secondaire, dans le prolongement de chaque faisceau ligneux primitif; aussi trouve-t-on, en cet endroit, une sorte de rayon de parenchyme non lignifié (p, *fig. 2)*. En deux points diamétralement opposés, *m* et *m'*, l'assise génératrice a donc fonctionné pour donner naissance à un parenchyme qui ne subit aucune différenciation. En outre, après une certaine lignification uniforme de chaque côté de la lame vasculaire primaire, le tissu produit par l'assise génératrice interne cesse de se différencier suivant certains arcs seulement; on peut assister de la sorte à la naissance de rayons de parenchyme cellulosique *a*, devenant d'autant plus longs que le diamètre de la racine est plus considérable, et partageant, pour ainsi dire, le massif ligneux en un certain nombre de secteurs *b* réunis au centre par leur pointe.

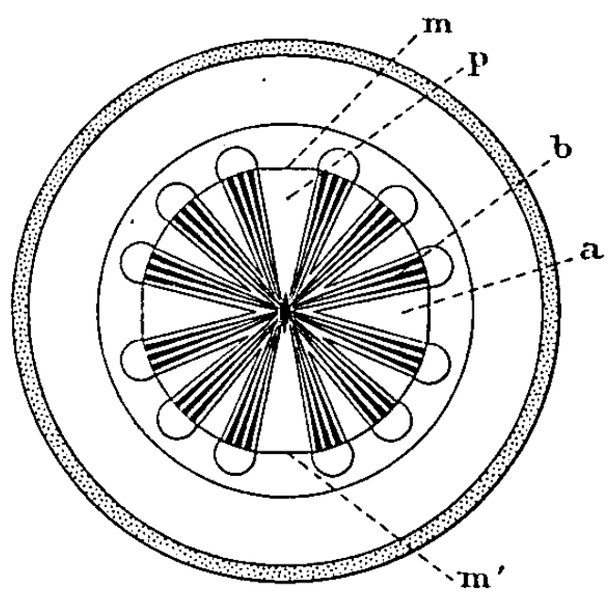


FIG. 2. — *Anchusa officinalis.* — Coupe de racine âgée. — *a*, rayon du parenchyme cellulosique. — *b*, secteur ligneux du cylindre central. — *m*, *m'* portions de l'assise génératrice qui ne donnent jamais de bois, mais du parenchyme *p*.

Nonnea alba D. — Les choses se passent à peu près comme dans l'exemple précédent, et l'aspect des tissus est presque le même. Toutefois, les vaisseaux du bois sont ici de calibre plus petit, et le parenchyme qui relie les vaisseaux dans les secteurs *b (fig. 2)* n'est pas sclérifié; mais il se distingue nettement du parenchyme des secteurs tels que *a*; en *b*, les cellules ont, en coupe transversale, des dimensions sensiblement égales dans tous les sens, tandis qu'en *a* elles sont plus longues dans le sens radial.

Borrago officinalis. L. — L'assise génératrice externe, née comme précédemment, donne très peu de liège.

Le massif vasculaire central est constitué, de la même manière, par deux groupes de vaisseaux ligneux secondaire, développés de chaque côté de la lame ligneuse primaire. Au début, le méristème né vers l'intérieur de l'assise génératrice interne, a formé, par la différenciation de certaines de ses cellules, quelques vaisseaux de bois secondaire. Au bout d'un certain temps, en même temps que se forment de nouveaux vaisseaux, le parenchyme intercalaire se sclérifie vers l'extérieur. En résumé, si l'on examine une coupe de racine de *Borrago* arrivée à ce degré de développement, on voit que la disposition des éléments vasculaires ligneux est la suivante *(fig. 3)* : 1° Au centre, dans un parenchyme non différencié, des vaisseaux de bois secondaire disséminés; 2° autour de cette première zone, une seconde, représentée par un parenchyme entièrement sclérifié, dans lequel les vaisseaux de bois secondaire sont un peu plus abondants.

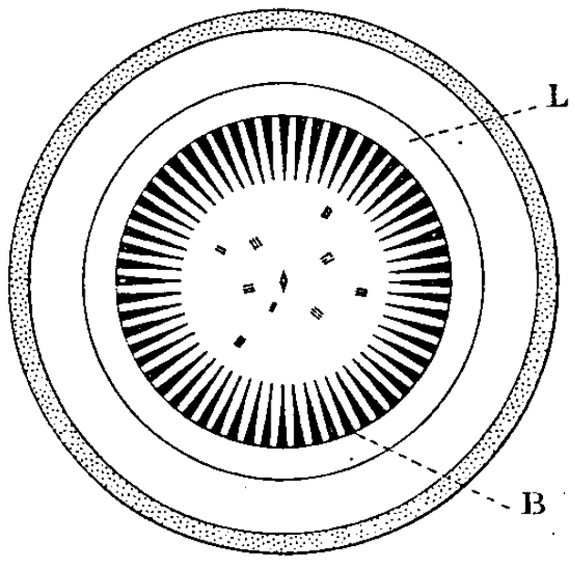


FIG. 3. — *Borrago officinalis*. — Coupe de racine âgée. — L, Liber. — B, Bois.

Pulmonaria officinalis L. — Dans la racine de *Pulmonaria*, on voit apparaître relativement peu de formations secondaires. Elles commencent à apparaître beaucoup plus tard que dans les genres précédents, ce qui permet d'étudier mieux qu'ailleurs le mécanisme de leur apparition. L'assise génératrice externe fait toujours complètement défaut, et l'écorce, avec son assise pilifère, a toujours identiquement le même aspect que dans la racine très jeune. L'assise génératrice interne se forme d'une façon absolument normale, se développant, en dedans des faisceaux libériens, aux dépens du parenchyme médullaire, et, en dehors des faisceaux ligneux, aux dépens du péricycle. Par rapport aux faisceaux ligneux primaires (B_1, *fig. 4)*, les premiers vaisseaux de bois secondaire apparaissent toujours dans le tissu médullaire qui les sépare, c'est-à-dire en face des faisceaux libériens. Comme la racine

FIG. 4. — *Pulmonaria officinalis*. — Coupe de racine âgée. — A, arc vasculaire secondaire. — B_1, bois primaire.

possède, en général, de cinq à six faisceaux primaires, dans le genre *Pulmonaria*, on voit de la sorte cinq à six arcs vasculaires (A, *fig. 4*) séparés en deux par l'assise génératrice, et formés de bois à l'intérieur et de liber à l'extérieur. La moelle reste complètement parenchymateuse ; à un certain moment, cependant, il s'y forme, en plus ou moins grand nombre, des vaisseaux séparés par des cellules qui conservent leurs parois minces. Le parenchyme qui sépare les vaisseaux ligneux du bois secondaire ne se lignifie jamais, même chez les racines les plus âgées.

Cynoglossum officinale L. — Les formations ligneuses secondaires consistent uniquement en vaisseaux généralement réticulés et ponctués, assez clairsemés dans le parenchyme du cylindre central. Ce parenchyme, issu de l'assise génératrice interne, formé de cellules tantôt polyédriques, tantôt arrondies, formant entre elles des méats, reste toujours cellulosique.

Amsinckia angustifolia. — Au moment de l'apparition, normale d'ailleurs, de l'assise génératrice externe, les formations secondaires internes sont déjà très développées. En effet, on peut voir de nombreux vaisseaux de bois secondaire réunis les uns aux autres par un parenchyme déjà fortement lignifié. Mais cette lignification, relativement précoce, s'arrête au bout d'un certain temps, et la zone de tissu secondaire qui se forme alors se compose de vaisseaux parsemés dans un parenchyme qui reste cellulosique. Ce n'est que plus tard que la lignification recommence et se fait de la même façon qu'au début. En résumé, dans la tige âgée (*fig. 5*), le système ligneux nous apparaîtra ainsi constitué : des vaisseaux de bois distribués à peu près régulièrement entre trois zones concentriques, dont l'externe et l'interne ont un parenchyme lignifié et l'intermédiaire un parenchyme cellulosique.

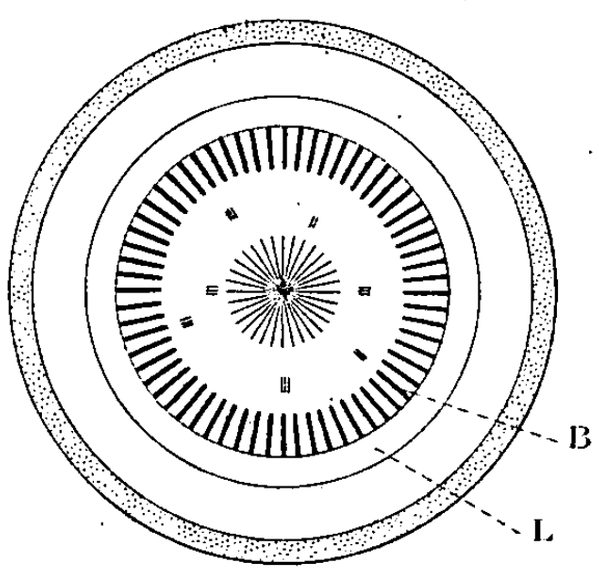


FIG. 5. — *Amsinckia angustifolia.* — Coupe de racine âgée. — B, Bois. — L, Liber.

Lithospermum officinale L. — L'assise génératrice externe est toujours péricyclique. Au moment où elle apparaît, les formations secondaires internes sont peu développées. On ne voit guère encore à ce moment qu'une dizaine de vaisseaux ligneux, de chaque côté de la lame ligneuse primaire, et séparés par un parenchyme issu de l'assise génératrice. Ce parenchyme ne se différencie pas, et, pendant la croissance de la racine, de nouveaux vaisseaux apparaissent à côté des anciens, dans le sens radial. Dans la racine adulte, on voit donc des files plus ou moins continues de vaisseaux, séparées les unes des autres par des secteurs d'un épais parenchyme cellulosique.

Echium vulgare L. — Les vaisseaux de bois secondaire apparaissent de bonne heure, se formant aux dépens du tissu parenchymateux central (*fig. 6*). Ce tissu, non différencié au voisinage du centre, commencera à devenir ligneux à partir d'une certaine limite; c'est également à partir de cette limite, que la formation des vaisseaux deviendra beaucoup plus active. Donc, à la première

région, région centrale, où l'on trouve peu de vaisseaux dans un parenchyme non différencié, se superpose une seconde, où les vaisseaux sont très nombreux dans un parenchyme scléreux. Cette région externe est elle-même divisée en un certain nombre de secteurs par des rayons de parenchyme non différencié *(a, fig. 6)*, qui se perdent tous dans la région centrale.

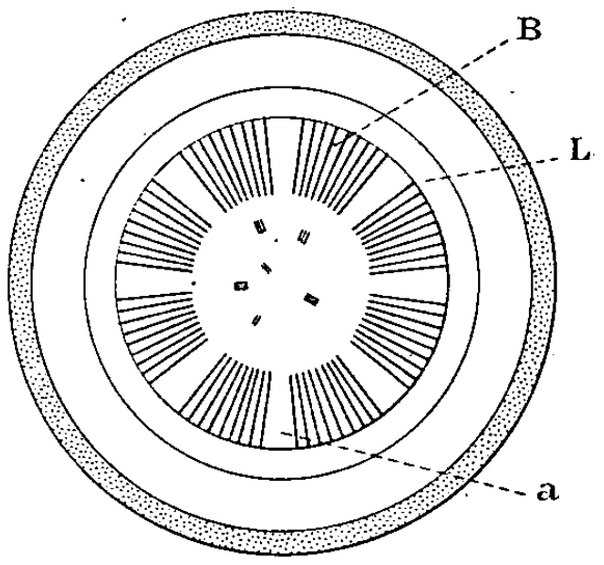


FIG. 6. — *Echium vulgare*.— Coupe de racine âgée. — B, Bois. — L, Liber. — *a*, rayon de parenchyme cellulosique.

Cerinthe minor L. — Les formations secondaires externes sont très peu épaisses.

Les vaisseaux de bois secondaire se développent de très bonne heure; ils sont de très grande dimension. La sclérification du parenchyme intermédiaire a lieu très rapidement, sauf en face de la pointe des faisceaux ligneux, où elle ne se produit pas. Le méristème fourni par l'assise génératrice interne se différencie très rapidement en liber et en bois, si bien que le liber et le bois sont très rapprochés, et que le cercle de bois est extrêmement développé par rapport au diamètre de la racine. C'est sans aucun doute parmi les espèces de Borraginées annuelles, dans le genre *Cerinthe*, que les formations secondaires ligneuses sont le plus développées.

Omphalodes linifolia Mœnch. — Au moment de l'apparition des formations secondaires externes, les formations secondaires internes sont très développées *(fig. 7)*. Le liber forme un anneau très épais; quant au bois, il est représenté par des vaisseaux de petit calibre, au milieu d'un parenchyme entièrement sclérifié. Cette sclérification se fait de proche en proche, au fur et à mesure de la formation du méristème issu de l'assise génératrice interne ; les vaisseaux de bois s'alignent régulièrement les uns à côté des autres, dans le sens radial. Dans la racine âgée, il ne reste plus en tout, dans le massif ligneux, que deux zones extrêmement restreintes, non lignifiées *(p. fig. 7)*, formées de trois à quatre cellules très petites, et situées à la pointe des faisceaux ligneux primaires.

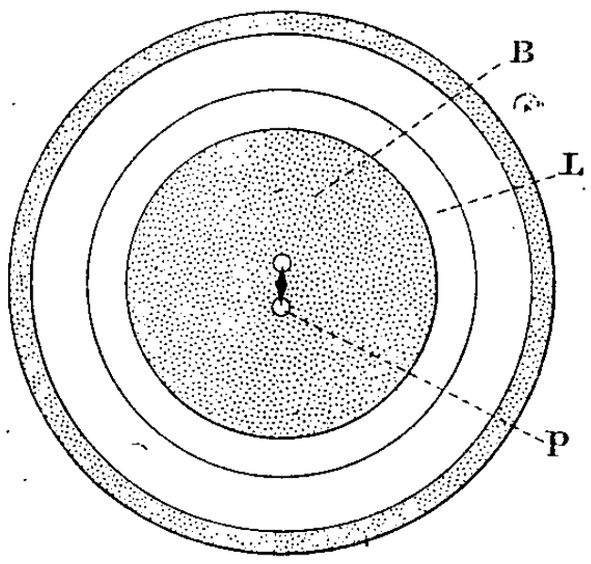


FIG. 7. — *Omphalodes linifolia*. — Coupe de racine âgée. — B, Bois. — L, Liber. — *p*, parenchyme non différencié.

Myosotis intermedia Link. — Le nombre des vaisseaux ligneux est considérable, et la sclérification du parenchyme intercalaire se fait très lentement et très inégalement.

Symphytum officinale L. — La croissance de la racine est très rapide; aussi peut-elle atteindre des dimensions relativement considérables. Malgré cela, le système vasculaire y est très faiblement représenté. On voit, en effet, quelques groupes de vaisseaux, très peu nombreux (v. *fig. 8*), parsemés çà et là dans le

parenchyme du cylindre central. L'assise génératrice ne donne qu'en des points assez éloignés, du méristème, destiné à donner, par la différenciation de ses cellules, les éléments vasculaires. Les arcs générateurs de ce méristème sont, en moyenne, de huit à dix pour une racine de taille moyenne, et la formation des vaisseaux n'y est pas très active.

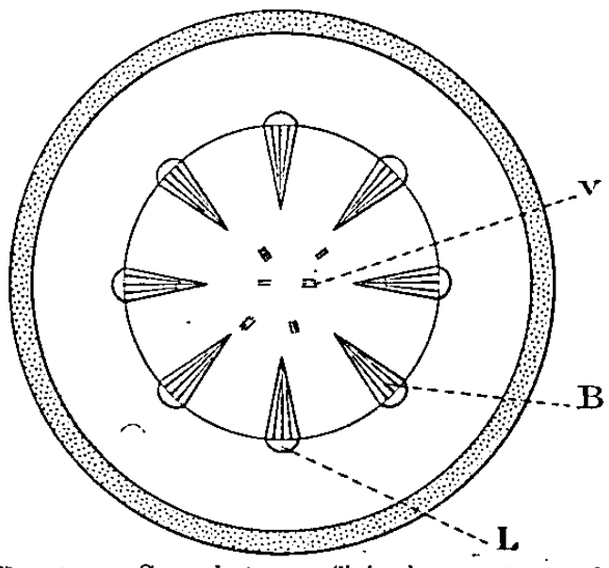


FIG. 8. — *Symphytum officinale.* — Coupe de racine âgée. — B, Bois. — L, Liber. — v, vaisseaux de bois disséminés dans du parenchyme non différencié.

Heliotropium curassavicum L. — L'assise génératrice externe se forme, comme chez les plantes précédentes, dans le péricycle, en exfoliant les cellules de l'endoderme, dont les débris subsistent encore très longtemps. Cette assise fonctionne en donnant, vers l'extérieur, un liège peu abondant, et vers l'intérieur, un tissu phellodermique très épais.

Le méristème issu de l'assise génératrice interne se différencie très rapidement, de sorte que l'épaisseur de la zone génératrice libéro-ligneuse est peu considérable. L'assise génératrice est composée de deux sortes d'arcs générateurs alternant régulièrement : les uns donnent du méristème se différenciant en bois et liber, les autres produisent le parenchyme qui sépare les secteurs ligneux à l'intérieur et les îlots libériens secondaires à l'extérieur.

Echinospermum Lappula Lehm. — Les formations subéro-phellodermiques sont extrêmement peu épaisses.

Les formations ligneuses sont relativement très développées, et la lignification du tissu intervasculaire est absolument complète. En outre, le calibre des vaisseaux de la région centrale de la racine est considérable.

Lycopsis arvensis L. — La structure est à peu près la même que dans le genre précédent.

En résumé, on constate en même temps, dans la racine des Borraginées, des formations secondaires externes et internes. Seules, les formations secondaires externes peuvent faire défaut, notamment dans le genre *Pulmonaria*. L'assise génératrice externe se forme toujours aux dépens du péricycle, elle donne une mince couche de liège et un phelloderme assez épais. Dans le genre *Alkanna*, on constate la formation de rhytidomes.

Les formations secondaires internes, dont la présence est toujours constante, sont représentées par un tissu dont la différenciation en bois et liber est plus ou moins complète. Dans les genres *Omphalodes* et *Cerinthe*, cette différenciation est à peu près totale. Dans les genres *Alkanna*, *Anchusa*, *Echium*, le massif ligneux est divisé par un certain nombre de secteurs cellulosiques. Dans les genres *Amsinckia*, *Borrago*, la différenciation du parenchyme central se fait très irrégulièrement en affectant souvent la forme d'anneaux; enfin, elle est extrêmement réduite dans le genre *Symphytum*.

M. C.-A. PICQUENARD

à Quimper.

LA FLORE ET LE PAYSAGE EN BASSE-BRETAGNE [581.9(44.1)]

— Séance du 15 septembre —

Simple note, destinée à mettre en lumière quelques caractères saillants de la flore de la Basse-Bretagne.

Séparée de la Bretagne de l'est (ou Haute-Bretagne) par sa langue, par les costumes et par les mœurs de ses habitants, par l'aspect de son paysage, par la ligne des isochimènes qui passe à peu près par Vannes et par Saint-Brieuc, la Basse-Bretagne est séparée aussi de la Haute-Bretagne par l'aspect de certaines stations de plantes.

C'est surtout à l'intérieur que l'on peut relever les traits les plus caractéristiques de la végétation et je me bornerai, en conséquence, à l'examen rapide de trois stations de l'intérieur.

1) En dehors de la prédominance des *landes* à *Ulex europæus* et *nanus* dans la Basse-Bretagne, nous devons noter dans ces landes l'absence de plusieurs plantes que j'ai appelées *xérophiles* et qui sont largement répandues dans beaucoup de landes pierreuses de la Haute-Bretagne, à savoir *Helianthemum umbellatum*, *Astrocarpus Clusii* et *Festuca Poa*. L'absence de ces plantes en Basse-Bretagne n'est pas liée à la nature du sous-sol, puisque les terrains schisteux où on les trouve ne manquent pas en Basse-Bretagne. Je crois plutôt que ces plantes s'arrêtent à l'ouest, près de la ligne des isochimènes qui marque la limite entre le climat marin et le climat continental. On verra plus loin que les grandes espèces que j'ai appelées *hygrophiles* et qui sont si développées en Basse-Bretagne franchissent avec peine, vers l'est, la ligne des isochimènes et sont mal représentées dans la Haute-Bretagne.

2) La flore des *marais* est aussi toute différente dans la Haute et dans la Basse-Bretagne. Au lieu des marais fangeux, encombrés de *Phragmites communis*, de *Sparganium ramosum*, de *Glyceria spectabilis*, de *Carex riparia*, de *Nasturtium amphibium*, etc., qui sont si nombreux en Haute-Bretagne, on ne trouve guère, à l'intérieur de la Basse-Bretagne, que des marais tourbeux à *Sphagnum* où croissent *Erica tetralix*, *Aira cærulea*, *Drosera rotundifolia*,, *D. intermedia*, *Pinguicula lusitanica*, *Narthecium*

ossifragum, *Viola palustris*, *Carex vulgaris*, *Sphagnum Pylæi*, *Peucedanum lancifolium*.

3) Mais la végétation observée dans les *bois* offre quelques caractères extrêmement saillants. Je laisse de côté les plantes vasculaires et je jette un coup d'œil sur la flore lichénologique qui, en Basse-Bretagne, présente un aspect si particulier.

Il est inutile de chercher en Haute-Bretagne des arbres décorés presque partout *en abondance* par le chevelu d'énormes *Usnæa florida*, *dasypoga*, *ceratina* et *articulata* et de *Borrera flavicans ;* par les thalles non moins développés, non moins nombreux, de *Sticta pulmonacea*, de *Stictina limbata*, *sylvatica*, *fuliginosa*, *scrobiculata*, de *Ricasolia herbacea* et même de *Ricasolia glomulifera*, de *Stictina Dufourei* et de *Sticta aurata*, etc. A part ces trois dernières espèces, tout cela est banal en Basse-Bretagne et donne aux forêts de cette région leur cachet de forêts *insulaires*. En plus, il faut remarquer que plusieurs de ces espèces sont d'une grande fertilité dans les forêts bas-bretonnes. Citons les *Usnæa florida* et *ceratina*, *Sticta pulmonacea*, *Stictina scrobiculata*. Est-ce qu'à la forêt du Kranou, dans les montagnes d'Aré, en un point que baignent souvent les nuages, je ne vois même pas, fait exceptionnel pour l'Europe, fructifier régulièrement le *Sticta aurata* ? Il y a ici relation entre l'humidité *constante* de l'air et le développement des Lichens et c'est pour cela que les espèces citées sont si rares en Haute-Bretagne, où le climat devient sensiblement continental, partant plus sec.

Donc, grand développement des landes à *Ulex europæus* et *nanus ;* présence de nombreux marais à *Sphagnum ;* pullulation des grands Lichens foliacés et fruticuleux sur les arbres des forêts, voilà trois caractères extrêmement saillants qui différencient la flore de la Basse-Bretagne de celle de la Haute-Bretagne.

MM. C.-Eg. BERTRAND et F. CORNAILLE

SUR QUELQUES CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE DES FOUGÈRES ACTUELLES

[587]

— Séance du 15 septembre —

L'organisation du stipe et de la fronde des Fougères actuelles révèle-t-elle un type unique reconnaissable dans les diverses subdivisions de cette classe ? Quelles sont les caractéristiques de cette structure ? Les retrouve-t-on chez les Cycadées ? Inversement, voit-on poindre dans l'appareil végétatif

des Fougères la préparation des caractéristiques du type cycadéen ? Telles sont les questions que les auteurs de cette note se sont proposé de résoudre. Ils procèdent par exemples concrets. Prenant comme point de départ la structure connue de la fronde de l'Osmonde, ils montrent que sa trace foliaire est un assemblage de pièces élémentaires qu'on peut lire : soit comme un groupe trachéen duquel partent deux lames ligneuses à différenciations divergentes, tapissées de liber sur leurs deux faces, soit comme un faisceau bipolaire. Deux faisceaux consécutifs étant unis par leurs pôles trachéens voisins, les groupes trachéens deviennent ainsi des pôles doubles. Il n'y a pas actuellement de raisons décisives permettant de choisir l'une ou l'autre de ces deux unités. Pourtant la seconde paraît s'appliquer à un plus grand nombre de faits. On la retrouve chez les Sélaginelles. L'analyse précise des formes fossiles permettra peut-être de décider laquelle de ces deux solutions il convient d'adopter. En se ramifiant dans la partie supérieure de la fronde, la trace foliaire conserve toujours le même caractère. En rentrant, au contraire, dans le stipe, la trace foliaire se jette sur deux masses réparatrices composées de vaisseaux scalariformes. Dans cette partie inférieure, le pôle double médian de la trace foliaire conserve une position constante. Il s'éteint dans la masse ligneuse unique résultant de la confluence des deux groupes réparateurs. Les trachées voisines de la périphérie du bois sont séparées de sa marge par des vaisseaux grêles, la différenciation y progresse suivant deux lignes divergentes. Dans ce stipe, le centre de figure γ d'un faisceau bipolaire élémentaire tombe souvent entre deux groupes ligneux. Il n'y a de trachées que dans les six ou sept dernières traces foliaires en émission. Comme caractère propre aux Osmondacées, le liber externe du stipe, seul développé, y forme une couronne continue.

Dicksonia montre la trace foliaire plissée en autant de lobes qu'il y a de pôles doubles. Chez *Cyathea*, les lobes s'isolent les uns des autres. Le premier type d'unité libéro-ligneuse apparaît ici réalisé d'une façon concrète. Les centres de figure des faisceaux bipolaires sont placés dans le tissu fondamental, entre deux groupes libéro-ligneux consécutifs.

Chez l'*Onoclea*, Polypodiacée à indusies en disques peltés, on constate une réduction prodigieuse de l'arc médian postérieur de la trace : c'est un caractère propre de l'Onoclea. Les deux extrémités des arcs latéraux sont, au contraire, très développés : c'est là un caractère polypodiacéen. Il en est de même de la réduction des arcs latéraux antérieurs. *Onoclea* présente quatre pôles doubles symétriques deux à deux. Deux sont postérieurs, deux autres sont marginaux antérieurs. Vers le haut de la fronde, il y a jonction des deux arcs latéraux dans le plan de symétrie de la fronde et formation d'un pôle double postérieur et médian. Dans le stipe, chaque masse réparatrice montre un pôle double voisin du bord externe de l'ensemble de ses

vaisseaux scalariformes. Ce pôle reste visible pendant les deux et demi, trois et demi segments qui précèdent la sortie de la trace foliacée. Chaque groupe libéro-ligneux peut recevoir, en outre, selon sa position, une demi-trace foliaire droite ou gauche. Par rapport au pôle double enfermé dans le groupe réparateur, on voit encore deux lames ligneuses à différenciations divergentes. L'organisation du stipe et de la fronde conserve donc les mêmes caractères essentiels que chez l'Osmonde, mais avec une plus grande indépendance des deux moitiés de la trace foliaire. Il y a du liber tout autour de chaque masse ligneuse.

Toutes les autres Polypodiacées se rattachent au type de l'*Onoclea*. Les variantes portent surtout sur le degré de complication et de dispersion de l'arc postérieur de la trace foliaire.

La trace foliaire des *Gleichenia* est celle de l'Osmonde avec un arc antérieur fermé. Son stipe grêle offre une masse réparatrice pleine avec deux, trois ou six pôles doubles, suivant les points choisis et les espèces analysées. — Le stipe d'*Aneimia* reproduit celui d'Onoclea, alors que sa fronde a la même trace foliaire que celle de l'Osmonde. — *Lygodium* montre une trace foliaire simplifiée avec un stipe semblable à celui des *Gleichenia*. — Avec une trace foliaire presque identique à celle des *Lygodium*, *Marsilia* et *Pitularia* nous présentent un stipe pourvu d'une couronne libéro-ligneuse continue où les pôles doubles sont marginaux.

La trace foliaire des Marattiées nous montre une forte tendance à l'isolement des pôles doubles, la production d'un arc postérieur multiple et la production d'un arc antérieur qui se conserve très haut dans la fronde. *Helminthostachys* reproduit les Marattiées dans la région régulière de son pétiole. Les segments élémentaires de la trace sont plus condensés vers l'insertion de la fronde sur le stipe. L'arc antérieur est très développé chez les *Helminthostachys*.

Les *Botrychium daucifolium* et *virginicum* reproduisent le dispositif de l'*Helminthostachys*, avec tendance à disposer les éléments scalariformes en files rayonnantes. En même temps le liber antérieur se réduit beaucoup.

Chez *Botrychium lunaria*, la trace foliaire a l'aspect d'un faisceau unipolaire à liber externe. Cette trace doit toujours être lue de la même manière. Masse ligneuse à pointement polaire double antérieur. Liber externe développé, liber interne atrophié ou plus exactement, réduit. Cette trace se bifurque vers le haut un certain nombre de fois, de manière à donner un arc antérieur puissant qui se rend dans la pièce fructifère. Dans sa partie inférieure, le pôle double s'éteint en rentrant dans un système réparateur. Les vaisseaux scalariformes de ce système, tous remarquablement grêles, tous primaires, sont alignés, d'où une très vague ressemblance avec un tissu secondaire. Le liber interne est réduit. Le liber externe est seul développé. Malgré ces variantes d'aspect, la carac-

téristique du stipe et de la fronde des Fougères s'y retrouve encore. Le dispositif des Ophioglosses n'est que la répétition de celui des Botrychium.

Ce caractère d'un pôle double s'éteignant dans une masse réparatrice ne se trouve pas chez les Cycadées. Inversement, le faisceau unipolaire régulier nettement spécialisé de la tige des Cycadées et leur faisceau foliaire unipolaire à bois centripète ne se rencontrent pas chez la Fougère, et rien n'y indique la préparation de ces faits. Il faudra donc être très prudent dans l'acceptation d'un groupe des Cycadofilicinées qui réunirait à la fois les caractères des Fougères et ceux des Cycadées.

M. Paul PETIT

Ancien pharmacien, à Saint-Maur (Seine).

DIATOMÉES RARES OU PEU CONNUES DES COTES FRANÇAISES DE LA MANCHE ET DE L'OCÉAN ATLANTIQUE

[581.69(551.461)]

— Séance du 15 septembre —

Le présent catalogue n'est que la suite ou le complément de celui que j'ai présenté au Congrès de Nantes de 1898.

Parmi les espèces citées, il en est quelques-unes qui étaient déjà connues en Europe, mais qui n'avaient pas encore été indiquées sur nos côtes françaises. Plusieurs sont exotiques ; ces dernières ont sans doute été apportées par les navires ou par le Gulf-Stream.

Cocconeis (Ehr.)

C. (Orthonis) aspera. Perag. D. M. F., p. 29, *Pl. V, fig. 13.* Mastogloïa sp. Pérag. Diat. Villefr., *Pl. 3, fig. 31* (oublié dans le texte).

Hab. Saint-Lunaire (Tempère et Petit). — Saint-Malo. A. R. — Trouvé à Villefranche. Pérag.

Il est certain, si l'on tient compte de la longueur, de la largeur des valves et du nombre des stries, que cette espèce diffère du *Mastogloïa asperula* Clev. (*Diatomiste I*, p. 161, *Pl. 23, fig. 12*).

C. quarnerensis (Grun.) A. S. ; Nord See. Diat. p. 93, *Pl. III, fig. 15, 16*, et Atlas. *Pl. 192, fig. 20-24.* — *Rhaphoneis quarnerensis* Grun. Verhand. in Wien 1862, p. 381 ; t. IV, *fig. 24.*

Hab. Saint-Malo et île de Batz.

Cette espèce, bien caractérisée, n'avait été jusqu'ici signalée que dans la mer

du Nord, et par M. Péragallo, à Villefranche et à Barcelone, dans la Méditerranée.

Amphora (Ehr.)

A. Grœffii (Grun). Clève Syn. II, p. 113. — A. Grœffii, variété Grun. *in* A. S., atlas, t. XXV, *fig. 40*; *non* A. Grœffii Grun, *in* A. S. atlas, t. XXV, *fig. 42*. — A. Debyi, Dr Leuduger. Diat. Malésie, p. 10, *Pl. 1, fig. 4*. — A. Grœffii. Pérag. D. M. F., p. 214, *Pl. 46, fig. 20*, et *Pl. 47, fig. 4*.

Hab. Saint-Malo; île de Batz. — Indiquée par MM. Clève et Peragallo dans la Méditerranée, à Naples et aux îles Baléares.

Cette espèce est assez répandue dans l'Océan Pacifique, d'où elle aura été introduite dans nos parages par les navires. D'après M. Clève, le type de l'espèce est la variété de Grunow. (A. S. atlas *l. c., fig. 40)*; quant à la figure 42, on doit avec raison la rapporter à une forme de l'*A. Grevilleana*.

A. decussata. Grun. *in* Hedwgia 1867, p. 23, Month. M. J., vol. 18, p. 178, *Pl. 195, fig. 9*. — Clev., Syn. II, p. 128, *Pl. IV, fig. 11*. — G. B. de Toni, Syll., p. 378. — Pérag. D. M. F., p. 222, *Pl. 49, fig. 24*.

Dimension des valves : long., 109 à 112 μ; larg., 18 μ 20.

Hab. Assez répandue dans la Manche, à la pointe de Bretagne : Huîtrières de Cancale ; Saint-Malo ; et surtout à l'île de Batz. — The Engl. Channel (Deby) ; Banyuls et Langdoc (Pér.).

Dans la récolte abondante que j'ai faite à l'île de Batz, j'ai rencontré plusieurs frustules *complexes*, dont un composé de quatorze valves juxtaposées.

A. rhombica. Kitt. *in* A. S. atlas, t. XL, *fig. 39* (nomen). — Clève, Syn. II, p. 127. — Pérag. D. M. F., p. 224, *Pl. 50, fig. 4*.

Long., 115 à 136 μ; larg., 20 μ. Stries, 13 dans 10 μ.

Hab. Saint-Malo, sur la vase, île de Batz et île de Bréhat

Dans la figure donnée par M. Péragallo *(l. c.)*, d'après les échantillons de la Méditerranée, le bord ventral est arqué, convexe, tandis que, dans les échantillons de la Manche, le bord ventral est droit, comme dans la figure de l'atlas de Schmidt. — Le Rhaphé bi-arqué est à une petite distance de la marge ; cet intervalle est finement strié et le nodule central touche presque le bord de la valve.

A. elongata Greg. D. C., p. 521, *Pl. XIII, fig. 84*. — H. L. Smith, The Lens II, p. 76, *Pl. 2, fig. 8*. — de Tony Syll., p. 414. — Ralfs *in* Pritch. Inf., p. 884.

Longueur des valves, 110 μ.

Hab. Ile de Batz. R. R.

Cette espèce semble assez rare, car elle n'est figurée que par Gregory et H. L. Smith. Elle est assez rare à l'île de Batz, seule localité de la Manche où je l'ai rencontrée. MM. Clève et Péragallo n'en font pas mention.

A. Eunotia, Clève, Diat. Arct., p. 21, *Pl. 3, fig. 17*, et Syn. II, p. 122, *Pl. 4, fig. 2* et *3*. — Vega, p. 462. — Pérag. D. M. F., p. 228, *Pl. 50, fig. 17*.

Hab. Ile de Batz. — Cabours (Pér.).

A. inflata. Grun. *in* A. S. atlas, t. XXV, *fig. 23* et *30* (nomen) *non* Clève Syn. II, p. 122. *A. costata W. Sm. var inflata.* — Pérag. D. M. F., p. 228. *A. costata* var. *inflata, Pl. 50, fig. 18, 19, 21* exclusivement.

Frustule étroit dilaté au centre et allongé, long., 61 à 71 μ, tronqué au sommet; valves cymbiformes à extrémités capitées, un peu rejetées en arrière, larg. 15 à 18 μ, à bord dorsal fortement courbé, bord ventral concave ; à

stries moniliformes, rayonnantes, 8 dans 10 μ, à raphé arqué, non contigu au bord ventral, dont il est séparé par une ligne longitudinale de ponctuations très visibles.

Habit. Saint-Malo ; île de Batz. — Indiquée par M. Péragallo, à Villefranche et aux îles Baléares.

Cette espèce, donnée par le Prof. Clève comme le synonyme de l'*A. costata W. Sm.*, ne se rapporte pas à cette dernière. M. Péragallo donne une bonne figure du frustule (l. c.), *fig. 21*, qui démontre clairement que cette espèce diffère entièrement d'*A. costata W. Sm.*

Auricula (Castr.).

M. Péragallo (Diat. de Villefranche, p. 85) a fait une savante étude de la constitution de la valve de l'*Auricula amphitritis* Castr., et il n'y a rien à y ajouter. Il reste seulement à discuter la place que le genre Auricula doit occuper dans la classification. Sur cette question, les Diatomophiles ne sont pas d'accord. Malheureusement, je n'ai pas été assez heureux pour pouvoir étudier des Auricula vivantes, mes récoltes n'ayant été examinées qu'à mon retour à Paris. Plusieurs auteurs ont observé le plasma vivant des Auricula, et nous avons : 1° M. F. Schütt, *Bacillariaceæ*, p. 134; 2° le Prof. P. T. Clève, *Syn. N. D.*, part. I, p. 19; 3° le Dr G. Karsten, *Diat. d. Kieler Bucht*, p. 113, Ces auteurs ont, tous les trois, observé que les Auricula ne possèdent *qu'un seul chromatophore reposant sur la plus petite zone par le milieu*, Rien que ce seul caractère indiquerait déjà que la place naturelle des Auricula est dans le groupe des Cymbellées ; mais il existe un deuxième caractère : *la carène qui porte le rhaphé n'est pas en forme d'un S*, éloignant les Auricula des Amphiprorées qui possèdent deux lames de chromatophores et un rhaphé souvent sigmoïde.

MM. Schütt (*l. c.*) et Clève placent les Auricula près des Amphiprora ; M. Péragallo les range entre les Amphiprora et les Amphora, qui sont très éloignés les uns des autres. Je suis de l'avis du Dr Karsten, qui range les Auricula dans le groupe des Cymbellées, près des Amphora. Le Dr Karsten (*l. c.*, p. 113), prétend, avec raison, qu'il existe une liaison étroite et naturelle entre le genre Auricula et l'Amphora decussata.

D'après ce qui précède, je range les Auricula parmi les Cymbellées, à la suite du genre Amphora.

A. complexa (Greg) de Toni Syll., p. 347. — Amphitrite complexa Clève. Diat. West. Archip., p. 19. — Amphiprora complexa. Greg. D. C., p. 508, *Pl. XII, fig. 62.*

Hab. Ile de Batz. C. C. Saint-Malo. — M. Péragallo l'indique en Bretagne ; Dr Leuduger à l'île de Bréhat ; de Brebisson en Normandie.

A. dubia. Pérag. D. M. F., p. 194, *Pl. 42, fig. 8-11.*

Hab. Saint-Malo, abondante sur la vase ; Noïrmoutiers.

Cette espèce a été récoltée pour la première fois à l'île de Noirmoutiers par le Dr Leuduger et nommée par M. Péragallo.

Il existe dans le manuscrit de A. de Brébisson une planche représentant une petite espèce de Diatomée, nommée *Amphora lunaris ;* elle a été récoltée dans le Parc aux huîtres de Courseulles en 1845. Il se pourrait que cette espèce, figurée sans diagnose, fût idendique avec *l'A. dubia*, à laquelle elle ressemble beaucoup.

NAVICULA (Bory).

N. Beyrichiana. A. S. atlas, *Pl. 69, fig. 16, 17* (nomen). N. gemmatula var. Beyrichiana. Clève, Synd. I, p. 104. N. Beyrichiana A. S. Pérag, p. 122, *Pl. 16, fig. 8-10.*

Hab. Granville.

N. intersecta (P.P.), A. S. atlas, t. LXX , *fig. 57* (sans nom.).

Valves elliptiques-allongées, largement arrondies au sommet, longueur 30 à 31 μ, largeur 14μ,5 ; à nodule central large et quadrangulaire, les terminaux petits ; à rhaphé remplacé par des sillons larges au centre et s'atténuant insensiblement vers les sommets ; aire centrale lancéolée ; à stries rayonnantes partant de l'aire centrale et atteignant la marge, 12 à 13 stries dans 10 μ, interrompues au milieu en deux parties égales par un arc hyalin aboutissant aux nodules terminaux.

Hab. Saint-Malo sur la vase R. R.

Cette espèce a été récoltée pour la première fois en Norvège et a été figurée sans nom.

N. serratula Grun. *in* A. S. atlas, t. VII, *fig. 42-43* (nomen) et t. VIII, *fig. 11* — N. nitescens Greg var. serratula Clève, Syn. I, p. 97.

Valves lancéolées-allongées, longueur, 65μ,52 ; largeur, 23μ,26 ; côtes rayonnantes, 6 à 7 dans 10 μ ; à sillons *étroits* comme dans A. S. atlas, t. VII, *fig. 43* exclusivement.

Hab. Cancale, dans les huîtrières. A. R.

Cette superbe espèce n'avait pas encore été signalée en Europe, que je sache. Le Prof. Clève (l. c.) rattache le *N. serratula*, comme variété, au *Navicula nitescens* Greg. ; je ne peux pas admettre cette manière de voir. Il est évident que cette espèce appartient au groupe du N. nitescens, mais la disposition des côtes et les sillons étroits en font une espèce particulière.

MASTOGLOIA (Thwaites).

M. ovata Grun. Verhandl. Wien 1860, p. 578, t. V, *fig. 12.* Arct. Diat., p. 17, *Pl. I, fig. 2.* — *Orthoneis ovata.* Grun. Novar, p. 98. — Clève, Syn. II, p. 156. — Orthoneis ovata. Pér. D. M. F., p. 29, *Pl. 5, fig. 14-15.* — A. S. atlas, t. CLXXXVIII, *fig. 42.*

Hab. Ile de Batz. A. C. Indiqué dans la Méditerranée et l'Adriatique par M. Péragallo. D. M. F.

PLEUROSIGMA (Wm. Smith).

P. robustum. Grun. Arct. Diat., p. 58. — Rhoicosigma robustum. Pérag. Pleurosig., p. 33, *Pl. X, fig. 2, 3,* et D. M. F., p. 176, *Pl. 35, fig. 1.* — Gyrosigma robustum, Clève, Syn. I, p. 121.

Longueur, 172 μ ; largeur, 26 μ.

Hab. Rivages de la Manche : île de Batz ; huîtrières de Cancale.

Var. inflexa Pérag. Pleurosig., p. 34, *Pl. X, fig. 4,* et D. M. F., p. 176, *pl. 35, fig. 2.* — Clève. Syn. I, p. 121.

Hab. Huîtrières de Cancale, mélangé au Type.

Cette espèce et sa variété sont indiquées dans la Méditerranée par M. Péragallo.

P. mediterraneum Clève (1877). Nov. et Rares Diat., p. 6, *Pl. 1, fig. 9*, et Rhoicosigma mediter. T. M. S. 1877, p. 182. Rhoicos. mediter. Pérag. Pleuros., p. 32, *Pl. IX, fig. 29* à *32*, et D. M. F., p. 177, *Pl. 36, fig. 7* à *9*. Gyrosigma mediter. Clève, Syn. I, p. 121.

Hab. La Rochelle, sur les coquillages. A. R.

Indiqué à Villefranche et aux îles Baléares par MM. Clève et Péragallo.

P. maroccanum. Cl. Syn. I, p. 42. — Rhoicosigma maroccanum. Pérag. Pleuros., p. 32, *Pl. IX, fig. 22*, et D. M. F., p. 177, *Pl. 36, fig. 1*.

Hab. La Rochelle, sur les coquillages. A. C.

Indiqué à Naples et au Maroc par M. Péragallo.

Cette espèce à valves étroites se distingue surtout par des extrémités très aiguës.

Amphiprora (Ehrenberg).

A. gigantea. Grun. Verhandl. 1860, p. 568, t. VI, *fig. 12*. — Cl., Syn. I, p. 18, *Pl. 1, fig. 6*. — Pérag. D. M. F., p. 187, *Pl. 38, fig. 6*.

Hab. Saint-Malo, sur la vase. A. R.

A. pulchra. Bail. Smiths. Cont. II, p. 38, *Pl. 2, fig. 16*. — V. H. Syn., *Pl. 22* bis, *fig. 1, 2, 4*. — A. alata var. pulchra Clève, Syn. I, p. 16. — A. pulchra, Pérag. D. M. F., p. 183, *Pl. 37, fig. 1-3*.

Long. des valves, 132μ,86.

Hab. Ile de Batz. R.

Je pense que c'est la première fois que cette superbe espèce est rencontrée sur nos côtes. Déjà M. Péragallo avait trouvé la variété *pulchella* Pér. (D. M. F., p. 183, *Pl. 37, fig. 4* et *5)* à Cancale et à Noirmoutiers.

A. sulcata O .M. — Q. J. M. S'. 1871, p. 22, *Pl. 3, fig. 3*. — A. pelagica v. rostrata. Brun. Diatomiste Esp. Nov., *Pl. 22, fig. 3*. — A. gigantea v. sulcata. Clève, Syn. I, p. 18. — A. sulcata. Pérag. D. M. F., p. 186, *Pl. 38, fig. 1-3*.

Hab. Ile de Batz et île de Bréhat, A. C., sur la vase.

M. Péragallo l'indique, comme pélagique, au Croisic et dans la Méditerranée.

A. (Tropidoneis) maxima Greg. D. C., page 507 *Pl. XII, fig. 61*. — V. H. Syn., p. 120, *Pl. 22, fig. 4* et *5*. — Grun. Arct. Diat., p. 65. — Tropidoneis maxima. Clève, Syn. I, p. 26. — Trop. maxima Pérag. D. M. F., p. 190, *pl. 40, fig. 1* et 2.

Hab. Ile de Batz. Saint-Malo. — Trouvée à Villefranche (Pér.).

Cette magnifique espèce n'est pas très rare dans la Manche.

A. (Tropidoneis ?) constricta. Ehr. Amer., p. 122, t. II, VI, *fig. 28*. — Ktz. Bacill., p. 107, t. XXIX , *fig. 34*. — W. Sm. S. B. D., vol. I, p. 44, *Pl. XV, fig. 126*. — A. de Bréb. m. s. s. (nomen) ; *non* Stauroneis constricta. Clève, Syn. I, p. 145. — *Non* Staur. constricta. Pérag. D. M. F, p. 56, *Pl. VII, fig. 32, 33*. *Non*. Nav. simulans Donk. B. D., p. 60, *Pl. 9, fig. 3*.

Frustule, vu par la zone, largement arrondi aux sommets, contracté au centre ; valves oblongues, long. 54 à 127 μ, larg. 9μ,10, contractées au milieu, à sommets subaigus ; valves légèrement dilatées un peu au-dessous des sommets; largeur de la valve à l'endroit de la contraction : 7μ,28 ; stries serrées et peu apparentes, 25 à 27 dans 10 μ.

Hab. Le Havre, à l'état de pureté ; indiquée à Courseulles par A. de Brébisson. m. s. s.

Les figures de cette espèce ne sont pas toutes très bonnes ; les meilleures sont celles de W. Smith et celles de A. de Brébisson, qui, malheureusement, n'ont pas été publiées. La figure de Ralfs *in* Pritch. Inf., *Pl. XII, fig. 1*, est exacte, mais insuffisante.

Il s'est produit une certaine confusion à l'égard de cette espèce. M. le Prof. Clève, dans sa synopsis Navic. Diat., n'indique pas l'*Amphi. constricta* Ehr. en traitant le genre Amphiprora, bien qu'on trouve cette espèce décrite et figurée dans Ehrenberg, Kützing, W. Smith et Rabenhorst. M. Clève indique seulement cette espèce comme synonyme du *Stauroneis constricta Ehr.* ce qui est inadmissible. Le savant diatomiste suédois a sans doute été mis en erreur par la note que l'on trouve dans l'atlas de Ad. Schmidt (t. XXVI, *fig. 35* à *39*) et qui dit que le *Stauroneis amphoroides* Grun. doit avoir pour synonyme l'*Amphi. constricta* Ehr. L'auteur de l'Atlas a sans doute voulu dire le *Stauroneis constricta Ehr.* ce qui eût été exact. M. Clève n'aura probablement pas contrôlé l'indication de l'atlas, d'où son erreur de synonymie.

Le Dr de Toni (Sylloge, p. 202) rapporte aussi, avec doute cependant, le *Stauroneis amphoroides* Grun. à son *Libellus constrictus*, auquel il donne pour synonyme l'*Amphi. constricta* Ehr.

M. Péragallo (D. M. F., p. 56) donne également l'*Amphi. constricta* W. Sm. comme synonyme de *Stauroneis constricta* Ehr.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur la figure du *St. constricta.* d'Ehrenberg, dans Mikros. Lebens in Sud und Nord Amerika, taf. I, 2, *fig. 12*, et sur la figure de l'*A. constricta* Ehr., Amerika taf. 2, VI, *fig. 28*, et aussi sur la figure 126, *Pl. XV*, de W. Smith, pour voir de suite qu'on ne peut identifier deux espèces aussi différentes.

Comme conclusion de ce qui précède, je suis d'avis de conserver l'*Amphiprora constricta* Ehr. comme espèce particulière.

Surirella (Turpin).

S. Comis. A. S. atlas, t. IV , *fig. 3, 7.* — Pérag. D. M. F., *Pl. 59, fig. 6, 7, 8.*

Longueur, 72μ,8 ; largeur, 47μ,32.

Valve ellipsoïde ; aire centrale étroite et lancéolée, très finement striée et bordée par une bande de stries, 16 dans 10 μ ; côtes se bifurquant en approchant de la marge de la valve ; à l'intérieur de la bifurcation se trouvent une ou deux rangées longitudinales de fines ponctuations.

Hab. Ile de Batz. A. R. — Indiquée par M. Péragallo, sur la côte du Morbihan, sans localité.

Campylodiscus (Ehrenberg).

C. parvulus W. Sm. *in* Ann. N. H. 1851, p. 7, *Pl. 1, fig. 14* ; et S. B. D., p. 30, *Pl. VI, fig. 56.* — Ralfs in Pritch. Inf., p. 801, *Pl. XXV, fig. 22*, et 23 (mauvaises). — V. H. Syn., p. 191, *Pl. 77, fig. 2* (très bonne).

Valves petites, subcirculaires, long. 54μ,60, larg. 53 μ ; côtes : 4 dans 10 μ, interrompues par un sillon qui produit un coude dans les côtes voisines des sommets ; aire hyaline centrale assez étroite.

Hab. Ile de Batz. C. C. — Indiqué à l'île de Bréhat, par le Dr Leuduger (*Diat. des Côtes-du-Nord*, p. 21).

Le C. parvulus W. Sm. est très répandu sur les côtes de la pointe de

Bretagne ; je le cite seulement dans ce catalogue pour essayer de faire disparaître la confusion dont il a été l'objet.

Beaucoup d'auteurs font du C. parvulus le synonyme du C. simulans (Greg) = C. Thuretii (de Bréb.).

M. J. Deby (*Campyloïd*, p. 30) donne : C. parvulus = C. simulans ou C. Thuretii, et un peu plus loin (p. 32) : C. simulans = C. parvalus = ? Thuretii. On trouve, dans la planche VII du même ouvrage : *fig. 36*, C. simulans, et, *fig 37 :* C. Thuretii, qui donnent à penser que l'auteur veut établir un caractère différentiel entre ces deux espèces.

Pour moi, la seule différence des figures provient de la position des valves. Gregory, T. M. S., vol. V, p. 97, avait reconnu l'identité des deux espèces et en avait avisé de Brébisson, en lui disant qu'il conservait le nom C. simulans qui avait la priorité.

Le Dr G. B. de Toni (*Syll.*, p. 622) fait aussi du C. parvulus un synonyme du C. Thuretii = C. simulans.

Mais, d'autre part, Ralfs *in* Pritch. Inf., p. 801 ; Grunow Verhandl., 1862, p. 556 ; Rabenhorst, Fl. Eur. Alg. I, p. 147 ; et le Dr Van Heurck, Syn., p. 191, séparent le C. parvulus et le C. simulans. La planche 77 du Dr Van Heurck montre les deux espèces en face l'une de l'autre, ce qui permet de juger de la différence et de remarquer que le C. simulans rappelle la structure du *Surinella fastuosa*.

De ce qui précède, il reste à conclure que le C. parvulus. W. Sm. est bien une espèce particulière et distincte, ayant cependant de l'analogie avec la forme du C. crebrestriatus Grev. dessinée A. S. atlas, t. XIV, *fig. 28* et t. LIII, *fig. 18* ; mais chez ce dernier l'aire centrale est beaucoup plus large.

C. decorus de Bréb.

Variété : pinnata. Péragallo Diat. de Villefranche, p. 61, *Pl. 1., fig. 1* et D. M. F., *Pl. 56, fig. 5* et *6*.

Hab. Huîtrières de Cancale. R.

Coscinodiscus (Ehrenberg).

C. subtilis. Ehr. Abandl. Ber. Akad. 1841, p. 412, taf. I, III, *fig. 18*. — Mikrogeo., nombreuses figures. — A. S. atlas, t. LVII, *fig. 11, 13, 28, 29* et t. LVIII, *fig. 37* (sans noms). — V. H. Syn., p. 213, *Pl. 131, fig. 1*.

Diamètre des valves, 145 µ.

Hab. Saint-Malo, île de Batz, huîtrières de Cancale. A. R.

Déjà indiqué par M. Péragallo, à Villefranche.

C. centralis. Ehr. Mon. Ber. Akad 1844, p. 78. — Mikrog., nombreuses figures. — Gregory, D. C., p. 501, *Pl. XI, fig. 49*. — V. H. Syn., *Pl. 103, fig. B*.

Diamètre des valves, 137 à 163 µ.

Hab. La Rochelle, sur les coquillages ; le Château (Oléron), dans les huîtrières. A. R. — M. Péragallo l'indique comme rare à Villefranche.

M. Ch. LE GENDRE

Président de la Société botanique du Limousin, Directeur de la *Revue scientifique du Limousin*.

CONTRIBUTION A L'HISTOIRE DU GUI [583.941]

— Séance du 18 septembre —

Au mois d'octobre 1898, j'écrivis pour la *Revue scientifique du Limousin* un article sur le gui.

Mon but était simplement d'appeler l'attention des cultivateurs de la région sur une plante très répandue — trop répandue — de leur faire comprendre l'urgence de combattre son développement.

Je sais que M. Bonnier s'est efforcé de démontrer que cette plante parasite n'était pas nuisible à son support, qu'elle constituait avec lui une association hétérogène à bénéfices réciproques dont profitait l'arbre porte-gui.

L'un de mes correspondants, M. Pouyaud, a qualifié très justement le rôle du gui. « C'est, a-t-il dit, un prêteur à la petite semaine. »

La pratique est là pour démentir les conclusions de M. Bonnier. Une touffe de gui, il est vrai, est sans influence sur le support, mais cent touffes de gui ne tardent pas à le faire périr.

Donc, il faut détruire le gui et, comme les baies transportées par les grives vont s'implanter sur des arbres éloignés, il est nécessaire qu'on ne laisse pas, au propriétaire ou au fermier, la liberté d'agir à sa guise ; la destruction du gui doit être rendue obligatoire.

*
* *

Mon article du mois d'octobre eut pour conséquence de me faire entrer en relations avec un homme très documenté sur le gui. Voici, en effet, cinquante ans que M. Charles Guérin, propriétaire au Mesnil-Thébault, par Isigny-le-Buat (Manche), s'en occupe.

D'un autre côté, les questions que j'ai posées dans l'*Intermédiaire de la Revue* m'ont valu un grand nombre de lettres, en sorte que je suis arrivé à réunir des matériaux dont l'importance augmente chaque jour, ce qui me donne l'espoir de résoudre certains problèmes soulevés par le mode d'existence d'une plante qui, d'après de Candolle, « semble destinée à faire exception à toutes les lois ordinaires de la végétation ».

*
* *

En traitant très sommairement ce sujet devant mes collègues de l'*Association française,* je me propose de les intéresser au gui ; ils feront des remarques qui ont échappé à d'autres observateurs et ils ne s'abstiendront certainement pas de me transmettre ces remarques. C'est, par suite, avec une arrière-pensée très intéressée que j'écris mon mémoire.

L'étude générale du gui et la centralisation de tout ce qui s'y rapporte dans une seule main, voilà le moyen de dissiper les obscurités que n'ont pu encore percer les savants qui ont recherché les conditions mécaniques et physiologiques du développement d'un être dont il a été cependant beaucoup parlé depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours.

J'ai l'inébranlable conviction que les observateurs, en signalant les faits qu'ils ont vus, peuvent rendre des services immenses à la science. Ils feront évanouir bien des hypothèses. Aussi est-ce à eux que je fais appel. C'est d'eux que j'attends cette lumière que les plus ingénieuses théories ont été presque toujours impuissantes à faire jaillir.

*
* *

Les erreurs sont nombreuses. Quand elles ont été intercalées dans le texte d'un ouvrage, elles se reproduisent dans mille volumes et alors on s'épuise en efforts stériles pour les détruire.

Il faut donc les combattre énergiquement quand elles apparaissent, même lorsqu'elles semblent de peu d'importance, parce que, réunies, elles finissent par faire boule de neige et servir de base à des théories nuisibles aux progrès de l'esprit humain et à l'application des principes de la science dans la vie pratique.

Il m'est facile de citer quelques exemples.

Le cultivateur est instinctivement porté à s'abstenir des travaux qui ne lui paraissent pas indispensables. Qu'il connaisse la théorie de M. Bonnier, il ne songera plus — s'il y songe quelquefois — à détruire le gui et il assistera avec la plus réelle indifférence au développement sur ses arbres de touffes qu'on lui a dit être plutôt utiles que nuisibles.

Je ne citerai qu'en passant les propriétés curatives qu'on attribue au gui, suivant qu'il vient sur le chêne ou sur l'aubépine. Nous savons que, si le feuillage du parasite peut être plus ou moins large, d'un vert plus ou moins foncé, suivant son support, sa composition chimique varie peu. Du reste, sa valeur médicinale est certainemeut bien au-dessous de la réputation qui l'avait fait baptiser *Wydd*, c'est-à-dire plante par excellence.

S'agit-il d'apprécier la beauté du gui ? La *Science française*, tout der-

nièrement, le 7 avril 1899, nous disait que le gui vulgaire, le gui de pommier ou de peuplier, avait des feuilles maigres, de petites baies pâles, tandis que le gui de chêne était superbe avec ses baies en touffes, avec ses feuilles accouplées qui forment des espèces de croissants sur les branches. Or, de tout cela, il ne faut pas croire un mot. Le gui de chêne est toujours moins ample que le gui de peuplier, le peuplier étant le support par excellence du parasite.

Dans le *Bulletin de la Société royale de botanique belge*, M. Émile Laurent déclare que le gui se ressent de l'influence du sol qui lui fournit les matières minérales par l'intermédiaire de l'arbre nourricier ; il affirme que, dans les terrains granitiques, le Cantal par exemple, le gui habite sur le chêne, tandis que, dans les terrains volcaniques voisins, on le trouve surtout sur le pommier et le peuplier. Pendant plus de dix ans, voyageant chaque jour en pays granitique, j'ai longtemps cherché le gui sur le chêne et je ne l'ai vu qu'une seule fois. Quant au Cantal, M. Caumartin, inspecteur des eaux et forêts dans ce département, m'a écrit qu'il ne l'y avait jamais vu.

Du reste, de nombreux botanistes n'ont jamais vu le gui sur le chêne et certains, de Candolle par exemple, ont mis en doute son existence. Qu'on me permette de citer à ce sujet une curieuse anecdote que je tiens de notre sympathique confrère, M. le docteur Clos. En 1882, M. Lambert avait découvert le gui de chêne au château de M. Gilède de Pressac, à Saint-Jean-de-Kyrie-Eleison, près Toulouse. Le fait parut tellement surprenant que la *Société des sciences physiques et naturelles de Toulouse* nomma, pour aller vérifier la découverte, une commission composée de MM. Timbal-Lagrave, Dr Jeanbernat, abbé Marçais et Lambert.

Une autre anecdote, que je trouve dans une brochure de l'abbé Dulac, mérite d'être contée. En 1789, un garde forestier rencontra dans la forêt de Châtillon, près d'Essaroy, du gui de chêne ; il en remit deux touffes à son maître, le comte de Chastenay de Lanty. Celui-ci jugea le phénomène assez curieux pour faire faire une cage vitrée afin d'enfermer l'une de ces touffes et de la mettre à l'abri de toute atteinte. Quant à l'autre, elle fut envoyée à l'Assemblée nationale ; on ne sait pas si, malgré la gravité des événements, l'Assemblée chargea une commission de déposer un rapport sur ce fait extraordinaire. M. des Étangs a porté l'histoire à la connaissance de la Société botanique de France en 1870.

***

Dans l'*Intermédiaire de l'AFAS*, MM. Lignier et Guérin ont posé diverses questions auxquelles il n'a été qu'incomplètement répondu.

Nous allons les reproduire et en ajouter quelques autres :

Possède-t-on quelques indications sur la pollinisation du gui ?

Quels sont les insectes qui fréquentent la fleur de ce parasite ?

Comment expliquer l'absence complète du gui dans certaines régions de la France, la vallée de l'Escaut par exemple ?

Quelle est l'influence de l'altitude sur le développement du gui ?

Existe-t-il un rapport commun, que jusqu'ici on n'a pu encore dégager, entre les arbres — appartenant à des familles très différentes — qui sont connus pour être choisis de préférence, comme support, par le gui ?

Quelle est, sur l'implantation et la végétation du gui, l'influence de la direction des branches, de la rugosité et de l'épaisseur de l'écorce ?

M. Guérin croit que le vent est l'agent qui favorise la pollinisation. Toutefois, en février dernier, il a vu plusieurs insectes visiter des touffes de gui en fleur,

M. Gonod d'Artemare m'a écrit que le gui était très rare à Ussel, c'est-à-dire dans un pays ayant plus de 600 mètres d'altitude. C'est la confirmation de mon appréciation sur la plus ou moins grande abondance du gui suivant la situation topographique des lieux ; je crois que le gui est plus abondant dans les plaines que dans les montagnes.

Lorsqu'une baie de gui s'est fixée sur une branche d'arbre, que la graine a échappé aux dangers qui la menacent et que les radicules ont épuisé la nourriture fournie par le mucilage que contient la baie, si ces radicules rencontrent une écorce dans laquelle la sève ne circule plus, il paraît probable qu'elles deviennent alors incapables de fournir à la jeune plante la nourriture nécessaire à son développement et que le sujet ne tarde pas à périr.

*
* *

Pour terminer ce mémoire, il me paraît utile de le faire suivre de trois chapitres consacrés :

1° A la liste des arbres porte-gui ;

2° A la liste des chênes porte-gui ;

3° A la bibliographie se rapportant au gui.

Pressé par le temps, je n'ai pas la prétention d'avoir dressé des tableaux complets. Mais j'y ai fait figurer quelques renseignements inédits qui pourront aider les membres de l'Association française dans l'étude à laquelle je les convie.

Tous les renseignements que mes confrères voudront bien me transmettre seront publiés dans la *Revue scientifique du Limousin*.

1° Arbres Porte-Gui

Cette liste et les notes qui l'accompagnent ont été puisées dans les travaux de M. Ch. Guérin, la *Revue scientifique du Bourbonnais*, *le Bulle-*

de l'Académie de géographie botanique, *la Feuille des jeunes naturalistes*, les brochures de MM. Gagnepain et l'abbé Dulac, les renseignements qui m'ont été fournis par ceux de mes correspondants cités dans la *Revue scientifique du Limousin*. J'y ai joint quelques notes qui me sont personnelles.

La liste des arbres porte-gui est assez longue. Il est impossible de faire un classement d'après la fréquence du parasite sur chaque essence, parce que certains arbres, rarement cultivés ou cultivés d'une façon spéciale, indigènes ou exotiques, se prêtent plus ou moins facilement à l'invasion. Mais, pour plusieurs espèces, j'ai consigné des renseignements de nature, je crois, à jeter un peu de lumière sur la question très complexe des conditions arrêtant l'implantation du gui ou la favorisant.

*
* *

Tilleul (*Tilia europœa*). — Aujourd'hui divisé en deux espèces : Tilleul à petites feuilles (*T. parviflora* ou *microphylla*) et Tilleul à grandes feuilles (*T. grandiflora* ou *platyphyllos*). Le gui l'envahit facilement, surtout sur les grands tilleuls connus, en Limousin, sous le nom de Tilleuls de Sully.

On le trouve aussi sur d'autres espèces moins répandues telles que : *T. argentea*, *mississipiensis*, *pubescens* et *rubra*.

Erable champêtre (*Acer campestre*). — L'érable porte-gui serait commun aux environs de Paris; ailleurs, on le rencontre rarement. — Sur les pentes du Forey, M. Le Grand a trouvé du gui sur le sycomore (*A. Pseudo-Platanus*) Pour compléter la liste, il faut ajouter les érables suivants : *A. monspessuianum*, *platanoides*, *rubrum* et *saccharinum*.

Marronnier d'Inde (*Æsculus Hippocastanum*). — On m'a signalé un marronnier garni de gui à Combat, commune de Vicq (Haute-Vienne).

Vigne (*Vitis vinifera*). — Ce ne peut être évidemment qu'un fait accidentel.

Acacia (*Robinia Pseudo-Acacia*). — C'est un hôte que le gui paraît aimer, car j'ai vu en Limousin des acacias qui en étaient absolument couverts.

Un autre Robinier est cité par M. Le Grand, d'après M. de Rocquigny-Adanson (*R. gondoniniana*).

Genêt à balais (*Sarothamnus Scoparius*). — Un bien petit arbuste cependant, qu'on coupe souvent, ce qui ne doit guère permettre au gui de s'y implanter.

Cytise faux-ébénier (*Cytisus Laburnum*).

Pavier jaune (*Pavia lutea*).

La famille des Rosacées est une de celles qui renferment le plus d'arbres porte-gui.

Pommier (*Pyrus Malus*) — C'est l'arbre porte-gui par excellence, grâce à la négligence des cultivateurs.

Poirier (*Pyrus communis*). — En Limousin, le poirier partage le même sort. M. Guérin affirme que le gui y est très rarement rencontré dans la Manche et il semble en être de même dans les Hautes-Pyrénées. Pourquoi ? La réponse est difficile, car les deux arbres sont très voisins au point de vue de leurs caractères et je ne crois pas que la grive ait une préférence plus marquée pour l'un que pour l'autre.

Alisier (*Sorbus torminalis*).

Alisier de Fontainebleau *(Sorbus latifolia)*.

Sorbier des oiseaux *(Sorbus Aucuparia)*. — A. C., ce qui s'explique facilement, les grives ayant une grande prédilection pour cet arbre dont elles mangent les fruits.

Cormier *(Sorbus domestica)*. — C. dans le Cher, nous dit M. Quignon, et sans doute partout où on rencontre le Cormier, qui fait défaut dans plusieurs régions.

Allouchier *(Sorbus Aria)*.

Néflier *(Mespilus germanica)*. — On dit que le néflier porte-gui est assez commun.

Aubépine *(Cratægus oxyacantha)*. — En Limousin presque toutes les aubépines en arbre portent du gui. D'après l'abbé Dulac, dans les Hautes-Pyrénées, le gui serait CC. sur la variété *monogyna* et introuvable sur les autres. Il serait intéressant de voir si cette préférence existerait partout.

Azérolier *(Cratægus Azerolus)*.

Amélanchier commun *(Amelanchier vulgaris)*.

Cotonéaster *(Cotoneaster vulgaris)*. — Environs de Mortain (Manche). (Ch. Guérin).

Ergot de coq *(Cratægus Crus-Galli)*. — Plante d'Amérique.

Eglantier *(Rosa canina)*. — RR. Ce ne peut encore être qu'un fait accidentel. M. Monnet m'avait signalé un rosier porte-gui dans la Creuse.

Amandier *(Amygdalus communis)*.

Pêcher (*Amygdalus persica)*. — Hautes-Pyrénées, jardin du presbytère d'Esparros (abbé Laffitte) ; Manche, Le Mesnil-Thébault (Ch. Guérin). RR.

Prunellier *(Prunus spinosa)*.

Prunier cultivé *(Prunus domestica)*.

Bois de Sainte Lucie *(Prunus Mahaleb)*.

Cerisier *(Cerasus vulgaris)*.

Cerisier de Virginie *(Cerasus virginiana)*.

Groseillier *(Ribes rubrum)*.

Cassis *(Ribes nigrum)*.

Le groseillier figure dans la liste des arbres porte-gui, dressée par M. Laurent. L'implantation, dit M. Guérin, est possible mais difficile, l'écorce se subérifiant promptement.

Cornouiller *(Cornus mas)*.

Cornouiller à grandes fleurs *(Cornus florida)*.

Cornouiller sanguin *(Cornus sanguinea)*.

Loranthe d'Europe *(Loranthus albus)*.

Gui *(Viscum album)*. — Au mois de février 1896, M. Guérin a recueilli, en moins d'une heure, quatre-vingts implantations de gui sur gui parmi un millier de touffes provenant de vingt-cinq magnifiques peupliers de Virginie. L'implantation présente souvent la forme d'un écusson.

Houx commun *(Ilex aquifolium)*. — RR. En Limousin, où le houx en arbre est très répandu, je n'ai jamais vu de houx porte-gui. J'appelle l'attention de mes confrères sur cette rareté.

Frêne *(Fraxinus excelsior)*. — R. Ce qui démontre cette rareté, c'est que M. Gagnepain a constaté que, sur la route d'Avallon aux Bertins, dans la Nièvre, il existe 90 frênes ne portant aucune touffe de gui, alors que, sur 190 peupliers noirs qui alternent avec les frênes, 167 sont parasités. Il est vrai que la même immunité existe pour 94 peupliers blancs. Cette résistance à

l'envahissement tient à des causes qui existent certainement mais qu'on n'a pu expliquer jusqu'ici.

Lilas *(Syringa vulgaris)*. — R.

Mûrier blanc *(Morus alba)*.

Mûrier noir *(Morus nigra)*.

Micocoulier oriental *(Celtis orientalis)*.

Orme *(Ulmus campestris)*. — R.

Aulne *(Alnus glutinosa)*.

Bouleau *(Betula alba)*. — R. Hautes-Pyrénées (abbé Dulac); Haute-Vienne, commune des Billanges.

Bouleau à feuilles d'ortie *(Betula urticæfolia)*.

Saule blanc *(Salix alba)*. — A. C.

Marsaule *(Salix Caprœa)*.

Saule pleureur *(Salix babylonica)*.

Osier rouge *(Salix vitellina)*.

Grisard *(Populus canescens)*.

Peuplier d'Italie *(Populus fastigiata)*. — R., ce que l'on attribue à sa forme pyramidale qui en éloigne les oiseaux viscivores.

Brouillard *(Populus nigra)*. — CC.

Peuplier suisse *(Populus virginiana)*. — CC.

Tremble *(Populus Tremula)*.— A. C. M. Guérin a vu, au Mesnil-Thébault, un arbre portant cent touffes de gui — ce qui l'a tué du reste — alors que tous les trembles voisins étaient indemnes. Dans la Haute-Vienne, aux environs de Châteauneuf, les trembles porte-gui sont assez communs (Filhoulaud).

Peuplier du Canada *(Populus canadensis)*.

Peuplier de la Caroline *(Populus angulata)*.

Peuplier blanc *(Populus alba)*. Dans le *Bulletin* de l'Académie, M. Guignon cite, sur la route de Fontainebleau à Provins, deux rangées de peupliers blancs (300 arbres environ) dont 11 seulement ne portaient pas de gui. Par contre, ainsi que je l'ai dit plus haut, près de la Charité-sur-Loire, M. Gagnepain a constaté que 95 peupliers blancs ne présentaient aucune trace de gui, bien qu'étant à côté d'arbres parasités. Faut-il rechercher les causes de ces différences dans des conditions physiologiques autres? Il est peu probable cependant que, dans l'un comme dans l'autre cas, les écorces ne se prêtent pas de la même façon à l'implantation. La nature du sol agit-elle? Voilà une nouvelle question à résoudre.

Hêtre *(Fagus silvatica)*. — R. En Limousin, où le hêtre est commun, je n'ai jamais vu de hêtres parasités.

Châtaignier *(Castanea vulgaris)*.— On a signalé à M. Guérin du gui sur un châtaignier aux Biards (Manche). Malgré mes recherches et mes demandes, je n'ai pas encore pu constater le même fait chez nous, bien que le châtaignier y soit exceptionnellement abondant et que nous en possédions de très vieux dont l'état de décomposition paraîtrait se prêter à l'envahissement d'un parasite.

Chêne *(Quercus Robur* dont on a fait les *Q. pedunculata* et *sessiliflora)*. — Nous réservons pour un chapitre spécial les chênes porte-gui, bien que les considérations que nous venons de faire valoir démontrent qu'il est des essences, très répandues, où le gui paraît encore être plus rare que sur le chêne.

Chêne vert *(Quercus Ilex)*.

Chêne rouge *(Q. rubra)*.

Chêne des marais *(Q. palustris)*.

Chêne à feuilles de saule *(Q. Phellos)*.

Noisetier *(Corylus avellana)*. — R. Hautes-Pyrénées, au jardin de Médoux (Philippe) ; Manche, Les Biards (Guérin).

Charme *(Carpinus Betulus)*. — R. On dit cependant que les charmes porte-gui sont communs aux environs de Paris.

Noyer *(Juglans regia)*.

Pin sylvestre *(Pinus silvestris)*.

Laricio *(Pinus Laricio)*.

Sapin de Cilicie *(Abies cilicica)*.

Sapin argenté *(Abies pectinata)*.

Epicea *(Abies excelsa)*.

Mélèze *(Larix europœa)*.

Il paraît que le gui est commun sur les conifères dans le Brandebourg, la Thuringe, dans la Forêt Noire. Le parasite est plus petit que sur les autres arbres.

Pour terminer cette longue liste, j'ajoute qu'on peut encore rencontrer le gui sur le Tulipier, le Magnolia, le Cognassier du Japon, le Laurier-rose (où il s'implante aussi facilement, dit M. Guérin, que sur le pommier), le Noyer des pourceaux.

M. Guérin a établi un fait très intéressant et qui peut fournir l'explication de certaines anomalies. La lumière est indispensable à la germination des graines de gui.

Il a aussi constaté que, quand le mucilage est desséché, les oiseaux grimpeurs sont friands des graines et en enlèvent beaucoup ; que certains insectes et de petites limaces jouent le même rôle.

Voilà des données qu'il ne faut pas perdre de vue dans la recherche des solutions auxquelles il est utile d'arriver.

Chênes Porte-Gui (1)

Aube. — Forêt de Troyes (Jean Chalon). — Dans *le Naturaliste* (Bonnet).

Cantal. — M. Émile Laurent affirme que les chênes porte-gui sont très communs dans les terrains granitiques de ce département, tandis que M. Caumartin, inspecteur des eaux et forêts à Aurillac, dit n'en avoir jamais vu.

(1) Très gracieusement, M. Gadeau de Kerville vient de m'envoyer une épreuve de sa brochure sur les chênes porte-gui de la Normandie.

J'y trouve des renseignements du plus haut intérêt, une discussion savante, des considérations qui rentrent dans le cadre de mon mémoire. Mais je ne veux pas, avant sa publication, déflorer l'ouvrage de mon honorable confrère. Je crois cependant pouvoir, sans être indiscret, y puiser deux indications afin de rectifier deux erreurs qui se sont glissées dans ma liste des chênes porte-gui.

D'abord une erreur géographique : la forêt de la Londe est dans la Seine-Inférieure et non dans l'Eure.

Dans la Manche, il faut supprimer la chaire de Velléda. Voici succinctement l'explication de cette inexactitude. L'auteur des *Légendes normandes recueillies dans l'arrondissement de Mortain*, M. Hippolyte Sauvage, avait écrit, en parlant de la chaire de Velléda, que, sur la dernière branche d'un vieux chêne, il avait souvent cueilli quelques tiges du gui sacré. Interrogé par M. de Kerville, M. Sauvage a répondu très loyalement que ce gui n'avait jamais existé que dans sa phraséologie enthousiaste.

Ceci confirme ce que j'écrivais au mois de mai dernier, dans la *Revue scientifique du Limousin*, à propos d'un chêne qui, de loin, me paraissait porter du gui, alors que le parasite était implanté sur une branche de poirier s'enlaçant dans les branches du chêne.

On ne saurait trop veiller sur sa plume, trop passer au crible de la critique les documents qu'on examine. Mais surtout, quand on constate qu'on a contribué à propager une erreur, on doit très franchement le dire. Comme il est difficile d'échapper à semblable désagrément, quels que soient nos efforts pour rester dans les limites les plus étroites de la vérité, ce serait de l'amour-propre mal placé que de reculer devant un aussi simple aveu.

CHER. — Forêt de Vierzon (Le Grand).

CÔTE-D'OR. — Forêt de Châtillon, près d'Essaroy (S. des Étangs, session extraordinaire de la Société botanique de France, en juin 1870, à Autun). — Dans *le Naturaliste* (Bonnet).

CREUSE. — Sur la route de Dun à Croyant, quatre arbres côte à côte dans une allée de chênes (Chabrier).

DOUBS. — Dans *le Naturaliste* (Bonnet).

EURE. — Bois de Grammont ; forêt de la Londe (Dr Spalikowski).

HAUTE-GARONNE. — A Saint-Jean de Kyrie-Eleison (Lambert):

GIRONDE. — Y serait commun (*La Science Française*). Renseignement à contrôler.

ILLE-ET-VILAINE. — D'après un échantillon figurant à l'Exposition de 1878 (Dr Clos).

INDRE-ET-LOIRE. — Forêt d'Amboise (de Sury d'Apremont). — Dans le *Naturaliste* (Bonnet).

LOIR-ET-CHER. — Dans *le Naturaliste* (Bonnet).

LOIRE-INFÉRIEURE. — Château de Chavaque (Dr Viaud Grand-Marais).

MAINE-ET-LOIRE. — Leiches, près Angers, propriété du Dr Lemée (*Feuille des jeunes naturalistes*, IX, 151). — Dans le *Naturaliste* (Bonnet).

MANCHE. — La ferme du Bois, commune d'Isigny-le-Buat (Guérin) ; arbre remarquable par le nombre des touffes qui le couvrent. — Dans le *Naturaliste* (Bonnet). — Vezias, Saint-Nicolas-du-Bois, Hambye, Brecey (Ch. Guérin). — Mortain, la chaire de Velléda (Hippolyte Sauvage).

MAYENNE. — R. R., à Jublains (Léveillé).

MORBIHAN. — Parc du séminaire de Sainte-Anne-d'Auray (Viaud Grand-Marais). — Entre Pleumadeuc et Malensac (Viaud Grand-Marais).

NIÈVRE. — Dans un taillis du bois de Lamenay (Moriot, *Revue scientifique du Bourbonnais)* ; sur *Q pedunculata* très vieux et de grande dimension. — Forêt de Planchez (Dr Gillot).

OISE. — La forêt de Compiègne ; le gui y croît en abondance sur le chêne (Jean Chalon).

ORNE. — Dans *le Naturaliste* (Bonnet). — Un chêne porte-gui d'origine américaine (Léveillé). — Saint-Aubin-de-Bonneval, au hameau des Champs (abbé Letacq).

RHONE. — Villefranche-sur-Saône, sur un vieux chêne des environs, deux touffes (P. Tillet de Mongré, *Feuille des jeunes naturalistes*, VIII, 104). — Dans *le Naturaliste* (Bonnet).

SARTHE. — Bois de Notre-Dame-du-Pé ; Précigné, à la Messerie ; Sablé, sur la route de Précigné (Ch. Guérin, d'après l'abbé Chevallier).

SAONE-ET-LOIRE. — Dans le parc du château de Lavaux, près Issy-l'Évêque. A Périgny-sur-Loire, près la ligne du chemin de fer de Gilly à Digoin. Dans la région, on attribue à ce gui des propriétés curatives, tandis que celui de pommier est sans valeur (Moriot, *Revue scientifique du Bourbonnais*, n° 131, novembre 1898).

SEINE-INFÉRIEURE. — Forêt de Roumare, environ de Vibeuf (Dr Spalikowski).

SEINE-ET-OISE. — Forêt de Carnel, canton de l'Isle-Adam (R. P. Alain).

VENDÉE. — Observé par M. Bonnemère en 1892.

HAUTE-VIENNE. — Dournazac (Léclaircie). — Entrecolle, commune des Billanges (Fourgeaud). — La Morlière, commune de Bussière-Poitevine ; dans une

chênaie de cinquante arbres du même âge; un seul arbre parasité portant de vingt-cinq à trente grosses touffes (Ch. Le Gendre).

YONNE. — Le champ de chênes, commune de Saint-Léger-Vauban (Dr Gillot).

SUISSE. — Genève (Alphonse de Candolle).

ITALIE. — CC. dans une forêt située entre Rome et Lorette (Jean Chalon).

Cette liste est certainement très incomplète. Le nombre des départements où on a constaté la présence du gui sur le chêne s'augmentera. Les indications deviendront plus précises. Nous sommes déjà loin du temps où M. Bonnet ne citait que douze localités dans neuf départements.

Dans quelques années, nous espérons pouvoir dresser des listes semblables pour les essences où le gui est encore plus rare que sur le chêne. Mais, pour cela, tous les observateurs devront nous accorder leur concours. Nous faisons un pressant appel à leur intelligente initiative, persuadé qu'ils comprendront l'utilité d'apporter leur pierre à l'édifice que nous voulons construire.

En effet, cette communication servira de base à une étude plus complète et guidera ceux de nos nombreux confrères qui voudront bien nous adresser ou nous signaler des documents.

BIBLIOGRAPHIE

ANTONIS (Fr.). — *Le Gui* (supplément au n° 22 du *Nouvelliste de Bellac*, 28 mai 1899).

BON JARDINIER (*Almanach du*), 1858.

BONNET (Edmond). — *Histoire du Gui*.

BONNIER. — *Actes du Congrès de la Société botanique de France*, 1889, p. 273.

CHALON (Jean). — *Revue des Loranthacées*. Mons, 1870. — *Un mot sur la germination du Gui*.

CHATEAUBRIAND. — *Les Martyrs*. 1837, I, IX, p. 253.

CAZES (Alphonse). — *Notes sur le Gui et notes botaniques. Bulletin de la Société Ramond*, 2e série, p. 164; 3e série, p. 77.

CHEVALLIER (Abbé L.). — *Contribution à la flore de la Sarthe. Revue de Botanique*, t. VIII, juillet 1890.

DU HAMEL DE MONCEAU. — *Diverses observations sur le Guy. Mémoires de l'Académie française*, 1740.

DULAC (Abbé Joseph). — *Aguilanneuf*. Paris, librairie ancienne et moderne Ed. Rouveyre et G. Blond.

ÉTANGS (S. DES). — *Note sur un exemplaire de Gui de chêne qui existe à la bibliothèque de Châtillon-sur-Seine. Bulletin de la Société botanique de France*, t. XVII, p. 24.

FOUCHÉ (Rapport de M.). — *Destruction obligatoire du Gui*.

GAGNEPAIN. — *Sur la dispersion du Gui*. Société d'Histoire naturelle d'Autun, séance du 13 juin 1897.

GASPARD (Dr B.). — *Mémoire physiologique sur le Gui. Journal de physiologie expérimentale et pratique de F. Magendie*, t. VII, p. 227-333, 1827.

Gaulois (Le) du 2 janvier 1894. — *Le Mistletoe*.

GILLOT (Dr). — *Note sur un Gui de chêne*. Société d'histoire naturelle d'Autun, séance du 13 juin 1897.

Guérin (Charles). — *Notes sur quelques particularités de l'histoire naturelle du Gui (Bulletin de la Société linnéenne de Normandie*, 4e série, 6e vol., 4e fasc.). — *Expériences sur la germination et l'implantation du Gui* (mars 1882 à décembre 1889), *Revue de Botanique*, bulletin mensuel de la Société française de Botanique, numéros d'avril-mai 1890. — *Les chênes porte-gui (Bulletin de la Société normande d'études préhistoriques*, t. IV, année 1896). — *Observations biologiques sur le Gui* (1893-1897). *Bulletin de la Société linnéenne de Normandie*, 5e série, 2e vol., 1er fasc.).

Guignon (Abbé). — *Le Gui d'après les observateurs* (in *Feuille des jeunes naturalistes), Bulletin de l'Académie internationale de géographie botanique*, 8e année, 3e série, nos 117-118.

Hersart de la Villemarqué. — *Barzas Breiz.*

Larbalétrier. — *La question du Gui, le Gui plante sacrée, parasite, ornementale, fourragère et médicinale (Cosmos*, 48e année, no 741, p. 42).

Laurent (Émile). — *Mémoire sur le Gui* (Société royale botanique belge, 1890).

Lecoq (Henri). — *Étude sur la géographie botanique de l'Europe*. Paris, 1854.

Le Gendre (Charles). — *Revue scientifique du Limousin*, 3e vol., p. 281, 309; 4e vol., p. 47, 61, 76, 95 et 126.

Le Héricher (Édouard). — *Revue trimestrielle de la Société d'archéologie d'Avranches et de Mortain*, janvier 1882.

Maison rustique (Nouvelle). Paris, 1775, 10e édition.

Olivier (Ernest). — *Liste des arbres porte-gui (Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France*, 7e année, nos 80 et 81, 11e année, no 131).

Pline. — *Histoire naturelle*, livre XVI, chap. XLIV.

Pouyaud. — *Revue scientifique du Limousin*, 3e vol., p. 304.

Règne végétal, année 1891, p. 21, 36, 47 et 165.

Rodin (H.). — *Les plantes médicinales et usuelles.*

Sarcé. — *Midi agricole*, année 1899.

Spalikowski (Dr). — *Remarques sur la croissance du Gui dans la Seine-Inférieure et l'Eure (Le Monde des Plantes*, octobre 1896, no 83).

Théis (Alexandre de). — *Glossaire de Botanique*, p. 483.

M. Adrien TISON

Préparateur à la Faculté des Sciences de Caen.

MÉTHODE NOUVELLE DE COLORATION DES TISSUS SUBÉREUX [581.8]

— Séance du 18 septembre —

La méthode de coloration que nous allons exposer est basée sur l'emploi de certaines couleurs ammoniacales.

Parmi les matières colorantes que nous avons essayées en vue de la coloration des tissus subéreux et qui nous ont donné d'heureux résultats,

nous citerons en première ligne le violet de gentiane, le dahlia, le vert acide de Mangin ; puis le vert de méthyle et le violet de Paris.

Les solutions colorantes sont préparées de la même façon que la fuchsine ammoniacale. Dans une dissolution alcoolique concentrée desdites matières colorantes, on verse peu à peu de l'ammoniaque jusqu'à décoloration la plus complète possible. Il est préférable d'arriver à obtenir cette décoloration avec le minimum d'ammoniaque nécessaire ; pour cela on ajoute ce dernier par petites portions en laissant reposer le mélange entre chaque addition. Les solutions ainsi obtenues peuvent se conserver quelque temps en vase bien clos, et en cela le vert acide de Mangin et le violet de gentiane sont préférables aux autres matières colorantes que nous avons indiquées.

Comme ces solutions ammoniacales sont destinées à une étude de parois cellulaires, il est préférable de nettoyer les coupes par l'eau de javelle avant leur emploi. On les plonge ensuite dans l'une quelconque des solutions ammoniacales précitées. On les y laisse pendant quelques minutes, de même que cela est indiqué dans l'emploi de la fuchsine ammoniacale pour la coloration des tissus subéreux et lignifiés ; mais, au lieu de laver ensuite les coupes dans l'eau pure ou légèrement acidulée par l'acide acétique comme dans ce dernier cas, on les lave dans de l'eau acidulée par 5 à 10 0/0 d'acide chlorhydrique, sulfurique ou azotique.

Dans ces conditions, les tissus subéreux de la coupe sont seuls colorés en violet ou en vert, suivant le colorant employé. Les coupes peuvent être ensuite montées directement dans la glycérine.

Ce procédé a le double avantage de donner aux tissus subéreux une coloration intense et d'être très rapide. Il en possède encore un troisième, qui est le suivant.

Si, au lieu de laver les coupes dans de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, sulfurique ou azotique, comme nous l'avons indiqué plus haut, on les lave dans l'eau pure, on obtient le même résultat qu'avec la fuchsine ammoniacale, c'est-à-dire que la coloration apparaît à la fois sur les tissus subérisés et lignifiés, les premiers étant toutefois colorés avec un peu plus d'intensité. On peut ainsi examiner les coupes montées dans la glycérine au point de vue de la localisation des deux tissus. Si l'on veut ensuite spécifier la localisation de chacun d'eux, il suffit de reprendre la coupe et de la porter dans l'eau acidulée indiquée plus haut ; les tissus lignifiés changent immédiatement de coloration, puis celle-ci disparaît rapidement si l'on emploie l'eau acidulée par l'acide sulfurique, beaucoup plus lentement si l'on emploie l'acide chlorhydrique ; finalement, les tissus subéreux seuls restent teintés, leur coloration primitive ne diminue d'ailleurs pas d'intensité pendant cette opération.

La fuchsine ammoniacale, employée dans les mêmes conditions que les colorants ci-dessus énoncés, ne donne aucun résultat.

Quoique cette note ait pour but principal de faire connaître un nouveau moyen de préciser la localisation de la subérine dans les tissus, nous indiquerons cependant, en outre, un procédé de double coloration, tissus subéreux et ligneux d'un côté, tissus parenchymateux de l'autre, obtenue avec les couleurs ammoniacales précitées au moyen d'une seule manipulation.

Il suffit d'ajouter à la solution ammoniacale, au moment de s'en servir, un peu d'une solution aqueuse concentrée de rouge congo. On laisse les coupes environ cinq minutes dans le mélange, puis on les lave dans l'eau pure jusqu'à ce que la couleur ammoniacale soit suffisamment apparue sur les tissus ligneux et subéreux. Ce lavage a en même temps pour effet d'enlever l'excès de rouge congo fixé sur les tissus parenchymateux.

La double coloration ainsi obtenue est d'une grande netteté, surtout si l'on emploie le vert acide de Mangin ou le vert de méthyle, la teinte verte donnée par ces colorants aux tissus subéreux et ligneux tranchant plus nettement, sur la teinte rouge orangé donnée par le rouge congo aux tissus parenchymateux, que le violet des autres couleurs. Nous conseillons de plus l'emploi du vert acide de Mangin de préférence au vert de méthyle, la solution ammoniacale du premier s'altérant moins que celle du second.

Les doubles colorations obtenues par ce procédé se conservent longtemps sur les coupes montées à la glycérine neutre.

M. Fernand CAMUS

à Paris

ÉTUDE BOTANIQUE SUR L'ARCHIPEL DE BRÉHAT (COTES-DU-NORD)

[581.9(44.11)]

Un récent séjour à Bréhat m'a permis, malgré la saison avancée et la sécheresse exceptionnelle de l'été, de faire des observations assez suivies sur sa flore. J'en envoie à la Section un court exposé.

L'archipel de Bréhat, situé près de la petite ville de Paimpol, n'est séparé du continent que par un chenal d'environ deux kilomètres de largeur. L'île principale, de forme très irrégulière, mesure trois à quatre kilomètres dans son plus grand diamètre. Elle est flanquée, à l'est et à l'ouest, d'une dizaine d'îlots qui tous, sauf un, n'atteignent que quelques cen-

taines de mètres, et d'un nombre considérable d'écueils dont beaucoup ont un sommet toujours émergé et portent quelque végétation phanérogamique. Ile principale et îlots ont leurs bords déchiquetés à l'infini et se projettent en une multitude de pointes occupées par des entassements de blocs granitiques. Il n'existe point de falaises à escarpements rocheux, non plus que de plages de sable. Çà et là des cordons de galets garantissent la terre contre la violence du flot. Le sol de l'île, assez mouvementé, est hérissé de buttes granitiques dont l'une atteint une quarantaine de mètres d'altitude ; mais il n'y a ni vallon, ni ruisseau, à peine quelques parties marécageuses. Les deux tiers de l'île sont cultivés et bien cultivés. Le reste, où le sol manque de profondeur, où même le granit affleure, est à l'état de lande ou de maigre pâturage.

Le climat de Bréhat est d'une extrême douceur. Des Géraniums-lierres, tapissant les murs sur plusieurs mètres carrés, des Fuchsias, des Agaves et autres plantes frileuses y passent l'hiver en plein air. Le Myrte, le Figuier, le Laurier-tin, le Laurier-sauce abondent dans les jardins, et ce dernier se retrouve buissonnant à l'état sauvage sur les rochers de quelques îlots. Malgré les vents, l'île est loin d'être dépourvue d'arbres. On y compte beaucoup d'Ormes d'assez belle venue, des Frênes, dont l'un paraît centenaire, et un petit bois de Pins entoure le fort. On voit encore dans les jardins, outre des arbres fruitiers de taille plus humble, des Mûriers, quelques Noyers, trois ou quatre Eucalyptus atteignant cinq à six mètres de hauteur, et, chose remarquable dans une île, au moins quatre Châtaigniers qui, en ce moment, essaient de mûrir leurs fruits, et dont l'un, poussé sur un escarpement inaccessible, pourrait être considéré comme spontané. Par contre, d'autres espèces se comportent mal à Bréhat : ainsi je n'ai vu qu'à l'état rabougri de rares Robinias et Æsculus, et les deux Chênes probablement uniques de l'archipel forment d'humbles buissons dans l'île Verte.

En raison de son peu d'éloignement de la côte, l'archipel de Bréhat n'a pas l'isolement et, par suite, n'offre pas l'intérêt botanique des îles de la côte atlantique bretonne ou vendéenne, dont quelques-unes ont déjà fourni la matière de catalogues spéciaux. Je crois cependant qu'une étude sur Bréhat n'est pas inutile, ne fût-ce qu'à titre de comparaison avec les îles atlantiques. Le département des Côtes-du-Nord est, d'ailleurs, l'un des moins connus de la Bretagne au point de vue botanique, et, en dehors de sa partie orientale, c'est-à-dire de l'arrondissement de Dinan, il n'a été l'objet d'aucune étude suivie. Pour Bréhat même, je n'ai trouvé indiquées dans la *Flore de l'Ouest* de Lloyd que six espèces : *Rhaphanus maritimus*, *Melilotus parviflora*, *Scrofularia peregrina*, *Phalaris minor*, *Cynosurus echinatus*, *Ornithopus ebracteatus*. J'ai retrouvé toutes ces plantes, à l'exception de la dernière.

La flore phanérogamique de Bréhat paraît comprendre au maximum 350 espèces, chiffre encore assez considérable eu égard à la faible superficie (310 hectares) de l'archipel et au manque de certaines stations (sables, marais, ruisseaux). L'île de Groix, bien plus variée sous le rapport des stations, et dont la superficie égale presque cinq fois celle de Bréhat, compte environ 500 espèces, parmi lesquelles des espèces qui n'arrivent point jusqu'à la Manche. J'ai personnellement constaté dans l'archipel 310 phanérogames et cryptogames vasculaires. Malgré le soin que j'ai pris de recueillir les moindres débris desséchés qui trop souvent tombaient en miettes, nombre d'espèces printanières n'ont pu être déterminées ou cataloguées : j'estime celles-ci à une vingtaine. En ajoutant les espèces qui, pour une cause ou pour une autre, ont dû échapper à mes recherches, on arrive à un total approximatif de 340 à 350.

Au lieu de donner une liste complète, forcément aride, de mes récoltes, je crois plus profitable de passer en revue les stations principales avec leurs plantes caractéristiques.

Les cordons de galets qui bordent plusieurs criques, particulièrement dans les parties occidentale et septentrionale de l'île, ont pour principaux habitants : les *Crambe maritima*, très beau sur plusieurs points et mûrissant bien ses fruits, *Rumex rupestris*, *Crithmum maritimum*, *Triticum repens*, généralement glauque et dont les épillets offrent diverses variations ; *Chrysanthemum maritimum*, *Glaucium luteum* et *Cakile Serapionis*, tous deux rares à Bréhat ; *Phragmites communis* et, sur quelques points, *Solanum dulcamara*. Ce dernier est bas, buissonnant, à feuilles plus lisses et épaisses, mais il conserve ses taches nectarifères : il n'affecte donc pas à Bréhat la forme remarquable signalée par M. Avice non loin de là, parmi les galets du Sillon de Talbert. Il faut encore citer les *Parietaria officinalis* et *Beta maritima*, deux plantes qu'on trouve à chaque pas dans l'île et dans les stations les plus diverses.

Le fond des petites anses, souvent atteint par la marée, et dont le sol argileux retient bien l'humidité, est bordé d'un tapis parfois serré, composé des *Glyceria maritima*, *Juncus maritimus*, *Plantago maritima*, *Glaux maritima*, *Suæda maritima*, *Spergularia marginata*, qu'accompagnent généralement, surtout quand affleure le roc, les *Frankenia lævis*, *Statice occidentalis* et *Limonium*, *Juncus Gerardi* et *acutus* (ce dernier souvent magnifiquement développé), *Inula crithmoides*, *Atriplex portulacoides* et des formes curieuses de l'*Atriplex patula*. Les *Triglochin maritimum*, *Salicornia radicans*, *Aster Tripolium* sont plus localisés. Le *Salicornia herbacea* ne se montre que dans l'îlot de Béniguet. Le *Suæda fruticosa*, non signalé encore sur la côte bretonne de la Manche, forme de beaux buissons sur plusieurs points du fond de l'anse de la Corderie.

Les parties élevées de la côte sont couvertes de pelouses roses compo-

sées surtout des *Aira præcox* et *caryophyllea*, *Poa loliacea*, *Bromus mollis* nain, de formes minuscules des *Plantago Coronopus* et *lanceolata*, des *Cerastium tetrandrum*, *Mœnchia erecta*, *Sagina apetala* et *maritima*, *Trifolium subterraneum*, *striatum* et *scabrum*, *Lotus (hispidus* ou *angustissimus)*, *Polycarpon tetraphyllum*, *Sedum acre* et *anglicum*, *Anthemis nobilis*, *Romulea Columnæ* (C. C.). Sur ce fond se détachent les *Daucus gummifer*, *Salvia verbenaca*, *Euphorbia portlandica*, *Linum angustifolium*, *Spiranthes autumnalis*, et quelques graminées communes, et — par places — les *Cynosurus echinatus* bien moins élevés que dans les cultures, *Kentrophyllum lanatum*, *Carlina vulgaris* et *Iris fœtidissima* (très rare dans l'île principale, mais abondant dans les îlots de l'Ouest). Ces coteaux sont, pour la plupart, couronnés par des entassements de rochers dont la surface ou les fentes donnent asile, indépendamment d'une partie des plantes susénumérées, aux *Silene maritima*, *Spergularia marina*, *Cochlearia danica*, *Umbilicus pendulinus*, *Hedera Helix* souvent porteur de l'*Orobanche Hederæ*, *Armeria maritima*, *Crithmum maritimum*. Toutes ces espèces sont abondantes ; elles sont souvent accompagnées par les *Lonicera periclymenum*, *Ligustrum vulgare*, *Teucrium Scorodonia*, *Endymion nutans*, *Asplenium lanceolatum*, *Pteris aquilina*, et aussi, mais moins fréquemment, par les *Asplenium marinum* et *Polystichum Filix mas*.

Le fond de la végétation des landes est constitué par les *Ulex europæus* et *Gallii*, *Erica cinerea*, *Calluna vulgaris* et *Pteris aquilina*. L'*Ulex europæus* est probablement introduit. J'inscris sous le nom d'*Ulex Gallii*, plutôt que sous celui d'*U. nanus*, un ajonc assez variable comme taille, mais qui dépasse d'ordinaire celle de l'*U. nanus*, du continent, dont il n'a pas l'aspect ni la couleur. Il fleurit peu à Bréhat, tandis qu'à pareille époque j'ai vu, dans certaines parties de la Bretagne, des landes couvertes de cette espèce chargée de fleurs du plus bel effet. L'*Erica cinerea* et surtout le *Calluna* sont réduits à une taille naine sur certains points battus des vents, particulièrement à la pointe du Paon. Le *Calluna* prend alors l'aspect d'un buisson compact, haut à peine de quelques centimètres, où rameaux et feuilles se serrent d'une façon très curieuse. Le genêt n'habite point les landes à Bréhat : on l'y voit seulement, et encore assez rarement, sous forme de buissons bas et serrés sur les coteaux maritimes. Les landes à ajoncs ou à bruyères sont peu intéressantes, parce que ces plantes ne laissent guère de place au développement d'autres espèces. Il n'en est pas de même de celles où dominent les *Pteris*. Ces derniers fournissent un couvert protecteur qui conserve une humidité favorable aux espèces plus humbles. Ce sont surtout les *Agrostis*, *Danthonia decumbens*, *Anthoxanthum odoratum*, *Brachypodium sylvaticum*, *Thrincia hirta*, *Leontodon autumnalis*, *Viola* (section *Canina)*, *Primula vulgaris* (parfois très abondant), *Euphorbia amygdaloides* (rare dans l'île principale, mais commun dans plusieurs îlots), *Euphrasia nemo-*

rosa, *Hieracium Pilosella*, *Tormentilla erecta*, *Thymus Serpyllum* (qui fleurit peu), *Betonica officinalis*, *Linum catharticum*, *Radiola linoides*, *Erythræa Centaurium*, *Polygala vulgaris*. Quelques parties (exceptionnellement) humides, surtout à la pointe du Paon, m'ont donné le *Pedicularis sylvatica* et de rares représentants des *Anagallis tenella* et *Wahlenbergia hederacea*. Les *Brunella vulgaris*, *Veronica officinalis*, *Galium saxatile*, *Cicendia filiformis*, *Ononis repens* (var. γ de la *Flore de l'Ouest*) sont rares, et je n'ai vu que dans l'îlot de Raguenez les *Hieracium umbellatum* et *Scorzonera humilis*. Enfin on trouve, çà et là, des *Carex* et des *Luzula* indéterminables d'après les feuilles seules.

Une bonne partie de ces plantes des landes tapisse les berges à pic ou fortement inclinées de la côte, quand celles-ci sont un peu abritées. C'est là qu'on trouve encore quelques espèces rares dans l'archipel : *Carex extensa*, *C. Hornschuchiana* ? *Hypericum pulchrum* (îlot de Béniguet), *Calamagrostis epigeios*, *Rubia peregrina*, *Inula Conyza*, *Lathyrus pratensis* (anse du Port-Clos).

J'ai déjà dit que les lieux marécageux d'eau douce sont très rares et de très peu d'étendue. Je n'y ai vu que les *Scirpus maritimus*, *Heleocharis palustris*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Polygonum amphibium*, *Ranunculus Flammula*, *Lemna minor*, et, représentés par quelques pieds seulement, *Helosciadium nodiflorum*, *Ranunculus sceleratus*, *Cardamine pratensis*, *Nasturtium officinale*. L'*Apium graveolens*, fréquent dans cetie station dans toute la région maritime, ne s'est nulle part présenté à moi, à Bréhat, dans des conditions d'incontestable spontanéité.

Les cultures, qui sont principalement des moissons et des champs de pommes de terre, n'offrent que peu de plantes intéressantes. En dehors des espèces vulgaires, je citerai seulement une forme basse du *Stachys palustris*, signalée dans les mêmes conditions à l'île de Batz (Finistère), les *Inula dysenterica*, *Matricaria Chamomilla*, *Briza minor*, *Cynosurus echinatus*, plutôt localisé, *Phalaris minor*, au contraire commun, *Sonchus arvensis*, *Silene gallica*, *Equisetum arvense*, de rares taches de *Cuscuta Trifolii*, *Thlaspi arvense*, et quelques pieds du *Vicia varia* évidemment importé.

Les murs rappellent par leur végétation celles des rochers : *Umbilicus*, *Sedum (acre*, *anglicum*, *rupestre)*, *Polycarpon*, *Cochlearia*, *Hedera* et son *Orobanche* (1). De plus, *Festuca rigida*, *Bromus rigidus*, *Polypodium vulgare* et, çà et là, *Erodium maritimum* et *Lepidium Smithii*.

Les lieux vagues, le bord des chemins, m'ont fourni les *Malva nicæensis*, fort rare, *Torilis nodosa*, *Erodium moschatum*, *Calamintha ascendens* (La Corderie) et trois Ombellifères qui, bien que d'origine suspecte ou

(1) Vis-à-vis du « Cabaret artistique des Décapités », un mur a son chapeau couronné, sur environ deux mètres de longueur, d'un Lierre qui portait 27 tiges d'*Orobanche Hederæ*.

même d'origine étrangère avérée, n'en jouent pas moins, par leur abondance et leur large dispersion, un rôle important dans la végétation de l'archipel : *Fœniculum officinale*, *Smyrnium Olus atrum* et *Petroselinum sativum*, celui-ci absolument acclimaté.

Citons encore, comme intéressants à divers titres, le *Raphanus maritimus*, très rare sur la côte occidentale de l'île principale, mais qu'on retrouve dans plusieurs îlots et qui abonde à Béniguet ; le *Lavatera arborea* que je n'ai vu à l'état sauvage qu'à l'île Verte ; un *Rosa* non encore déterminé qui se voit, çà et là, parmi les blocs de rochers les plus escarpés ; l'*Origanum vulgare*, abondant à la Butte-Saint-Michel ; les *Verbascum Thapsus* et *nigrum*, tous deux rares ; le *Lotus corniculatus*, répandu dans des stations très diverses, souvent nain et presque toujours avec des feuilles épaissies ; un *Arum* en fruits (probablement *A. italicum*), commun le long des murs ombragés ; le *Cochlearia anglica*, très rare dans une anse de la côte ouest, près du moulin à mer ; le *Sambucus Ebulus*, dans l'îlot de Lavrec ; le *Melilotus parviflora*, peut-être d'origine étrangère, mais qui se maintient (dans la partie méridionale de l'île) depuis plus d'un demi-siècle ; le *Digitalis purpurea*, confiné aux hauteurs qui couronnent le Gwerzido ; le *Scilla autumnalis*, plante généralement commune dans la région maritime, totalement absente de l'archipel, sauf sur un tout petit îlot de 15 à 20 mètres au plus de diamètre, où d'innombrables pieds forment des pelouses compactes sur le peu de terre qui recouvre le granit. La florule spéciale des puits comprend : *Scolopendrium officinale*, *Asplenium lanceolatum*, *A. Adiantum nigrum*, *marinum* et, plus rarement, *Polystichum Filix mas*.

Enfin, on remarquera l'extrême rareté de certaines plantes ubiquistes : des Fumeterres représentées par un seul pied du *Fumaria Borœi*, à Béniguet ; des *Dipsacus sylvestris* et *Lychnis vespertina*, dont j'ai trouvé à peine quelques représentants ; des *Lappa*, dont j'ai vu seulement un groupe de deux ou trois pieds *(L. major ?)* près des murs d'une chaumière ; et — jusqu'à nouvel ordre — l'absence des *Herniaria*, *Eryngium*, *Artemisia*, *Centaurea*, *Ilex*, *Echium*.

Parmi les espèces qu'on doit s'attendre à trouver à Bréhat à la saison propice, je crois pouvoir signaler aux chercheurs l'*Ophioglossum lusitanicum* et l'*Isoetes Hystrix*, découverts sur la côte voisine du continent par le Dr Avice, et à qui Bréhat offre des stations parfaitement appropriées.

Les Muscinées sont bien représentées à Bréhat. J'ai trouvé un total de 115 espèces, qu'un examen microscopique approfondi augmentera peut-être de quelques unités (1).

Les deux seules espèces de Mousses vraiment marines, celles qui exigent

(1) Une Note spéciale sera publiée sur les Muscinées de Bréhat.

le voisinage du flot, *Grimmia maritima* et *Ulota phyllantha saxorum* (*U. maritima* C. Müll. et Kindb.) existent l'une et l'autre à Bréhat, la première abondante sur plusieurs points, l'autre beaucoup plus rare.

On y trouve également les Mousses qui, en Bretagne du moins, sont presque exclusives du littoral : *Trichostomum littorale* et *flavovirens* communs, le premier surtout, quoique invariablement stériles, et *Pottia Heimii*, et enfin une intéressante série d'espèces occidentales ou méridionales qui jouent un rôle important dans la végétation bryologique des départements de l'ouest de la France : *Trichostomum mutabile*, *Barbula atrovirens*, *cuneifolia* et *squarrosa*, *Entosthodon Templetoni* (RR à Bréhat même, mais abondant en face sur le continent à la Pointe de l'Arcouest), *Webera Tozeri*, *Eurhynchium circinatum*, etc.

La végétation bryologique arboricole est très pauvre et sans intérêt. L'*Ulota phyllantha arborum* paraît manquer. Aucune Sphaigne n'existe à Bréhat ; mais sur plusieurs points humides des landes se montre le *Leucobryum glaucum*.

Parmi les Hépatiques, on peut noter : *Plagiochila spinulosa*, *Jungermania acuta*, *Saccogyna viticulosa*, *Lejeunea minutissima*, *Frullania fragilifolia*, *Riccia nigrella*.

Je n'ai pu accorder la même attention aux autres groupes de Cryptogames. J'ai remarqué cependant que celui des Lichens paraît moins bien représenté à Bréhat que sur d'autres points de la côte bretonne. Je n'ai vu dans l'île que quelques rares échantillons des *Physcia flavicans*, *Lecanora holophæa* et autres espèces généralement répandues sur le littoral, et je n'ai pu trouver trace de deux belles espèces de l'île de Groix : *Sticta aurata* et *Physcia leucomela*, bien que j'aie recueilli le premier de ces Lichens sur la côte peu éloignée de Perros-Guirec (1).

Au dire des Bréhatins, le Champignon de couche *(Psalliota campestris)* ne serait pas rare : j'en ai vu des exemplaires bien développés après quelques matinées pluvieuses. En dehors de ceux-ci, je puis à peine citer quelques Agaricinées, un *Lepiota*, un *Coprinus*, le *Marasmius Oreades*. J'indique encore pour mémoire un bel échantillon du *Fistulina hepatica* sur un Frêne, de nombreux mycéliums d'*Erysiphe*, des Urédinées, dont un *Puccinia* sur *Statice occidentalis*, etc.

Appendice. — Je consigne ici les résultats d'une descente d'une demi-heure dans l'île Modez ou de Saint-Modez. Celle-ci, longue d'environ un kilomètre, quoique peu distante de Bréhat, n'appartient pas au groupe qui mérite le nom d'archipel de Bréhat. Elle en est, en effet, séparée par

(1) Après l'envoi de cette Note au Congrès, j'ai encore passé quelques jours à Bréhat. Les Phanérogames et les Muscinées ne me fournissant plus guère de sujets d'études, j'ai reporté mon attention sur les Lichens. J'en ai noté environ 80 espèces dont j'espère donner la liste.

un chenal profond praticable en tout temps pour les navires d'un fort tonnage. Elle est, au contraire, rattachée au continent, lors des plus basses marées, par une série de prairies de Zostères. Elle est en partie sablonneuse. De là la présence d'espèces intéressantes dont je n'ai pu trouver à Bréhat le moindre représentant : *Eryngium maritimum*, *Galium verum* var. *arenarium* (C.), *Salsola Kali*, *Convolvulus Soldanella*, *Hyoscyamus niger*. J'ai remarqué encore *Silybum Marianum*, assez abondant ; une forme naine très commune de *Poterium*, *Verbascum nigrum*, *Glaucium luteum*, *Crambe maritima*, *Juncus acutus*. Une forme rabougrie d'une Mousse, *Neckera complanata*, qu'on trouve aussi à Bréhat, croît sur des blocs de rochers à peine abrités par les replis du terrain.

M. Jacob de CORDEMOY

Docteur ès sciences, Docteur en médecine, Chef des Travaux pratiques de botanique à la Faculté des Sciences de Marseille.

NOTE SUR LA RÉSINE DE COURBARIL

— Séance du 20 septembre —

La résine de *Courbaril* est ce produit bien connu dans l'industrie des vernis sous le nom d'*animé tendre d'Amérique*, et classé parmi les *copals demi-durs*.

Elle est fournie par une Légumineuse, l'*Hymenæa Courbaril* L. Cette espèce habite exclusivement le continent américain et les îles avoisinantes : la Guyane, le Vénézuela, le Brésil, le Mexique, les Antilles.

La résine découle du tronc, des branches, et aussi des grosses racines ; elle prend naissance dans de larges canaux sécréteurs localisés dans l'écorce. Lorsqu'elle est récoltée sur l'arbre, peu de temps après son exsudation, elle est considérée comme *copal vert ;* c'est une sorte peu estimée.

Le produit *fossile* a une valeur beaucoup plus grande. C'est la résine qui s'est écoulée de fissures ou de blessures accidentelles faites aux racines, et qui s'est amassée dans le sol où elle a subi, pendant un temps plus ou moins long, une oxydation lente et sans doute aussi d'autres modifications chimiques qui lui ont donné les caractères et les propriétés particulièrement recherchés dans l'industrie.

C'est donc des racines qu'exsude la majeure partie de cette résine

qu'on trouve dans le sol au pied des arbres, ou encore à la place occupée anciennement par des arbres détruits ou disparus. Le fait a d'ailleurs été constaté directement.

On peut admettre aussi que des masses résineuses, détachées du tronc et des grosses branches et tombées au pied des arbres, aient pu, à la longue, s'enterrer. C'est ainsi, d'après Livingstone, que se formerait le copal fossile émané du Copalier africain (*Hymenæa verrucosa* Gærtn.). Mais je pense que ce second mode de formation est moins constant que le premier.

Quoi qu'il en soit, la résine de Courbaril fossile se présente sous forme de nodules durs, plus ou moins volumineux, arrondis, sphéroïdaux ou ovoïdes, d'aspect grisâtre ou blanchâtre, terne, car ils sont toujours recouverts d'une mince couche oxydée, friable.

Mais lorsqu'on enlève cette couche oxydée superficielle ou qu'on casse le morceau, la résine apparaît brillante, vitreuse, transparente, d'une limpidité remarquable.

L'histoire chimique de ce produit est loin d'être complète. Je ne prétends pas la présenter ici. Je veux seulement résumer des expériences qu'il m'a été donné de faire sur cette substance, et qui me paraissent de nature à préciser quelques-unes de ses propriétés générales encore imparfaitement connues.

Les seules indications d'ordre chimique concernant la résine de Courbaril sont dues à Laurent et Paoli. Les résultats de leur analyse sont consignés dans la *Chimie organique* de Gerhardt (III, p. 667). D'après Paoli, le produit résineux du Courbaril se composerait de deux résines, l'une soluble dans l'alcool froid, l'autre qui n'est soluble que dans l'alcool bouillant. Selon Laurent, la résine soluble dans l'alcool bouillant « se dépose, par le refroidissement, sous forme de flocons légers composés de fines aiguilles ».

Ayant eu récemment à ma disposition une grande quantité de la résine de Courbaril fossile absolument authentique, provenant de la Guyane, je me suis attaché à étudier l'action d'un certain nombre de dissolvants sur cette substance.

Ces recherches m'ont conduit à des résultats qui ne concordent nullement avec ceux énoncés par Laurent et Paoli.

Il est vrai que ceux-ci ont pu analyser le produit *vert* dont les propriétés seraient alors bien différentes de celles de la résine soumise à la fossilisation.

Mais ces auteurs n'ont découvert que deux résines constituantes, tandis qu'il existe trois résines distinctes dans la composition de la résine fossile que j'ai examinée, de même que dans celle de la substance résineuse extraite de la gousse du Courbaril, comme nous le verrons plus loin.

Cette composition paraît donc bien spéciale à toute résine exsudée de l'*Hymenæa Courbaril*.

D'autre part, il y a des analogies très grandes entre les réactions indiquées par Laurent et Paoli et celles des résines fournies par le genre *Protium*, de la famille des Burséracées.

C'est l'étude comparée d'un grand nombre de résines qui m'a conduit à constater ces analogies. Mes recherches ont porté en particulier sur trois sortes de résines fournies respectivement par trois espèces de *Protium* (*Icica* d'Aublet) de la Guyane : *P. guyanense*, *P. Aracouchini*, *P. Icicariba*.

Cette résine de *Protium*, traitée par l'alcool froid, ne s'y dissout qu'en partie ; on obtient, après filtration, une solution qui reste limpide. Le résidu, traité par l'alcool bouillant, s'y dissout en totalité ; mais la solution filtrée ne tarde pas, par le refroidissement, à se troubler et à laisser déposer une multitude de petits flocons, composés de fines aiguilles en disposition radiée.

Cette résine est donc bien formée de deux résines distinctes : l'une soluble dans l'alcool froid, qui est amorphe ; l'autre soluble dans l'alcool bouillant, qui, par refroidissement, cristallise en fines aiguilles.

C'est exactement ce qu'ont constaté Laurent et Paoli. Et si l'on songe, en outre, que les *Protium* résinifères sont nombreux précisément dans les régions où se tient l'*Hymenæa Courbaril*, il ne paraît pas impossible que les exsudats de tous ces végétaux puissent être confondus ; et par suite on est porté à croire que l'analyse de ces chimistes a été faite sur une matière d'origine végétale erronée.

Quant à la résine de Courbaril véritable, voici quels sont ses caractères tirés de l'action des dissolvants. Elle est complètement soluble, à froid, dans l'*alcool absolu*. Elle ne se dissout qu'en partie dans le chloroforme et dans l'éther.

Traité par le chloroforme, le produit, préalablement pulvérisé, se ramollit rapidement et se transforme en une masse pâteuse et filante qui surnage le liquide et ne s'y dissout qu'en faible partie. La solution, séparée par filtration et évaporée au bain-marie, laisse au fond de la capsule une résine jaune ambré, transparente et limpide.

L'éther le dissout aussi partiellement et donne par évaporation au bain-marie, après filtration, une résine presque incolore, d'une limpidité vitreuse. Le résidu laissé par l'éther, desséché à l'étuve et repris par le chloroforme, s'y dissout en partie. On sépare la solution chloroformique. Le nouveau résidu, desséché comme précédemment, est rapidement soluble dans l'alcool absolu. La résine extraite par l'acool est jaune ambré, comme celle obtenue par le chloroforme.

L'action de ces différents véhicules montre, en résumé, que la résine de Courbaril est formée de trois résines distinctes : l'une soluble dans le

chloroforme, une autre dans l'éther ; une troisième enfin, soluble dans l'alcool absolu qui dissout, en outre, les deux précédentes et demeure, en définitive, le meilleur dissolvant du produit.

Ces trois résines constituantes sont amorphes.

La tige, les rameaux et les racines ne sont pas les seules parties qui produisent de la résine dans le Courbaril. Le fruit en laisse aussi exsuder. Ce fruit est une gousse large et aplatie, dure, mesurant 10 centimètres environ de longueur sur 5 à 6 centimètres de largeur, dont toute la surface est finement verruqueuse, comme chagrinée. La résine se forme dans des poches sécrétrices creusées en quelque sorte dans l'épaisseur du péricarpe : ce sont précisément ces poches qui, gonflées de résine, font saillie à la surface de la gousse et déterminent les verrucosités dont je viens de parler.

La matière résineuse verte fournie par le péricarpe du fruit de Courbaril a été étudiée en détail par MM. Heckel et Schlagdenhauffen (*Le Naturaliste*, 1er février 1889). Ces auteurs, comparant ensuite leur analyse à celle de Laurent et Paoli, qu'ils acceptent et à laquelle ils renvoient, ont été amenés à conclure que la gousse du Courbaril « donne une résine, à odeur valérianique, toute différente de celle qui est connue sous le nom d'*animé tendre d'Amérique*, et qui est fournie par la tige et les rameaux du même arbre ».

Ces différences existent, en effet ; mais ce ne sont pas celles, très profondes, que semblerait indiquer l'analyse de Laurent et Paoli. Il s'agit seulement de différences de solubilité des trois produits composants.

MM. Heckel et Schlagdenhauffen ont établi, en effet, que la résine extraite de la gousse contient trois produits distincts, caractérisés particulièrement par leur différence de solubilité dans l'alcool, l'éther et le chloroforme. Ces trois produits sont solubles dans le chloroforme ; deux d'entre eux sont solubles dans l'éther, un seul se dissout dans l'alcool.

Il y a donc bien ici encore trois éléments constituants qui paraissent caractéristiques de l'exsudation résineuse de l'*Hymenæa Courbaril ;* mais leurs caractères de solubilité sont bien différents de ceux que j'ai relatés plus haut. Le vrai dissolvant de la résine fossile est l'alcool absolu, tandis que pour celle extraite du fruit, c'est le chloroforme.

On connaît l'emploi de la résine de Courbaril dans la fabrication des vernis. Elle peut servir à un autre usage — beaucoup plus restreint, sans doute, — qu'il me semble intéressant de signaler. Après l'avoir obtenue à l'état pur par l'un des véhicules que j'ai indiqués, je l'ai utilisée avec succès, à la place du Baume du Canada classique, en solution dans le xylol, pour monter les préparations microscopiques. Des préparations, traitées par les réactifs colorants d'usage courant en micrographie végétale, se conservent fort bien dans ce liquide et demeurent d'une netteté parfaite.

M. Edmond GAIN

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Nancy.

VARIATION ET SYMÉTRIE DE LA FEUILLE DU LUPINUS ALBUS L. [581.7]

— Séance du 20 septembre —

La feuille du Lupin est composée palmée et les folioles sont disposées en éventail. Chaque foliole présente une seule nervure qui est saillante à la face inférieure de la feuille. Cette nervure unique ne donne naissance qu'à quelques très petites nervures secondaires disposées suivant le mode penné.

Le nombre des folioles dans le genre *Lupinus* n'est pas fixe. A l'état normal, tandis que le feuilles du *Lupinus angustifolius* ont ordinairement sept ou neuf folioles, celles du *L. hirsutus* et du *L. albus* en ont seulement cinq ou sept.

Chaque pétiole porte, en outre, deux stipules symétriques soudées latéralement au pétiole sur la moitié environ de leur longueur.

Si l'on compare la taille ordinaire des cinq ou sept folioles du Lupin blanc, on y remarque le plus souvent un développement inégal la plus développée étant celle du milieu, c'est-à-dire celle qui prolonge le faisceau médian dorsal du pétiole; les autres sont symétriquement de taille décroissante en s'éloignant de la foliole médiane.

La feuille du Lupin blanc est donc palmée symétriquement par rapport à un plan et à foliole impaire médiane dorsale.

Nous nous proposons d'étudier les variations possibles qui viennent altérer cette symétrie ordinaire jusqu'à lui enlever toutes ses caractéristiques. Ces variations portent sur le nombre, la taille, l'insertion, la situation et la nervation des folioles.

§ I

Nombre des folioles. — Le caractère ordinaire c'est que le nombre est impair, cinq ou sept. Pourtant, en examinant beaucoup d'échantillons de Lupin, on remarque que le nombre de six folioles est fréquent aussi. Certains individus ont même presque toutes leurs feuilles à six au lieu de sept folioles. De Vries (1) note, cependant, que les feuilles à six folioles sont plus rares que celles à cinq.

(1) Monstruosités héréditaires, 1892.

Dans la famille des Papilionacées, la présence d'un nombre impair ou pair de folioles est importante à considérer. De plus, on a des genres entiers pourvus de feuilles trifoliées ou unifoliées.

D'après P. Vuillemin (1), « le Lupin se rapproche à cet égard des autres Génistées : la première feuille a sept folioles chez le *Lupinus varius*, les deux premières en ont cinq chez le *L. polyphyllus* et *L. luteus*. Le nombre s'augmente de une ou deux aux feuilles suivantes. Le type définitif y est donc réalisé d'emblée; malgré une différence dans le nombre moindre des folioles, il n'y a pas de vraies feuilles primordiales ». L'auteur rappelle la description des feuilles primordiales opposées du *L. luteus*, faites par Nægeli (2), et se refuse à les considérer comme de vraies feuilles primordiales. Comme le signale P. Vuillemin, les feuilles primordiales, chez les Papilionacées, « constituent un organe en pleine évolution ». De même qu'elles sont bien individualisées et fixées dans des séries étendues, il existe d'autres genres où elles sont totalement absentes. Il y a donc un certain intérêt à montrer leur apparition réelle mais accidentelle chez ces derniers.

L'observation prouve que le genre *Lupinus* présente de grandes variations au point de vue des feuilles, même sur un seul individu. Si on s'adresse à des plantes croissant en pleine terre, le nombre de sept folioles est presque toujours réalisé vers la cinquième feuille. Les quatre premières peuvent fréquemment en posséder moins. Ceci est conforme à ce que nous avons signalé plus haut. Mais, s'il s'agit de plantes cultivées en pots, on voit souvent les sept premières feuilles ayant moins de sept folioles, et il existe un nombre variable de feuilles à cinq ou six folioles. J'ai montré ailleurs (3) que l'alimentation d'origine externe réduite intervenait pour diminuer le nombre des folioles des feuilles : la sécheresse, par exemple, donne un nombre plus petit. Il en est de même dans le cas du nanisme expérimental obtenu en privant prématurément la plante de ses deux cotylédons (4).

Accidentellement, par suite d'une nutrition défectueuse pendant la vie cotylédonaire, nous avons constaté une réduction et une modification beaucoup plus importantes que celles qu'on pouvait prévoir. Sur un même pied, voici le nombre des folioles constatées :

N° d'ordre des feuilles.	Nombre des folioles.
1re feuille.	1 foliole à nervation palmée.
2e —	2 folioles à nervation pennée normale.
3e —	4 — —

(1) P. Vuillemin. — *Phylum des Anthyllis*, 1892.
(2) *Beiträge zür wissenschaftlichen Botanik*, I. Leipzig, 1858.
(3) *Recherches sur le rôle physiol. de l'eau dans la végétation*, p. 160, t. XX, *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 1895.
(4) Edmond Gain. — Développement des Lupins à cotylédons mutilés. — *A. F. A. S. Congrès de Saint-Étienne*, 1897.

N° d'ordre des feuilles.		Nombre des folioles.		
4e	feuille.	4 folioles à nervation pennée normale.		
5e	—	3	—	—
6e	—	6	—	—
7e	—	5	—	—
8e	—	4	—	—
9e	—	7	—	—
Bourgeon floral.				

Un intérêt spécial s'attachait à l'étude anatomique d'un échantillon aussi varié, comparé à d'autres moins polymorphes, mais s'écartant aussi du type normal.

Avant d'étudier ce polymorphisme, il est utile de rechercher s'il existe ailleurs que chez le Lupin des cas similaires à celui que nous signalons ici. Le travail très documenté de P. Vuillemin, ou celui de Penzig (1), nous fournissent les observations suivantes :

Il existe une feuille primordiale unifoliée chez les Trifoliées. Le fait a été constaté chez *Medicago*, *Melilotus*, *Trigonella*, *Trifolium*, *Ononis*. Des espèces trifoliées : *Hedysarum flexuosum*, *elegans*, *coronarium*; *Desmodium paniculatum*, ont plusieurs feuilles unifoliées, et les feuilles suivantes ont, en outre, une foliole unilatérale très petite. Le *Robinia Pseudoacacia* a une feuille primordiale à limbe large, la suivante a cinq ou trois folioles. P. Vuillemin cite aussi un pied de *Clianthus Dampieri* qui a présenté deux feuilles unifoliées et une bifoliée. Le *Galega* a trois folioles à la deuxième et à la troisième feuille; cinq à la quatrième; sept-huit à la cinquième; sept-dix à la sixième.

Dans le genre *Trifolium* (*T. pratense*, *medium*, *agrarium*), on a cité le nombre des folioles quatre, cinq ou sept, comme résultant d'un dédoublement des folioles latérales sous l'influence d'une nourriture abondante. *Medicago sativum* (2), *M. lupulina*, *Phaseolus* peuvent aussi présenter, par multiplication ou réduction du nombre des folioles, des feuilles qui semblent passer au type paripenné. Certaines de ces formes sont même très fréquentes, par exemple la forme si connue dite Trèfle à quatre ou à cinq feuilles.

Onobrychis petræa, *æquidentata*, *vaginalis*, présentent à la première feuille une, deux ou trois folioles. Dans le genre *Onobrychis*, la différenciation de la feuille primordiale est clairement liée à la faiblesse de la végétation au début. Or, c'est justement le cas pour le Lupin que nous signalons spécialement ici : une altération du bourgeon terminal due à un insecte

(1) *Pflanzen teratologie.*

(2) Géneau de la Marlière. — Notes tératologiques. *Bull. Soc. des Sc. de Reims*, 1899.

ayant considérablement ralenti et retardé la végétation jusqu'au développement d'un des bourgeons axillaires des cotylédons.

S'il est vrai que l'existence des feuilles primordiales est un caractère important, qui peut renseigner sur les affinités des plantes et leur filiation, on peut insister sur ce fait que, dans le cas observé par nous, *Lupinus*, sous des influences analogues, réagit comme *Onobrychis*, en produisant des feuilles semblables aux feuilles primordiales de ce dernier genre.

On voit, de plus, que, à des degrés divers, les genres *Trifolium*, *Medicago* (Trifoliées), *Galega* (Galégées), *Robinia* (Galégées) et surtout *Clianthus*, *Hedysarum* et *Desmodium* (Hédysarées), présentent aussi normalement des caractères qui, accidentellement, peuvent se trouver chez *Lupinus*.

§ II

Dans le *Lupinus albus*, plusieurs feuilles ayant le même nombre de folioles peuvent présenter divers modes de symétrie, ainsi que nous allons l'expliquer. De plus, la nervation palmée d'une foliole, que nous avons signalée plus haut, résulte d'une modification que l'anatomie peut élucider. Pour expliquer les divers cas, il est commode de suivre d'abord le développement d'une feuille normale de Lupin complète à sept folioles.

Feuille à sept ou cinq folioles symétriques (planche III, fig. 1 à 6). — Les sept folioles ne naissent pas au même point et suivant le vrai type verticillé. Elles sont groupées à l'extrémité du pétiole. Leurs pétiolules sont opposés deux à deux, sauf celui de la foliole médiane qui termine le pétiole. En somme, le type palmé se présente nettement comme un type imparipenné dont les insertions sont très rapprochées.

On sait que le développement est basipète, comme l'a indiqué Trécul (1), pour les feuilles digitées.

Comme nous l'avons vérifié, les stipules naissent simultanément avant les autres folioles ; nous les négligerons dans ce qui suit.

De sorte que les schémas suivants indiquent le développement et la symétrie ordinaire de la feuille du Lupin blanc.

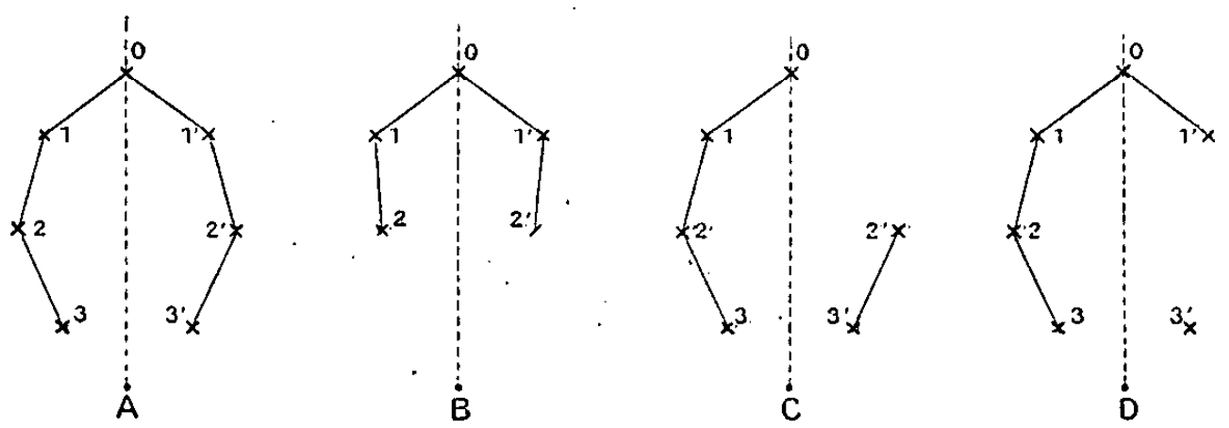


Fig. 1.

(1) Trécul. — *Mémoire sur la formation des feuilles* (*Ann. Sc. Nat.*, 1853, t. XX, 3e §, p. 235).

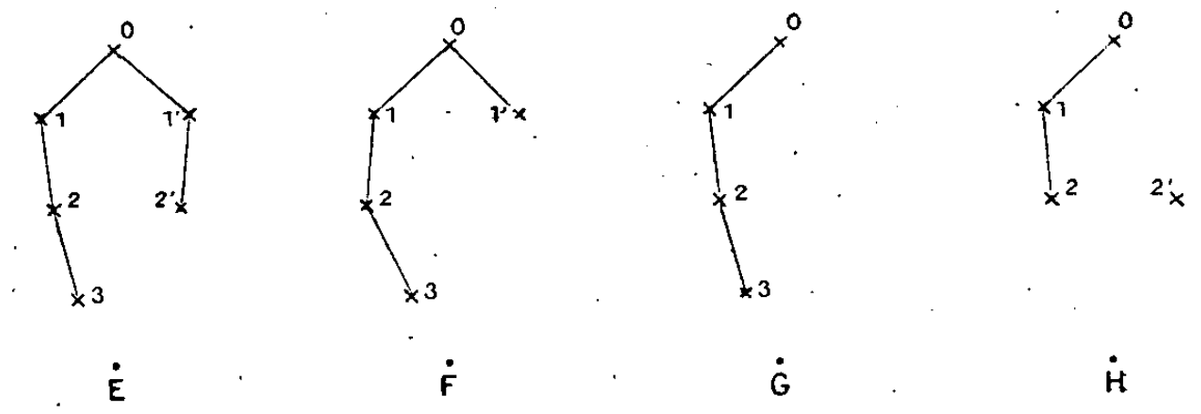


FIG. 2.

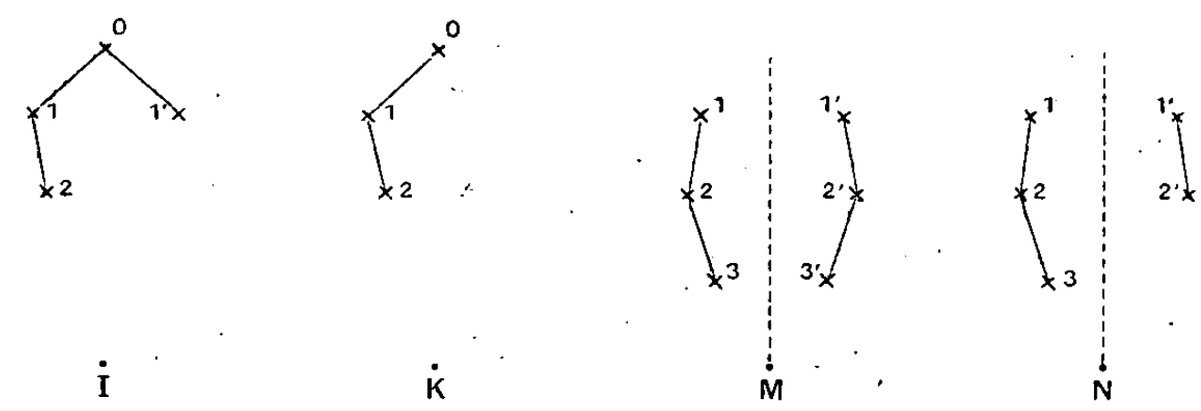


FIG. 3.

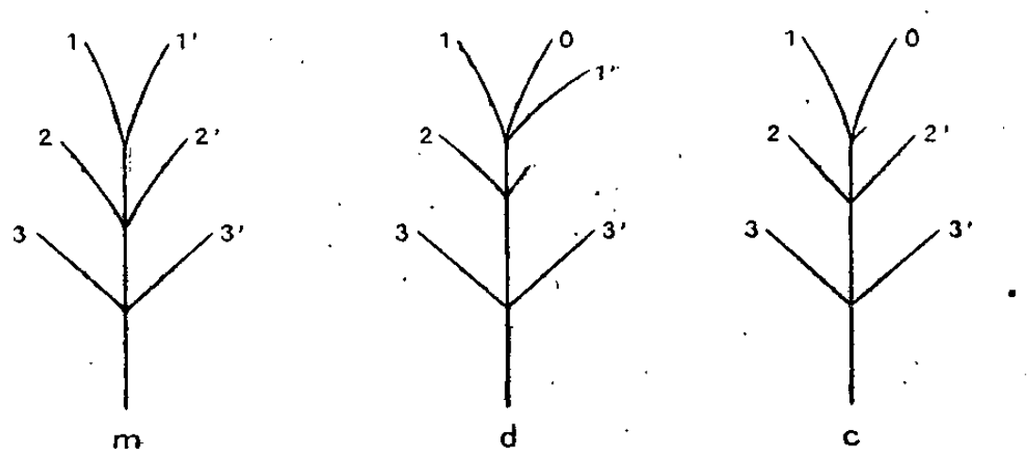


FIG. 4.

Schémas montrant les folioles qui caractérisent les divers types de feuilles du *Lupinus albus* **L.** — La foliole dorsale et médiane est désignée par le chiffre (0); les groupes latéraux sont en (1 et 1′) (2 et 2′); les deux folioles ventrales sont en 3 et 3′.

A. Type de feuilles imparipennées normales à sept folioles. — B. *Idem*, à cinq folioles.

C. D. E. F. G. H. I. K. Types de feuilles imparipennées anormales.

C. D. E. Types à six folioles présentant un développement unilatéral accidentel ou un avortement d'une foliole (1′ manque en C; 2′ manque en D; 3′ manque en E).

H. I : Types à quatre folioles à développement unilatéral accidentel ou avec avortement.

F. Type à cinq folioles avec développement unilatéral répété.

G. K. Types à quatre ou trois folioles réalisés par suite d'un développement unilatéral total.

M. N. Types de feuilles paripennées. M. Feuille à six folioles. N. Feuille à cinq folioles.

Les schémas *m. d. c.*, montrent la marche des faisceaux dans les feuilles qui

correspondent aux schémas M. D. C. (2′ ayant avorté en D et 1′ ayant avorté en C.).

Ces schémas théoriques indiquent les anomalies, mais ne représentent pas les changements de symétrie qui en résultent.

Certains types imparipennés pouvant extérieurement donner une apparence paripennée (D. H. I.), et, inversement, le type paripenné (N) pouvant donner extérieurement une apparence imparipennée.

On comprend parfaitement ce développement en prenant la feuille adulte et en suivant la marche des faisceaux dans la région supérieure du pétiole, et de bas en haut, on voit le pétiole (planche III et fig. 1 à 6) s'aplatir et unifier son cercle de faisceaux qui, jusque-là, était formé d'îlots isolés.

Bilatéralement et simultanément, le pétiole donne deux parties proéminentes au milieu desquelles s'isolent deux faisceaux (f_3) (f'_3) venant des parties latérales et ventrales du pétiole. C'est l'origine des deux folioles externes et ventrales de la feuille. Ces deux folioles, avant de se détacher définitivement de l'axe du pétiole, prennent de plus en plus une position ventrale. Par le même mécanisme, symétriquement, extérieurement et latéralement, deux autres faisceaux s'isolent (f_2 et f'_2) en prélevant les deux parties latérales du faisceau médian. Celui-ci, diminué considérablement, se divise en trois parties dont l'une est médiane (f_0) et dans le plan de symétrie, les deux autres (f_1 et f'_1) latérales à cette dernière. Si on se rappelle que le développement est basipète, c'est-à-dire en sens inverse de ce que nous venons d'énumérer, on voit que le mécanisme général de la formation des folioles est un développement basipète bilatéral répété trois fois et laissant, au début, un faisceau médian (f_0).

Dans le cas de la feuille à cinq folioles symétriques, tout se passe de même, sauf que le développement bilatéral est répété seulement deux fois. Il manque les deux folioles (f_3.f'_3). La symétrie reste la même. On comprend facilement que des conditions de nutrition puissent diminuer le nombre des paires de folioles, ou même l'augmenter, comme on l'observe chez le *Lupinus angustifolius*.

Feuille à six ou quatre folioles (planche III, fig. 7 à 13 et 16 à 22. — Ici on peut concevoir la symétrie de la feuille comme se rattachant à deux types différents :

1) Le type imparipenné anormal. Celui-ci existe dans les feuilles où l'on voit anatomiquement subsister la foliole terminale, bien que le nombre des folioles soit pair ou quelquefois impair.

2) Le type paripenné, où il n'y a pas de foliole terminale.

Type imparipenné anormal. — Il peut présenter deux cas différents :

Premier cas. Le bourgeonnement des folioles f_1, f_2, f_3, au lieu d'être

régulièrement bilatéral, peut être unilatéral, soit une seule fois accidentellement (fig. C.D.E.H.I.), soit plusieurs fois (fig. F. G. K.).

Ce mode de développement n'est pas un avortement ordinaire, puisqu'il n'y a aucun indice anatomique des folioles qui manquent à la place où elles devraient être.

Deuxième cas. Le développement bilatéral existe, mais une des folioles latérales de l'un ou de plusieurs des groupes f_1, f_2, f_3, avorte bientôt et reste minuscule. La précocité de l'avortement est telle que souvent l'anatomie seule peut l'indiquer. Extérieurement, la feuille composée ressemble tout à fait à celle du premier cas. On voit que ce deuxième cas, qui présente un avortement très caractérisé, se rapproche nettement du premier cas. On peut supposer que le premier cas est une variante qui résulte de la fixation d'une monstruosité fréquente et devenue héréditaire. L'observation prouve que l'avortement a souvent pour cause une simple lésion mécanique.

Dans les deux cas qui précèdent, on comprend qu'il puisse en résulter des feuilles de six et quatre folioles, ou même à cinq et trois, car ces anomalies peuvent se produire pour la feuille normale à sept ou pour la feuille normale à cinq folioles.

Il en résulte donc que, parmi les feuilles à moins de sept et notamment pour celles à six ou à cinq folioles, il y a différents types de symétrie correspondant aux causes différentes qui produisent la réduction du nombre des parties du limbe.

En ce qui concerne la taille des folioles, le développement est très inégal. La foliole symétrique de celle qui avorte prend parfois une grande taille et bénéficie de l'avortement. (Ex. : f'_2, pl. IV, fig. 22.)

Le temps qui sépare l'apparition des folioles qui se forment successivement influence beaucoup la capacité de croissance de chacune d'elles.

Variation de la symétrie des feuilles à six folioles (premier et deuxième cas). — Nous allons étudier la feuille à six folioles, mais ce qui la concerne s'applique facilement aux types plus réduits. La symétrie finale des feuilles est très altérée et diversement suivant les cas. Trois types de symétrie en résultent fréquemment pour les feuilles à six folioles :

Premier type de symétrie. — On remarque souvent que le groupe ventral ($f_3f'_3$) des feuilles à sept, ou le groupe ($f_2f'_2$) des feuilles à cinq folioles, est représenté par une seule foliole et, en même temps, se trouve seul anormal. On peut voir cette foliole unique prendre plus ou moins nettement, et souvent rigoureusement, la place médiane à la partie ventrale du pétiole. Elle est alors équidistante de ($f_2f'_2$) ou ($f_1f'_1$). C'est, en somme, une vérification de la loi d'équidistance que Hofmeister a formulée à propos du

développement des pièces florales. Il en résulte donc une feuille à deux folioles médianes impaires, l'une normale au sommet et à la face dorsale du pétiole, l'autre anormale, à la face ventrale et en bas. Ce changement de symétrie est surtout bien réalisé pour les feuilles du type E (premier cas). S'il s'agit au contraire du deuxième cas, c'est-à-dire d'un avortement, le rudiment avorté s'oppose à ce que la nouvelle symétrie soit aussi parfaitement réalisé. Ce type de symétrie peut être dit *médian double*.

Deuxième type de symétrie. — La feuille peut se former avec développement unilatéral (premier cas) ou avec avortement (deuxième cas), suivant les types C. D. H. Dans ces exemples, les folioles manquantes appartiennent toutes au même côté (F. G. K.). Je n'ai observé qu'une seule fois une feuille n'ayant pas f'_1 et f_2. Cet exemple correspond à un avortement vrai qui peut porter sur les deux côtés. Il est très rarement réalisé, car le nombre des feuilles examinées a été très grand. Théoriquement, cependant, cet exemple unique est intéressant, puisqu'il montre comment sur un axe la ramification alterne peut résulter d'une ramification suivant le type opposé, modifié.

La symétrie, dans les cas précédents, est irrégulière et très variable. Les groupes $(f_n f'_n)$ à développement régulier bilatéral ont alors une capacité de croissance moindre ou plus grande et il en résulte des feuilles où non seulement la structure bilatérale est altérée, mais aussi où le développement respectif des folioles est inégal. On a alors une asymétrie très caractérisée, les cas ne sont pas très rares et ce sont surtout les avortements (deuxième cas) qui les produisent. C'est le type *asymétrique*.

Troisième type de symétrie. — Quand il n'y a d'anormal que le groupe $(f_2 f'_2)$ comme en D., ou $(f_1 f'_1)$ comme en C. H., le groupe $f_3 f'_3$ peut rester placé symétriquement par rapport au plan de symétrie du pétiole. La conséquence, c'est que les feuilles f_0 et f'_1 sont déplacées très tôt après leur apparition, et occupent une situation déjetée du côté de la foliole (f'_2) manquante. Une telle feuille réalise alors une symétrie nouvelle par rapport au plan médian. Elle a ses folioles disposées par paires de chaque côté. La disposition symétrique des folioles (f_3) s'explique très facilement en suivant le développement : quand les folioles (f_3) apparaissent, les folioles f_0 et f'_1 sont déjà déplacées et la loi de Hofmeister impose aux folioles (f_3) leur situation symétrique. Ce type à 6 ou à 4 folioles peut être appelé *latéral*. Extérieurement, il donne une feuille à apparence paripennée ; en réalité, la foliole impaire existe mais elle est déplacée.

Type paripenné. — Celui-ci peut aussi réaliser un changement de symétrie ou une asymétrie vraie.

Premier cas. Le développement est bilatéral deux ou trois fois sans

foliole médiane impaire. Le groupe $f_1 f_1'$ donne, dès le début, deux folioles jumelles et identiques placées symétriquement de part et d'autre du plan de symétrie. Cette bipartition est suivie du développement bilatéral normal. Ainsi cette anomalie peut être résumée ainsi : tandis que, dans une feuille normale, on voit le faisceau médian au début se diviser en trois, ici, il se divise en deux seulement. La symétrie qui en résulte est du type *latéral*, puisqu'il n'y a pas de foliole médiane.

Nous avons vu que le type imparipenné anormal (C. D. H.) pouvait amener un déplacement de f_0 et réaliser aussi le type de symétrie *latéral*. Extérieurement, ce dernier cas ne se distingue presque pas du précédent, quoique le processus qui les réalise soit bien différent. Le type paripenné « latéral » est cependant d'une symétrie plus parfaite, parce que les deux folioles ($f_1 f_1'$) sont identiques par l'origine et par la taille adulte. Dans le type imparipenné « latéral », au contraire, (f_0 et f_1) sont deux folioles qui, quoique symétriques par rapport au plan de la feuille, sont d'origines différentes, et souvent prennent une taille un peu différente, (f_0) devenant un peu plus grand.

L'étude anatomique du développement montre bien la différence entre le type paripenné « latéral » et le type imparipenné anormal « latéral ». Celui-là diffère de celui-ci comme une vraie dichotomie diffère d'une fausse dichotomie à avortement unilatéral.

Existe-t-il des feuilles du Lupin où le développement serait d'abord dichotomique (sans f_0), bilatéral, comme dans le cas précédent pour ($f_1 f_1'$) ($f_2 f_2'$), et ensuite unilatéral (f_3) (f_4) comme pour les feuilles imparipennées anormales ? Nous ne l'avons pas observé, malgré nos recherches. Si ce cas n'existe pas, cela donne une importance plus grande à l'existence du cas de vraie dichotomie parfaite signalée plus haut. L'établissement d'une vraie dichotomie et du type de symétrie « latéral » semble, d'ailleurs, peu compatible avec un développement unilatéral d'un ou de plusieurs des groupes. Si le cas est réalisable, c'est donc plutôt par un avortement ; cas accidentel, toujours susceptible de se produire.

Feuille à trois folioles (planche III, fig. 14 et 15). — Elle peut provenir simplement d'une feuille normale avec non-développement des groupes (f_2 f_2') (f_3 f_3').

Elle peut provenir aussi des modifications que subit la feuille à six folioles réduite à trois. Les feuilles à trois folioles sont, d'ailleurs, rares, mais on les observe assez facilement en privant très tôt la plantule de ses deux cotylédons. C'est ainsi que nous avons pu en obtenir pour les étudier. Elles n'ont pas présenté de fait nouveau ne rentrant pas dans les cas précédents.

Feuille à deux folioles (planche IV, fig. 24 et 25). — La feuille à deux

folioles se comprend très bien d'après les données précédentes. L'étude anatomique de l'unique exemplaire obtenu a montré qu'elle appartient au type paripenné, par dichotomie vraie du faisceau vasculaire du pétiole. Le développement et la structure sont très symétriques, sauf l'anomalie supplémentaire venant de l'inégal développement des stipules. La stipule *s'*, en raison de son adhérence et de son plus grand développement, amène une structure asymétrique du pétiole dans la région *oo'*, qui influence naturellement la structure de la région *o' o''*. C'est en *o''* que se produit la dichotomie. Dans cet exemple particulier, on voit, pour ainsi dire, une cause de l'anomalie qui caractérise le type paripenné. Cette cause n'est pas nécessaire à la production de la monstruosité; les feuilles de Lupin à six folioles le prouvent, et aussi le cas du *Trifolium agrarium* à quatre folioles, dessiné par P. Vuillemin *(Loc. cit. pl.)* et qui semble aussi se rattacher au type dichotomique.

Feuille à une foliole (planche IV, fig. 23). — Nous n'avons étudié qu'un échantillon de cette feuille, qui doit être aussi rare que la précédente.

Elle se présentait avec stipules asymétriques. A l'insertion sur la tige, l'appareil vasculaire était disposé non symétriquement par rapport au plan médian; ceci explique le développement inégal des stipules en largeur. Le pétiole était, vers le milieu, identique à celui des feuilles à sept folioles. Vers le haut il s'aplatissait beaucoup, et la rangée des faisceaux ne se refermait pas en un cercle continu comme dans le cas ordinaire. Dans la partie dorsale du pétiole il restait trois gros faisceaux dorsaux, qui auraient pu donner trois folioles et qui n'en donnèrent qu'une seule, mais à nervation palmée. Cette feuille à foliole unique a donc une structure imparipennée. Les nervures étaient peu saillantes et moins différenciées qu'à l'ordinaire, caractères qui rappellent ceux de certaines feuilles primordiales vraies chez d'autres genres de Papilionacées. La foliole unique n'était donc pas homologue d'une foliole simple, mais bien d'une foliole trifoliée arrêtée et modifiée dans sa différenciation.

Conclusions.

1° Accidentellement, le Lupin blanc peut présenter au début de sa végétation des feuilles très différentes du type ordinaire à 5 ou 7 folioles. On peut, sur un seul individu, observer des feuilles à 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 folioles.

2° Quand elles se produisent, les premières de ces feuilles, soit par la nervation, soit par le type de symétrie, semblent pouvoir être homologuées aux feuilles primordiales des autres Papilionacées.

3° L'apparition de ces feuilles exceptionnelles est en rapport avec la nutrition mais peut très bien indiquer un retour à un type ancestral.

4° La feuille actuelle du Lupin présente, dans sa symétrie, des altérations très sensibles dues soit à des avortements, soit à la substitution du développement unilatéral au développement bilatéral habituel.

5° En raison de la fréquence de ces variations, il semble qu'on en peut conclure que la feuille du Lupin blanc est dans une période d'évolution. En outre de la symétrie imparipennée, un deuxième mode de symétrie coexiste, tend à se définir et à se maintenir, pour réaliser dans la végétation le type paripenné.

6° Les feuilles ayant un même nombre de folioles, mais moins de 7, peuvent appartenir à des types différents de développement. La feuille à 6 folioles, par exemple, qui est la plus fréquente des anomalies, peut conserver la foliole médiane et réaliser un type imparipenné anormal, ou bien présenter une dichotomie terminale sans foliole médiane, c'est-à-dire un type paripenné. Suivant le cas, il en résulte une nouvelle symétrie ou bien une asymétrie vraie. Au lieu du type symétrique médian habituel, on voit souvent se produire le type *médian double* à deux folioles médianes, le type *latéral sans foliole médiane* ou le type asymétrique. Cette variation considérable manifestée par la feuille du Lupin, et par celle des autres genres cités, semble montrer que le type foliaire des Papilionacées est encore en voie d'évolution.

Explication de la planche III

Divers types de symétrie de la feuille des *Lupinus albus*, L.

1. 2. 3. 4. 5. 6. Feuille de Lupin normale à sept folioles. Structure et symétrie imparipennées.

1. Coupe transversale de la base du pétiole de feuille de Lupin blanc ; *l*, liber, *b*, bois. Cette coupe s'applique à tous les types de la feuille du Lupin. Pour la figure 6 et pour les figures 10 à 21, on a indiqué seulement par des lignes les faisceaux libéro-ligneux.

2. Coupe transversale de la partie supérieure du pétiole, au-dessous de la digitation.

3. Coupe vers la naissance de la digitation. On voit se séparer les deux folioles inférieures ventrales (3.3′) et le début des folioles latérales (2.2′).

4 et 5. Coupe au-dessus de la coupe 3. Les folioles (2.2′) se séparent. On voit le début des folioles (1.1′) et la foliole médiane (f_0).

7. 8. 9. Feuille à six folioles. Structure imparipennée et symétrie du type *médian double*.

7. Coupe montrant que le groupe (3.3′) a un développement unilatéral. La foliole *f* 3 ne se développe pas.

8. On voit le développement bilatéral du groupe (2.2′) et la foliole (*f* 3′) tend à prendre une position ventrale médiane.

9. La foliole *f* 3′ est devenue médiane ventrale et l'on voit la position des folioles (1.0.1′).

Le dessin *9* correspond à une coupe qui est faite à un niveau analogue à celui qui est figuré au dessin *5* de la feuille précédente et au dessin *11*

de la feuille suivante. En *9*, on voit la symétrie du type médian double qui s'achèvera par l'isolement de (f_1 f_1' f_0).

10. 11. 12. Feuille à six folioles. Structure paripennée. Symétrie du type *latéral*. Le développement est dichotomique au début (f_1 f_1') et reste bilatéral pour les folioles (2.2') (3.3'). En *11*, on voit le début de la dichotomie apicale de la nervure médiane. En *12*, les six folioles sont isolées et montrent leur symétrie du type latéral, sans foliole médiane.

13. Feuille à quatre folioles. Structure imparipennée anormale. Type asymétrique ayant une apparence extérieure paripennée.

14 et 15. Feuille à trois folioles. Structure imparipennée. Type asymétrique présentant une foliole double (*f. d*) qui est formée par $f_0 + f_1'$.

Explication de la planche IV

Types de symétrie et variation de la feuille du *Lupinus albus* L.

16. 17. 18. Feuille à six folioles. Structure imparipennée avec développement unilatéral du groupe (2.2'). L'absence de la foliole 2 amène le déplacement du groupe (1.0.1'). Il en résulte une symétrie du type latéral ; mais les folioles ont une taille inégale, ce qui altère la symétrie.

19. 20. 21. Feuille à six folioles. Structure imparipennée. Le développement est bilatéral avec avortement précoce de la foliole 2. Cet avortement amène le déplacement du groupe (1.0.1') et réalise finalement une symétrie du type latéral, mais sans qu'il se produise de dichotomie comme dans le cas de la *fig.* 12 (Pl. III).

22. Feuille qui a donné les coupes 16, 17, 18. On observe un grand développement de la foliole f_2, qui a bénéficié de l'avortement de (f_2).

23. Feuille de Lupin unifoliée dont le limbe a une nervation palmée et représente trois folioles non séparées. Les stipules sont très inégalement développées en largeur.

24. 25. — Feuille de Lupin bifoliée à stipules très inégalement développées en longueur.

24. Pétiole très grossi de la feuille 25, pour montrer la marche des faisceaux libéro-ligneux qui se rendent dans les stipules et dans les folioles. De *O* en *O'* le pétiole est concrescent avec la stipule *s'*. Il en résulte deux cordons vasculaires (*m. l'*) parallèles, qui réalisent une sorte de symétrie binaire. En haut le faisceau *m* se dichotomise et donne deux folioles normales semblables. La structure et la symétrie sont ainsi paripennées.

26. Détail des faisceaux du pétiole et des stipules d'une feuille ordinaire pour comparer avec 24.

27. Schéma représentant le développement basipète d'une feuille ordinaire de Lupin blanc à sept folioles. Structure et symétrie imparipennées, normales, comme dans la coupe n° 6, Pl. III.

28. Schéma représentant le développement basipète d'une feuille anormale de Lupin à six folioles à développement apical dichotomique. Structure paripennée, symétrie du type latéral, comme dans la coupe n° 12. Pl. III.

29. Schéma représentant le développement basipète d'une feuille imparipennée à six folioles avec avortement ou non-développement de la foliole ($f._2$). Un déplacement amène une symétrie du type latéral comme dans les coupes n^{os} 18 et 21, Pl. IV.

30. Figure très schématique, correspondant à un développement unilatéral du groupe (3.3′) et déplacement de *3*, réalisant le type médian double dans une feuille à six folioles, comme dans la figure 9, planche III.

M. E. ROZE

à Chatou.

LES PLANTES OBSERVÉES AU XVI[e] SIÈCLE EN ANGLETERRE PAR CHARLES DE L'ESCLUSE [581.9 (42) « 15 »]

— Séance du 20 septembre —

En 1568, Turner avait, avant de mourir, publié la troisième partie de son *New Herbal*, qui donnait déjà quelques détails sur les plantes de la Grande-Bretagne. Il nous a semblé qu'il y aurait un certain intérêt à rassembler et à faire connaître les observations botaniques qu'avait pu faire peu après, en Angleterre, Charles de l'Escluse ou Clusius, pendant les deux voyages qu'il y fit en 1571 et 1581, et qui se trouvent disséminées çà et là dans son *Rariorum plantarum Historia* (1601). Nous rattacherons au premier de ses voyages celles des Observations de Clusius qui ne sont pas datées, mais qui ont eu en général pour objet des espèces assez communes pour avoir pu tout d'abord attirer son attention.

C'est ainsi qu'il signale le *Tamarix germanica* L. *(Myrica sylvestris II*, p. 40*)* (1), qu'il avait remarqué en Angleterre dans quelques jardins, le *Spartium Scoparium* L. *(Genista vulgaris*, p. 103*)*, très répandu partout, l'*Ulex europæus* L. *(Scorpius I*, p. 106*)*, qu'il avait observé dans diverses localités, et l'*Eryngium maritimum* L. *(Eryngium marinum*, p. CLIX*)*, croissant spontanément dans des lieux maritimes avec des racines traçantes dans le sol.

Voici ce que dit Clusius au sujet du *Narcissus Pseudonarcissus* L. *(Pseudo Narcissus*, p. 164*)* : « Il est certain que le *Pseudo Narcissus* croît si communément dans des prés assez voisins de Londres que, dans ce bourg célèbre appelé *Ceapside* (2), les femmes de la campagne, au mois de Mars, y apportent une telle quantité de ses fleurs printanières que l'on voit s'en orner toutes les tavernes. »

(1) Page du *Rar. plant. Hist.* et nom sous lequel Clusius a décrit l'espèce.

(2) Nous reproduisons les noms anglais des villes, localités, montagnes etc., ou des plantes vulgaires, tels qu'ils se trouvent imprimés dans le *Rar. plant. Historia*.

Charles de l'Escluse avait aussi remarqué qu'à Londres se trouvait le *Corylus Avellana* L. *(Corylus*, p. 10*)*, à fruits courts et assez durs, semblables à ceux qu'il avait observés dans d'autres pays.

A propos du *Colchicum autumnale* L. var. *(Colchicum anglicum albo flore*, p. 199*)*, Clusius s'exprime ainsi : « Lobel avait observé cette variété en Angleterre, dans la campagne du Somerset, près de Bristol ; lorsque je me rendis chez lui et chez M. Morgan, en 1571, ils m'en donnèrent quelques bulbes. A mon retour à Malines, je mis ces bulbes en terre (1) ; ils fleurirent et, au printemps suivant, avec leurs feuilles qui m'ont paru plus étroites que celles de l'espèce, ils me donnèrent des graines. La racine n'est pas différente de celle de cette espèce. »

Et au sujet de l'*Iris Xyphium* L. *(Iris bulbosa II sive violacea*, p. 211) ; « De ce que Matthias de Lobel, médecin et très éminent botaniste, avait le premier communiqué cet *Iris* en Belgique, par quelques bulbes envoyés d'Angleterre à ses amis, je croyais que cette plante y croissait spontanément. Mais, quand je me rendis en Angleterre, en 1571, c'était en vain que je cherchais cet *Iris* dans les champs et sur les collines. Ce ne fut que lorsque j'arrivai à Bristol, où Lobel m'attendait, que j'appris de lui qu'il l'avait connu pour l'avoir vu cultiver dans des jardins où il l'avait récolté pour l'envoyer de Londres à ses amis. Il est vraisemblable que cet *Iris* avait été apporté par les navires qui, d'Espagne, font souvent relâche à Bristol, et qu'il provenait soit de l'Espagne, soit du Portugal. »

Au-dessus de Windsor, séjour des rois d'Angleterre, Charles de l'Escluse dit qu'il avait trouvé l'*Erica arborea* L. *(Erica Coris folio I*, p. 41*)*, ainsi que l'*Erica cinerea* L. (*Erica Coris folio VI*, p. 43*)*, qui fleurissait au mois de Septembre.

Voici ce que dit Clusius, à propos du *Chlora perfoliata* L. *(Centaurium parvum flavo flore*, p. CLXXX*)* : « J'avais observé cette plante en Angleterre, en 1571, dans le Parc d'Hornam, du Comté d'Essex ; elle était en fleur en Septembre. Mais dix ans après, je retrouvais cette même plante en Angleterre, très bien fleurie en Juillet ; elle était très abondante sur une certaine petite colline, entre Gravesende et le Château de l'Ill. Seigneur de Cobham, Gouverneur des Cinq ports ».

Enfin, Clusius s'exprime ainsi au sujet du *Scolopendrium officinale* Smith var. *laciniatum (Phyllitis laciniato folio*, p. CCXIX*)* : « Lorsque j'étais à Bristol, en 1571, Lobel me conduisit à la Grotte de Saint-Vincent, où il avait recueilli cette plante. J'en déracinais de mes propres mains quelques pieds, qui étaient pareils à ceux qu'il m'avait envoyés, mais alors tout à fait tendres et délicats. Plus tard, en revenant d'Angleterre en France, j'en remarquais plusieurs pieds semblables dans un certain puits, non loin de

(1) Charles de l'Escluse a dû faire cette culture, à Malines, dans le jardin de Dodoens, qu'il appelle dans sa Correspondance, *notre Jardin*.

Boulogne, pendant que j'attendais le Courrier qui devait me conduire jusqu'à la station la plus proche, où l'on devait changer de chevaux. »

Le voyage que Charles de l'Escluse fit en Angleterre en 1581 lui permit de faire de nouvelles Observations. Nous faisons suivre les noms des plantes de ce qu'il dit à leur sujet.

Trollius europæus L. *(Ranunculus glomerato flore*, p. 237*)*. — « J'ai vu cette plante, en 1581, apportée récemment à Londres des montagnes septentrionales de l'Angleterre. »

Astragalus montanus L. *(Onobrychis IV*, p. CCXL*)*. — « Pendant mon voyage en Angleterre, en 1581, j'ai pu voir cette plante rare qui était cultivée à Londres, dans le jardin du très docte Jean Richæus, pharmacien royal. »

Thymus Acinos L. ? *(Acinos Dioscoridis*, p. 354). — « J'observais cette plante en fleur, au mois de Juillet 1581, pendant que, dans l'attente d'un temps favorable pour naviguer, je me rendais chez l'Ill. Seigneur de Cobham, Chevalier de l'Ordre de la Jarretière et Gouverneur des Cinq ports. Je me rappelle que je n'ai vu aucune plante qui, à mon avis, ne se rapporte mieux à l'histoire de l'*Acinos* de Dioscoride. »

Pedicularis sylvatica L. *(Alectorolophus III genus alterum*, p. CCXI). — « J'ai recueilli des pieds de cette espèce, en Avril 1581, offrant des fleurs pourpres, ou d'un beau rouge, ou blanches, dans le Domaine de l'Ill. Richard Garth, à Groutz, au-dessus de Londres. »

Matricaria Parthenium L. var. *(Parthenium pleno flore*, p. 337). — « L'Ill. et très aimable Richard Garth, Primicier de la Chancellerie de Londres, m'avait très obligeamment envoyé à Vienne, en 1579, un dessin et des graines de cette plante. Deux ans après, j'ai pu l'observer fréquemment, lorsque, pour des affaires importantes, je retournais à Londres, où je restais tout un semestre. »

Endymion nutans Dumt. *(Hyacinthus hispanicus*, p. 177*)*. — « Cette plante ne se trouve nulle part plus abondamment que dans des prés et des lieux herbeux voisins de Londres, et même éloignés de cette ville, où je me souviens d'en avoir récolté des pieds qui avaient une hampe haute d'une coudée, laquelle portait trente fleurs, d'un pourpre tantôt intense, tantôt plus pâle, et parfois même tout à fait blanches, ou bien en partie pourprées et en partie blanches. Or l'honorable et diligent pharmacien Jacob Garet *junior Belga* (1) m'avait écrit qu'il en avait trouvé ayant des

(1) C'est ce même Jacob Garet qui avait envoyé plus tard à Charles de l'Escluse un dessin de la Pomme de terre *integræ stirpis* (p. LXXX). D'après une remarque faite à ce propos par M. B. Daydon Jackson, dans son Compte rendu *(in Journal of botany)* de notre Histoire de la Pomme de terre, il paraît probable que Jacob Garet (dont le qualificatif *Belga* ne le désignerait pas comme Belge, mais plutôt comme originaire de *Venta Belgarum*, le moderne Winchester), étant en bons rapports avec Gérarde, qui l'appelait « *my brother apothecarie* », avait dû faire ce dessin d'après un pied de la Pomme de terre de Gérarde, qui l'a cultivée le premier à Londres avant 1897, sous la forme d'une variété différente de celle qu'a décrite Charles de l'Escluse. Il est à regretter que ce dernier n'ait pas donné de détails à ce sujet.

fleurs couleur de chair ; il m'en avait même envoyé ensuite deux bulbes, dont l'un ne put se conserver, mais dont l'autre me donna une élégante fleur, couleur de chair et produisit ensuite d'autres bulbes, en 1591, d'une manière surprenante. »

Orchis coriophora L. *(Orchis V,* p. 268*).* — « J'ai observé cette espèce en Angleterre, dans des prés voisins de la ville de Londres : elle avait un épi de fleurs pourpres, d'une odeur infecte. »

Typha angustifolia L. *(Typha media*, p. CCXV*).* — « J'ai remarqué une espèce particulière de *Typha*, tenant le milieu entre les autres espèces. C'était en 1581 : la plante s'était abondamment développée dans un fossé marécageux, près de la Chapelle de Tyburn, non loin de cet endroit où l'on enterre les malfaiteurs qui ont été pendus *(quibus ab maleficia laqueo gula fracta est)*. C'est à un mille de la ville de Londres, du côté qui regarde l'Occident. Ce *Typha* a des feuilles beaucoup plus étroites que celles du *Typha vulgaris*, et un épi plus grêle; il est plus grand cependant que ce *Typha minima* que le Dr Penny conservait parmi ses plantes desséchées entre des feuilles de papier et qu'il m'a montré ; cette autre espèce a été décrite par Pena et Lobel dans leurs très savants *Adversaria*. Le *Typha* dont je parle était fleuri en Juin ».

Quercus Ilex L. *(Ilex Londinensis prior*, p. 23*).* — « J'ai vu cet arbre assez petit, en 1581, à Londres, dans un jardin suburbain, sur la rive droite de la Tamise, au-dessus du pont qui relie les deux côtés de la ville : il avait de nombreuses branches, sur lesquelles se trouvaient insérées sans ordre des feuilles semblables à celles de l'*Ilex hispanica*. Il était en fleur vers la fin de Mai, un peu plus tard qu'en Espagne, et laissait voir ses glands, dont je n'ai pu connaître l'époque de maturité, car je quittais l'Angleterre le mois de Juillet suivant. Un autre *Ilex (Ilex Londinensis altera)* s'est montré à moi beaucoup plus grand : il était cultivé dans le jardin du Château royal de Westminster. On ne pouvait le comparer avec le précédent, car son tronc était si gros qu'une personne n'aurait pu l'embrasser. »

Hyssopus officinalis L. var. *(Hyssopus angustifolia spicato flore*, p. 356*).* — « Je n'ai pas vu cette plante; mais le dessin m'en a été envoyé de Londres par le très obligeant Jacob Garet junior. Je me rappelle que j'ai trouvé à Londres une autre variété, très voisine de l'Hyssope vulgaire, mais qui présentait de nombreux rameaux fastigiés, formant comme une sorte de touffe épaisse. J'ai voulu la rapporter à Vienne, en Autriche; mais elle périt pendant mon voyage. »

Pinguicula vulgaris L. *(Pinguicula*, p. 311*).* — « Le Dr Penny, médecin de Londres, me disait, en 1581, que cette petite plante, à fleur tantôt bleue, tantôt blanche, se trouvait dans plusieurs localités en Angleterre, et que, dans les régions septentrionales, où elle se montrait avec la Primevère à fleurs rouges, on l'appelait *Butter wort*, c'est-à-dire « Herbe au beurre »,

de ce qu'elle a l'apparence grasse du beurre, et qu'on a l'habitude de l'employer pour les soins à donner aux crevasses des mamelles des vaches; mais que dans le sud de l'Angleterre, où cette plante croît également, on la nommait *Whyt root*, parce qu'elle faisait périr les moutons qui la broutaient à défaut d'autre nourriture. »

Primula veris var. *acaulis* L. *(Primula veris pallido flore humilis*, p. 302). — « Les Anglais l'appellent *Prim roosen* et *Cowe Slyppe*. Lorsque j'étais en Angleterre, où cette plante se montre abondamment dans les bois récemment coupés, je remarquais qu'elle avait une fleur d'un blanc de lait. »

Primula veris var. *elatior* L. *(Primula veris*, p. 301*)*. — « Pendant que je me trouvais à Londres en 1581, j'ai appris du D^r^ Thomas Penny que cette plante croissait en abondance dans les prés humides et les pâturages du Nord de l'Angleterre. Il en est résulté que, pour me faire plaisir, le très savant et très aimable Richard Garth, Primicier de la Chancellerie de Londres, voulut bien prendre le soin d'en faire venir plusieurs pieds, encore fleuris, de l'Hexarchat de Derby et de Wibsey, non loin de la ville d'Halyfure; on y avait joint des pieds de *Pinguicula* et le *Trollius* en fleur. C'était avant mon départ de Londres et je les envoyais à mes amis à Anvers. D'après le D^r^ Penny, les paysans anglais appelaient cette Primevère *Bird eein*, c'est-à-dire yeux d'oiseau, nom sous lequel ils désignaient aussi le *Cardamine pratensis*. »

Swertia perennis L. *(Gentiana punctata Pennœi*, p. 316*)*. — « J'avais à peine oublié de parler de cette élégante espèce de Gentiane, que j'avais observée moi-même sur quelques montagnes, lorsque, pendant mon séjour à Londres, en 1581, le D^r^ Thomas Penny, en raison de notre amitié, m'en communiqua un dessin et une description : par suite de la fréquence du pointillé qui se voit sur les fleurs, on l'appelle *Gentiana punctata*. »

Hyoseris minima L. *(Hieracium minimum*, p. CXLII*)*. — « J'ai reçu également à Londres, en 1581, du D^r^ Thomas Penny, un dessin et une description de cette plante. Elle croît fréquemment en Angleterre, dans les moissons, sur une terre sablonneuse et friable. »

Carduus dissectus L. *(Cirsium anglicum II* ou *Cirsium britannicum*, p. CXLVIII*)*. — « Le D^r^ Penny m'a aussi communiqué à Londres, en 1581, un dessin et une description de cette espèce, qui se trouve dans des prés, au pied du Mont Engleborow, le plus élevé de l'Angleterre, dans le Comté d'York. La plante fleurit en Juillet et Août. »

Geranium tuberosum L.? *(Geranium bulbosum Pennœi*, p. C*)*. — « De même, à Londres, en 1581, le D^r^ Penny me communiquait la description et le dessin de cette plante, que j'avais reçue de mon très savant ami Turner, médecin anglais, en provenance du Danemark. »

Rubus Chamœmorus L. *(Chamœmorus anglicana*, p. 118*)*. — « Je dois

encore au Dr Penny (1), médecin de Londres, d'avoir eu communication du dessin et de l'histoire de cette plante élégante, sous le nom de *Chamæmorus*. Cette espèce aime les endroits découverts et neigeux : elle se trouve en abondance, parmi les bruyères, sur le Mont Engleborow, le plus élevé de toute l'Angleterre, à douze milles de Lancastre. »

Achillea Ptarmica var. β L. *(Ptarmica pratensis pleno flore*, p. XII*)*. — « Cette élégante variété croît en Angleterre, dans quelques prairies, d'après l'obligeant Jacob Garet, parfumeur à Londres, qui m'en a envoyé un dessin. »

Ribes rubrum L. var. *(Ribes monocarpos*, p. 119*)*. — « J'ai appris, par une lettre que m'adressait de Londres Jacob Garet, que, sur cette variété, le fruit, semblable à celui du Groseillier ordinaire, quoique un peu plus gros, ne se trouvait pas réuni à d'autres pour former une grappe, mais qu'il se montrait seul et unique sur le pédicule, comme cela se voit sur l'*Uva crispa*. »

Crepis sibirica var. γ L. *(Hieracium britannicum IV*, p. CXL*)*. — « Je n'ai vu nulle part cette plante à l'état spontané, mais seulement à Londres dans les jardins des très doctes Jean Richæus et Hugo Morgan, Pharmaciens royaux, qui l'appelaient *Cichorium montanum* ; elle y avait été apportée des régions septentrionales de la Grande-Bretagne, où elle croît spontanément. »

Les autres plantes que cite Clusius, dans son *Rar. plant. Historia*, pour les avoir observées en Angleterre, n'étaient pas d'origine anglaise. Ce sont l'*Hypericum balearicum* L. *(Myrto-cistus Pennæi*, p. 68*)* dont le Dr Penny lui envoyait un dessin en 1580 et lui montrait l'année suivante un échantillon desséché, provenant de l'Ile Majorque; un certain *Plantago (Plantago latifolia exotica* et *P. angustifolia exotica*, p. CIX*)* dont son ami Jacob Garet junior lui envoyait un dessin en 1592, et qu'il avait vu cultivé dans le beau jardin du noble anglais Edward Points, en 1581; puis la Batate, *(Convolvulus Batatas* L., *Batatas*, p. LXXVII) dont il se rappelait avoir acheté à Londres, au commencement de l'année 1581, des racines assez fraîches, pesant plus d'une livre, mais qu'il ne put conserver pour les rapporter à Vienne, comme il en avait l'intention.

Enfin Clusius cite encore quelques autres plantes qui n'étaient pas d'origine anglaise, mais qui lui avaient été envoyées d'Angleterre, ou bien dont il devait la connaissance à ses amis ou correspondants de ce pays. C'est ainsi qu'il dit avoir reçu du Dr Thomas Penny le *Coronilla varia* L. ? *(Securidaca Pennæi*, p. CCXXXVII*)*, que son ami avait récolté dans le Genevois, non loin de *Ponte tremulo*, sans l'avoir encore vu nulle part ailleurs.

Clusius parle également des plantes suivantes :

Cornus suecica L. *(Chamæpericlymenum*, p. 59*)*. — « Cette plante élé-

(1) Le Dr Penny ne paraît avoir rien publié. Mais Charles de l'Escluse a fait connaître les descriptions de son ami dans son *Rar. plant. Historia.*

gante, dit-il, doit sans nul doute être rapportée au *Periclymenum* ; sa figure et sa description m'ont été obligeamment communiquées en raison de notre amitié par le D^r Thomas Penny, avec d'autres belles espèces. »

Fritillaria imperialis L. *(Tusai polyanthes*, p. 128*)*. — « J'ai appris de Jacob Garet, parfumeur à Londres, qu'en l'année 1582, il avait eu un pied de cette plante qui portait soixante-douze fleurs. »

Peltaria alliacea L. *(Thlaspi montanum I*, p. CXXXI*)*. — « Par des graines de cette espèce, que j'avais envoyées de Vienne à mes amis, j'ai appris que cette plante s'était acclimatée dans les jardins de l'Angleterre. »

Gnaphalium margaritaceum L. *(Gnaphalium americanum*, p. 327*)*. — « Jacob Garet junior m'avait envoyé d'Angleterre, en 1588, des souches de cette espèce qu'il m'écrivait avoir reçue d'Amérique. Il ne lui avait pas donné de nom. Elle me paraît être très voisine de celle que j'ai décrite dans mes Observations sur les plantes de la Hongrie, Livre III, après l'avoir reçue en 1580, comme ayant été apportée du Nouveau-Monde et sous le nom de *Gnaphalium americanum*, du très docte et très obligeant Richard Garth, Primicier de la Chancellerie de Londres. »

Argemone mexicana L. *(Papaver spinosum*, p. XCIII*)*. — « Jacob Garet junior m'avait de Londres envoyé d'abord une capsule avec quelques graines de cette plante, mais sans lui donner de nom ; il avait reçu ce fruit avec d'autres choses apportées par un navire. J'avais semé ces graines ; mais elles ne germèrent pas. Puis Joachim Camerarius, fils du célèbre médecin de Nuremberg, rapporta de Londres en 1592 de la graine de cette espèce qui s'y était développée cette année même. Cette graine germa et me donna la plante que je décris. Il la nommait *Fico del inferno*, c'est-à-dire Figuier infernal. »

Phaseolus... (Phaseolus peregrinus indicus, p. CCXXVII*)*. — Il s'agissait d'un Haricot, à graine bicolore, moitié noire, moitié blanche, que Clusius avait reçu de Jacob Garet et qu'il avait trouvé assez nouveau et rare pour le mettre sous les yeux de ses Lecteurs.

Holcus spicatus L.? *(Panici americani sesquipedalis spica*, p. CCXVI*)*. — « Jacob Garet, dit Clusius, m'avait envoyé de Londres, en 1592, un épi de cette plante : cet épi était épais, très ferme et compact, s'amincissant insensiblement jusqu'à sa partie supérieure, et d'une longueur d'un pied et demi. Jacob Garet ne me l'avait pas envoyé tout entier ; mais il m'avait appris qu'il l'avait acheté à un navigateur anglais, de retour de ses voyages. Je n'ai pas connu la plante qui produisait cet épi, parce que les graines m'ont paru être trop vieilles pour être semées. »

Illicium anisatum L. *(Anisum Philippinarum insularum*, p. CCII*)*. — « Cette plante, dit encore Clusius, diffère beaucoup de l'*Anisum* vulgaire. Elle a été rapportée, il y a quelques années, des Iles Philippines (qui se trouvent éloignées de la Chine de presque deux cents milles), par le navi-

gateur anglais nommé Thomas Candi, lorsqu'il revenait de sa navigation autour du monde. J'en ai reçu de Londres des particules d'ombelles (fruits) et des graines qui m'avaient été envoyées par les très aimables Hugo Morgan, pharmacien royal, et Jacob Garet, parfumeur. Ces graines ayant la saveur et l'odeur de l'Anis, ils l'avaient appelée *Anisum*. Mais Jacob Garet m'avait appris que le nom donné à la plante par les Insulaires était *Damor*, et que Thomas Candi avait rapporté ce nom écrit en caractères chinois, c'est-à-dire les lettres tracées dans le sens vertical et se suivant de haut en bas, ce qui est le mode d'écriture usité dans ces contrées. »

Telles sont les Observations qu'avait pu faire, au XVI^e^ siècle, Charles de l'Escluse, sur des plantes d'origine anglaise ou étrangère, et dont il devait en grande partie la connaissance aux amis qu'il s'était faits en Angleterre.

M. Lucien DANIEL

Professeur au Lycée de Rennes.

LE PRINCIPE DE LA PARENTÉ BOTANIQUE EN FAIT DE GREFFE [581.1]

— Séance du 20 septembre —

Ce fut en 1763 qu'Adanson, dans ses *Familles des Plantes*, posa le fameux principe de la *parenté botanique* qui réglait les conditions de réussite des greffes : *Deux plantes ne peuvent se greffer avec succès l'une sur l'autre que si elles appartiennent à la même espèce ou au même genre.* »

Ce principe fut adopté aussitôt par la majeure partie des naturalistes et des agriculteurs. Mais, plus tard, de nombreux succès de greffes entre plantes *disgénères* firent modifier l'énoncé, auquel on ajouta *ou la même famille*.

Tout le monde connaît l'application que de Candolle fit de ce principe pour fixer la place des *Hortensia* dans la classification, après des essais de greffe qu'avait entrepris, à son instigation, le fameux Tschudy, le restaurateur de la greffe herbacée.

Faire cette application, c'était admettre que la similitude dans les caractères de reproduction chez les plantes, caractères dominateurs en fait de classification botanique, entraînait fatalement la similitude dans les caractères internes et externes des appareils végétatifs et dans leurs fonctions.

Or, dans une même famille, un même genre, parfois une même espèce,

on trouve à la fois des plantes fort dissemblables comme végétation : les unes sont herbacées, les autres ligneuses ; elles peuvent être de grande taille ou rester naines, contenir des produits variés, etc., etc.

On conçoit que l'application rigoureuse d'un tel principe devait entraîner plus d'un mécompte, même dans les plantes ligneuses, les seules que l'on ait greffées en grand nombre et de tout temps.

L'exemple le plus caractéristique qu'on ait cité sous ce rapport est sans contredit celui du Poirier. Cet arbre se soude très difficilement au Pommier, son voisin le plus immédiat dans la classification, et il réussit au contraire très bien sur le Cognassier, l'Épine blanche, etc., qui appartiennent à des genres beaucoup plus éloignés. Bien plus, si le Poirier reprend facilement sur le Cognassier, celui-ci ne réussit pas sur le Poirier. Pourtant, dans ces greffes inverses, la parenté botanique n'a pas varié.

Les partisans du principe de la parenté botanique se sont tirés d'affaire en disant qu'il s'agit là d'une très rare exception, concernant la seule famille des Rosacées. Rien de semblable ne s'observe dans l'immense majorité du règne végétal.

Cette nouvelle conception avait le grave défaut de ne s'appuyer que sur un nombre très restreint de faits. On sait, en effet, combien est petit le nombre des plantes qui ont été greffées par rapport au nombre de celles qui n'ont été l'objet d'aucun essai de greffe. Il était donc dangereux de généraliser dans des conditions semblables.

Tel était l'état de la question, il y a une dizaine d'années, quand je commençai mes recherches sur la greffe des plantes herbacées. J'ai obtenu, au cours de ces recherches, un grand nombre de résultats qui ne peuvent s'expliquer par le principe de la parenté botanique et qui montrent que l'exception offerte par les Rosacées est loin d'être isolée.

Je ne veux point revenir ici en détail sur les faits de ce genre que j'ai déjà décrits dans divers travaux auxquels je renvoie ceux que la question pourrait intéresser (1). Telles sont les greffes de Laitue sur Salsifis, qui réussissent ou non suivant que la racine servant de sujet est jeune ou âgée ; les greffes de Carthame sur Soleil annuel, qui réalisent des greffes entre plantes de sous-familles différentes, quand des plantes de genres même très voisins dans les mêmes sous-familles des Radiées et des Flosculeuses ne peuvent se greffer entre elles ; les anomalies que j'ai constatées dans la facilité de la reprise des greffes disgénères dans les familles des Légumineuses, des Crucifères, des Ombellifères, des Solanées, des Composées, etc.

Ainsi les greffes disgénères ne réussissent qu'entre plantes de genres très voisins dans les Légumineuses, genres appartenant à une même tribu ; elles

(1) L. Daniel, Recherches morphologiques et physiologiques sur la greffe *(Revue générale de Botanique,* 1892). — La variation dans la greffe et l'hérédité des caractères acquis. *(Annales des Sciences naturelles,* Botanique, t. VIII, 1899.)

réussissent rarement entre plantes de tribus différentes dans les Crucifères, et un peu plus souvent dans les Ombellifères, quand au contraire le succès est fréquent entre tribus différentes dans les Solanées ; enfin elles réussissent parfois entre plantes de sous-familles différentes dans les Composées, où presque toutes les Chicoracées se soudent entre elles quand les Flosculeuses et les Radiées se comportent d'une façon tout autre.

Déjà ces résultats montraient que, dans un grand nombre de greffes, les différences physiologiques entre les plantes associées et la nature de leurs produits ont plus d'importance que les caractères usités en classification et que la concordance dans les caractères extérieurs n'entraîne point fatalement la concordance dans la nutrition générale, comme on l'a prétendu (1).

De nouvelles greffes que je viens de réussir cette année par le procédé de la greffe-mixte (2) viennent à l'appui de ces conclusions et sont plus démonstratives encore. Ce sont les greffes de *Cotoneaster microphylla* sur Cognassier pour les plantes ligneuses et celles de *Vernonia prœalta* sur *Xanthium Strumarium* pour les plantes herbacées.

Le *Cotoneaster microphylla* est une plante à branches retombantes et peu vigoureuses. Elle reprend difficilement sur Cognassier, mais elle s'y maintient et finit par pousser si on laisse au sujet quelques branches feuillées que l'on taille de façon à obtenir entre le sujet et le greffon cet équilibre variable nécessaire au maintien de la symbiose. C'est un exemple de plus à ajouter aux anomalies signalées dans les Rosacées.

La greffe de *Vernonia* sur *Xanthium* ne réussit point si l'on opère par le procédé de la greffe ordinaire, mais seulement par le procédé de la greffe-mixte. Le greffon et le sujet restent de plus petite taille que les témoins. Mais le succès d'une telle greffe montre bien que la distance de deux plantes dans la classification peut être déjà considérable sans que disparaisse pour cela la possibilité du greffage.

Le *Xanthium* appartient à la *famille* des Ambrosiacées, que la plupart des botanistes placent à la suite de la famille des Composées. Quelques classificateurs, comme Bautier dans sa Flore des environ de Paris, rangent ces plantes dans les Urticées. D'autres, comme Baillon, etc., en font une sous-famille spéciale ou une tribu de Composées dégénérées, qu'ils rapprochent des Hélianthoïdées. On voit que, la place des *Xanthium* étant très discutée.

(1) C'est une objection que m'avait faite M. Duchartre dans le *Bulletin de la Société nationale d'horticulture de France*, cahiers de 1891, dans l'analyse de ma note « *sur la greffe des parties souterraines des plantes* », C. R., 21 septembre 1891.

(2) L. Daniel, *La greffe-mixte*, C. R., 1897. — Ces succès permettent d'espérer que, par ce même procédé, on arrivera à réaliser d'autres greffes entre plantes de familles voisines. J'ai fait voir qu'il est facile de souder des plantes éloignées en pratiquant l'opération du rapprochement. La seule difficulté à résoudre alors pour transformer le rapprochement en une véritable greffe, c'est le sevrage qui amène la rupture de l'association. On obtient de bons résultats en effectuant un *sevrage progressif* et une *taille raisonnée* des deux plantes, et l'on peut arriver ainsi à maintenir l'association. C'est une question *d'habileté opératoire* quand la greffe est possible.

c'était le cas d'appliquer, comme de Candolle, le principe de la parenté botanique à la greffe.

Or la réussite de la greffe du *Xanthium* et du *Vernonia* ferait bien rentrer les *Xanthium* dans les Composées. Mais, d'autre part, elle les placerait dans les Vernoniées avec lesquelles elles présentent beaucoup moins d'affinité qu'avec les Hélianthoïdées. L'application du principe d'Adanson conduirait donc ici à cette bizarrerie qu'il permettrait de déterminer la *famille* en conduisant à une solution erronée pour la *sous-famille* ou la *tribu*.

La conclusion de ces faits s'impose à mon avis.

Si le principe de la parenté botanique paraît vrai en général pour la famille, il ne faut pas lui donner une signification trop absolue, et il n'y a point du tout proportionnalité rigoureuse entre la réussite des greffes et les degrés d'affinités caractérisés par les termss espèces, genres, tribus, sous-familles, termes qui, d'ailleurs, ne sauraient avoir une signification objective absolue et dont les limites sont souvent l'objet de discussions entre botanistes.

Il est possible cependant que le greffe, comme parfois l'étude d'un caractère anatomique, puisse, dans certains cas, fournir certains renseignements au point de vue des affinités. Les exemples que nous avons donnés montrent bien qu'il ne faut pas plus abuser de ce caractère pris isolément que de tout autre.

MM. J. POISSON et BÉHAGUEL

NOTE SUR LA « MIMULUS LUTEUS » L. DANS LE DÉPARTEMENT DU PAS-DE-CALAIS

[581.9 (44.27)]

— Séance du 20 septembre —

L'apparition dans notre région d'une plante exotique, s'accommodant au milieu, se répandant et persistant comme une espèce spontanée, est toujours un fait intéressant pour le botaniste herborisant, qui parcourt une contrée dans le but d'en bien connaître la flore.

On aime à en savoir l'histoire, à découvrir le mécanisme de son introduction, à constater sa marche progressive et les Recueils de botanique ne manquent jamais de tenir leurs lecteurs au courant des localités où l'étrangère a été à nouveau rencontrée.

Parmi les plantes introduites presque volontairement, comme celles que l'on a signalées aux environs de Paris (1), à la suite de la guerre de 1870, amenées par les fourrages de pays lointains, bien peu se naturalisent et toutes celles qui se sont montrées à cette époque ont disparu successivement après quelques années de séjour. Il en est de même pour les espèces introduites dans les ports à la faveur des marchandises débarquées.

Par contre, d'autres espèces s'implantent, et ce ne sont pas toujours les plus décoratives ou les moins encombrantes, telles sont, par exemple, le *Matricaria discoidea*, l'*Erigeron canadensis* et l'*Helodea* de la même patrie, dont l'Europe se serait bien passée.

L'espèce dont il est question dans cette note n'a pas les inconvénients des précédentes, ou jusqu'à présent ne mérite pas les récriminations des populations auprès desquelles elle s'est développée, et enfin c'est une plante cultivée en France depuis près d'un siècle pour la beauté de ses fleurs ; il s'agit du *Mimulus luteus* L.

Cette Scrofularinée est originaire de Californie. Elle a donné, par les semis et les croisements avec d'autres espèces du genre, des variétés nombreuses, et l'on s'explique qu'elle ait pu s'échapper des jardins, où on la cultive, pour se répandre au dehors ; observation qui a déjà été faite, comme nous le mentionnerons plus loin.

C'est dans un petit village reculé du Pas-de-Calais, à Aix-en-Ergny, canton d'Hucqueliers, arrondissement de Montreuil-sur-Mer, que l'un de nous avait observé, l'année dernière, cette espèce y croissait abondamment. Nous l'avons vue encore en fleur en cet endroit le 25 septembre de cette année. Elle se plaît dans les prés humides et surtout le long de la petite rivière l'Aa, qui prend sa source à Bourthes, à 5 kilomètres d'Aix-en-Ergny. Parmi les plantes à demi submergées : le Cresson, le *Sium angustifolium*, etc., on voyait se dresser les tiges terminées par les inflorescences du *Mimulus*, qui portaient les dernières fleurs jaunes très apparentes de cette espèce ornementale.

Nous n'avons pu savoir par les rares habitants de ce village s'ils avaient connaissance que cette plante fut sortie d'un jardinet du voisinage.

Le *Mimulus luteus* L. avait déjà une localité d'introduction bien connue en Alsace et signalée vers 1850 par Fr. Kirschleger dans la Flore de cette province. Il dit à son sujet : « Naturalisée sur les bords de la Bruche et des ruisseaux qui en découlent depuis Framont jusqu'à Molsheim ». Puis aussi : « Vallée de Wasserbourg, depuis la maison du curé jusqu'à mi-chemin de Soultzbach » ; ce qui donne à penser que c'est du jardin du curé que les graines si ténues des *Mimulus* se sont répandues aux alen-

(1) GAUDEFROY et MOUILLEFARINE. *Florula obsidionalis.* (*Bull. Soc. bot. de France*, t. XVIII, p. 246, XIX, p. 266.)

tours et, de proche en proche, l'espèce se sera largement étendue dans le pays.

Enfin, cette plante s'est aussi naturalisée à une date moins ancienne dans la Côte-d'Or. La Société dauphinoise d'échanges botaniques a distribué, sous le n° 5292 de ses collections, la plante qui nous occupe. Elle a été recueillie par le botaniste N. Garnier dans les prairies humides des environs de Saulieu.

La localité du Pas-de-Calais que nous venons de citer n'est peut-être pas la seule de ce département, mais d'après les renseignements que nous devons à l'obligeance de MM. Mouillefarine, Copineau et Gonse, qui connaissent bien la flore du nord de la France, on n'avait pas encore indiqué la présence de cette plante dans la région.

En dehors du territoire français, sa dispersion n'est pas moins étendue. En Allemagne et en Autriche, ce *Mimulus* a été signalé dans de nombreuses stations (1). On l'indique aussi en Angleterre. Cette facilité de dissémination et cette persistance à se maintenir nn Europe, prouve une vitalité et une tendance à l'adaptation peu commune, et qui mérite d'appeler l'attention.

MM. M. CAULLERY et F. MESNIL

SUR LES PARASITES INTERNES DES ANNÉLIDES POLYCHÈTES, EN PARTICULIER DE CELLES DE LA MANCHE

[591.23 : 595]

— Séance du 15 septembre —

Au cours de nos recherches sur les Annélides Polychètes, nous avons été amenés, pendant ces trois dernières années, à observer un assez grand nombre de parasites internes des animaux de ce groupe. Nos études ont été faites sur les côtes de la Manche, soit aux environs du cap de la Hague, soit à Wimereux. Leurs résultats sont donc, pour une part au moins, une contribution à la faune du Boulonnais. Le temps ne nous permet pas de faire ici une description détaillée de chacun des types de ces parasites. Nous ne pouvons guère que faire allusion à chacun d'eux, mais on jugera ainsi de leur variété et de l'intérêt qu'offre actuellement leur recherche (2).

(1) E. Fiek. — Flora von Schlesien, 1881, p. 325.

(2) Nous avons mentionné, en outre, quelques observations de nos devanciers, pour compléter l'énumération, notamment de M. de Saint-Joseph.

*
* *

A. — Métazoaires.

1° **Annélides.** — On connaît deux exemples de Polychètes parasites dans d'autres Polychètes. Ce sont deux Euniciens : 1° *Labrorostratus parasiticus* S.-J., trouvé par M. de Saint-Joseph (1) dans divers Syllidiens ; 2° *Hematocleptes terebellidis* Wir., trouvé par Wiren (2) dans le sinus sanguin péri-intestinal d'une *Terebellides*. Une vieille observation de Koch (3) est probablement un troisième cas à joindre aux deux premiers. Il s'agirait d'un Lombrinérien parasite dans une grande Marphyse.

2° **Crustacés.** — Les curieux Copépodes de la famille des *Monstrillidæ*, dont M. Malaquin doit entretenir le Congrès, et qui vivent pélagiquement à l'état adulte, se développent en parasites internes des Annélides. Cela rend compte de particularités de leur organisation définitive, sans cela énigmatiques (absence de tube digestif, etc.). L'observation de leur parasitisme a été faite tout d'abord par l'un de nous à la Hague ; M. Giard (4), puis M. Malaquin (5), en ont fait connaître les détails. A la Hague, nous avons rencontré des Monstrillides chez un Spionidien (*Polydora Giardi*, Mesnil) et chez un Syllidien (*Sillis gracilis*). M. Malaquin les a trouvés chez des Serpuliens (*Filigrana implexa* et *Salmacina Dysteri*), au Portel.

3° **Trématodes.** — Les Trématodes sont représentés par de très nombreuses larves de Distomes enkystées et provenant de Cercaires. On en trouve dans la cavité générale de presque toutes les Annélides marines. Nous en avons vu chez divers Cirratuliens, Spionidiens, Serpuliens, etc., etc. Les kystes sont toujours entourés d'un manteau plus ou moins épais de phagocytes transformés en tissu conjonctif. Ces larves sont très difficiles à déterminer spécifiquement. Elles doivent achever leur développement dans des poissons ou des oiseaux de mer. Il y a lieu d'admettre toutefois que la même Annélide est parasitée toujours par le même Distome, un Distome donné pouvant d'ailleurs se rencontrer dans plus d'un hôte. Il y a donc une correspondance entre les hôtes et les parasites, comme cela s'observe pour la plupart des autres groupes. Nous citerons, à l'appui de ces affirmations, les observations que nous avons faites sur l'*Arenicola marina*. Nous y avons toujours trouvé, à Arcachon, à Concarneau, à la Hague et à Wimereux, un Distome que nous avons pu reconnaître, à cause de la disposition particulière des crochets péribuccaux, pour le *Distomum (Echinostomum) leptosomum* Villot. C'est toujours lui qui parasite l'Arenicole. Mais on le retrouve encore chez une Scrobiculaire (Villot) et chez les Synaptes (Cuénot). Il a été recueilli adulte chez un *Tringa*.

4° **Cestodes.** — Dans l'intestin du *Polycirrus denticulatus*, de Saint-Joseph (6) a observé un scolex de *Tetrarhynchus*.

(1) *Ann. Sc. nat., Zool.* (7), t. V.
(2) *Bih. till K. Svenska Vet. Akad Handl.*, t. XI.
(3) *Neue Denks. d. allg. schweiz. Ges.*, t. VIII, 1847.
(4) *C. R. Ac. Sc.*, 29 avril 1895 et 16 nov. 1896.
(5) *C. R. Ac. Sc.*, 28 déc. 1896 et 11 janv. 1897.
(6) *Ann. Sc. nat., Zool.* (7), t. XVII, p. 235.

5° **Nématodes.** — On connaît quelques exemples de Nématodes enkystés dans la cavité générale d'Annélides (nous en avons trouvé chez *Audouinia tentaculata*), ou libres dans le tube digestif (de Saint-Joseph en signale notamment chez les Polycirrides de Dinard (1) et aussi chez *Audouinia tentaculata*).

6° **Orthonectides.** — Ce groupe inférieur si intéressant, établi à Wimereux par Giard et réétudié plus tard, encore à Wimereux, par Julin, n'était connu, il y a quelques années, que par trois ou quatre espèces parasites d'Echinodermes ou de Plathelminthes. Or, aujourd'hui, on en connaît cinq espèces parasites d'Annélides Polychètes :

a) *Rhopalura pterocirri* S.-J., trouvé par de Saint-Joseph chez un Phyllodocien (*Pterocirrus macroceros*) à Concarneau.

b) Une espèce entrevue par Fauvel chez *Ampharete Grubei* et trois espèces découvertes par nous à la Hague.

c) *Rh. Julini*, chez *Scolelepis fuliginosa*.

d) *Rh. Metchnikovi*, chez *Spio martinensis*.

e) *Stœcharthrum Giardi*, chez *Scoloplos Mülleri*. Cette dernière constitue un type très intéressant et assez distinct des autres.

B. — Protozoaires.

1° **Infusoires.** — Chez un très grand nombre d'Annélides marines, on trouve des Infusoires voisins des Opalines, mais ne présentant qu'un seul macronucléus rubanné et un micronucléus ; des auteurs antérieurs, et en particulier de Saint-Joseph, en ont rencontré plusieurs espèces. Nous les plaçons dans le genre *Hoplitophrya* Stein. Nous en avons vu chez divers Cirratuliens, Spionidiens, Serpuliens, etc. Ils sont extrêmement communs.

2° **Sporozoaires.** — Ce sont surtout les Sporozoaires, groupe de parasites internes, par essence, qui offrent, chez les Annélides marines, une variété et une abondance remarquables. Comme on va le voir, il nous a été donné d'en rencontrer non seulement des espèces nouvelles, mais plusieurs types spéciaux, inconnus jusqu'ici, et qui enrichissent notablement nos connaissances sur cette classe importante de Protozoaires.

α) *Grégarines.* — Les Grégarines étaient à peu près les seuls Sporozoaires signalés avant nous chez les Annélides. Elles sont extrêmement fréquentes. Il n'y a peut-être pas d'Annélide qui n'en présente une ou deux espèces. Toutefois, dans l'état actuel de la science, on ne peut dire que l'on connaît vraiment une Grégarine que si l'on possède tout son cycle évolutif et en particulier ses sporocystes. Or, il est extrêmement rare d'observer directement ceux-ci chez les espèces des Annélides. Ils se forment hors de l'hôte et sont très difficiles à obtenir. Léger a pu en observer quelques-uns. De notre côté, nous en avons eu dans un cas.

Les Grégarines des Annélides sont, pour la plupart, intestinales. Et, de celles-ci, on peut distinguer trois catégories principales : 1° des Tricystidées, telles que l'*Ulivina elliptica* Ming. d'*Audouinia filigera*, probablement identique à la *Sycia inopinata* Lég. d'*Audouinia* sp. ; 2° des Dicystidées de formes

(1) *Ann. Sc. nat., Zool.* (8), t. X, p. 181.

variées (*Ancora* Labbé, *Doliocystis* Lég. (1), etc.), et enfin 3° des Grégarines qu'il faut rattacher aussi aux Dicystidées, mais qui ont une forme toute spéciale. Elles sont nématoïdes, présentent des mouvements de flexion raides, des myonèmes longitudinaux très développés. Elles ont été, à plusieurs reprises, confondues avec des embryons de Nématodes, qu'elles rappellent beaucoup par leur aspect. Ce sont les *Selenidium* de Giard. Elles sont très nombreuses chez les Annélides à vie sédentaire (Spionidiens, Térébelliens, Cirratuliens, etc.) Nous en avons étudié une assez grande variété et, dans un cas, nous avons obtenu la sporulation. Les spores se distinguent de celles des autres Grégarines (au moins dans l'espèce que nous avons eue, *Sel. echinatum* de *Dodecaceria concharum*) en ce qu'elles renferment quatre sporozoïtes au lieu de huit.

Il y a aussi, chez les Annélides, des Grégarines cœlomiques appartenant aux genres *Gonospora, Urospora, Ceratospora*, etc., quelques-unes très curieuses, comme *Gonospora longissima* de *Dodecaceria concharum*.

β) *Coccidies.* — Nous avons été les premiers à signaler les Coccidies chez les Annélides. Nous en avons trouvé en abondance, comme c'est toujours le cas pour ces parasites, chez *Capitella capitata, Notomastus lineatus, Scoloplos Müller*i, *Pygospio seticornis, Polydora flava, Spio martinensis*. Il y en a certainement encore chez beaucoup d'autres espèces. Pour aucune d'elles, nous n'avons obtenu les sporocystes qui se forment hors de l'hôte, de sorte que leur position systématique dans le groupe ne peut encore être fixée. On observe, d'autre part, très aisément la multiplication asexuée. Mais nous n'avons pas pu reconnaître les deux catégories de gamètes, ni vu la conjugaison, et il est à supposer que les Coccidies des Annélides présentent, à ce point de vue, des particularités qu'il y aurait à étudier.

γ) *Toxosporidium.* — Nous donnons une place à part à une forme de parasites que l'on rencontre chez plusieurs Sabelliens et qui a déjà été aperçue autrefois par Leydig (2), mais sur laquelle on n'avait que des renseignements extrêmement vagues. On l'aperçoit surtout dans les cellules phagocytaires fixes ou mobiles de la cavité générale de l'hôte, sous forme de croissants immobiles, dont l'aspect rappelle, au premier abord, une spore de Sarcosporidie. Le noyau renferme deux gros caryosomes en croissant de lune. Chez les mêmes hôtes, on trouve, dans les cellules de l'épithélium intestinal, des groupes de sphérules qui sont peut-être la phase de multiplication endogène de ces parasites. Ces sphérules tombent sans doute ensuite dans le sinus sanguin péri-intestinal et s'y transforment en croissants que l'on y voit grandir. Ils sont peu à peu englobés par des phagocytes. C'est là tout ce que nous savons de ce parasite, dont les affinités sont, par conséquent, bien obscures ; nous le rapprochons provisoirement des Grégarines cœlomiques. Nous en avons observé notamment chez *Fabricia sabella, Oria Armandi, Amphiglene mediterranea* (où Leydig l'avait déjà rencontré), *Jasmineira elegans* et *Myxicola dinardensis*. Nous proposons pour lui, en raison de sa forme et de son habitat, le nom de *Toxosporidium sabellidarum*. Nous le décrirons ailleurs avec plus de détails.

δ) *Siedleckia.* — C'est encore une forme aberrante que nous rattachons aux Sporozoaires et que nous avons découverte chez *Scoloplos Müller*i Rathke. Nous

(1) Léger a décrit les kystes à sporocystes de *Doliocystis polydoræ* et *D. nereidis, C. R. Ac. Sc.*, janvier 1893.

(2) *Zeitsch. für wiss. Zool.*, t. III, 1851.

venons de la retrouver dans un autre Aricien, *Aricia Latreilli* Aud. et Edw.. Elle se présente en vermicules multinucléés, nématoïdes, semblables, au premier abord, à un *Selenidium*. Nous avons décrit son évolution (1). Jusqu'ici, tout au moins, nous n'avons observé dans son cycle, ni stade intracellulaire, ni forme sporulée exogène. Rien n'indique qu'il en existe. Nous avons rapproché ce parasite des *Amœbidium* Cienk..

ε) *Microsporidies*. — Nous avons trouvé, et ce sont les premiers exemples signalés chez les Annélides, une Glugéidée chez *Scolelepis fuliginosa* et chez *Scoloplos Mülleri*. Elle appartient probablement au g. *Glugea* Thél. Elle parasitait divers tissus, notamment l'ectoderme et le système nerveux. Les spores ellipsoïdales mesurent 4-5 μ de long sur 1,5-2 μ de large.

ζ) *Aplosporidies*. — Enfin nous avons eu l'occasion d'observer plusieurs parasites qui nous paraissent se bien grouper en un type commun et nouveau, rentrant aussi dans les Sporozoaires, où il aurait la valeur d'un ordre, les Aplosporidies (2). Ce n'est pas ici le lieu de définir ce groupe en détails. Nous le ferons ailleurs (3). Disons seulement que ce sont des parasites de la cavité générale, se présentant sous forme de masses plurinucléaires, aboutissant à des agglomérations de cellules en lames plates ou en morulas pleines. Chaque cellule, en s'entourant d'une membrane donne une spore monozoïque. Nous avons déjà décrit l'un de ces parasites (*Bertramia capitellæ*) (4) que l'on trouve chez *Capitella capitata*. Nous en signalons ici, pour la première fois, deux autres : l'un, parasite dans les cellules intestinales et finalement dans le sinus sanguin péri-intestinal d'*Heterocirrus viridis* Lghns ; il affecte la forme de morula ; l'autre, parasité de la cavité générale de *Scoloplos Mülleri* et constituant des plaques oblongues. Ils constitueront le genre *Aplosporidium* et s'appelleront *A. heterocirri* et *A. scolopli*. Nous avons rattaché au même groupe divers autres parasites des Invertébrés.

3° A côté de ces parasites, qui se rapportent plus ou moins étroitement aux Sporozoaires, nous avons encore à mentionner deux autres types d'organismes dont les affinités sont beaucoup plus obscures, qui sont peut-être même des végétaux.

α) Le premier forme le groupe que nous avons déjà décrit (5) sous le nom de *Metchnikovellidæ*. Les *Metchnikovella* sont parasites, non des Annélides elles-mêmes, mais des Grégarines intestinales des Annélides ; elles paraissent nombreuses et variées. Elles se distinguent entre elles par la forme et la dimension de leurs kystes et le nombre de spores qu'ils renferment (huit, seize ou trente-deux). Nous avons observé des *Metchnikovella* dans les Grégarines de *Spio martinensis*, *Capitella capitata*, *Capitellides Giardi*, *Pygospio seticornis*, *Audouinia tentaculata*, *Nereis Dumerilii*. Il y en a également chez les *Selenidium*.

β) Le second groupe dont nous voulons parler a un tout autre aspect. Il se présente sous forme d'un blastomycète qui pullule dans la cavité générale de l'hôte. Finalement, ses éléments deviennent de longs fuseaux aciculaires, où les colorations décèlent quelques petits points chromatiques centraux et de nom-

(1) *C. R. Soc. Biol.*, 26 novembre 1898, et *Miscel. Biolog., Trav. Lab. Wimereux*, t. VII, 1899.
(2) De απλους, simple.
(3) Cet ordre a été défini plus minutieusement aux *C. R. Ac. Sc.*, 16 oct. 1899.
(4) *C. R. Soc. Biol.*, 20 nov. 1897.
(5) *C. R. Ac. Sc.*, 15 nov. 1897.

breux granules disposés en spirale. C'est chez un Sabellien, *Potamilla Torelli*, que nous l'avons trouvé. Rien de semblable n'avait été vu jusqu'ici chez les Annélides. Mais chez quelques Crustacés (Daphnies, Orchesties), on avait observé des productions très voisines et l'une d'elles a été soigneusement étudiée dans sa morphologie et son action sur l'hôte, chez une Daphnie, par Metchnikoff (1), qui lui a donné le nom de *Monospora*. Chez la *Monospora*, le fuseau est une asque et renferme une longue aiguille qui est la spore unique.

***

Tels sont les principaux types de parasites internes que l'on connaît chez les Annélides. En ce qui regarde leur dispersion, elle est très inégale, suivant les groupes. Nous n'en donnerons ici qu'une idée. Les Orthonectides sont très localisés. Nous ne les avons recueillis qu'en des points très limités. Par exemple, *Stœcharthrum Giardi* est abondant chez *Scoloplos Mülleri*, dans une très petite station de l'anse Saint-Martin (la Hague). Nous ne l'avons jamais vu à Wimereux. *Toxosporidium sabellidarum* est presque constant chez *Fabricia sabella* à la Hague. On ne le trouve jamais dans les innombrables individus de cette espèce à Wimereux. Les *Metchnikovella*, les *Monospora*, les *Aplosporidies* paraissent aussi assez étroitement cantonnées. Par contre, *Siedleckia* est également abondante à Wimereux et à la Hague chez *Scoloplos Mülleri*. Les Grégarines et probablement les Coccidies sont aussi des parasites à large distribution géographique.

On voit, d'autre part, quelle variété de types s'observe parmi les parasites internes des Annélides. Beaucoup ont été rencontrés pour la première fois par nous dans ces trois dernières années. Si l'on tient compte de ce que nos recherches ont été limitées à un nombre restreint d'Annélides et à deux localités (Wimereux, la Hague), on voit combien le champ d'études est vaste et combien il promet encore de trouvailles intéressantes. Le vaste groupe des Sporozoaires en particulier, dont les diverses parties sont encore mal rattachées les unes aux autres et présentent des complications souvent encore fort obscures, dans leur cycle évolutif, est représenté par des formes nombreuses et variées. Nous n'avons donc pas cru inutile d'appeler sur ce sujet l'attention des zoologistes s'occupant d'Invertébrés marins et, sur la côte boulonnaise, il y aurait probablement encore beaucoup de faits intéressants à découvrir dans ce domaine.

(1) *Virchow's Archiv*, I, t. XLVI, 1884.

M. Louis ROULE

Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

LES POISSONS ET LES PÊCHES SUR LE LITTORAL DE LA CORSE

[639 (45.9)]

— Séance du 18 septembre —

Les régions exploitées par les pêcheurs comprennent cinq parties principales :

1° Les étangs littoraux, qui communiquent avec la mer par d'étroits goulets. Les poissons y sont en grande quantité, mais le nombre de leurs espèces est restreint. Les Muges, les Dorades, les Anguilles y dominent ;

2° Les fonds côtiers, jusqu'à 20 et 25 mètres de profondeur. Sur la côte orientale, sauf au nord vers le cap Corse depuis Bastia, et au sud vers Porto-Vecchio et Bonifacio, ces fonds sont surtout sablonneux ; leur pente est faible. Sur la rive occidentale, ils sont rocheux ; leur pente est plus raide, abrupte et à pic en certains points. La faune en est abondante : *Labrus*, *Conger*, *Gobius* divers, etc. Elle est plus riche sur la côte occidentale que sur l'autre ;

3° Les prairies de Zostères, depuis 10 et 15 mètres de profondeur jusqu'à 30 et 40. Cette région est la plus riche et la plus exploitée. Les poissons les plus caractéristiques sont les Scorpènes, les *Mullus*, les *Zeus*, et autres. On y recueille également de nombreuses Langoustes et quelques Homards. Au large des prairies se trouve une bande, faite de fonds à Mélobésies, où pullulent, en certains points, les Gorgones et le Corail. La faune des prairies de Zostères s'y retrouve, et il s'y ajoute des *Dentex*, des *Pagellus*, etc. ;

4° Les fonds vaseux, qui commencent vers une cinquantaine de mètres (en moyenne) de profondeur et se continuent sous la haute mer. La faune comprend des Merlans, des Grondins, des Raies, des *Scyllium*, etc. ;

5° Enfin les zones superficielles de la mer et leurs poissons à migrations périodiques plus ou moins régulières : Sardines, Anchois, Maquereaux et Thons.

Les pêcheurs exploitent surtout les trois premières régions et la cinquième. Ils délaissent presque la quatrième ; ils ne possèdent pas l'outillage suffisant pour y pénétrer avec fruit. Ils n'ont point de grands chaluts, et n'y parviennent qu'à l'aide de lignes de fond. Leurs principaux engins sont les suivants :

1° Des nasses de plusieurs grandeurs. Ils prennent ainsi les Langoustes, et les poissons des fonds côtiers ;

2° Les lignes de fond, qu'ils jettent au large pour arriver à la troisième zone et à la quatrième (prairies de Zostères, fonds coralligènes et vaseux) ;

3° Les filets traînants, ou chaluts, de petite taille. Les pêcheurs les traînent à l'aviron, ou les tirent de la côte après les avoir jetés à une faible distance du rivage. Ils ne parcourent ainsi que les fonds côtiers d'une faible profondeur ;

4° Les trémails. Ceux-ci sont de deux dimensions. Les plus grands, faits d'une double muraille de filets, sont tendus dans les fonds rocheux et dans les prairies de Zostères. Les plus petits, composés d'une seule bande de filet, sont jetés dans les fonds côtiers. C'est avec ces engins que l'on prend la plus grande partie du poisson ;

5° Des seines, de deux tailles. On se sert de ces filets dans les golfes et les criques, sur les fonds de menu gravier, si nombreux sur le littoral de l'île. On les jette en mer et on les retire de la côte. On prend avec eux, non seulement le poisson du fond, mais aussi celui de la surface, lorsqu'il en existe ;

6° Les poissons des zones superficielles de la mer sont surtout pris avec un grand filet, le sardinal, barrière flottante mesurant 300 à 400 mètres de longueur sur 10 à 15 mètres de hauteur, suspendue à la surface de l'eau par des flotteurs en liège.

Cette outillage ne diffère guère de celui que l'on utilise sur les côtes du bassin occidental de la Méditerranée. Il s'en écarte par l'absence presque complète des filets traînants de grande taille, si employés en d'autres lieux, notamment sur notre littoral de la Provence et du Languedoc.

La quantité de poisson ainsi recueilli est considérable. On la consomme sur place, faute de moyens rapides de communication. Aussi le prix du poisson est-il fort bas, inférieur du tiers, ou même du quart, à celui du continent. Pendant l'hiver seulement, quelques expéditions en petit nombre sont faites sur Marseille, Nice et Livourne. En revanche, les Langoustes, qui supportent plus aisément les traversées, sont l'objet d'un trafic important, sauf pendant l'été. Pourtant, à la suite d'une pêche trop intensive, pratiquée sans relâche pendant l'année entière, leur nombre commence à diminuer. En hiver également, surtout en décembre, les Anguilles des étangs sont transportées à Naples en grande quantité.

A plusieurs reprises, on a tenté d'établir, en divers points, des madragues pour prendre les Thons. On a été obligé d'y renoncer. Les passages de ces animaux sur les côtes corses sont des plus irréguliers, et les Marsouins, fort nombreux, causent trop de dégâts dans les filets. On a essayé aussi d'installer des usines pour la préparation des sardines de conserve ; le défaut d'ouvriers a entraîné leur fermeture à bref délai.

M. S. JOURDAIN

Ancien Professeur de l'Université de Nancy.

LE CHALUTAGE A VAPEUR [591.9]

— Séance du 18 septembre —

Dans ces dernières années, la pêche des poissons de mer à l'aide du chalut, pêche déjà dévastatrice, est entrée dans une phase de suractivité par suite de l'application de la vapeur à la direction des navires chalutiers et à la manœuvre du chalut lui-même.

Il m'a semblé qu'au point de vue économique, il y avait lieu de s'inquiéter de l'énorme destruction de poissons de toute taille résultant de l'emploi de ces engins perfectionnés.

Dans l'examen de cette question, je ne me placerai point, comme on l'a fait, au point de vue de la concurrence redoutable que les chalutiers à vapeur sont appelés à faire aux chalutiers à voile. Tout progrès comporte un déplacement d'intérêts dont l'effet n'est que momentané, et qui ne doit point motiver, comme on l'a préconisé souvent, des mesures prohibitives, condamnées d'ailleurs à devenir stériles.

Mais il y a une autre face de la question que les économistes ont le devoir d'envisager.

Le chalutage à vapeur, procurant de beaux bénéfices, est appelé à prendre une extension considérable. Il sera fait non seulement des hécatombes de poissons ayant atteint la taille marchande, mais encore la destruction des alevins dépassera toute idée, menaçant de tarir les sources de production.

Dans la Manche, pour me borner à la portion de la mer qui nous intéresse davantage, la production étant impuissante à combler les vides faits par la destruction, un appauvrissement nous menace dans un avenir peu éloigné.

J'ai beaucoup fréquenté les pêcheurs. Il existe chez ces hommes, doués d'ailleurs de tant de qualités, mais en général peu instruits, des opinions et des sentiments contre lesquels il est bon de se mettre en garde.

Le marin, frappé de la prodigieuse fécondité du champ qu'il exploite, le croit inépuisable. En outre, la lutte pour l'existence ayant chez lui une âpreté toute particulière, atténue considérablement le souci de l'avenir. Le présent seul le préoccupe, et il ne s'inquiète guère de savoir si telle ou telle méthode de pêche sera préjudiciable à ses voisins ou à ses successeurs.

La Manche, me dira-t-on, communiquant avec l'Atlantique, d'une part,

et la mer du Nord, de l'autre, possède ainsi deux sources importantes de ravitaillement. Ce serait à mon sens une grave erreur de trop compter sur cette ressource ; un grand nombre d'espèces de poissons vit et se reproduit sur une aire peu étendue, de sorte qu'un dépeuplement localisé est possible et serait durable.

L'extension probable du chalutage à vapeur sur les côtes françaises de la Manche et surtout sur la rive anglaise de cette mer aurait pour résultat inévitable la destruction de diverses espèces formant un appoint important à la consommation ichthyophagique.

Telles sont les observations que j'ai l'honneur de soumettre à l'Association, en émettant le désir qu'elles soient le point de départ d'une discussion contradictoire où les gouvernements intéressés puissent trouver les bases d'une réglementation qui, je crois, finira par s'imposer.

M. MAURICE

Professeur à l'Université catholique de Lille,
Directeur de la station d'Ambleteuse.

LA STATION BIOLOGIQUE D'AMBLETEUSE (PAS-DE-CALAIS)

[590.7(44.27)]

— Séance du 18 septembre —

La station biologique d'Ambleteuse, qui dépend de l'Université catholique de Lille, a été fondée en 1894.

Sa raison d'être est toute autre que celle des laboratoires qui ont été établis jusqu'ici en France, tant sur les côtes de l'Océan que sur celles de la Méditerranée. Ces derniers, en effet, visent surtout à procurer aux naturalistes tous les avantages d'une installation et d'un outillage aussi parfaits que possible et les moyens de pêche les plus variés, de manière à leur permettre de poursuivre dans les meilleures conditions possibles leurs travaux scientifiques.

L'idée qui a présidé à l'installation du laboratoire d'Ambleteuse est toute différente. Il a semblé qu'il fallait combler une lacune et faire profiter le plus de travailleurs possible des richesses de nos côtes.

Les professeurs de l'enseignement secondaire et de l'enseignement primaire supérieur sont tout spécialement invités à venir se perfectionner dans les études qui font en classe l'objet de leurs leçons. C'est pour eux

tout particulièrement qu'ont été construits les laboratoires et aquariums et qu'ont été institués un certain nombre de cours. On a voulu leur permettre d'employer utilement le temps des vacances et de s'instruire davantage dans leur spécialité.

Voici comment ce programme a pu être réalisé à la station biologique d'Ambleteuse.

Voyons d'abord ce qui concerne l'installation proprement dite :

Un premier bâtiment ne comprenant qu'une vaste salle permet à une vingtaine de travailleurs de se trouver réunis ; chacun d'eux a sa table placée devant une grande fenêtre convenablement orientée. C'est le laboratoire proprement dit, le lieu où se donnent les conférences et où se font les travaux pratiques de dissection et de microscopie.

Dans le milieu de la pièce, et sur toute sa longueur, s'étend une double rangée d'aquariums facilement accessibles et alimentés d'eau de mer par un grand réservoir dont l'eau est renouvelée tous les jours. De la sorte, chaque travailleur a derrière lui son aquarium particulier, dont il use comme il l'entend, et, en outre, un certain nombre de bocaux et cristallisoirs placés sur une tablette appropriée. Quelques aquariums sont affectés aux animaux et aux plantes d'eau douce, dont on rencontre une très grande variété dans les mares des dunes.

L'ameublement de ce laboratoire principal comprend, en outre, une bibliothèque, déjà fort complète, qui fournit à chacun de nombreux manuels généraux, tous les livres nécessaires aux déterminations et aussi quelques traités spéciaux dont on peut avoir besoin. Ne faut-il pas tout d'abord s'assimiler les points conquis et ne pas redécouvrir inutilement ce que d'autres ont trouvé avant nous ?

Le fond de la pièce est occupé par un grand tableau noir qui sert aux démonstrations. Ce tableau est flanqué, d'un côté, par une étagère portant une collection de tous les types recueillis dans la localité et aussi des objets devant servir aux dissections ; de l'autre côté, par un meuble garni d'un grand nombre de réactifs sans lesquels il n'est plus possible aujourd'hui de se livrer à des études scientifiques sérieuses.

Enfin des tableaux, portant des dessins très agrandis des principaux types que l'on rencontre sur la plage, sont fixés aux murs. Chacun peut ainsi se rendre compte, de suite et sans efforts, de l'anatomie et de l'embryogénie des êtres représentés.

A proximité de ce laboratoire commun, ainsi qu'on pourrait l'appeler, se trouvent, dans une construction séparée, des pièces où peuvent se retirer les naturalistes désireux de travailler à l'écart pour y faire des recherches spéciales.

C'est un ancien chalet (*Chalet des Quatre-Saisons*) qui a été affecté à cet

usage. Là sont encore rassemblés des matériaux d'études, de la verrerie, et aussi les engins et outils dont on se sert pour les pêches variées. Enfin quelques chambres du haut du chalet sont destinées aux étudiants.

Une attention toute spéciale a été apportée à la qualité des instruments : loupes, microscopes composés et microtomes ont été choisis avec le plus grand soin ; c'est là l'essentiel. Avec des instruments imparfaits on ne saurait faire d'études sérieuses.

Enfin, les engins de pêche sont variés et nombreux. L'outillage du laboratoire, qui s'accroît chaque année, permettra bientôt d'effectuer des dragages et de ramener ainsi du fond de la mer, pour les naturalistes et les collectionneurs, des animaux nouveaux pour eux.

La pêche pélagique, celle qui se fait à la surface à l'aide d'un filet fin, est, elle aussi, l'objet d'une attention toute spéciale. Quantité d'animaux transparents, d'embryons et de larves ne peuvent être recueillis que par ce mode de pêche. L'étude du Plankton n'est-elle pas d'ailleurs en ce moment partout à l'ordre du jour ?

Les professeurs de collège, désireux de compléter leurs connaissances en sciences naturelles, trouvent donc à Ambleteuse *tout le nécessaire*, aussi bien en ce qui concerne les locaux mis à leur disposition qu'en ce qui regarde les instruments scientifiques et la bibliothèque. Les travailleurs peuvent y arriver sans aucun bagage, il leur sera fourni au laboratoire tout ce qui peut leur être utile pendant leur séjour au bord de la mer.

Les cours sont donnés à Ambleteuse sur des matières variées et appropriées aux auditeurs. Chacun des groupes de travailleurs y trouve un programme en rapport avec le genre d'études qui l'intéresse tout spécialement.

Plusieurs séries de cours, conférences et travaux pratiques sont ainsi organisées pendant les vacances.

Ces cours sont donnés par M. le professeur Maurice, directeur de la station, et aussi par plusieurs professeurs de l'Université catholique qui viennent traiter des matières qui leur sont plus spécialement connues. Citons notamment M. le docteur Rogie, professeur d'anatomie humaine, qui, en 1898, fit en quelques séances un court et substantiel exposé de l'anatomie du cerveau dans la série animale et des théories les plus récentes sur le système nerveux et son fonctionnement.

Parfois, d'ailleurs, d'aimables travailleurs étrangers à l'Université font profiter les hôtes du laboratoire du fruit de leurs études. C'est ainsi que M. l'abbé Guillemet, professeur à Issy (Saint-Sulpice), donna, en 1898, trois conférences très intéressantes, avec projections, sur les points les plus importants de la biologie générale, et notamment sur les premiers développements des êtres animés.

Quant aux travaux et manipulations de laboratoire, ils sont exécutés sous la surveillance du directeur, dont la présence continuelle assure aux travailleurs les conseils dont ils peuvent avoir besoin.

Il est aidé dans ce travail, le plus important peut-être, et aussi dans le classement de collections pour les collèges, par M. l'abbé Langrand, récemment nommé « chef des travaux pratiques » grâce à la libérale initiative de NN. SS. les Évêques de Cambrai et d'Arras.

Constatons d'ailleurs avec plaisir combien ceux des professeurs de collèges déjà initiés aux sciences naturelles, les anciens, pourrait-on dire, se font volontiers les éducateurs des nouveaux venus, tant sur la plage, lors de la récolte des animaux, que dans le laboratoire, lors des manipulations et du rangement des collections.

Une innovation très appréciée en 1899 fut celle des excursions géologiques. Au cours de deux excursions dont le point de départ était la ville de Marquise, on étudia spécialement les terrains primaires du bas Boulonnais. Toute la série dévonienne, carbonifère et houillère de ce pays fut passée en revue. Les excursionnistes rapportèrent une collection de roches et de fossiles de ces intéressantes assises.

Les études géologiques seront continuées en 1900 par la série des terrains secondaires.

Les heureux résultats de cette bonne organisation ne se sont pas fait attendre.

La station biologique d'Ambleteuse jouit auprès de MM. les professeurs de collèges, depuis sa fondation, d'une faveur qui va grandissante d'année en année.

C'est ainsi que, pendant les mois d'août et septembre 1898, vingt-trois d'entre eux y firent des séjours plus ou moins longs.

La plupart appartenaient aux deux diocèses de Cambrai et d'Arras. Mais il en vint aussi d'ailleurs; et ce résultat doit être attribué en grande partie, disons-le de suite, à la lettre si juste et si clairvoyante que Mgr Baunard, recteur de l'Université catholique de Lille, avait récemment adressée à NN. SS. les Évêques de France et à MM. les Directeurs de Séminaires sur l'utilité de l'instruction scientifique dans le clergé. Sont venus notamment à Ambleteuse : un professeur du diocèse de Paris, deux de celui de Beauvais et un de Lyon. Des adhésions ont été envoyées des diocèses de Moulins et de Bayonne. Nul doute que, pendant les années suivantes, le mouvement commencé ne se continue.

Le plus grand nombre de ces Messieurs enseignent les sciences dans leurs collèges; cependant quelques-uns d'entre eux sont professeurs de philosophie. Ces derniers comprendront de plus en plus qu'il leur est indispensable d'avoir certaines connaissances scientifiques. La philosophie ne

touche-t-elle pas par bien des points aux sciences naturelles? N'utilise-t-elle pas les résultats acquis par elles? Ne faut-il pas notamment connaître les théories transformistes, aujourd'hui inscrites dans les programmes officiels de l'enseignement secondaire?

Pour être complet, ajoutons que quelques jeunes élèves, les plus studieux de leurs classes, ont accompagné leurs professeurs et ont passé quelques jours au laboratoire avec eux. C'est là un bon exemple que nous espérons voir suivre par d'autres. Ne pourrait-on pas parfois également récompenser d'un succès quelque bon étudiant en lui donnant une bourse de vacances à la station biologique?

Disons enfin que peu à peu les maisons d'éducation et les collèges libres arriveront à être dotés des collections indispensables pour la préparation aux examens. La station biologique d'Ambleteuse sera prochainement à même d'en fournir de suffisamment complètes; mais les collections les meilleures et les plus profitables seront toujours celles qu'auront faites eux-mêmes MM. les professeurs soucieux de donner un enseignement utile et pratique.

N'est-ce pas la même chose pour les démonstrations, et l'élève ne profitera-t-il pas toujours davantage d'une dissection faite devant lui par son professeur que des explications les mieux données et des lectures les plus complètes?

Nous ne parlerons pas ici des étudiants en sciences naturelles de l'Université catholique de Lille; ils vont à Ambleteuse faire deux séjours pendant chaque année scolaire (1).

Tels sont, dans leurs grandes lignes, le but de la station biologique d'Ambleteuse, son organisation et les résultats obtenus.

Les États-Unis de l'Amérique du Nord, où l'étude des sciences naturelles est si fort en honneur, nous ont devancé dans l'installation de laboratoires institués sur le type de celui d'Ambleteuse. Là, les différentes branches des sciences peuvent être étudiées dans des Écoles d'été *(Summer Schools)*.

Ce sont des cours analogues à ceux qu'on donne dans nos Facultés, mais dans lesquels, avec l'esprit pratique des Américains, on fait voir davantage les faits, sans plus de théorie qu'il n'en faut pour les relier dans l'esprit.

Ces cours sont organisés pendant les grandes vacances des écoles primaires supérieures *(High Schools)*, des collèges et des Universités, afin de permettre aux élèves et aux professeurs de ces différents établissements de compléter leurs études et d'y recevoir l'initiation théorique et pratique. Quelques notables professeurs des grandes Universités américaines en

(1) Nous ne mentionnons pas non plus les résultats scientifiques obtenus jusqu'ici au laboratoire d'Ambleteuse; ils sont déjà importants.

forment le comité directeur en dehors de toute attache officielle : la libre Amérique ne connaît que l'association des volontés convergentes. Mais ce sont surtout de jeunes professeurs *(Privat-docents, maîtres de conférences)* qui y donnent des cours.

Dans chacune des Universités, des centaines d'instituteurs et d'institutrices viennent ainsi étudier pendant leurs vacances les branches diverses des sciences humaines et s'exercer aux manipulations des appareils de physique, de chimie, etc.

Pour la biologie marine, c'est la station de *Wood's hole*, à proximité de Boston, dans le Massachusetts, qui sert de centre à une Summer School où cent à deux cents instituteurs et institutrices viennent suivre les cours et s'initier aux travaux pratiques.

C'est le grand Agassiz qui a indiqué Wood's hole comme localité particulièrement favorable pour l'étude de la faune et de la flore marines des côtes est des États-Unis. Le cap Cod, en forçant le gulf-stream à tourner vers l'Europe, marque le lieu de tangence et de séparation des courants chauds venant du sud. Au-dessus, c'est donc la faune et la flore marines boréales ; au-dessous, la faune et la flore méridionales. Wood's hole occupe le centre d'un groupe d'îles et de presqu'îles dont les côtes sinueuses et accidentées offrent toutes stations aux habitants de la mer. Des voies ferrées et des steamers la relient à tous les points importants pouvant devenir centres d'excursions pour les investigations.

Aussi y a-t-on établi depuis longtemps une station d'exploitation et d'études, voire même d'aquiculture, sous la direction des Pêcheries maritimes. C'est à côté de cette *Station des Pêcheries*, qui fonctionnait avec succès, et en échange de services avec elle, que s'est installée la *Station biologique*.

Aquariums d'observations, d'études et de culture, laboratoires outillés pour l'anatomie microscopique, musée riche en produits de dragages méthodiques et multipliés, bibliothèque des plus complètes, voilà ce que les travailleurs trouvent à Wood's hole.

Le petit village d'Ambleteuse, lui aussi, admirablement situé, était bien, à tous égards, désigné pour une installation de ce genre.

A mi-chemin entre Wimereux et le cap Gris-Nez, cette localité est, en effet, admirablement placée pour l'étude des sciences naturelles.

Les rochers, qui découvrent lors des grandes marées tant à la Pointe-aux-Oies, vers Wimereux, que dans la direction d'Audresselles, renferment une grande variété d'animaux inférieurs intéressants. La récolte s'y fait avec facilité et l'on peut, en quelques instants, rapporter une ample moisson d'objets d'études pour plusieurs journées. La grande étendue de sable qui est découverte devant le village même, à marée basse,

procure en outre en abondance aux naturalistes, les habitants des plages sablonneuses.

Les faunes d'eau douce et terrestre sont également très riches.

La flore maritime et celle des dunes se montrent à Ambleteuse dans toute leur beauté ; plusieurs espèces de plantes ne se rencontrent plus en France que dans ce coin reculé du Pas-de-Calais, où l'industrie n'est pas encore venue apporter son souffle délétère.

Au point de vue géologique, on peut étudier les coupes les plus instructives, avec nombreux fossiles, dans les terrains dévonien, carbonifère, jurassique et crétacé, tant dans l'intérieur des terres que sur la plage, le long des falaises, depuis Boulogne jusqu'au Gris-Nez et au Blanc-Nez.

Enfin il existe dans le voisinage plusieurs stations préhistoriques très intéressantes.

Sous le rapport de la tranquillité pour l'étude, Ambleteuse n'est pas moins bien choisi. Les travailleurs trouvent dans ce petit village de 680 habitants, tout le calme nécessaire à leurs études. En été, et ce point a une très grande importance, les quelques étrangers qui s'y rendent en villégiature constituent une société d'élite : hommes d'études et pères de famille qui y viennent se reposer des labeurs de l'année.

Ce milieu sérieux et distingué est tout à l'avantage de cette petite station balnéaire, et contraste avec la société mondaine et désœuvrée que l'on rencontre souvent sur les autres plages.

Ajoutons, pour être complet, qu'Ambleteuse possède un bon hôtel, plusieurs pensions à des prix très raisonnables, et que, pendant l'été, des voitures publiques font, plusieurs fois par jour, le service de la gare de Wimereux (6 kilomètres).

Il est donc aisé de se rendre à Boulogne et, tout en jouissant du calme de la campagne, on peut utiliser les avantages que présente toute grande ville, notamment pour se procurer une foule d'objets incommodes et coûteux à transporter et qui sont utiles dans un laboratoire.

L'installation que possède à Ambleteuse l'Université catholique de Lille se trouve située dans le bas du village, tout contre l'ancien port; et deux fois par jour, à marée haute, l'eau arrive jusqu'au pied même des constructions. De leur fenêtre de travail, les naturalistes ont vue sur la pleine mer et sur l'entrée du port de Boulogne. On le voit, l'agréable se marie avantageusement avec le sérieux et l'utile.

Émettons, en terminant, le vœu de voir les professeurs de collèges montrer de plus en plus de l'initiative et du zèle. Que le goût des sciences naturelles s'accentue parmi le corps enseignant; et, peu à peu, l'œuvre d'Ambleteuse se développera, et avec elle le niveau des études scientifiques dans l'enseignement secondaire.

M. le Dr Arthur TAQUIN

à Nivelles, (Belgique).

NOTE SUR L'ÉTUDE DU PLANKTON [593]

— Séance du 18 septembre —

Les nombreuses expéditions scientifiques armées par la plupart des nations ne se sont guère occupées des recherches quantitatives du Plankton comme matière nutritive contenue au sein des eaux océaniques.

Seule, l'expédition du *National* a été armée spécialement pour des recherches de ce genre. Mais il ne suffit pas, pour tirer des déductions, de se contenter, comme l'a fait Hensen, de tracer une grande croix sur l'Atlantique en jetant par-ci par-là quelques centaines de coups de filet d'une ouverture de 1 à 2 mètres, puis de compter les animaux recueillis. Cette grande croix me paraît un x posé comme inconnue sur l'immensité des flots ; le problème biologique reste à résoudre.

Si l'on pouvait entretenir toute l'année de telles expéditions, tout serait pour le mieux, mais, de temps à autre seulement, une nation se paye ce luxe. Le grand tort de ces expéditions, très coûteuses d'ailleurs, est de ne pas nous donner d'observations continuées longtemps et que au point de vue de l'étude du Plankton, elles ne peuvent nous donner les renseignements dont nous avons besoin.

Pour se rendre compte de la dispersion du Plankton à la surface des mers, ce n'est pas une simple croix qu'il faut y tracer mais un quadrillé le plus serré possible ; il faut la sillonner de lignes très rapprochées le long desquelles on ne se contentera pas de disséminer un certain nombre de stations de pêche, mais d'établir des observations *continues*. C'est de cette manière que devra se faire l'étude quantitative du Plankton, et la méthode de M. Gaston Buchet, c'est-à-dire des pêches à grande vitesse, tourne la difficulté que nécessite l'armement d'expéditions coûteuses et permet de recueillir une immense quantité d'observations en mettant à profit les nombreuses lignes de navigation dont les bâtiments sillonnent la plupart des mers. Les planktonmètres, très ingénieux et à maniement très simple, imaginés par ce naturaliste peuvent être mis entre les mains des marins.

Depuis longtemps M. Buchet cherche à provoquer une étude générale du Plankton ; mais, pour atteindre ce résultat, il faudrait, à l'instar de

Maury, intéresser les marins aux questions relatives à la flore et à la faune marines, comme le savant américain l'avait fait pour les questions ayant trait à la météorologie océanique et aux études physiques et statiques de la mer.

Il faudrait qu'à bord des transatlantiques ou des navires de guerre il y eût une personne qui s'occupât de recueillir des observations sur la distribution du Plankton à la surface des mers. Le médecin ou le « purser » me paraissent tout indiqués pour ce genre de recherches, car ils ont beaucoup plus de loisirs que les officiers.

Si, à bord des nombreux paquebots qui sillonnent pendant toute l'année la surface de l'océan Atlantique, par exemple, et suivant des routes presque toujours les mêmes, on recueillait des observations continues sur le Plankton, on aurait, suivant toutes ces lignes, des données extrêmement importantes sur la variation du Plankton pendant le cours de l'année.

Pour faciliter ces recherches il faudrait mettre entre les mains des personnes préposées aux observations un matériel simple, peu encombrant, de maniement facile, ne nécessitant que peu de travail et permettant de recueillir du Plankton pendant la marche du navire sans en modifier ni la vitesse ni la course.

Les planktonmètres de M. Buchet, outre qu'ils présentent les conditions susmentionnées, permettent de recueillir du Plankton d'une manière continue: condition de la plus haute importance.

Il faudrait, d'autre part, pour simplifier beaucoup la besogne de la centralisation des documents, employer constamment les mêmes méthodes en se servant toujours d'un matériel uniforme.

Je voudrais maintenant attirer l'attention sur les relations qui existent entre les phénomènes météorologiques et certaines manifestations du Plankton.

Dans l'étude du Plankton on a trop négligé de tenir compte des nombreuses conditions météorologiques lors des observations. Le domaine de la météorologie paraît trop étranger aux naturalistes, et, au cours des nombreuses expéditions zoologiques, on s'est surtout appesanti sur les conditions de température, sur les variations dans la densité et l'on a voulu, au moyen des données ainsi recueillies, expliquer un grand nombre de manifestations biologiques du Plankton; mais d'autres phénomènes entrent en jeu.

Malheureusement la météorologie océanique est encore bien rudimentaire. Mais il est à espérer que l'initiative de S. A. le Prince de Monaco pour ce qui concerne l'établissement d'observatoires météorologiques su divers points de l'Atlantique, portera des fruits et qu'on multipliera les centres d'observations. Il en existe déjà deux, un dans l'Est sur l'île San

Miguel et un autre dans l'Ouest à cent lieues plus loin sur l'île Flores. Mais, c'est en plein océan qu'il faudrait recueillir des observations; elles ne seraient pas viciées par le voisinage des continents.

Il faudrait étudier l'établissement de *bouées météorologiques* renfermant des appareils automatiques enregistreurs dont les indications *continues* seraient relevées de temps à autre. Ces bouées pourraient s'ancrer là où les conditions de profondeur rendraient l'opération possible.

Au point de vue météorologique, j'attire tout spécialement l'attention sur les phénomènes du *magnétisme océanique*. L'étude des manifestations multiples des courants électriques qui parcourent les mers devrait être conduite de front avec l'étude du Plankton. Mais, rien dans cet ordre d'idées n'a été fait jusqu'à ce jour quoique cependant beaucoup de manifestations biologiques du Plankton paraissent être en corrélation intime avec les phénomènes magnétiques : je veux parler de la *lumination de la mer*.

Qui n'a vu, pendant ces belles nuits calmes des régions tropicales l'océan briller de mille et mille points lumineux? Non seulement, alors, les petits animaux pélagiques projettent de la lumière, mais aussi les grands. Des bancs de poissons de toutes tailles répandent de la clarté et, pendant bien des nuits, j'ai pu observer dans le golfe de Guinée entre autres, à l'avant du navire, des animaux d'assez grande taille, s'enfuir rapidement devant l'étrave du steamer en traçant des sillons lumineux en zigzags. Les auteurs se sont attachés à trouver chez les petits organismes du Plankton des organes producteurs de la lumière et secrétant une matière spéciale, la *noctilucine*, principe photogénique absorbant de l'oxygène et dégageant de l'acide carbonique. D'autres auteurs admettent que la lumière que dégagent ces animaux est due à l'oxydation des gouttelettes de graisse logées dans la masse du corps, mais ce fait est loin d'être prouvé et Khvorostansky n'a pas trouvé sur le corps des Sagittes d'organes de lumination.

Le phénomène de lumination de la mer ne s'observe pas toutes les nuits et tous les auteurs reconnaissent, dans leurs descriptions, que c'est surtout *pendant les nuits bien noires, calmes et chaudes* que ce phénomène s'observe le plus souvent. Il faut donc pour sa production tout un concours de circonstances météorologiques sans lesquelles les animaux pélagiques n'émettent pas leur lumière (*on* « *favorable nights* », dit Agassiz, et plus loin : *On a calm* « *summer night* »). Le même fait s'observe d'ailleurs sur terre et c'est par des nuits noires, calmes et tièdes que non seulement certains animaux, mais des plantes dégagent de la lumière.

C'est aussi pendant ces nuits que la tension magnétique est la plus forte dans les couches superficielles de la mer, la tension des courants augmente, ainsi que la température.

Chaque fois que ces conditions se reproduisent, on voit la richesse de la

faune augmenter à la surface et le phénomène de la *lumination* se produire. La lumination de la mer s'observe aussi lorsque la mer est agitée, mais, dans les cas relatés, on constate la présence d'un nouveau facteur météorologique : *l'orage*, *la tempête*.

S. A. le Prince de Monaco, signale le fait que durant deux tempêtes que l' « Hirondelle » essuya pour revenir d'Amérique, les lames, brisant avec violence contre le navire, lançaient sur le pont des masses d'eau chargées de matières phosphorescentes. Ce fait vient à l'encontre de l'opinion de beaucoup d'auteurs qui admettent que le Plankton, dans son oscillation diurne, s'enfonce pour échapper aux influences nocives de la surface agitée. La densité n'a guère plus d'importance au point de vue du retrait des animaux pélagiques, car Hensen a observé que la lumination de la mer continuait pendant une forte pluie.

On a aussi observé que, pendant les aurores boréales, la lumination de la mer était très intense. Il est, d'autre part, à remarquer, au sujet de la lumination des animaux en général, que le phénomène n'est pas toujours visible, qu'il n'est plutôt qu'accidentel, se montrant certaines nuits et pas d'autres, et plus fréquent là où la tension magnétique est habituellement plus grande (régions tropicales). Ce fait montre que des animaux, sans posséder le moindre organe sécrétant la « noctiluline », peuvent de temps à autre répandre de la lumière.

Il en est d'ailleurs ainsi d'un grand nombre d'animaux, et qui n'a vu, pendant des nuits d'orage, alors que tous les corps sont fortement chargés d'électricité, le poil des chevaux et des chats répandre de la lumière ?

Pendant ces « *favorables nights* » la tension magnétique est très forte à la surface, la quantité d'électricité dont sont chargés les animaux marins, aussi bien que terrestres est très grande et le fluide s'écoule doucement de leur surface sous forme de lueurs. Chez certains animaux ces lueurs ne s'émettent que d'un seul point qui, appelé organe lumineux, serait plutôt un organe condensateur ou mieux un organe transformant le fluide magnétique en lueurs. Il est à remarquer que ces organes ne produisent de la lumière que pendant ces mêmes nuits, c'est-à-dire au moment où la quantité d'électricité est très grande dans la nature.

On conçoit facilement que cette propriété d'émettre de la lumière ne peut être un moyen de défense, comme l'ont prétendu certains auteurs, sinon ces animaux seraient souvent sans défense ; c'est plutôt une manifestation passive prenant naissance sous l'influence d'une circonstance spéciale qui est l'*état magnétique océanique*. On a d'ailleurs constaté que la luminosité des animaux marins est augmentée par l'action de l'électricité. Khvorostansky a observé, en conservant des animaux pélagiques (Sagittes), que leur lumination commençait régulièrement à 11 heures de la nuit ; en comparant ce fait avec celui de l'oscillation du Plankton, on

est frappé de cette régularité, qui fait naître l'idée d'une corrélation de ces phénomènes avec d'autres d'ordre cosmique. En effet, cette régularité dans l'oscillation du Plankton a été parfaitement observée, les animaux apparaissent à certaines heures de la nuit et disparaissent à d'autres. Les apparitions périodiques du Plankton, apparitions et disparitions diurnes, en rapport avec certaines heures du jour, ou avec les saisons et, ce qui est le plus frappant, avec une période d'un certain nombre d'années, paraissent en corrélation étroite avec les phénomènes magnétiques. Il en serait de même pour les migrations de poissons et en particulier pour la sardine, que l'on a vue déserter certaines régions pendant quinze ans, puis de nouveau revenir abondante. (Période seizennale de Brüch.)

Quant à la disposition du Plankton en stries et en bandes à la surface des océans, je ferai remarquer à ce sujet les intéressantes observations de Dubois, sur l'orientation des colonies microbiennes sous l'influence du magnétisme. On conçoit aisément toute l'importance qu'aurait la recherche des causes qui déterminent l'oscillation verticale du Plankton, sa réunion en essaims ou longues zones, les changements de position de ces masses cantonnées d'animaux pélagiques.

Par l'observation dans un grand nombre d'endroits à la fois et dans le même endroit pendant toute l'année des changements qui s'opèrent au sein du Plankton, en comparant ces observations avec les données météorologiques, surtout magnétiques, recueillies simultanément, on arriverait à prédire l'apparition du Plankton dans telle ou telle région, à tel ou tel moment de l'année, sa disparition à tel ou tel autre ; les heures de l'oscillation verticale pour un endroit déterminé ; on en déduirait aussi les causes de la disposition du Plankton en zones et essaims.

Pour être fixé sur les causes qui déterminent l'oscillation verticale du Plankton, la lumination de la mer et la disposition des animaux pélagiques en zones et amas, il faudrait multiplier les observations sur la répartition du Plankton à la surface des mers, il faudrait aussi avoir des données sur l'orientation de ces bandes grouillantes, sur leurs déplacements, sur les changements qui s'opèrent dans leur orientation et leur répartition en rapport avec les saisons.

Mais, pour arriver à saisir les lois qui règlent les nombreux phénomènes biologiques que présente le Plankton, il faudrait que son étude fût continue, non seulement sur toute la surface des mers du globe, mais continue pendant toute l'année dans les mêmes parages; on obtiendrait ainsi des termes de comparaisons avec les phénomènes physiques que présente le milieu.

Ces observations du Plankton continuées pendant toute l'année en même temps que les observations météorologiques (et j'insiste surtout sur l'étude des courants magnétiques océaniques) et en même temps que celles

concernant la physique et la statique marines seraient comparées entre elles.

La centralisation, l'étude et la comparaison de tous les faits recueillies au cours de toutes ces observations de différents genres, jetteraient une vive lumière sur un grand nombre de questions, tout en réduisant à néant beaucoup d'hypothèses dont on sent le peu de fondement mais que l'on ne peut renverser à cause que l'on ne connaît rien de mieux et que l'on manque de base.

Malheureusement, pour ce qui concerne les observations météorologiques, la plupart des météorologistes n'admettent pas encore le grand rôle que joue le magnétisme terrestre dans la production des phénomènes météorologiques, mais ils devront cependant finir par reconnaître que l'étude des phénomènes électriques du globe est la base de la météorologie.

M. W. C. Mc INTOSH

Professeur à l'Université de St-Andrews.

SUR LA PRÉSENCE DU ROUGET GRIS (TRIGLA GURNARDUS, L.) ET SA PONTE DANS LES EAUX LITTORALES ET EN HAUTE MER [591.9]

— Séance du 18 septembre —

Dans les remarques qui vont suivre, le rouget gris est pris comme exemple pour mettre en lumière certaines particularités des ressources de la mer, et il est d'une certaine importance à cet égard. Dans les recherches de chalutage de 1884 (Royal Commission) le rouget gris est rangé, au point de vue du nombre, le troisième sur la liste des poissons commerciaux ; seuls l'églefin et le merlan lui sont supérieurs en nombre. Dans ce rapport les poissons sont groupés comme cela se fait dans les statistiques de ce genre par mois et par stations, et il ressort en conséquence qu'un petit nombre de grondins se trouve dans le chalut de janvier à février, mais qu'on en trouve un plus grand nombre en mars, encore plus en avril, et qu'enfin ils atteignent leur nombre maximum en mai dans la baie de St-Andrews. On les trouve encore en nombre considérable, mais toutefois moins abondants, dans la même baie en juin, juillet et août, et dans ce dernier mois leur nombre s'accroît encore à neuf milles au large.

Toutefois, on ne les rencontre pas seulement dans les eaux littorales, car à Smith Bank, près de Caithness, ils étaient en nombre considérable en avril et non complètement mûrs, et il en était de même de 24 à 30 brasses de profondeur et à une distance de 4 à 8 milles au sud-est de l'île de May. En mai, à une profondeur de 32 à 40 brasses et à une distance de 25 à 38 milles de terre, ils étaient aussi en très grand nombre et en train de pondre. En juin et juillet on les trouvait encore au large et quelques-uns en période de ponte. Au milieu du mois d'août les grands rougets étaient extrêmement communs à 15 milles de terre, deux coups de chalut donnant respectivement 363 et 456 spécimens. Ces faits prouvent que les grondins sont rares dans le chalut tant à la côte qu'en haute mer dans les premiers mois de l'année : ils deviennent plus abondants en avril, et ils atteignent leur nombre maximum en mai et juin dans les eaux littorales et en nombre considérable en haute mer. Dans les « Ressources de la mer », d'après les statistiques du *Garland* (1) le rouget présente un des faits les plus évidents en ce qui concerne les poissons ronds et montre plus ou moins le graphique formé par les animaux marins pendant l'année, la partie très centrale large se trouvant dans les mois chauds et se réduisant à un point en janvier et en décembre. Il y a toutefois des différences dans les diverses localités : ainsi dans la baie de St-Andrews la pêche du rouget est presque double de celle du Forth, et les plus grands spécimens (dépassant 11 pouces) sont beaucoup plus nombreux au mois d'août, tandis que ceux de 7 à 10 pouces et ceux au-dessous de 7 pouces ont leur maximum vers la fin de juin.

Dans le Forth aussi les maximums de capture de rougets au-dessus de 11 pouces dans ces dix dernières années ont été observés dans six mois différents : avril, mai, juin, juillet, août, septembre, chacun de ces maxima a été atteint un nombre variable de fois. Mai est le plus fréquent de trois maxima; toutefois août reste continuellement à la même hauteur dans les totaux pour les poissons en général dans les statistiques du *Garland*. Il est douteux toutefois qu'une pareille augmentation en août soit due à une seconde migration pour la ponte, comme le suppose le Dr Fulton, le distingué superintendant du Fishery board.

On trouve les maxima de ceux de 7 à 10 pouces pendant deux mois seulement : mai et juin; le mois d'août n'atteint jamais à une prééminence; ceux en dessous de 7 pouces atteignent leur maximum pendant cinq mois, de mai à octobre, le mois de juillet n'étant pas compris. Le fait que ceux de la plus petite taille (dont la plupart ne pondent pas) montrent une très forte tendance à s'accroître pendant certains mois devrait rendre prudents ceux qui attribuent cet accroissement (dans les eaux littorales) en août à

(1) Le *Garland* est le bateau du Fishery board for Scotland.

cette fonction (la ponte). L'expérience prouve que la ponte du rouget continue depuis la fin d'avril jusqu'en septembre et qu'il n'y a pas d'accroissement d'œufs pendant le mois d'août et même les œufs sont moins abondants qu'en juin. De plus, les rougets en état de ponte sont communs dans la haute mer pendant la même période, et pendant qu'il est rare de trouver les stades porte-larvaires ou de très jeunes rougets dans la baie de St-Andrews et dans le Forth, ils sont très abondants dans la haute mer. En outre, il y a d'autres poissons dont le nombre augmente en août, et bien que cet accroissement ne soit pas aussi considérable pour les spécimens de grande taille il n'en est pas moins vrai qu'il faut en tenir compte. Il est curieux que, quoique le rouget gris soit cité dans le livre bleu comme un poisson qui fraie au rivage, le Fishery board of Scotland n'ait pas invoqué cet exemple pour justifier les mesures prohibitives prises contre le chalutage dans de vastes cantonnements. Le tableau suivant expliquera peut-être la raison de ce silence.

Considérant les différentes circonstances dans lesquelles les travaux ont été poursuivis pendant les deux périodes quinquennales (notamment en ce qui concerne les mois, l'inégalité des chaluts dans les différentes stations, la durée des chalutages et autres faits) il est remarquable que les divergences ne soient pas plus prononcées. En effet, aucun poisson n'est plus apte à prouver d'une façon définitive que la position prise dans les « ressources de la mer » est celle qui concorde le mieux avec les faits. Un tel poisson est tout à fait aujourd'hui dans la position qu'il a toujours tenue dans l'océan. Il serait à désirer que mes compatriotes suivent l'excellent exemple donné par l'importante ville où nous sommes réunis, et d'autres villes en France et qu'ils donnent au rouget plus d'importance sur le marché au lieu de le jeter très souvent par-dessus bord comme un poisson de qualité inférieure. Il n'y a pas à craindre une décadenee sérieuse dans nos pêcheries maritimes; lorsque nous subissons cette crainte, souvenons-nous du hareng avec ses œufs déposés sur le fond et réfléchissons combien plus facilement il souffrirait des manœuvres des hommes plus que presque tout autre poisson de mer comestible avec des œufs transparents et flottants, ou pélagiques, largement disséminés par les marées et les courants.

M. le Dr CATOIS

Professeur à l'École de Médecine de Caen.

RECHERCHES HISTOLOGIQUES SUR LES VOIES OLFACTIVES ET SUR LES VOIES CÉRÉBELLEUSES CHEZ LES TÉLÉOSTÉENS ET LES SÉLACIENS

[591.48 : 597.5]

— Séance du 19 septembre —

Les recherches que je poursuis depuis plusieurs années sur la *Structure histologique de l'encéphale chez les Poissons* m'ont permis d'apporter quelques connaissances nouvelles relativement à l'étude des *voies olfactives* et des *voies cérébelleuses* chez les Téléostéens et chez les Sélaciens.

La présente communication n'est qu'un résumé très sommaire de mes observations effectuées au moyen des méthodes classiques modernes (Golgi-Cajal).

VOIES OLFACTIVES CHEZ LES TÉLÉOSTÉENS

Il existe manifestement chez les Poissons osseux une voie olfactive à direction *centripète* et une voie olfactive à direction *centrifuge*.

La voie centripète comprend : 1° une *voie sensitive olfactive périphérique* et 2° *voie sensitive olfactive centrale*.

La *voie sensitive olfactive périphérique* relie la muqueuse olfactive aux éléments du bulbe olfactif ; cette voie est la mieux connue ; elle est constituée par les filets olfactifs représentant les prolongements cylindraxiles des cellules bipolaires de la muqueuse nasale ; réunis en faisceaux fibrillaires plus ou moins volumineux, ces filets olfactifs gagnent la couche superficielle du bulbe olfactif et pénètrent dans les *glomérules* où ils se terminent en se divisant en arborisations variqueuses et flexueuses complexes. (Premier relai.)

La *voie sensitive olfactive centrale* relie les éléments du bulbe olfactif aux masses grises centrales (sphère sensorielle olfactive-deuxième relai).

Cette voie est encore fort peu connue et a été de ma part l'objet de recherches suivies et d'observations nombreuses ; elle est représentée successivement par les prolongements protoplasmatiques des cellules initiales du bulbe olfactif, par ces cellules elles-mêmes et par leurs prolongements cylindraxiles. La bandelette olfactive (tractus olfactifs) est constituée en majeure partie par l'assemblage de ces cylindres-axes et pénètre dans le

télencéphale (corpus striatum) au moyen de deux faisceaux (strie olfactive externe et strie olfactive interne).

La *strie olfactive externe* se remarque sur la partie moyenne, postérieure et externe du *rhinencéphale* (lobe olfactif) ; peu étendue, elle dessine une courbe à concavité externe et est formée de fibres courtes à direction centripète qui vont s'épuiser dans la partie externe du télencéphale (tractus bulbo-corticalis). Cette strie olfactive externe n'entre pas dans la constitution de la commissure inter-lobaire.

La *strie olfactive interne*, beaucoup plus compliquée que la précédente, constitue en quelque sorte une voie longue ; elle est composée de fibres à direction *centripète* et de fibres à direction *centrifuge* (je reviendrai plus loin sur la nature de ces fibres centrifuges). Située dans la partie inférieure du rhinencéphale, elle se dirige horizontalement en dedans et en arrière vers la profondeur du *télencéphale*. Examinons d'abord son aspect macroscopique : après avoir atteint la commissure interlobaire, cette strie olfactive interne se recourbe de dedans en dehors, embrassant dans la concavité de la courbe ainsi formée le *faisceau basal* (tractus strio-thalamicus), puis vient se perdre dans les régions postérieures et supérieures du Corpus striatum (tractus bulbo-epistriaticus).

Examinée au point de vue de sa structure microscopique, la strie olfactive interne présente les caractères suivants : elle entre dans la composition de la commissure interlobaire (partie supérieure de cette commissure) et constitue de la sorte un *chiasma olfactif*. Les fibres qu'elle renferme émettent quelques collatérales et vont s'épuiser dans le *télencéphale* en se mettant en connexions avec les prolongements protoplasmatiques de certains neurones du *corpus striatum*.

La voie *centrifuge* est constituée par des fibres qui viennent se terminer et se ramifier dans le rhinencéphale au niveau des prolongements protoplasmatiques des cellules mitrales ; ces fibres représentent les cylindres-axes de neurones situés dans la partie inférieure du télencéphale (base du corpus striatum). Nous avons vu plus haut que ces fibres à direction centrifuge s'observent dans la *strie olfactive interne* ; précisant davantage, j'ajoute qu'elles sont situées, surtout, dans la partie interne de cette strie.

VOIES OLFACTIVES CHEZ LES SÉLACIENS

Il existe également chez les Sélaciens une voie centripète et une voie centrifuge.

Les caractères de la voie sensitive olfactive périphérique sont les mêmes chez les Sélaciens et chez les Téléostéens. Par contre, la voie sensitive olfactive centrale présente chez les Sélaciens un peu plus de complexité ; c'est ainsi que les fibres centripètes émanées du rhinencéphale abordent

le télencéphale par son bord externe et supérieur (tractus olfactifs). Ces fibres sont variqueuses, contournées et flexueuses ; elles émettent de nombreuses collatérales et se bifurquent, puis se terminent par des extrémités fines qui entrent en connexions avec les dendrites de neurones multipolaires à longs prolongements protoplasmatiques. Le cylindre-axe de ces neurones se dirige le plus souvent horizontalement en dedans et un peu en arrière ; une partie de ces cylindres-axes contribue à former la commissure antérieure du corps strié (pars superior).

La voie *centrifuge* est plus difficile à analyser chez les *Sélaciens* que chez les *Osseux*. Les fibres qui constituent cette voie viennent s'épuiser dans les régions glomérulaires du bulbe olfactif et m'ont paru provenir de neurones situés dans les parties inférieures et postéro-latérales du télencéphale, au voisinage des fibres du *faisceau basal* (tractus strio-thalamicus).

Ainsi donc, les relations directes entre le rhinencéphale et le télencéphale apparaissent nettement chez les Poissons ; les centres olfactifs corticaux des vertébrés supérieurs (centre hippocampique, corne d'Ammon) manquant chez les Poissons, le rôle de ces centres semble dévolu à une grande partie du ganglion basal (stammganglion — lobes antérieurs des anciens auteurs).

Ajoutons, de plus, qu'il existe aussi chez les Poissons une voie motrice olfactive, ou voie descendante, formée par des fibres nerveuses reliant la sphère olfactive aux noyaux d'origine réelle des nerfs moteurs périphériques. — Fibres se rendant dans l'hypothalamus et le ganglion de l'habenula, d'une part, faisceau de Meynert, faisceau pédunculo-mamillaire, de l'autre, représentent les divers chaînons de cette voie descendante.

VOIES CÉRÉBELLEUSES

Les pédoncules cérébelleux sont, chez les Poissons, au nombre de trois, de chaque côté : pédoncules cérébelleux *postérieurs* (inférieurs dans l'anatomie humaine), pédoncules cérébelleux *antérieurs* (supérieurs dans l'anatomie humaine) et pédoncules cérébelleux *latéraux* ou moyens. D'une façon générale, nous pouvons dire que ces divers pédoncules sont formés de fibres ascendantes et descendantes (centrifuges et centripètes, le cervelet étant pris pour centre), ce qui explique les contradictions des auteurs classiques dans l'interprétation des phénomènes de dégénérescence ; ce sont donc des faisceaux mixtes.

L'analyse minutieuse et attentive de nombreuses préparations (Golgi-Cajal) me permet aujourd'hui de résumer mes observations ; cette question des connexions du cervelet avec les autres parties de l'encéphale chez les Poissons est une des plus délicates à traiter, et je vais essayer d'en donner un aperçu rapide et nécessairement très sommaire.

Les *pédoncules cérébelleux postérieurs* se composent de fibres ascendantes ou *centripètes* et de fibres descendantes ou *centrifuges* (le cervelet pris comme centre). Les fibres ascendantes provenant de neurones situés dans la moelle épinière et dans le bulbe, pénètrent dans la couche granuleuse du cervelet en formant ce qu'on appelle les fibres *mousseuses* ; j'ai pu vérifier ce fait, déjà signalé par les auteurs classiques : Edinger, Van Gehuchten et Cajal.

Ces fibres ascendantes entrent encore en relations avec les noyaux terminaux ou avec les racines des nerfs trijumeau, auditif et vague.

Les fibres descendantes ou centrifuges m'ont paru provenir du cylindre-axe des cellules de Purkinje ; ces fibres se rendent directement dans le cordon antéro-latéral de la moelle et se terminent au voisinage des cellules motrices de la corne antérieure. Ainsi se trouvent confirmées les observations mentionnées par Van Gehuchten dans ses recherches sur le système nerveux de la truite.

Les *pédoncules cérébelleux antérieurs* mettent en relations les centres ganglionnaires optiques ainsi que les noyaux du thalamencéphale avec le cervelet. L'étude de ces pédoncules est difficile et leur analyse est complexe ; ils constituent, en effet, des faisceaux multiples :

1° Un faisceau reliant le cervelet aux corps genouillés et au thalamus et composé en majeure partie de fibres à direction centripète.

2° Un faisceau associant le cervelet avec le diencéphale et le mésencéphale et venant s'épuiser dans la région hypothalamique au voisinage de la partie postérieure et terminale du faisceau basal (tractus strio-thalamicus) ; ce deuxième faisceau comprend des fibres centripètes et des fibres centrifuges.

3° Enfin, un autre faisceau à direction presque verticale, s'étendant de la partie inférieure de la valvule du cervelet et venant aboutir au voisinage du noyau d'origine du nerf oculo-moteur commun. Les fibres qui entrent dans la constitution de ce faisceau ont une direction centrifuge.

Les *pédoncules cérébelleux moyens* ou *latéraux* sont pour ainsi dire ébauchés chez les Poissons et en quelque sorte diffus ; plus développés chez les Sélaciens que chez les Téléostéens, ils unissent le cervelet au bulbe et à l'isthme de l'encéphale.

Ces pédoncules sont constitués par des fibres *ascendantes* ou *centripètes* et par des fibres *descendantes* ou *centrifuges*.

Les fibres *ascendantes* ont leurs cellules d'origine dans les *noyaux du pont ;* leurs terminaisons s'effectuent dans l'écorce cérébelleuse et paraissent contribuer à former les *fibres grimpantes* disposées le long des prolongements protoplasmiques des cellules de Purkinje.

Les fibres *descendantes* partent de l'écorce cérébelleuse et semblent provenir des prolongements cylindraxiles des cellules de Purkinje pour

aller s'épuiser en partie dans les *noyaux du pont* et en partie dans les cornes antérieures du cordon latéral de la moelle (Cajal).

J'ajouterai enfin, pour terminer cet exposé rapide des *voies cérébelleuses*, que dans certaines préparations bien imprégnées, j'ai pu constater dans le cervelet des Poissons la présence de *fibres intrinsèques*, véritables fibres commissurales ou d'association, disposées soit transversalement, soit d'avant en arrière.

M. Charles HENRY

Directeur du Laboratoire de Physiologie des sensations, à la Sorbonne.

LES PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES DE LA SOIE ET DE LA LAINE CONSIDÉRÉES COMME UN NOUVEL AUTO-RÉGULATEUR DE LA CONSTANCE DE LA TEMPÉRATURE ANIMALE

[591.61]

— Séance du 10 septembre —

Chacun sait que la soie et la laine, après frottement de la main, de l'air, etc., se chargent, la première d'électricité en général négative, la seconde d'électricité, en général, positive.

Voici la méthode par laquelle j'ai reconnu dans les décharges électriques qui se produisent entre l'air et la soie, à la suite de la friction de l'air, une fonction auto-régulatrice de la constance de la température animale.

J'emploie pour ces études un thermomètre enregistreur Richard à mouvement d'horlogerie très rapide.

Dans une première série d'expériences, j'enveloppe le réservoir préalablement chauffé du thermomètre d'une gaine de soie rendue plus électrisable par un apprêt négatif. La résistivité de cette soie apprêtée, mesurée au voltmètre multicellulaire de lord Kelvin, est environ le double de celle de la soie ordinaire et à peu près égale à celle de la gutta : cette soie, par temps sec et pas trop électrique, donne, après frottement, des étincelles de 15 centimètres. Je laisse ensuite se refroidir le thermomètre. Je fais la même opération avec la soie ordinaire.

Dans une deuxième série d'expériences je porte à une certaine température, soit 52°, le même réservoir préalablement enveloppé de soie électrique : je le laisse se refroidir. Je fais la même opération avec la soie ordinaire.

Appelons vitesse de refroidissement le même excès de température du réservoir sur le milieu, soit 10°, divisé par le temps que l'égalité met à se

rétablir entre les températures du réservoir et du milieu ; je constate que, dans la première série d'expériences, cette vitesse est plus grande ou aussi grande pour la soie électrique que pour la soie ordinaire, plus petite au contraire pour la soie électrique que pour la soie ordinaire dans la deuxième série d'expériences.

Dans la première série d'expériences, *au début*, les soies, étant à la température du milieu, s'échauffent au contact du réservoir : dans la deuxième série, *au début*, les soies, étant à la température du réservoir, tendent, au contact avec l'air, à se refroidir. Ainsi quand la soie électrique tend à s'échauffer, elle se refroidit plus rapidement que la soie ordinaire, et, quand elle tend à se refroidir, elle se refroidit moins vite que la soie ordinaire.

Comme la soie plus électrisable renferme un apprêt, sa chaleur spécifique est accrue et son pouvoir émissif est sans doute diminué ; la vitesse de refroidissement dans les deux séries d'expériences devrait être moindre pour la soie électrisable, car elle met plus de temps pour s'échauffer et pour se refroidir que la soie ordinaire.

Il y a donc, dans la première série d'expériences où la soie électrisable présente une vitesse de refroidissement plus grande ou égale, une cause perturbatrice. D'autre part, les variations de ces vitesses de refroidissement semblent bien liées à l'état hygrométrique de l'atmosphère et conséquemment aux manifestations électriques de la soie, plus grandes par temps sec.

Enfin, il est possible de faire l'*experimentum crucis*. Je supprime les propriétés électriques de la laine en lui incorporant l'apprêt négatif : la laine apprêtée se refroidit moins vite que la laine ordinaire aussi bien dans le cas d'un échauffement initial que dans le cas du refroidissement permanent.

Donc, les propriétés électriques de la soie ont pour effet de tendre à assurer la constance de la température en produisant du froid lors de l'élévation de température et sans doute aussi du chaud lors du refroidissement.

Je retrouve les mêmes phénomènes, mais à un degré bien moindre avec le coton ordinaire, dépourvu de toute propriété électrique et le même coton rendu légèrement électrisable par le même apprêt négatif.

Il est plus difficile de mettre en évidence cette auto-régulation thermique pour la laine, quoiqu'elle existe certainement.

Le mécanisme de cette auto-régulation paraît être le suivant : lorsque le tissu électrique, dans le premier cas, s'échauffe, l'air inclus dans ce tissu se dilate ; en se dilatant, la particule d'air quitte le tissu après friction, c'est-à-dire, électrisée ; elle revient se décharger sur le tissu après une trajectoire extérieure qui produit un mouvement d'air réfrigérant. Lorsque le

tissu électrique, dans le deuxième cas, se refroidit, l'air inclus dans ce tissu se contracte ; en se contractant, la particule d'air tend à pénétrer plus intérieurement dans le tissu ; par friction, elle s'électrise; donc elle revient se décharger sur le tissu après une oscillation sur place : d'où moindre accès de l'air froid extérieur.

Voici quelques vitesses de refroidissement du réservoir : v, le tissu s'échauffant au début et V, le tissu se refroidissant tout le temps :

	v	V
Soie ordinaire	0,392	1,05
Soie plus électrisable	0,555	0,666
Coton ordinaire	0,416	0,624
Coton positivement électrisable . . .	0,477	0,588
Laine ordinaire électrisable	0,526	0,769
Laine neutre.	0,33	0,487

En réalité, une enveloppe en contact, d'un côté avec une source chaude comme l'organisme et de l'autre côté avec le milieu présente sur sa face chaude une vitesse proportionnelle à v et sur sa face froide une vitesse proportionnelle à V.

En résumé, nous rencontrons dans les propriétés électriques de la soie et de la laine un nouvel exemple de ces mécanismes auto-régulateurs par lesquels l'organisme assure sa stabilité et que l'on trouve dans maint chapitre de la biologie et de la physique générale. La laine qu'on trouve, sous le poil, dans la fourrure des mammifères assure moins efficacement que l'enveloppe du Bombyx la constance de la température à cause du caractère positif de l'électricité atmosphérique. Le souffle électrique produit par les décharges a encore l'avantage d'accroître notablement l'évaporation cutanée et l'émission thermique (Lecercle, Bordier) et de produire des quantités notables d'ozone. On voit l'intérêt que présente pour l'hygiène l'emploi de soies douées au maximum de propriétés électriques : ces tissus ont reçu le nom de soies « diélectroses » ; ils sont l'objet d'études médicales.

M. le Dr Henri MARTIN

SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL VENIMEUX DE LA VIPERA ASPIS ÉVOLUTION DU CANAL VENIMEUX [591.44]

— Séance du 20 septembre —

Les recherches que j'ai entreprises sur le développement de l'appareil venimeux de la *Vipera aspis* m'ont déjà permis d'établir que la glande venimeuse et la crête dentaire des crochets provenaient d'un bourgeon unique chez l'embryon (1). Ce bourgeon unique ne tarde pas à se diviser pour donner deux bourgeons secondaires : l'un, interne, est l'origine de l'appareil dentaire ; l'autre, externe, forme l'appareil glandulaire et ses annexes.

C'est de ce dernier que nous nous occuperons ici.

Il faut remonter à un stade très jeune pour trouver la différenciation de ces deux bourgeons ; c'est en effet au stade que j'ai désigné par la lettre E, correspondant à un embryon de 4 millimètres de largeur de tête, décrit et figuré antérieurement, que j'ai trouvé la première trace de division du bourgeon initial.

Sur la planche V, figure 1 (2), l'éminence BV représente le bourgeonnement des cellules épithéliales de la région glandulaire primitive.

Les cellules ectodermiques caliciformes paraissent soulevées par une couche profonde dont les éléments sont en activité de division. Dans la couche profonde, les cellules sont sphériques et à gros noyau.

Dans la région saillante qui plonge dans le mésoderme, les cellules limitantes sont plus allongées. L'ectoderme en rapport avec la cavité buccale perd son caractère à ce niveau, les cellules cubiques n'existent plus, et on ne trouve plus que la couche limitante externe. Il est vraisemblable que les cellules cubiques en se modifiant et en se multipliant ont fourni les éléments de ce bourgeon glandulaire. La même remarque s'applique au bourgeon dentaire BC.

Au stade I, largeur de tête : $4^{mm},5$, longueur du corps : 6 centimètres, *(Pl. V, fig. 2)*, le bourgeon glandulaire BV a pris une forme plus accentuée et sa constitution a subi des changements.

(1) *Comptes rendus de l'Association des Anatomistes*, session 1899, p. 56.

(2) Sur toutes les figures contenues dans la Planche V, j'ai dessiné l'appareil venimeux du côté gauche de la tête de l'embryon.

L'amas de cellules rondes que nous avions trouvé précédemment s'est dissocié et les cellules, au lieu d'être serrées les unes contre les autres, sont dispersées: cette disposition existe d'ailleurs dans le bourgeon dentaire BC. En même temps, les cellules épithéliales qui limitent la connexité des deux bourgeons se sont multipliées, tant en surface qu'en profondeur, celles qui touchent le mésoderme sont plus grandes, et leur plateau, au contact du futur tissu conjonctif, est devenu clair.

Le stade J, un peu plus âgé que le précédent, nous montre très nettement la différenciation des deux bourgeons *(Pl. V, fig. 3)*.

Lors de mes deux premières communications, j'avais déjà insisté sur ces stades ; depuis, j'ai recueilli, cet été, de nouveaux embryons, parmi lesquels vient se placer ce stade J ; là, j'ai trouvé une preuve nouvelle que le mode de développement de cet appareil est bien tel que je l'ai décrit, en contradiction, d'ailleurs, avec les interprétations de Röse.

En effet, dans cette figure, le bourgeon BV dépasse de beaucoup le bourgeon dentaire BC, et il n'est pas douteux que le bourgeon le plus saillant ne soit l'origine glandulaire ; sa situation, ici, correspond exactement aux rapports que l'appareil prendra plus tard.

On ne trouve pas, à cet âge, de modification sensible dans l'état des cellules.

En suivant la série des coupes en arrière du point figuré ici, on trouverait le bourgeon BC plus développé, car la glande venimeuse, tout en prenant naissance contre la crête dentaire, se trouve un peu en avant du point où se développera la coque dentaire des crochets. Le stade M, — largeur de tête : 5 millimètres, longueur de corps : $6^{cm},5$ *(Pl. V, fig. 4)*, — nous amène à une transformation plus sensible.

Le bourgeon glandulaire BV s'est considérablement accru ; il peut se diviser en trois régions : le pied en contact avec l'épithélium, le corps et la tête. La tête ne se trouve pas figurée sur ce dessin, car les coupes qui la sectionnent passent en arrière de celle reproduite ici. Elle est légèrement renflée ; c'est la partie proliférante active, car elle doit former la glande.

Les cellules épithéliales du pied et du corps *(Pl. V, fig. 4*, BV), sont très serrées et à gros noyau, tandis qu'à l'intérieur du bourgeon elles sont plus clairsemées. Dans le mésoderme qui entoure ce bourgeon, se trouvent, pour la première fois, des traces de vaisseau sanguin important.

Si nous examinons la portion terminale du bourgeon vénimeux, au point où nous avons signalé la tête, on trouve sur la coupe *(Pl. V, fig. 5)* des cellules épithéliales sphériques, garnissant la périphérie du bourgeon BG, mais n'affectant plus la régularité des cellules du corps. A l'intérieur de la tête, les cellules sont encore sphériques, mais plus espacées, elles sont unies par des prolongements qui donnent à cette partie un aspect de réseau.

Le mésoderme, ME, qui environne le bourgeon ne lui est pas absolument contigu ; il existe une zone presque libre ZC. Les cellules mésodermiques sont un peu plus tassées sur la limite de la zone que j'appellerai *aire claire.*

Dans cet espace, on voit des tractus, qui émanent des cellules conjonctives en formation, gagner les cellules épithéliales du bourgeon glandulaire. Ces tractus sont-ils, au contraire, d'origine épithéliale ? C'est ce que les coupes les plus fines ne peuvent montrer nettement. Indépendamment de ces tractus, il existe dans l'aire claire quelques cellules isolées dont les prolongements forment des tractus limitant des mailles.

Sont-ce là des cellules épithéliales migratrices CM, qui vont chercher des points d'implantation dans le tissu conjonctif, ou bien des cellules conjonctives qui viennent se fixer sur le bourgeon épithélial ?

Cependant, en un point de cette coupe, les cellules épithéliales prolifèrent plus activement et forment un petit amas, en dehors du bourgeon venimeux, autour duquel le réseau de tractus est plus compliqué. Ailleurs, en deux autres points de cette même coupe, nous trouvons une cellule épithéliale accolée à la périphérie du bourgeon et entourée d'un réseau. Ces deux cellules ont un noyau coloré fortement comme les autres cellules épithéliales et n'ayant pas encore subi de modification. Ces détails me font penser que les cellules en question, dans l'aire claire, sont d'origine épithéliale.

Leur rôle ne paraît être que celui d'agent fixateur de l'organe glandulaire.

Au stade 00 *(Pl. V., fig. 6)*, embryon de 6 millimètres de largeur de tête et de 7 centimètres de longueur de corps, la portion terminale du bourgeon glandulaire montre des points de fixation plus nombreux ; les tractus protoplasmiques ont formé des travées avec protoplasma granuleux et entourent des lacunes mieux limitées L*a*. Le tissu mésodermique ambiant s'est transformé en tissu conjonctif assez dense ; les cellules possèdent un noyau allongé TC et des prolongements fibrillaires serrés concentriquement, donnant déjà l'aspect d'une gaine.

A la partie supérieure de la coupe se trouve une incisure S où plonge une cellule conjonctive.

C'est là, pour la première fois, que nous pouvons saisir la pénétration d'une cellule conjonctive dans le tissu épithélial. Ce point de pénétration correspond à une région du bourgeon où un travail important s'effectuera plus tard, je veux parler de la portion criblée du canal (1). C'est donc un premier phénomène de remaniement auquel participe le tissu conjonctif.

(1) *Bulletin de la Société zoologique de France.* Assemblée générale 1899, page 106. — Étude de l'appareil glandulaire venimeux chez un embryon du stade V : *Vipera aspis.* — Région criblée : figure 8.

Au stade Q *(Pl. V, fig. 7)*, embryon de 6mm,5 de largeur de tête et 9cm,9 de longueur de corps, il n'existe point encore de lumière dans l'intérieur du bourgeon venimeux.

Ce bourgeon prend dès maintenant un aspect très différent et ses caractères définitifs s'accentuent.

Le pied qui formera la gaine gingivale prend des rapports intéressants avec les crochets en formation, et la région désignée sous le nom de tige se transforme en un canal plein, dont la coupe transversale est représentée dans la figure 7. C'est le début de la région criblée.

La gaine conjonctive GC est formée d'un tissu plus dense, et le tissu conjonctif TC qui unit cette gaine au tissu propre est encore assez lâche.

Le tissu propre du canal TP est toujours cette même prolifération épithéliale que nous avons désignée jusqu'ici par les lettres BV (bourgeon venimeux), dans les figures précédentes. Il se présente dans cette portion de canal sous forme ramifiée à la coupe. La tête de ces ramifications R possède des amas de cellules plus serrées et en activité de division ; c'est par ce phénomène de proliférations que nous assistons à la formation de canaux multiples de la région criblée qu'on trouve chez l'adulte et les embryons âgés. Ici, les ramifications se présentent sous forme de petits bourgeons R, isolés du canal principal ; mais cet isolement n'est qu'apparent, puisqu'en suivant les coupes on les trouve rattachés au canal principal.

L'action du tissu conjonctif paraît se borner ici au remplissage des sillons survenus à mesure que de nouvelles ramifications se produisent ; il n'est pas possible d'affirmer que la poussée conjonctive détermine ce travail.

La figure 8 de la planche V appartient au même embryon, stade Q, et représente la partie presque terminale de notre bourgeon venimeux, c'est-à-dire la glande.

Nous trouvons une disposition peu différente de celle du canal.

Le tissu propre s'est renflé en un lobe LO, et a même donné un lobe accessoire LO′, séparé du premier par une cloison conjonctive. En bas du lobe principal, un étranglement commence à se faire sentir, c'est l'amorce d'un troisième lobe.

Dans le canal non plus que dans la glande, il n'existe aucune lumière ; tout ce tissu épithélial est compact et aucun phénomène de secrétion n'est encore possible.

Cet aspect change en passant au stade S, avec embryon de 7mm,5 de largeur de tête et 9cm,8 de longueur de corps.

La figure 9 représente, au stade S, à un degré plus avancé, la même région figurée en 7 au stade Q.

Le canal principal T*p* est sensiblement réduit et les rameaux R ont

augmenté de nombre ; on s'achemine graduellement à l'aspect criblé définitif. Il est à noter que, pour la première fois, nous trouvons le canal principal perforé d'une lumière ; toutefois, les ramifications n'en possèdent pas encore.

Les cellules épithéliales qui constituent ces canaux sont mieux différenciées, la couche périphérique commence à prendre des cellules d'aspect cubique.

Notons encore que la glande possède l'ébauche de ses quatre lobes définitifs, et que déjà le canal excréteur principal de chaque lobe possède une lumière.

Mais il est intéressant de constater, au contraire, l'absence de lumière dans les voies venimeuses, au niveau de la gaine gingivale. La perforation cesse au point où le canal fait un coude, en avant et en dedans, pour se continuer avec la gaine gingivale ; celle-ci, d'ailleurs, est encore compacte.

En résumé :

1° La glande venimeuse chez la *Vipera aspis* provient d'un bourgeon épithélial. Ce même bourgeon donne, en se divisant, une autre branche qui formera l'appareil des crochets.

2° Le bourgeon glandulaire croît très activement ; sa direction est d'avant en arrière, en passant au-dessous de l'œil, pour gagner la région temporale.

3° Sur son parcours, le bourgeon semble abandonner des cellules épithéliales qui lui servent de point de contact ou de fixation avec le mésoderme.

4° Le tissu conjonctif pénètre dans les vides, autour des ramifications secondaires, sans pour cela déterminer le travail de prolifération.

5° La lumière des voies venimeuses s'établit d'abord dans la portion moyenne du canal (région criblée), et presque en même temps on la trouve dans les canaux principaux de la glande.

Ensuite, la portion antérieure du canal se perfore et la gaine gingivale ouvre plus tardivement, peu de temps avant la naissance.

EXPLICATION DE LA PLANCHE V

FIG. 1. — *Stade E.* — Embryon *Vipera aspis*. — Coupe verticale. — Région maxillaire supérieure gauche. — Bourgeon épithélial. — Grossissement : 410 diamètres. — BV, bourgeon venimeux. — BC, bourgeon dentaire. — E, épithélium buccal.

FIG. 2. — *Stade I.* — BV, bourgeon venimeux. — BC, bourgeon dentaire. — E, épithélium. — Grossissement : 275 diamètres.

FIG. 3. — *Stade J.* — BV, bourgeon venimeux. — BC, bourgeon dentaire. — E, épithélium. — Grossissement : 410 diamètres.

FIG. 4. — *Stade M.* — 150 diamètres. — BV, bourgeon glandulaire. — BC, bourgeon dentaire. — E, épithélium.

FIG. 5. — *Stade M* (grossissement : 410 diamètres). — Coupe de la tête du bourgeon venimeux. BG, cellules périphériques du bourgeon venimeux. — CM, cellule. — ZC, zone claire. — Tr, travées. — ME, mésoderme.

FIG. 6. — *Stade OO.* — Portion terminale du bourgeon venimeux (Grossissement : 410 diamètres). — S, cellule conjonctive. — Te, tissu conjonctif de la gaine. — La, — lacune. — B, tissu épithélial du bourgeon venimeux.

FIG. 7. — *Stade Q.* — Coupe du canal. — Région criblée. — GC, gaine du canal. — TC, tissu conjonctif. — TP, tissu propre du canal. — R, ramifications. — Grossissement : 160 diamètres.

FIG. 8. — Embryon. *Stade Q.* — Coupe de la région glandulaire. — G, gaine. — TC, tissu conjonctif. — V, Vaisseau. — LO, lobe principal. — LO', lobe secondaire. — Grossissement : 100 diamètres.

FIG. 9. — Embryon *Stade S.* — Région criblée du canal. — G, gaine. — Tp, canal principal. — R, ramifications. — Grossissement : 160 diamètres.

M. Marcel CAUSARD

à Laval.

SUR LA RESPIRATION BRANCHIALE CHEZ LES DIPLOPODES [541.42]

— Séance du 20 septembre —

Pendant le mois de mai 1897, je rencontrai sous des pierres complètement submergées dans un ruisseau, aux environs d'Aix-en-Provence, plusieurs Myriapodes de la famille des *Polydesmidæ*, et appartenant, d'après la détermination qui en a été faite par M. Brölemann, à l'espèce *Brachydesmus superus* Latzel. Placés dans l'eau, ces animaux ne tardèrent pas à dévaginer la partie terminale de leur tube digestif, qui faisait alors saillie sous la forme d'une double ampoule. Depuis cette époque, j'ai pu faire la même observation à Laval, sur une autre espèce, *Polydesmus gallicus* Latzel, mais dont aucun exemplaire n'a été trouvé dans l'eau.

L'étude anatomique du tube digestif montre que l'intestin terminal est formé de deux parties : l'antérieure, la plus longue, a une paroi épaisse, très riche en fibres musculaires, et formant de nombreux replis transver-

saux; on peut la nommer *rectum*. La postérieure, beaucoup plus courte, se termine en se fixant sur les bords de l'écaille et des valves anales; elle constitue une sorte de poche, la *poche rectale*, dont la paroi est mince, translucide et dépourvue de fibres musculaires. Tandis que le rectum n'est relié aux parois du corps que par un réseau lâche de très fines trachées, la région antérieure de la poche rectale est rattachée au pourtour de l'anneau périanal par de nombreuses bandelettes striées.

Lorsque la dévagination se produit, sous la pression du sang, les valves anales s'écartent; leur plus grande dimension, longitudinale au repos, devient transversale; elles forment alors avec l'écaille anale un anneau supplémentaire incomplet dont la région dorsale manquerait *(anneau anal)*. Les bandelettes musculaires de la poche rectale, distendues, sont alors très visibles au travers des parois minces de celles-ci. Quand la pression sanguine diminue, ces bandelettes se contractent et font rentrer la poche, en même temps que les valves anales reprennent leur situation primitive.

Cette disposition spéciale de l'intestin terminal, non encore décrite, a été aussi rencontrée par moi avec tous ses caractères chez de grandes formes de *Polydesmidæ* exotiques, non encore déterminées, et que j'ai pu étudier grâce à la bienveillance de M. le Professeur E.-L. Bouvier.

Quand on examine au microscope un individu vivant avec son rectum dévaginé, on aperçoit bien à travers la mince membrane de cet organe de très fines trachées qui, au premier abord, pourraient le faire comparer, au point de vue fonctionnel, aux branchies trachéennes des *Ephemeridæ*, des *Perlidæ*, etc.; mais ces trachées y sont vraiment trop peu abondantes et trop éloignées de la paroi.

En même temps, on y voit nettement *un courant dorsal de globules sanguins qui semble sortir de sous la pointe anale, se dirige vers l'arrière, puis se partage en deux courants dont chacun parcourt l'une des ampoules dévaginées, en gagnant la face ventrale.* La présence de ces courants conduit à considérer la poche rectale comme jouant le rôle d'une véritable branchie, des échanges gazeux plus ou moins importants pouvant s'y produire entre le sang et le milieu extérieur.

De nombreuses observations m'ont permis de conclure au rôle respiratoire de la poche rectale. Les *Brachydesmus* trouvés sous l'eau l'ont toujours été dans des endroits où le courant était très rapide, et, par suite, l'eau très aérée. J'ai pu garder sous l'eau, pendant longtemps, des *Brachydesmus* et des *Polydesmus* qui, de temps en temps, dévaginaient leur poche rectale; leur résistance à l'asphyxie était d'autant plus longue que l'eau était plus aérée. De plus, j'ai conservé pendant plusieurs mois des *P. gallicus* dans de la mousse humide; j'ai pu les voir maintes fois rester longtemps avec leur poche rectale sortie; cette attitude ne me paraît pouvoir s'expliquer qu'à la condition que ces animaux l'aient utilisée pour leur respiration.

J'ai rencontré aussi, dans les deux familles des *Julidæ* et des *Glomeridæ*, l'existence d'une poche rectale avec tous les caractères indiqués précédemment. Si je n'ai jamais observé la dévagination chez les *Glomeris*, j'ai vu plusieurs fois des *Julus* conservés dans la mousse humide dévaginer leur tube digestif et rester en cet état plus ou moins longtemps, comme le font les *Polydesmidæ* dans des circonstances analogues.

La poche rectale des Diplopodes doit donc servir à la respiration branchiale soit sous l'eau, soit dans l'air humide. On pourrait la regarder comme une disposition ancestrale rappelant l'origine aquatique des Myriapodes, et l'invoquer pour considérer les Diplopodes comme plus primitifs que les Chilopodes.

M. E. BATAILLON

Professeur adjoint à l'Université de Dijon.

LE BLASTODERME ET LE PARABLASTE CHEZ LES POISSONS OSSEUX

[591.49 : 597.5]

— *Séance du 20 septembre* —

La question de l'origine du parablaste chez les poissons reste des plus obscures malgré l'abondance des matériaux accumulés, et peut-être serait-il bon de préciser des divergences souvent plus apparentes que réelles.

I. — L'idée la plus généralement admise aujourd'hui est que les éléments parablastiques dérivent du blastoderme.

S'isolent-ils à la périphérie seulement?

S'isolent-ils, au contraire, sur toute la face inférieure du germe?

Le processus peut varier suivant les types, et on trouve toujours la première opinion accompagnée de quelques réserves.

Le problème se pose mieux de la façon que voici :

Les cellules parablastiques ont-elles une origine précoce ou une origine tardive?

Correspondent-elles à des noyaux séparés du germe dès le début de l'évolution? Sont-ce, au contraire, des éléments différenciés qui prennent ultérieurement une autre destination, détachés par division ou émigrés du blastodisque?

Dans un mémoire sur les premiers stades du développement chez les

poissons et les amphibiens (1), j'ai adopté la première alternative. Or, tout récemment Reinhard (2), à la suite de recherches sur le genre *Leuciscus*, conclut à une émigration tardive des cellules du germe, suivie d'une fusion à la surface du vitellus. (Il est regrettable que l'espèce ne soit pas indiquée, mes recherches personnelles ayant porté particulièrement sur *L. jaculus*.)

Je voudrais faire ressortir que les observations sur des types identiques ou voisins concordent, et que la différence d'interprétation peut provenir souvent de l'insuffisance des matériaux étudiés.

La concordance ressort en particulier de ces lignes de Reinhard :

« Die Kerne, die Bataillon beschreibt, entourés chacun d'une masse » granuleuse très chromophile, avec des prolongements qui s'enchevêtrent » en se ramifiant de façon à donner en surface un réseau très riche, sind Zellen die in dem Dotter *eindringen*, um zur Bildung des Periblastes zu » dienen. »

Mettons seulement à part le mot *eindringen*, qui répond à une interprétation. L'auteur confirme l'existence de ce réseau cellulaire parablastique que je décrivais en juillet 1896. Il parle ailleurs d'une action de ce réseau sur le vitellus « zùm Theil von den Zellen verzehrt ». Or, j'ai longuement développé mes vues personnelles sur l'élaboration de la substance chromatique aux dépens des réserves vitellines (*loc. cit.*, p. 302-304). Quant aux mouvements amœboïdes que je n'ai pas expressément indiqués parce qu'il n'est pas possible de les saisir, ils sont impliqués par les phénomènes de nutrition que j'ai décrits et par la formation même de la lame parablastique. « Le parablaste, a pris une limite nette et bien définie sur ses deux faces, à la face inférieure comme à la face supérieure, ses éléments ont donc *rétracté leurs prolongements* pour se fusionner en une lame mince et continue, bordée à sa périphérie par cet épaississement, ce rempart dont j'ai déjà parlé. La coupe ne nous offre qu'un ruban grêle, plus large aux extrémités, avec une série de noyaux clairs et irréguliers. » (*Loc. cit.*, p. 310.)

Reinhard rapporte exactement les mêmes faits.

Reste l'interprétation qu'il donne :

1° De ses propres figures *(Zellen die in dem Dotter eindringen)* ;

2° Des miennes : *Seine Fig. 1, Taf. XIII, entspricht meiner Fig. 2 und stellt also eine der jüngsten Entwickelungsphasen des Periblastes dar.*

Ici, nous cessons d'être d'accord. Il est regrettable que la description de Reinhard ne remonte pas à des stades plus précoces. Car, si mes observations sont vérifiées par l'un, elles le seraient vraisemblablement par les

(1) E. Bataillon, Nouvelles recherches sur les mécanismes de l'évolution, etc. (*Arch. de zool. exp.*, 3e série 1897.)

(2) Reinhard, Die Bedeutung des Periblastes.... in der Entwick. der Knochenfische. (*Archiv. f. Mik. Anat.*) B. 52, 1868.

autres, je les considère donc provisoirement comme exactes et pose deux questions :

1° *Voit-on aux stades jeunes le blastoderme nettement limité à sa face inférieure comme le marque le savant russe dans sa première figure* (la deuxième n'offre plus cette limite, bien qu'indiquant une fusion plus avancée) ? L'émigration dont il parle implique en effet une séparation primitive bien nette. Or, même au stade que j'ai figuré et auquel il fait allusion, la démarcation est douteuse, irrégulière, du fait que le parablaste fournit des éléments au blastoderme. C'est un fait que Reinhard n'admet pas, mais sur lequel mes observations concordent parfaitement avec celles de Henneguy, Berent, etc. En réalité, cette limite inférieure du blastoderme n'existe pas à l'origine, et je ne l'ai vue se préciser qu'à la fin de l'évolution du parablaste ;

2° *Mais, dans l'hypothèse de Reinhard, quelle origine et quelle destinée attribuera-t-on aux noyaux sans territoire cellulaire qui existent de bonne heure à la surface du vitellus ?*

J'ai montré comment les membranes verticales correspondant aux premiers cloisonnements blastodermiques s'arrêtent dans le germe à une certaine distance : comment les fuseaux, orientés verticalement vers le stade à trente-deux éléments, donnent un noyau inférieur libre, la cellule supérieure complétant inférieurement sa membrane. Ces noyaux, libres dans une zone intermédiaire (Zwischenschicht de Samassa), montrent souvent des mitoses très nettes et représentent l'origine du parablaste.

Mais peut-être serait-il injuste d'insister sur les lacunes de l'exposé de Reinhard, car il déclare lui-même n'avoir pu bénéficier, pour échelonner ses stades, des avantages de la fécondation artificielle.

Sans vouloir généraliser des faits qui s'appliquent à des types déterminés, essayons donc de rapprocher les données concordantes.

a) Chez des formes comme la Vandoise et le Vairon, j'ai reporté l'origine du parablaste à un stade précoce. Le processus, par son allure, rappelle celui décrit par *Hoffmann* chez certains poissons marins où la séparation coïnciderait avec la première division nucléaire.

b) Par la suite, ces noyaux deviennent le centre de véritables éléments irréguliers qui s'anastomosent pour donner le *réseau parablastique* que j'ai décrit (Dottersyncytium de *Sobotta*) observé également par *Ziegler*, *Samassa* et *Reinhard*.

c) Ces cellules parablastiques fournissent un certain temps, par la voie mitosique, des éléments au germe. Opinion soutenue également par *Kupffer*, *Balfour*, *Van Beneden*, *Henneguy*, *Berent*, *Hoffmann*, *contestée par Reinhard*.

d) Enfin, elles rétractent leurs prolongements et fournissent une lame limitée portant des noyaux qui entrent dans une phase de repos.

Les observations de Reinhard ne sont pas en désaccord avec les miennes, mais elles ne justifient pas ses conclusions. Une étude suivie de l'évolution parablastique chez Leuciscus jaculus ne permet pas de supposer une formation tardive.

II. — L'étude physiologique du développement blastodermique, jointe à une observation attentive des éléments, m'a permis d'interpréter certains faits curieux. La réserve chromatique qui préside aux premières divisions s'épuise rapidement. Aussi observe-t-on bientôt des figures de mitose chez lesquelles la substance colorable paraît faire défaut ou, en tout cas, n'est représentée que par des granules d'une ténuité extrême. Mais le triage du plasma et des réserves, incomplet au niveau du vitellus, suivant l'opinion de Von Kowalewsky, est également incomplet au niveau du germe. L'élaboration du matériel nutritif *(inclus ou non dans les cellules)*, fournit de la chromatine aux divisions ultérieures. Aussi les figures de mitose sont-elles de mieux en mieux caractérisées; aussi se localisent-elles finalement dans la profondeur du germe et au niveau du parablaste.

Le temps d'arrêt qui correspond à la différenciation définitive et au repos final de la lame parablastique est révélé par l'étude de la fonction respiratoire : il correspond vraisemblablement à l'épuisement de certaines réserves à la surface supérieure du vitellus.

L'extension du blastoderme en surface paraît être la conséquence de cet épuisement et coïncide avec un relèvement marqué de la courbe respiratoire. L'observation et l'expérimentation prouvent donc nettement qu'une démarcation ne s'établit entre le blastoderme et le vitellus qu'à la fin de l'évolution parablastique, au moment où l'extension va commencer. Le blastodisque et la surface vitelline forment un tout continu (au point de vue de la composition), avec un matériel de réserve de plus en plus abondant à mesure qu'on arrive à la profondeur.

Henneguy avait déjà dit, à propos de l'Épinoche : *Il n'y a pas de limite nette entre le germe et le parablaste; cette limite est constituée par des cellules en voie de formation qui se détachent du parablaste pour s'ajouter au germe* (1).

L'épuisement de la substance chromatique au début de la segmentation, sa réapparition ultérieure par un travail élémentaire sur les réserves étant des *faits saisissables*, nous sommes armés pour interpréter certaines figures spéciales qui échappent dans une large mesure aux *métachromasies*. On sait combien la valeur de ces réactions est aujourd'hui discutée. Sans accepter l'idée des partisans exclusifs de la théorie physique des colorations, on peut dire que *ces colorations ne sont pas étroitement spécifiques*.

(1) HENNEGUY, Recherches sur le développement des poissons osseux, (*J. d'Anat. et de Physiol.* 1888).

J'ajoute qu'à la suite d'observations longues et répétées, je ne saurais affirmer l'absence complète d'éléments figurés au niveau de certaines plaques équatoriales.

Voilà donc des noyaux chez lesquels on retrouve tous les caractères de la mitose, division et mouvement des centres, un fuseau et des asters magnifiques. Les métachromasies caractéristiques de la nucléine faisant défaut, Reinhard se prononce pour la *division directe*, parce que : *bei der Definition der mitotischen Theilung, die Segmentirung der chromatischen Substanz die grösste Rolle spielen muss und wird. (loc. cit.)*

Remarquons que l'auteur exprime simplement à nouveau une opinion que j'avais déjà combattue.

Je n'envisage pas la question de savoir si la division directe est un processus *in extremis* éliminant toute mitose ultérieure. Il s'agit d'un cas particulier. A l'ancienne formule de Flemming pour la mitose s'ajoutent aujourd'hui les mouvements des parties achromatiques et en particulier des centrosomes.

Ma conclusion sur ce point garde donc la forme sous laquelle Reinhard l'a contestée :

« C'est affaire de définition. En tout cas, je ne pense pas qu'on puisse se baser sur cet exemple, comme le fait Reinhard, pour opposer à Ziegler et von Rath des divisions mitosiques succédant à des divisions amitosiques. La division directe des noyaux parablastiques dont il fait mention diffère beaucoup plus du cas considéré que celui-ci ne diffère lui-même de la mitose vraie. » *(Loc. cit.)*

Au reste, les biologistes n'ont qu'à se reporter aux figures mêmes de Reinhard (1) pour se prononcer en pleine connaissance de cause.

M. E. BATAILLON

Professeur adjoint à l'Université de Dijon.

SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA PIGMENTATION CHEZ DES MÉTIS DE POISSONS OSSEUX

[591.89 : 597.5]

— *Séance du 20 septembre* —

Des observations faites en 1896 m'avaient montré que beaucoup de nos poissons d'eau douce sont susceptibles de croisements artificiels féconds.

(1) REINHARD, Zur Frage über die amitotische Theilung der Zellen (*Biol. Centralb.*, juin 1896).

Des types morphologiques assez distincts (*Leuciscus rutilus*, *Leuciscus jaculus*, *Phoxinus lævis*, *Cyprinus Gobio*), se prêtaient à l'action réciproque des éléments sexuels, en ce sens que les œufs se segmentaient normalement et subissaient une évolution plus ou moins complète. Mais ces œufs n'arrivaient pas à l'éclosion ; et la question se posait de savoir si l'arrêt constaté relevait de conditions extérieures accidentelles ou de conditions intrinsèques.

Des recherches analogues faites par Appellöff (1) sur des types marins paraissent éliminer la première hypothèse ; et mes expériences de cette année, comme celles de 1896, cadrent avec cette manière de voir.

Le développement, régulier jusqu'à un certain stade, semble ralenti et s'arrête à un moment donné, quelques soins qu'on apporte aux conditions de milieu.

Outre la fécondation régulière d'œufs témoins de *Phoxinus lævis*, d'une part, de *Cobitis tænia* d'autre part, j'ai pu réaliser dernièrement les deux combinaisons suivantes :

Phoxinus lævis ♀ × *Cobitis tænia* ♂.
Phoxinus lævis ♀ × *Cyprinus auratus* ♂.

Les œufs du premier groupe ont subi pour la plupart la segmentation régulière ; mais un vingtième seulement sont arrivés au stade de la crête embryonnaire. Un seul alevin a quitté l'œuf au cinquième jour, avec les caractères que j'indiquerai pour le groupe suivant. Il est mort sans avoir résorbé sa vésicule.

La fécondation portait sur plusieurs centaines d'œufs. On peut donc dire que, dans la règle, cette combinaison gagne tout au plus et ne dépasse pas le stade de la crête embryonnaire.

La deuxième combinaison a évolué d'une façon parfaite, aussi régulière au moins que la fécondation de vairon pur (témoin). Mais il faut signaler le même ralentissement dans les processus. Les matériaux croisés, à la quatre-vingt-seizième heure, ne sont pas plus avancés que les témoins à la soixantième et l'éclosion est sensiblement retardée. Les œufs de *vairon pur* éclosent en masse le troisième jour ; les embryons croisés ne commencent à sortir que quarante-huit heures plus tard et la période d'éclosion dure plusieurs jours.

J'ajoute que les métis sont beaucoup plus grêles, que la vésicule étranglée dans sa partie moyenne ne se régularise pas comme chez les témoins, qu'elle ne se résorbe pas, et que tous les sujets meurent le onzième ou le douzième jour.

(1) Appellöff, Ueber einige Resultate der Kreuzbefruchtung bei Knochenfischen (*Bergens Museum Aarbog*, nos, 1-17), 1895.

Appellöff, pour deux de ses combinaisons, arrive à des embryons normaux et bien vivants. Mais, si l'expérience sur les poissons marins permet difficilement d'aller plus loin, il n'en est pas de même pour les poissons d'eau douce sur lesquels on observe normalement la résorption du *vitellus*. La comparaison des vairons témoins et des métis accuse nettement chez ces derniers, à la période critique, un arrêt comparable à celui qui coïncidait dans mon premier lot avec l'apparition de la crête embryonnaire.

Un retard dans l'évolution, la mort arrivant à un stade plus ou moins précoce, plus ou moins reculé : voilà deux points qui devaient être mis en évidence avant le fait qui a fixé spécialement mon attention.

Appellöff signale avec raison un retard dans les divers processus évolutifs. D'après mes observations, il y aurait une réserve à faire en ce qui concerne la pigmentation des yeux et la pigmentation générale du tégument ; à moins qu'on ne *distingue* entre les processus évolutifs, ce qui serait peut-être plus logique.

L'embryon de *vairon pur* développé à une température d'environ 17°, quitte sa coque au bout de trois jours : il est absolument transparent ; *ses yeux ne sont pas pigmentés*. Cette pigmentation de l'œil n'apparaissait chez mes témoins qu'au commencement du *sixième jour*.

Les métis placés, autant que possible, dans les mêmes conditions de température et d'éclairement montraient déjà cette pigmentation *dans l'œuf au quatrième jour*. On peut dire que chez eux le caractère était aussi accentué deux jours avant l'éclosion que chez le type pur deux jours après.

Pourtant, leur évolution est en retard : et je précise. Cette pigmentation de l'œil sur les métis apparaît dès que l'ébauche céphalique s'est dessinée à l'extrémité de la crête nerveuse adhérente au vitellus sur presque toute son étendue, la région caudale commençant à peine à se détacher. C'est en somme la morphologie extérieure des vairons purs à la soixantième heure ; or, ceux-ci n'auront les yeux pigmentés qu'au sixième jour. Les cellules pigmentaires du tégument apparaissent ensuite. On les voit de plus en plus nombreuses au bord supérieur du *vitellus*, puis en arrière jusqu'à l'extrémité de la queue.

On pouvait se demander si de *légères différences* de température ou d'éclairement ne fourniraient pas l'explication du phénomène, si accusé qu'il soit. Des expériences de contrôle faites sur des fécondations de vairon pur exposées soit à la lumière, soit à l'obscurité à des températures variant de 15° à 20°, ont permis d'éliminer complètement cette hypothèse. Il y a un *optimum* pour le développement vers 17°. A la *température maxima* de 20° les embryons éclosent avec une avance de quelques heures tout au plus ; *puis ils meurent*. Quant à la pigmentation de l'œil aux diverses températures, soit à la lumière, soit à l'obscurité, *je n'ai pu enregistrer de diffé-*

rence sensible. L'observation garde donc toute sa netteté. Mais, jusqu'à plus ample informé, il me paraît difficile d'en tirer parti.

Si l'évolution de ces métis pouvait être considérée comme régulière, on serait conduit à chercher l'origine des phénomènes dans une action directe de l'élément sexuel mâle. Si, d'autre part, l'étude des types purs *(Cyprinus auratus* et *Cobitis tænia)* au même point de vue du développement de la pigmentation confirmait cette hypothèse, on pourrait peut-être songer aux cas de *prépondérance masculine* de Eimer (1), ce qui reviendrait à cataloguer un fait ; peut-être encore, en précisant un peu plus, tenir compte de l'importance du noyau dans l'élément sexuel mâle, et se reporter à l'idée de Haacke (2) qui fait du noyau le substratum héréditaire des particularités chimiques de pigmentation. Je n'ai pu féconder des œufs de *Cyprinus auratus*. Mais une fécondation de *Cobitis tænia* m'a permis de constater que les embryons du type pur n'étaient point pigmentés, alors que l'unique métis ayant dépassé le stade de la crête embryonnaire et signalé plus haut l'était déjà. Ce métis ne se distinguait en rien de ceux de la deuxième combinaison et devait mourir comme eux sans avoir résorbé ses réserves.

Il est donc difficile de parler de prépondérance masculine.

Cette pigmentation précoce ne semble pas pouvoir être rattachée *directement* à une particularité de structure ou de composition des éléments sexuels. L'identité complète des métis dans les deux combinaisons, un retard accusé dans l'évolution, l'arrêt du développement à des périodes que l'on peut considérer comme critiques : voilà des faits qui attestent des conditions physiologiques mauvaises. Les processus évolutifs sont gênés, et je serais porté à séparer de ces *processus d'édification proprement dite*, la pigmentation qui a pour base *des produits de destruction. La pigmentation hâtive dans une évolution ralentie s'expliquerait peut-être par des troubles nutritifs que la mort à échéance fixe permet de soupçonner*.

En 1891, j'avais développé une idée analogue sur la formation du pigment noir dans la régression chez les amphibiens (3) ; elle ressort assez nettement des recherches plus récentes de P. Carnot sur le mécanisme de la pigmentation (4).

En mettant à part toute considération finaliste pour n'envisager que les mécanismes, on pourrait dire : *toute cause d'affaiblissement ou d'irritation peut entraîner la formation du pigment chez les cellules capables d'en donner*.

(1) Eimer, Ueber die Arbildung und Verwandtschaft bei den Schwalbenschwanzartigen Schmetterlingen *(Verh. Deutsch. Zool. Ges.*, 1895).

(2) Haacke, Ueber Wesen, Ursachen und Vererbung von Aelbinismus, etc. (*Biolog. Centralb.*, XV, 1895).

(3) Bataillon, Rech. anat. et expérimentales sur la métamorphose des Anoures *(Annales de l'Université Lyonnaise*, 1891).

(4) P. Carnot. Recherches sur le mécanisme de la pigmentation (thèse). *Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique*, 1896).

Mais il est clair que l'application du principe au cas spécial dont j'ai parlé implique une étude élémentaire attentive et une expérimentation plus étendue. J'entreprendrai l'une et l'autre au cours de la saison prochaine.

M. L. BORDAS

Docteur ès sciences naturelles, Docteur en médecine, à Marseille.

ÉTUDE COMPARÉE DES ORGANES REPRODUCTEURS MALES DES COLÉOPTERES

[591.46 : 595.76]

— Séance du 20 septembre —

Après L. Dufour (1825), quelques entomologistes ont étudié les glandes génitales mâles, soit d'une famille, soit de certaines espèces appartenant à l'ordre des Coléoptères. Parmi ces auteurs, nous pouvons citer Suckow (1828), Burmeister (1832), Stein (1847), F. Leydig (1859), Palmen (1884), H. Beauregard (1886), K. Escherich (1894), P. Blatter (1897), etc. — D'autres Zoologistes, tels que Ormancey (1849), Régimbart (1877), C. Verhoeff (1893), La Valette Saint-George (1886), Heider (1889), Vœltzkow (1889), Ballowitz (1890), Auerbach (1893), A. Lécaillon (1898), etc., ont eu particulièrement en vue l'armure génitale, l'embryologie ou la morphologie des spermatozoïdes.

Jusqu'à présent, aucune étude générale comparative n'a été faite sur l'ensemble des organes reproductenrs mâles des Coléoptères, si complexes dans leurs formes et leurs dispositions.

De nos recherches, résumées ci-dessous en quelques mots, concernant deux cents espèces environ, appartenant aux diverses familles de l'ordre des Coléoptères, il résulte que les *glandes génitales mâles* de ces insectes, malgré leur prodigieuse variété de formes, la complexité apparente et la disposition que présentent les glandes annexes, les canaux déférents et éjaculateurs, malgré les multiples complications et la polymorphie qu'affectent les testicules et l'armure copulatrice, peuvent néanmoins se ramener à deux formes types fondamentales, autour desquelles se groupent toutes les autres, si différentes au premier examen.

D'autre part, cette variété morphologique qu'affectent les organes reproducteurs mâles ne présente pas une importance capitale au point de vue de la systématique, car on rencontre souvent des différences assez consi-

dérables chez des insectes ayant entre eux beaucoup d'affinités et appartenant à une même famille naturelle.

Les glandes génitales mâles des Coléoptères, malgré leur extraordinaire polymorphie, peuvent se grouper autour de deux types assez simples, desquels nous avons fait dériver toutes les autres formes.

1er Groupe. — *Coléoptères à testicules simples et tubuleux.*

Dans cette section, comprenant les *Cicindelidæ*, la nombreuse et intéressante famille des *Carabidæ*, les *Dytiscidæ*, etc..., les testicules sont formés par deux tubes cylindriques, plus ou moins sinueux et pelotonnés. C'est vers leur *extrémité terminale* que se forment les spermatozoïdes, tandis que la partie proximale, généralement élargie, joue surtout le rôle de *vésicule* ou *réceptacle séminal*.

Les autres parties composant le système génital mâle sont constituées par *deux glandes accessoires* cylindriques, plus ou moins allongées, tortueuses, parfois pelotonnées, assez constantes dans une même tribu, mais variables de formes d'une famille à l'autre. Viennent ensuite le canal éjaculateur et l'armure copulatrice. Cette dernière comprend le pénis et un système de pièces chitineuses latérales (valves ou paramères), généralement différentes, suivant les espèces, comme forme et disposition.

2e Groupe. — *Coléoptères à testicules composés et formés d'utricules ou ampoules spermatiques multiples.*

Ce second groupe est susceptible lui-même de deux sections comprenant :

1° *Testicules fasciculés*, et 2° *Testicules disposés en grappes simples ou composées.*

1° *Testicules fasciculés*. — Les Coléoptères dont les testicules sont fasciculés, c'est-à-dire formés par un faisceau de tubes courts, en forme de massue et allant s'ouvrir à l'extrémité des canaux déférents, sont compris dans les tribus ou familles suivantes : *Cetoninæ*, *Geotrupinæ*, *Copriinæ*, *Aphodiinæ*, *Melolonthinæ*, *Lucanidæ*, *Chrysomelidæ* (sauf quelques genres), *Longicornes*, *Curculionides*, etc.

Chez toutes ces espèces, les *testicules* sont, de chaque côté, au nombre de deux (*Judolia*, *Cerambyx*, etc.) à six paires (*Cetonia*, *Lamia*, etc.). Ils ont la forme de petits disques à bord circulaire et à faces supérieure convexe et inférieure légèrement concave. Chacun d'eux comprend un nombre fort considérable (60 à 150) d'ampoules ou utricules spermatiques, aplaties ou tronconiques, élargies extérieurement, amincies du côté interne et s'ou-

vrant directement à l'extrémité antérieure dilatée du canal déférent. Chaque canal est, dans la plupart des espèces, mince, court et généralement sinueux. Les *vésicules séminales*, qui proviennent des dilatations des canaux déférents, sont au contraire allongées, larges, tubuleuses et décrivent, la plupart, de nombreuses sinuosités.

Les glandes *annexes* ou *accessoires* présentent la forme de tubes ordinairement longs, contournés ou parfois même pelotonnés.

Le reste de l'appareil génital comprend : 1° les *vésicules séminales*, 2° le *canal éjaculateur* et 3° l'*appareil copulateur*.

2° *Testicules en grappes*. Les testicules peuvent parfois affecter les formes de grappes simples ou composées. Les Coléoptères dont les organes présentent cette disposition sont compris dans les familles suivantes : *Cantharididæ*, *Hydrophilidæ*, *Silphidæ*, *Staphylinidæ*, *Elateridæ*, *Coccinellidæ*, *Cleridæ*, quelques *Chrysomelidæ* (*Timarcha*, *Melasoma*, etc.), *Telephoridæ*, etc.

Chez toutes ces espèces, les *testicules* sont pairs (sauf chez les *Melasoma*) et ont la forme de masses ovoïdes ou sphériques, à surface extérieure irrégulière, granuleuse et mûriforme. Chacun d'eux comprend un grand nombre d'ampoules cylindro-coniques, élargies et arrondies extérieurement, amincies du côté interne et se groupant parfois au nombre de deux ou de quatre (*Clérides*, *Téléphorides*, *Coccinellides*, etc.) avant de s'ouvrir à l'extrémité antérieure du canal déférent. D'autres fois, elles sont disposées le long d'un conduit central commun (*Staphylinides*, etc.) ou constituent une grappe composée (*Silphides*, *Elatérides*, etc.).

On le voit, les *glandes génitales mâles* des Coléoptères, même dans leur maximum de complication, peuvent se ramener à deux formes typiques relativement simples et comprennent les six parties suivantes : les *testicules*, les *canaux déférents*, les *vésicules séminales*, les *glandes annexes* ou *accessoires*, le *canal éjaculateur* et l'*appareil copulateur*.

K. Escherich (1894) et P. Blatter (1897) ont désigné les glandes accessoires des Coléoptères sous les noms de *mésadénies* et d'*ectadénies* suivant leur origine probable mésodermique ou ectodermique. Les recherches embryogéniques les plus récentes, celles d'Heymons (1895) et de Lécaillon (1898), bien que nous démontrant l'origine *ectodermique* de l'intestin moyen et des *cellules sexuelles* de la plupart des insectes, ne nous apprennent rien sur le mode de formation des *glandes annexes* ou *accessoires*. Aussi avons-nous désigné sous ce nom ces organes à sécrétion hyaline et muqueuse. Cette dénomination a, en outre, l'avantage de ne rien préjuger sur leur origine.

D'autre part, leur structure histologique, l'absence d'intima chitineuse interne, la nature glaireuse de leur sécrétion, leur nombre si variable d'une famille à l'autre, leur mode d'embouchure, etc., tendent à prouver qu'elles sont formées par le feuillet mésodermique dont dérivent, les canaux déférents et les vésicules séminales.

Quand ces glandes sont au nombre de deux ou trois paires chez le même individu, leur produit de sécrétion varie de l'une à l'autre. Leur forme, leur disposition, leur volume, la structure de leur épithélium interne, etc., présentent également des variations assez considérables, suivant qu'on examine ces organes à l'époque ou en dehors des périodes de reproduction.

D'après Palmen, la partie terminale de l'appareil génital mâle des Coléoptères, d'apparence impaire, provient d'un système primitivement double dont le développement a dû se produire, soit par confluence des canaux déférents, soit par invagination des téguments.

Deux faits que nous avons observés au cours de nos recherches sur les Coléoptères viennent confirmer les vues précédentes et apporter un nouvel argument en faveur de la théorie concernant la nature primitivement paire du conduit éjaculateur.

Ces faits sont les suivants :

1° La présence à peu près constante d'un bourrelet médian, généralement peu développé, qui prend naissance à la partie antérieure du conduit et fait légèrement saillie dans son lumen central ;

2° L'existence de deux canaux éjaculateurs complètement séparés qu'on trouve chez certains Longicornes (*Lamia*, *Bathocera*, etc.). Ces deux conduits sont longs, très flexueux, libres dans leur moitié antérieure, mais enveloppés dans leur seconde partie par une membrane commune. Quoique réunies dans une gaine unique, les parties terminales peuvent facilement se dérouler et vont s'ouvrir séparément à l'extrémité antérieure cornéo-membraneuse de l'appareil copulateur.

Au point de vue *histologique*, les diverses parties composant l'appareil génital mâle des Coléoptères, comprennent les couches suivantes : muscles circulaires et muscles longitudinaux, membrane basilaire (m. propre) très mince et assise épithéliale interne. Ces diverses couches sont très variables, quant à leur structure et à leur épaisseur, suivant les régions considérées (canaux déférents, vésicules séminales, glandes accessoires, etc.). Les cellules épithéliales présentent aussi des variations de formes assez notables, suivant les parties de l'organe et surtout la saison pendant laquelle l'observation s'est faite.

Le lumen central du conduit éjaculateur est entouré d'une *intima chitineuse*, plus ou moins épaisse, tantôt lisse et tantôt hérissée de piquants solidement implantés et de formes très variables. Cette *intima* est sécrétée par la couche cellulaire *chitinogène* sous-jacente.

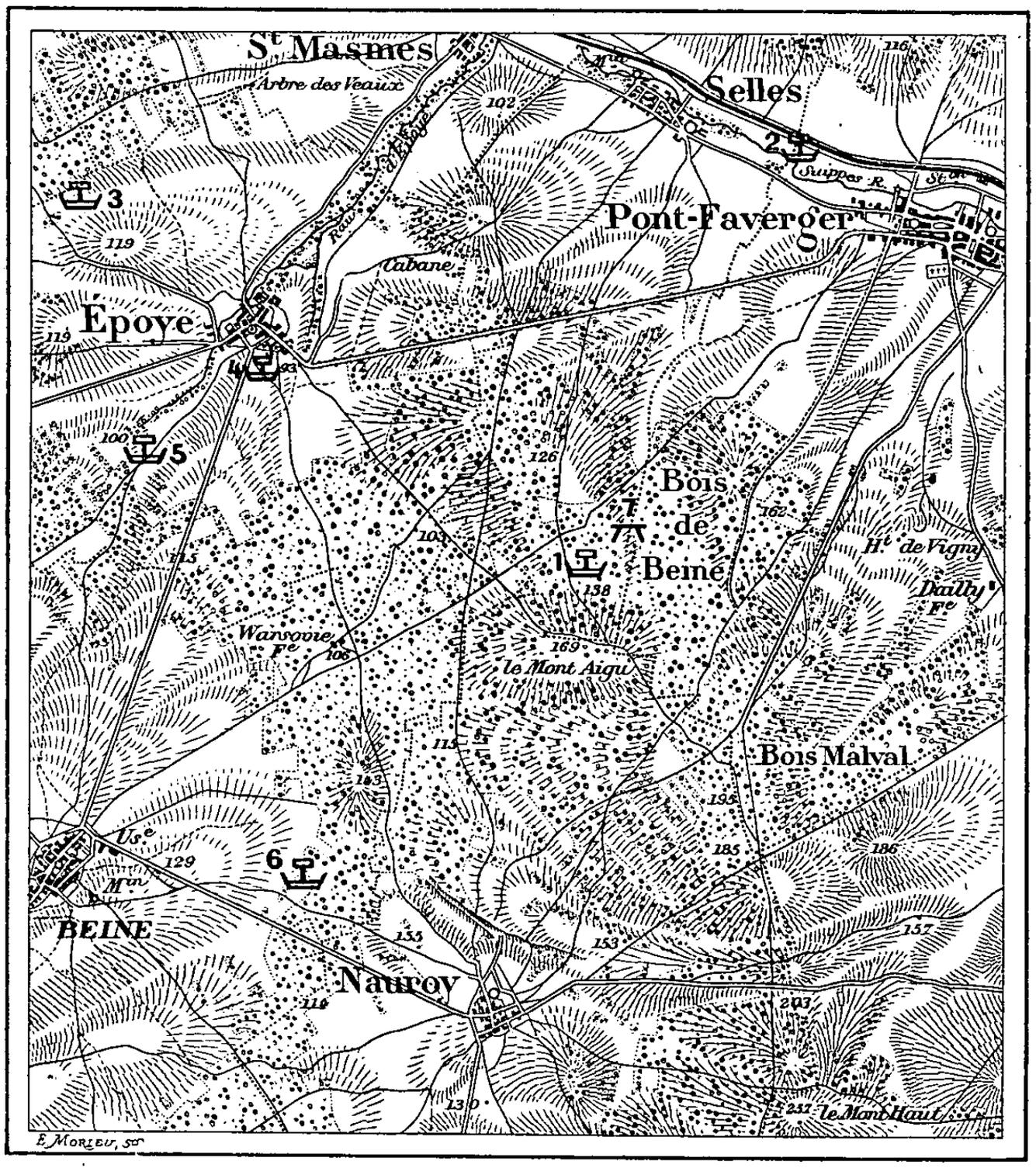
M. BOSTEAUX-PARIS

à Cernay-les-Reims.

RÉSULTAT DES FOUILLES DU CIMETIÈRE GAULOIS HALLSTATTIEN DE LA PIERRE-POIRET, A PONTFAVERGER (MARNE) [571.9 (44.32)]

— Séance du 15 septembre —

Sur le territoire de Pontfaverger (Marne), à 2 kil. 500 au sud-est de ce bourg, au lieu dit les Husses, et tout près du dolmen de la Pierre-Poiret, a



1. Cimetière gaulois de la Pierre-Poiret, à Pont-Faverger.
2. Cimetière gaulois du Pont-Chaton, à Pont-Faverger.
3. Cimetière gaulois du Mont-Morillon, à Epoye.
4. Cimetière gaulois du Tonnois, à Epoye.
5. Cimetière gaulois de la source de la Conge, à Epoye.
6. Cimetière gaulois des Bouvrets, à Nauroy.
7 Dolmen de la Pierre-Poiret.

été découvert un cimetière gaulois d'une époque très primitive, à en juger par le mobilier que nous y avons recueilli avec M. Cauly, et qui a été remis à M. Nouvion, propriétaire du domaine, que nous remercions bien sincèrement au nom de la science.

Cinquante sépultures à inhumations y ont été fouillées, et environ trente sépultures incinérées y ont été également découvertes. Presque toutes les tombes inhumées ont environ 2 mètres de profondeur; elles sont creusées dans la grève; les squelettes sont tous recouverts de pierres.

Deux tombes sur trois étaient orientées de l'ouest à l'est, le squelette regardant le soleil levant; les autres étaient orientées du nord au sud. Les incinérations étaient moins profondes; elles avaient de 1 mètre à 1m,50 de profondeur. Des pierres recouvraient presque toujours aussi les vases en terre grossière qui renfermaient les cendres.

Le mobilier recueilli dans ce cimetière est très pauvre : il y a absence complète d'armes. On y trouve une poterie très grossière dont la forme principale est la jatte plate; quelques torques en fer, ainsi que des bracelets armilles, quelques fibules du genre dit hallstattien, et quelques grains d'ambre accompagnés d'amulettes, dont une canine de loup percée d'un trou de suspension.

Cette nouvelle découverte vient encore confirmer ce que j'ai avancé l'an dernier au Congrès de Nantes : que les rives de la Suippe ont délimité deux races distinctes à l'époque gauloise, car cette industrie n'a pas de rapport avec la belle industrie gauloise dite Marnienne.

M. BOSTEAUX-PARIS

à Cernay-les-Reims.

ÉTUDE COMPARATIVE DES INDUSTRIES PRIMITIVES DE LA MARNE, DEPUIS L'ÉPOQUE PALÉOLITHIQUE JUSQU'A L'ÉPOQUE GAULOISE MARNIENNE

[571.9 (44.32)]

— Séance du 15 septembre —

Lors de notre dernière réunion au Congrès de Nantes en 1898, l'un de nos sympathiques collègues d'outre-Manche, M. William Law Bros, membre de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, que j'ai eu l'honneur de voir à Cernay-les-Reims, lors de la visite qu'il a bien voulu faire aux collections que je possède, m'avait exprimé le plaisir qu'il aurait

à comparer l'industrie primitive dans la Marne, avec l'industrie des premiers hommes en Angleterre, depuis les temps les plus reculés jusqu'à l'époque Marnienne.

Heureux de pouvoir accéder à son désir, heureux aussi de lui faire voir, que la région du nord-est de la France (et plus spécialement le département de la Marne) est riche et féconde en objets provenant de l'industrie de nos ancêtres, j'ai été amené à préparer une série de cartons résumant l'évolution de l'industrie dans la Marne, depuis les temps les plus reculés, ainsi que les différentes phases par lesquelles elle a dû passer avant d'en arriver au fini qui caractérise l'époque dite Marnienne.

Le département de la Marne, dans sa constitution géologique superficielle, comprend dans l'arrondissement de Vitry-le-François et Sainte-Ménehould, les dernières assises de l'époque jurassique. L'arrondissement de Châlons appartient au terrain crétacé ou secondaire; l'arrondissement de Reims et celui d'Épernay appartiennent en partie au crétacé (époque secondaire) et au tertiaire.

Les terrains secondaires de la Marne ont donné aux géologues, MM. Péron et Schmit, de nombreux documents sur la faune de cette période.

Le tertiaire éocène a été étudié aussi par M. le docteur Lemoine dans ses gisements de Cernay-les-Reims et de la montagne de Reims. De ces études il est résulté que des faunes analogues d'Amérique ont pu être comparées et trouvées identiques comme ressemblance, malgré les distances énormes qui séparent les gisements.

La faune quaternaire se rencontre dans tous les limons et grèves qui avoisinent les cours d'eau de la Marne. Il n'est pas de jour qui ne permette d'en découvrir de nouveaux spécimens. C'est dans ces limons ou grévières que nous retrouvons les premiers instruments travaillés par l'homme aux époques paléolithiques qui ont précédé l'époque campignienne. Ces instruments sont abondants sur tous les plateaux et les falaises qui dominent les cours d'eau de la Marne.

On a pu, du reste, en juger par les échantillons que j'ai eu l'honneur de soumettre à la section et provenant des stations d'Ecueil, Sacy, Villedommange, le Mont de Berru, la vallée de la Vesle, Serzy et Prin, dans la vallée de l'Ardre et Marlemont, canton de Reuwez (Ardennes).

L'industrie, très grossière, de cette époque nous conduit au néolithique, que nous retrouvons partout dans toutes les vallées près des sources, mais de préférence à proximité des affleurements de terrain contenant les bancs de silex d'eau douce ou de rognons de silex noir. Dans certaines de ces stations, telles qu'à Berru par exemple, l'industrie néolithique a beaucoup de ressemblance avec l'industrie de l'époque Magdalénienne du midi de la France.

On y remarque que le néolithique a passé par plusieurs phases avant d'en arriver à la pierre polie. Dans ces stations on aperçoit le commencement de la vie pastorale si bien caractérisée par les fusaïoles qui dénotent déjà l'industrie embryonnaire de la laine, produit des troupeaux.

L'époque du bronze proprement dite ne paraît pas avoir existé dans la Marne, quoique cependant on y découvre de temps à autre quelques spécimens épars et isolés, soit dans les forêts, soit dans les tourbières des vallées de nos cours d'eau.

Il est à supposer pour la Marne que si l'époque du bronze ne s'y trouve pas représentée comme dans le centre et le midi de la France, c'est que le fer doit y avoir fait de très bonne heure son apparition, apporté sans doute par des migrations de races nouvelles venues de l'est et qui se sont implantées dans notre région, choisissant de préférence les grandes plaines champenoises. A l'origine de cette occupation, l'homme néolithique semble s'être réfugié dans les forêts qui couronnent tous les massifs tertiaires, et j'ose avancer qu'à l'heure actuelle on pourrait encore voir une différence au point de vue anthropologique entre les habitants des plaines et les habitants des hauteurs avoisinant les forêts. Les nouveaux habitants des plaines, dits « Gaulois-Hallstattiens », sont venus avec le fer dans la Marne, et vous pouvez juger de leur industrie par les spécimens que j'ai l'honneur de vous exposer et provenant des différentes stations que j'ai explorées.

J'expose en même temps l'industrie de l'époque dite « Gauloise-Marnienne » des environs de Reims ; c'est l'industrie gauloise arrivée à son apogée.

M. le Dr SPALIKOWSKI

Rédacteur en chef des *Archives provinciales des Sciences*, à Petit-Couronne (Seine-Inférieure).

ESQUISSE ETHNOGRAPHIQUE SUR LES POPULATIONS DU DÉPARTEMENT DE LA SEINE-INFÉRIEURE

[572 (44.25)]

— Séance du 15 septembre —

Bien que faisant partie de la province de Normandie, dont il renferme la capitale, le département de la Seine-Inférieure ne présente pas aux yeux de l'anthropologiste des types aussi caractéristiques que l'Eure, le Calvados, la Manche et l'Orne.

Il y a bien peu de Normands, en effet, dans la Seine-Inférieure, et ceux qui s'y rencontrent sont nettement cantonnés dans le pays de Caux. Partout ailleurs, la population est hétérogène, et nous avons là un bel exemple de confusion de races produite par le développement de la civilisation se manifestant par l'extension des voies ferrées, des canaux et fleuves navigables et l'amélioration des routes nationales.

***

Il y a cinquante ans environ, les Cauchois offraient à l'homme de science un sujet d'études bien intéressant ; les paysans sortaient peu, les ouvriers moins encore, et, me disait un érudit rouennais bien connu, M. Eugène Noël, il y avait des habitants de Monville qui n'étaient jamais venus à Rouen.

Or, Monville était déjà à cette époque un centre industriel important, distant seulement du chef-lieu de 14 kilomètres !. Aujourd'hui, la ligne de Paris à Dieppe traversant ce bourg, personne à Monville ne laisse trois mois s'écouler sans prendre le chemin de fer pour venir faire ses emplettes à Rouen.

Autre exemple. Il y a vingt ans à peine, les communes des environs de Rouen étaient quasi désertes et inhabitées. Seuls quelques cultivateurs, possesseurs du sol, *faisaient valoir*.

Depuis le jour où une ligne de chemin de fer a relié Elbeuf et Rouen, le pays s'est complètement modifié : des rentiers sont venus s'établir, les champs ont été transformés en jardins anglais, des maisons y ont été bâties; et la population s'est accrue à peu près d'un quart. Mais, en revanche, les cultivateurs ont été refoulés ailleurs, les autochtones n'ont pas tardé à contracter des alliances étrangères, et, actuellement, de Rouen à la Bouille, il n'y a plus guère de vrais Normands, ou ceux qui y sont ne dépassent pas la proportion de 5 0/0. Eh bien ! voilà un fait qui ne s'est pas encore produit dans l'Eure, le Calvados et surtout dans l'Orne.

Voulez-vous encore d'autres exemples ? Partez alors du Tréport, complètement bouleversé depuis la création de la plage de Mers; longez la côte, vous serez étonné de la multitude de casinos et lieux de plaisance que vous rencontrerez, et notez que si un casino amène la richesse il entraîne aussi l'anéantissement presque total de la race indigène. Du Tréport au Havre, les stations balnéaires ne se comptent plus : voici Criel, Berneval-sur-Mer, Dieppe, Varengeville, Quiberville, Saint-Aubin, Sotteville, Veules, Saint-Valery, Veulettes, les Petites et Grandes-Dalles, Saint-Pierre-en-Port, Fécamp, Yport, Vattetot, Étretat, et j'en oublie.

La publicité a naturellement produit ses effets. Chaque année, les baigneurs affluent, quelques-uns s'y fixent, construisent des chalets, des hôtels.

Le Parisien inculque ses mœurs; le provincial, imitateur s'il en fut jamais, s'applique à rejeter les vieilles habitudes pour se conformer au goût du jour, il refuse de se marier avec des jeunes filles du pays, va chercher ailleurs, et les enfants qui naissent n'offrent plus rien de particulier, les indices de coloration des yeux et des cheveux, céphaliques et faciaux, sont là pour le prouver.

J'avais essayé de dresser des listes de ces derniers, j'ai dû y renoncer tellement les résultats sont variés : peu ou point d'indices prédominants, telle est la caractéristique des populations maritimes de la Seine-Inférieure. Jadis la brachycéphalie était la règle, aujourd'hui la dolichocéphalie s'observe couramment. Les indices supérieurs à 81 sont rares et ceux de 78, 79, plus fréquents.

*
* *

Dans les grands ports de mer, la confusion est pire encore. La Seine-Inférieure est, en effet, un des départements les plus ouverts à la marine marchande; de plus, sa proximité de Paris et la commodité de ses lignes de chemins de fer favorisent le commerce : des navires de toutes nations entrent dans ses bassins, il n'en faut pas plus pour que le mélange des races s'opère.

Je n'oublierai pas également de rappeler que le Havre et Dieppe sont les ports d'attache de grands steamers dont les uns vont à New-York et les autres à Newhaven. L'élément anglais s'infiltre peu à peu dans les couches profondes de la population, et cette infiltration s'opère d'autant plus sûrement qu'elle est plus lente.

L'anthropologiste a donc fort peu de documents précis à glaner sur le littoral de la Seine-Inférieure, mais en revanche il peut faire une abondante collection d'observations sur les effets de la civilisation et la diffusion du commerce international.

*
* *

Tout différent est l'aspect des populations du pays de Caux. On les connaît encore peu et mal, mais elles sont plus homogènes. quoique cependant moins arriérées que dans la plaine du Neubourg et la campagne de Caen.

Fatalement, le paysan cauchois subit l'influence du milieu qui l'entoure. D'abord, il voyage, il fréquente les marchés, les foires; les plus riches envoient leurs fils et leurs filles dans les collèges et pensions de villes. Ceux et celles qui retournent chez leurs parents, c'est le petit nombre, apportent un peu d'instruction et de bonnes manières; généralement, les fils de fermiers refusent de reprendre le chemin du hameau, ils préfèrent rester en

ville ou aller à Paris pour continuer leurs études dans le but d'embrasser une carrière libérale. Les jeunes filles elles-mêmes, sorties du lycée ou des pensions de religieuses, ne rêvent plus que maris à titres ronflants et rejettent les propositions de jeunes cultivateurs, riches il est vrai, mais sans nom connu, sans prestige.

Ces derniers sont donc obligés d'épouser des filles de ferme, moins bien élevées il est vrai, mais qui ne rougiront pas de mettre la main à la pâte. Voilà pourquoi l'élément cauchois se conserve encore à peu près intact. Les vrais Cauchois le seront de père en fils, parce qu'ils vivent du produit de la terre.

Les habitants y sont d'ailleurs souvent à leur aise, beaucoup possèdent d'assez grosses fortunes et les transmettent à leurs enfants, qui les font encore prospérer.

Le type anatomique cauchois est loin d'être le même que celui des plaines de l'Eure ou de Caen.

Ici, la face est un peu plus ovale, moins rougeaude, le nez moins arqué et le front plus haut, l'embonpoint est le même. Les cheveux sont le plus souvent blonds et les yeux intermédiaires ou bleus.

La moyenne de la taille est comprise entre $1^m,598$ et $1^m,705$.

L'érudit docteur Chervin avait avancé qu'il existait, dans la Seine-Inférieure, deux races d'hommes de stature différente, et le savant auteur affirmait que dans les arrondissements de Dieppe et de Neufchâtel se trouvaient les tailles les plus élevées (1). Ceci est rigoureusement exact, j'ai noté moi-même le fait.

Quant à l'indice céphalique, il varie entre 79 et 81, sans jamais s'élever au-dessus. Dans l'arrondissement de Neufchâtel, au contraire, l'indice moyen est de 80 et 81, tandis que dans celui de Dieppe il oscille entre 76 et 80.

***

J'ai déjà dit qu'à Rouen s'observait la plus profonde promiscuité des races. Ai-je besoin d'insister à nouveau sur les causes de cet état de choses? Aussi comprendra-t-on facilement que mes listes soient sans importance, puisqu'à côté d'un indice de 79,77 j'en enregistre un autre de 88,21, avec toute la gamme des intermédiaires. Même remarque pour les yeux et les cheveux.

En somme, le département de la Seine-Inférieure est actuellement en bonne voie de se *dénormandiser*, si je puis me servir de cette expression.

(1) Dr A. CHERVIN. *Géographie médicale du département de la Seine-Inférieure.* Association française pour l'avancement des Sciences, 12e session. Rouen, 1883, Paris, 1884.

Le mouvement est rapide dans la vallée de la Seine et sur le littoral; plus lent dans le cœur du département, il n'en est pas moins manifeste.

On peut estimer que dans vingt-cinq ans l'évolution aura fait son œuvre, la transformation sera complète; c'est peut-être le seul département français qui ait si promptement modifié son caractère. Il ne restera pas le seul, j'en suis convaincu, car le département des Bouches-du-Rhône n'est pas éloigné du même résultat; les autres l'imiteront malgré eux, le tout est une question de temps.

M. le Dr SPALIKOWSKI

[Rédacteur en chef des *Archives provinciales des sciences.*

L'ENSELLURE LOMBO-SACRÉE A BOULOGNE-SUR-MER ET A DIEPPE

[573.9 (44.27)]

— Séance du 15 septembre —

Je ne suis pas le premier à indiquer l'ensellure lombo-sacrée comme caractère ethnographique des races françaises.

MM. Lagneau et Duchenne de Boulogne, l'avaient tout d'abord notée chez les Espagnoles, et plus tard chez les Boulonnaises. Elle était, en effet, un signe distinctif « d'une partie des femmes de Boulogne-sur-Mer et surtout des belles et vigoureuses habitantes du Portel, village situé à l'ouest, à trois kilomètres de cette ville. Cette ensellure, ou incurvation lombo-sacrée, ainsi que la légère courbure dorso-cervicale en sens contraire, qui en est la conséquence, donnent beaucoup de grâce à la forme du tronc dont les contours sont onduleux. Les femmes ainsi conformées présentent en outre des mains et des pieds petits et bien attachés, un cou bien modelé, de belles épaules, une taille élégante (1). »

Il n'y a pas qu'à Boulogne-sur-Mer que l'on observe l'ensellure. Je l'ai notamment étudiée à Dieppe, où personne, je le crois, ne l'avait encore signalée.

Trente-deux Dieppoises ont été examinées par moi ; sur trente-deux, onze présentaient l'ensellure lombo-sacrée. De ces onze dernières, neuf étaient Polletaises d'habitat et d'origine. En même temps j'ai relevé deux autres cas à Puys, village situé non loin de Dieppe.

A Rouen, l'ensellure n'existe pour ainsi dire pas (1 cas sur 1000). Mais

(1) LAGNEAU. Sur l'incurvation lombo-sacrée comme caractère ethnique. — *Bull. de la Soc. d'Anthropologie de Paris*. Tome I. 2e série, 1886, p. 633.

d'où provient cette anomalie squelettique ? M. Lagneau insistait beaucoup sur l'origine ibérienne comme cause d'ensellure qui serait pour ainsi dire un certificat de nationalité espagnole. Il se basait sur le texte de Denys le Périégète, parlant des enfants des Ibères, Παιδες Ἰβήρων, qui habitaient dans les parages des îles d'où l'on extrait l'étain. Tacite voyait aussi dans les Silures des Ibères immigrés en Grande-Bretagne. « Iberos veteres trajecisse easque sedes occupasse, fidem faciunt. » (*Agricolæ vita* c. XI.)

Je ne serais pas éloigné d'admettre comme vraie l'assertion de Tacite, ce qui expliquerait alors l'existence des femmes à ensellure dans la région de Ouistreham (Calvados), ancienne colonie anglo-saxonne; mais je ne vois pas d'origine ibérienne chez les Dieppoises.

A la rigueur, on pourrait admettre le croisement avec les Anglais, mais n'est-ce pas une simple hypothèse ?

J'aime mieux voir dans l'ensellure une anomalie produite par l'habitude de farder, et par là même de conserver l'équilibre rompu.

M. le docteur Guerlain (1) admet aussi que cette courbure du rachis est toute mécanique. « Pour gravir des pentes, dit-il, on se plie plus ou moins pour abaisser le centre de gravité et diminuer l'effort. Alors, la colonne s'incurve. »

Je m'attache d'autant plus fortement à cette explication, que j'ai pu trouver un cas typique aux halles de Rouen. Une jeune fille, habituée depuis l'âge de quatorze ans à porter des fardeaux trop lourds pour ses forces, présentait à vingt ans une ensellure remarquable.

Je crois donc que l'ensellure peut être provoquée par la seule habitude de conserver l'équilibre rompu, et qu'il serait assez facile de rencontrer des cas d'ensellure ailleurs qu'en Normandie.

Les Polletaises dont j'ai parlé offraient un déformation du rachis parce que toutes, dès leur enfance, étaient employées aux rudes travaux de pêche lorsqu'elles aidaient à décharger les barques pleines de poissons.

Encore une fois, je ne reconnais comme cause de l'ensellure, la plupart du temps, que l'excès de travail ; c'est une déformation professionnelle, si l'on veut; cela ne m'empêche pas de faire des réserves sur les causes ethniques qui peuvent la provoquer.

(1) Sur l'ensellure lombo-sacrée. — *Bull. de la Soc. d'Anthropologie de Paris.* Tome II, 2e série, 1867, p. 106.

M. l'abbé BREUIL

à Clermont (Oise).

L'INDUSTRIE DES LIMONS QUATERNAIRES DANS LA RÉGION COMPRISE ENTRE BEAUVAIS ET SOISSONS

— Séance du 18 septembre. —

Ce travail a eu pour base mes propres recherches sur le terrain, que j'ai essayé d'étendre par l'étude de toutes les collections de la région. Je tiens à remercier ici toutes les personnes qui m'ont ainsi permis d'étudier le fruit de leurs récoltes, mais je veux surtout manifester toute la reconnaissance que je dois à mon ami Pouillet, percepteur à Clermont, pour les services sans nombre qu'il m'a rendus en mettant à ma disposition, non seulement sa riche collection, mais aussi sa grande connaissance des stations préhistoriques et des collections de la région, et aussi pour le dévouement constant avec lequel il m'a si souvent accompagné dans mes courses. Je veux aussi remercier particulièrement de leur aimable accueil le Dr Baudon, M. l'abbé Müller, et MM. Lemagnen et Rendu.

Dans la région sur laquelle porte mon étude, l'industrie se rencontre dans les limons partout où quelqu'un l'y a cherchée. Grâce à de nombreuses exploitations de terre à brique, les régions crétacées sont criblées de stations, ainsi qu'il est facile de le constater sur la carte que j'en ai dressée.

Au contraire, sur les plateaux tertiaires, l'industrie se fait rare, du moins dans les collections, par suite de la difficulté de découvrir des instruments, en l'absence de toute briqueterie. Cependant, là où des recherches soigneuses ont été faites, par l'abbé Müller, près de Senlis, par Vauvillé, à l'est de Soissons, et par moi-même au sud-ouest de cette ville, une industrie abondante a été rencontrée. Des silex se trouvent de-ci de-là à la surface des coteaux que le ravinement a dénudés; d'autres sont ramenés par la charrue, là où le ruissellement a réduit suffisamment l'épaisseur des limons, c'est-à-dire à la naissance des pentes et des ravins.

La matière employée par l'homme quaternaire était surtout celle qu'il rencontrait sur place; cependant, en raison de sa supériorité, le silex de la craie déborde fortement sur les régions tertiaires, et se rencontre en

faible quantité dans la basse vallée du Thérain, à Senlis, et, plus loin encore, à plus de 25 kilomètres du pays de craie, à Ambleny, et à Vierzy, près de Soissons.

Dans les pays de calcaire grossier, on a beaucoup taillé le calcaire siliceux, le silex veiné, et même la calcédoine et le calcaire dur, roches provenant des caillasses, par exemple à Vierzy, où, en outre, se rencontrent quelques éclats de grès lustré de Beauchamp ; cette matière devient prépondérante à Condé et à Presle, à l'est de Soissons.

Le facies industriel le plus répandu n'est pas différent de ce qu'il est ailleurs ; en général, il y a un peu moins de coups de poing qu'à Saint-Acheul, un peu plus qu'à Montières; les deux facies se retrouvent ; Allonne, près de Beauvais, ne diffère pas de Saint-Acheul, et à Monceaux, près de Bulle, le coup de poing est aussi exceptionnel qu'à Montières. D'ailleurs de nombreuses séries sont nécessaires pour différencier ces deux aspects locaux d'une même industrie. Dans l'Aisne, à Vierzy, les coups de

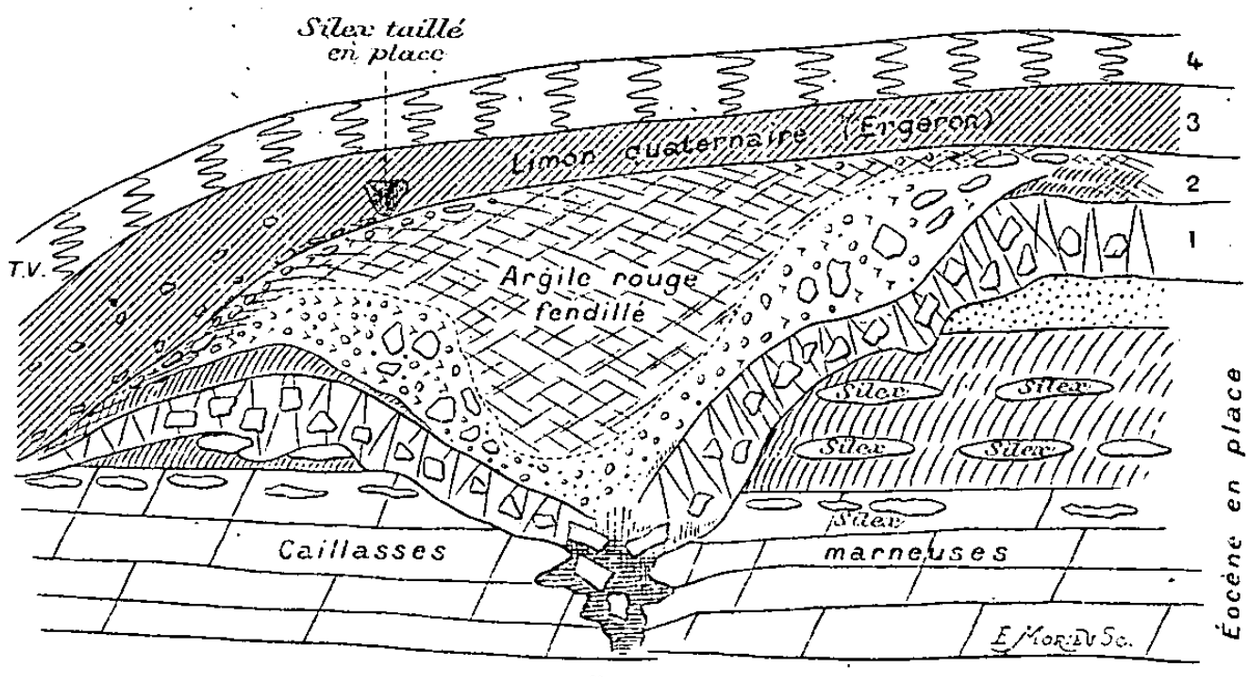


FIG. 1.

poing sont très rares, et les grands éclats Levallois dominent beaucoup ; les formes moustériennes typiques, pointe et racloir, y sont peu fréquentes, ainsi que les instruments usuels (du moins retouchés), encoche, bec latéral et grattoir ; il y avait, dans cette localité (voir *coupe* et *fig.* 1), entre les fermes de Vauxcastille et de Beaurepaire, un vaste atelier dont on retrouve les nombreux éclats et nucléi ; j'ai pu noter la situation stratigraphique des silex de cette station, grâce à une petite carrière ouverte dans les caillasses sous-jacentes aux limons.

Voici la coupe que j'ai relevée :

A la surface des couches éocènes, se rencontre d'abord une formation de simple altération sur place des couches argilo-marneuses sous-jacentes, contenant de nombreux quartiers de rognons siliceux non roulés (couche 1).

Au-dessus, ravinant la couche précédente, se trouve une formation de

ruissellement (couche 2), ayant amené un remaniement sur place de la formation d'altération, en y ajoutant des fragments des roches de toutes les couches supérieures détruites précédemment par l'érosion ; cette formation consiste en général en un limon très argileux, fendillé, surchargé de fer et contenant, disposés par paquet, des galets tertiaires innombrables, des blocs de grès, de meulière, et des débris des caillasses. En divers points du plateau, ce limon présente des nids de concrétions quartzeuses et calcédonieuses formées dans son épaisseur.

C'est par-dessus cette couche que s'est formée, à ses dépens, la couche (couche 3) du limon quaternaire, à la base duquel se rencontre l'industrie dont nous nous occupons.

A Monceaux, commune de Bulles (Oise), la coupe des limons (voir *coupe* et *fig.* 2) que j'ai dressée suivant les indications de M. Lemagnen, présente aussi la position des silex acheuléens à la base de la formation

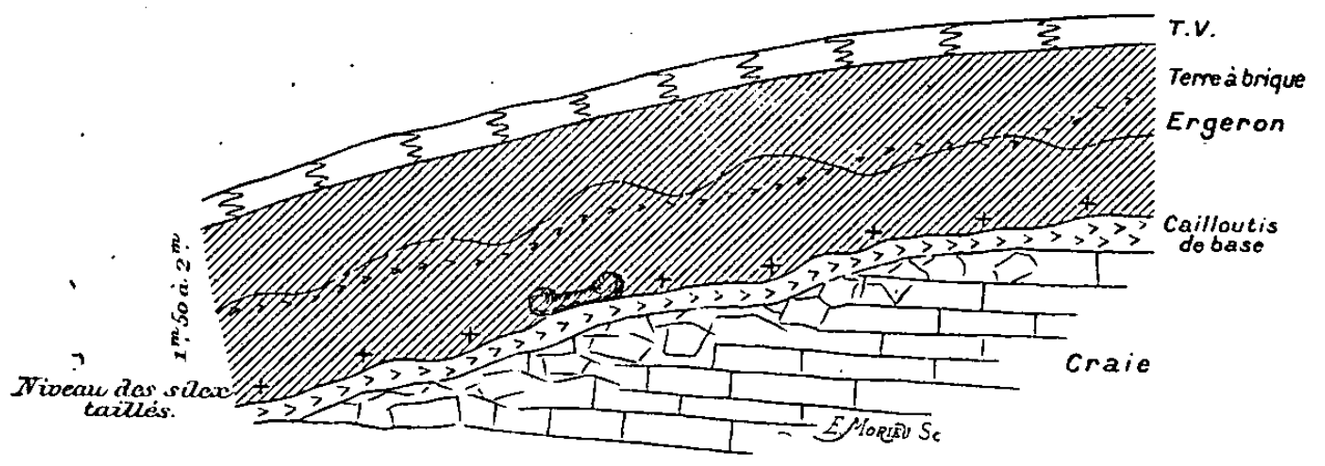


FIG. 2.

limoneuse ; celle-ci repose presque immédiatement sur la craie, présentant à sa surface altérée un léger cailloutis de silex anguleux. Avec les silex taillés on a trouvé de grands ossements, qui n'ont pas été conservés.

Les silex acheuléens, trouvés à Méru par l'abbé Müller, occupent la même situation stratigraphique à la base des limons ; il en est de même pour les silex quaternaires de Saint-Martin-au-Bois, recueillis par Pouillet, au contact des lignites exploitées sous le limon.

Les limons sont ordinairement très pauvres en faune, et même totalement dépourvus de tout débris organique. M. Janet a bien rencontré une dent d'éléphant indéterminable, dans des formations sur pente mal datées ; c'est une donnée trop incertaine.

Les travaux d'un excellent géologue, de M. l'abbé Lambert, publiés dans les *Bulletins de la Société académique*, de Laon vers 1865, nous fourniront quelques données plus sûres.

A Chauny (Aisne), au lieu dit la Tombe-Regnier, sous des quartiers de grès empâtés dans le lœss, il a rencontré à la base de ce dernier des restes d'éléphant, rhinocéros, bœuf et cheval ; l'espèce n'est pas indiquée.

De même à Trosly-Loire, il a trouvé, au milieu de poches de limon, pénétrant dans des têtes de chat : éléphant, hyène, ours, cheval, bœuf, cerf, petits rongeurs ; c'est, en somme, la faune du gisement de Cœuvres. Mais, bien que ce dernier, si riche en faune et en industrie, se rattache très intimement aux limons quaternaires, au point de vue de la date et du mode de la formation, certaines particularités locales nous empêchent de le comprendre dans notre travail.

Dans l'industrie précédente, les lames fines sont très rares, surtout les petites lames, le nombre des pointes moustériennes est restreint, et leur facture indécise, enfin les nombreuses variétés d'instruments d'usage sont réduites à quelques-unes et les petits disques sont absents.

Ces caractères pourront donc nous servir à distinguer de l'industrie de la base des limons d'autres industries à niveau stratigraphique différent.

Je parlerai spécialement de deux stations que j'ai étudiées avec plus de soins : celle, bien connue, de la Butte de la Justice, à Bracheux, et celle de Fitz-James que j'ai découverte et observée longuement.

A Bracheux, les grands éclats Levallois et les racloirs sont rares ; les coups de poing très peu fréquents, mais à facture le plus souvent admirable ; au contraire, les pointes moustériennes sont franches, nombreuses, très habilement retouchées, les petits disques très abondants, ainsi que les petites lames fines, d'aspect magdalénien. Le petit grattoir apparaît, avec le grattoir en creux et diverses variétés de perçoir. Le Dr Baudon possède l'un de ces derniers tout semblable à ceux des grottes moustériennes du Midi, et M. Janet en possède un autre, sur bout de longue lame, très analogue à ceux de Cro-Magnon. Une autre pièce, à M. Baudon, m'a particulièrement frappé, c'est une pointe assez légère, retaillée sur les deux faces et sur toute sa largeur comme une feuille de laurier solutréenne, dont elle a la forme générale. Un instrument du même type, mais plus lourd, se trouve dans la collection Pouillet ; il provient de Troussures-Sainte-Euzoye, où il était associé avec un coup de poing triangulaire d'une exceptionnelle finesse. Un éclat, retaillé en double pointe et recueilli par Baudon à Heilles, peut être rapproché des précédents, ainsi qu'une pièce taillée sur les deux faces en amande à double pointe, trouvée à Montgerain, par M. Rendu, associée à un disque, de grands éclats Levallois, de fines lames, de grandes pointes moustériennes, un coup de poing fragmenté d'une perfection égale à celle de Bracheux, et quelques autres coups de poing de divers types. Parmi ces derniers, une forme me semble à signaler, exagérant le type à terminaison carrée, de telle sorte que ce tranchant transversal prépondérant lui donne l'aspect d'un gros tranchet néolithique ; un autre, du même type, mais de provenance inconnue, se trouve dans la collection Janet. De-ci de-là, quelques objets me font penser que des recherches soigneuses amèneraient à d'intéressantes obser-

vations sur l'extension de ce facies industriel. Par exemple, un petit disque de Fournival-Largilière, à M. Lemagnen, et les admirables coups de poing ovoïdes et lancéolés de Saint-Just-du-Marais, près Beauvais (Coll. Lemagnen).

Un autre facies industriel est celui de Fitz-James, près Clermont de l'Oise ; il y avait là un atelier de lames, comme le démontrent de très nombreux nucléi. Pas de coups de poing, en cet endroit ; les grands éclats Levallois y sont très peu fréquents ; les lames, surtout les petites, très communes ; je n'y ai trouvé que trois disques, un grand et deux petits, peut-être un burin, quelques mauvais perçoirs d'usage, une pointe très peu nette, un très mauvais racloir, mais aussi un certain nombre de grattoirs, dont un très caractéristique, fait sur un large éclat Levallois finement retaillé ; pourtant le plus grand nombre sont très frustes ; parmi eux, quelques-uns sont sur bout de lame, et nous amènent à comparer à Fitz-James d'autres localités.

A Laboissière (Somme), sur les confins de l'Oise et de la Somme, le Dr Lavoine, de Tricot, a recueilli de très nombreuses lames, de larges éclats retaillés en grattoir et racloir, une pointe moustérienne, et un grattoir sur bout de fine lame absolument magdalénien comme type, et qui, sauf sa patine spéciale des limons, ne serait nullement déplacé dans une série de Laugerie basse ou de La Madeleine. Un autre, tout semblable, a été recueilli à Coivrel par M. Rendu.

A Clairoix, près de Compiègne, à la base de limons épais de 7 mètres, se trouve une station d'un aspect assez indécis, avec pointe, racloirs, scies, en nombre infime, mais surtout présentant des éclats Levallois non retouchés et de fines lames assez nombreuses ; je n'ai pas vu les limons de Clairoix et les indications que j'ai recueillies à leur sujet sont trop peu précises ; je me contente donc de signaler cette localité. Elle a pourtant cela de commun avec Fitz-James qu'il n'y a pas de poing, et que les lames fines sont nombreuses ; les séries d'instruments en grès de Beauchamp, recueillis par Vauvillé sur les plateaux à l'est de Soissons, à Chassemy, Chivres, Presle, Condé-sur-Aisne, sont aussi bien indécises comme aspect (1) ; Vauvillé y a pourtant recueilli quelques disques, un racloir-grattoir et de petites lames qui nous font plutôt penser à l'industrie de Fitz-James ou de Bracheux, qu'à l'industrie acheuléenne typique. Mais la situation stratigraphique de ces objets est trop mal établie ; il en est autrement à Fitz-James et à Bracheux, où j'ai pu faire le relevé des coupes et des niveaux.

A Bracheux (*coupe* et *fig.* 3), les limons se rencontrent particuliè-

(1) J'ai, depuis mon rapport à Boulogne, vu les récoltes de grès taillés faites autrefois autour de Condé par M. Wimy, de Braisne, appartenant aujourd'hui à M. Delvincourt, de Crécy-Saint Serre ; c'est une industrie très analogue à Montières et à Vierzy.

rement sur la partie orientale de la Butte de la Justice; ils reposent sur les sables à huîtres de Bracheux; leur épaisseur, qui atteint près d'un

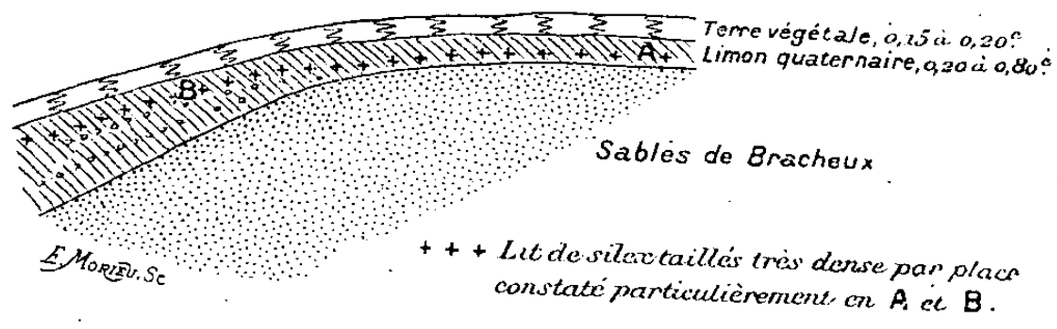


FIG. 3.

mètre sur la déclivité, devient très faible au sommet de la butte, où la charrue atteint presque partout la couche archéologique; en ce point, les silex occupent presque la base des limons ; en effet, à l'époque de leur abandon, la dénudation y était sans doute assez active pour entraîner toute formation limoneuse antérieure sur les flancs de la butte. En cet endroit, au contraire, les silex taillés, en cordon presque continu, occupent la partie supérieure des limons, à 20 à 25 centimètres de profondeur. L'industrie de Bracheux n'est donc pas à la base des limons quaternaires.

C'est ce qui arrive aussi à Fitz-James (*coupe* et *fig.* 4), où j'ai pu le constater, grâce à plusieurs briqueteries. L'Ergeron, épais de 4 à 5 mètres, n'est

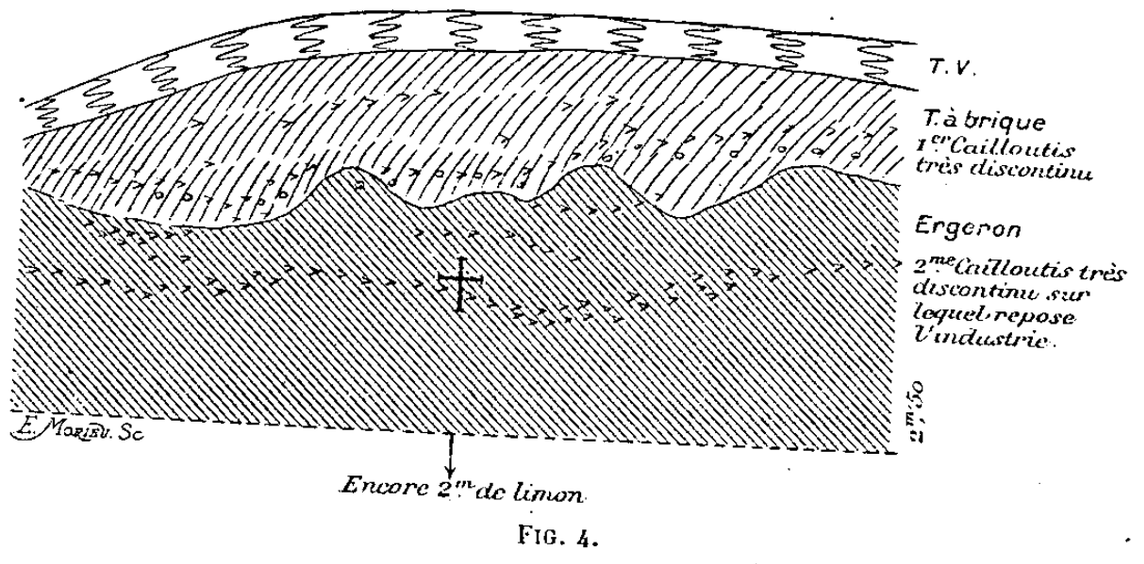


FIG. 4.

exploité que sur $2^m,50$ environ; le niveau archéologique est placé vers $1^m,50$ de profondeur, à la surface d'un faible cordon discontinu de petits cailloux anguleux blancs et de galets tertiaires ; la partie supérieure de l'Ergeron, rubéfiée et décalcifiée, présente aussi un cordon de très petits cailloux.

Nous conclurons donc, que, tandis que l'industrie acheuléenne typique occupe la base des limons, d'autres facies industriels, très voisins de l'industrie moustérienne du Midi, et présentant certains points de contact sans doute accidentels avec l'industrie magdalénienne ou solutréenne, paraissent se rencontrer à la partie supérieure de ces mêmes limons.

Ces conclusions n'ont, évidemment, qu'une valeur éminemment régionale ; pourtant, il est intéressant de voir qu'une succession analogue a déjà été établie par l'étude des graviers et des limons de régions voisines, spécialement à Chelles et à Menchecourt.

Nota. — De nouvelles recherches dans le Soissonnais m'ont confirmé dans mon opinion de la très grande extension et abondance de l'industrie acheuléenne dans cette région. J'ai rencontré, comme type remarquable, de superbes coups de poing absolument triangulaires (Maast).

M. l'abbé BREUIL
à Clermont (Oise).

LA GROTTE DE ROTOMA, PRÈS DE KONAKRY (GUINÉE FRANÇAISE)

COMPTE RENDU DES TRAVAUX DE MM. Mouth et Roux

[571.81 (66.5)]

— Séance du 18 septembre —

Mon ami Pouillet m'a chargé de vous communiquer un rapport que lui a envoyé M. Roux, trésorier-payeur de la Guinée française, sur une fouille exécutée par lui et M. Mouth, chef du service des travaux de la colonie, dans une grotte voisine de Konakry.

Je ne fais que résumer ce travail, qui est particulièrement dû à la diligence et aux soins de M. Mouth. Je ferai seulement quelques remarques supplémentaires au sujet de certains types industriels, que m'ont permis de formuler un certain nombre d'objets envoyés à mon ami Pouillet et qu'il a mis aimablement à ma disposition.

La grotte de Rotoma est une cavité profonde de 4 mètres, sur 10 mètres de long, sous-jacente à une immense roche de latérite; au niveau de la grotte passe un sentier à peine large d'un mètre: au delà, à plus de 10 mètres plus bas, un lac saumâtre, profond en cet endroit; il est alimenté par la rivière Kakimbou qui forme en ce point une chute, et dont l'eau est excellente; le poisson foisonne dans le lac, qui communique avec la mer à 500 mètres de là par un passage dans les palétuviers, aux alentours duquel pullulent les huîtres. Au-dessus de la grotte, le roc inaccessible; c'est donc une situation admirable pour la défense et la facilité de la vie.

Les couches qui remplissaient la grotte furent enlevées par tranches horizontales. Voici ce que révélèrent les fouilles :

a) Une couche superficielle (20 à 25 centimètres) de terrain limoneux récent mêlé de coquilles d'huîtres brisées, avec des cendres et quelques traces de charbon.

b) Couche analogue, composée du même mélange de terre limoneuse et de cendres, de même épaisseur, mais contenant un assez grand nombre de débris de poterie et quelques outils de pierre. En certains points, il n'est pas possible de discerner la couche *a* de la couche *b*.

Les poteries qui ont été trouvées dans cette dernière appartiennent en grande partie à une première catégorie présentant la même pâte que celle des indigènes actuels, qui mélangent encore des coquilles pulvérisées à l'argile; la consistance de ces débris est peu résistante; la plupart sont ornés de dessins beaucoup plus variés et plus finis que ceux de la céramique moderne de la région. Quelques autres fragments sont bien plus résistants et très supérieurs en dureté à ceux dont nous venons de parler et à la poterie actuelle, puisqu'il est presque impossible de les casser avec la main. D'autres enfin sont très grossiers, d'une pâte épaisse ne présentant que peu de consistance, et paraissant avoir été simplement séchée au soleil.

c) (Épaisseur de 40 à 50 centimètres). Terrain limoneux contenant une grande quantité de pierres taillées et polies, ainsi que des polissoirs, etc., des morceaux de quartz, de faibles traces de charbon et un seul morceau d'os. — La pierre qui a été surtout employée est une hématite brune très siliceuse, à aspect un peu jaspoïde; les éclats en étaient obtenus par des coups donnés aux parois de la grotte, sur les parties où la roche, plus dure, formait des rognons ferrugineux. Les éclats ont été retaillés en grattoirs, racloirs, pointes de javelots, ou façonnés en forme de couteaux parfois retouchés vers la pointe; il y a des haches taillées et polies en hématite, en grès, en roche schisteuse et limonite, des percuteurs, ainsi que des polissoirs et sans doute aussi des meules (d'après la photographie), ainsi que de gros broyeurs (d'après la photographie). Les haches atteignent rarement 15 centimètres, il y en a d'allongées, d'ovoïdes; dans la série de mon ami Pouillet se trouvent en outre deux ciseaux doubles polis, en roche schisteuse et limonite, épais et très courts; *deux pointes de javelot en hématite de forme absolument solutréenne;* une pointe de flèche à tranchant transversal et un grattoir sur bout de lame également en hématite; il y a de plus un certain nombre de petits éclats de quartz et quartzite, dont un retaillé en grattoir et d'autres à forme pointue comme des pointes de flèches; le rapport signale d'ailleurs treize autres pointes en cristal de roche. Au sujet des polissoirs, nous mentionnerons que l'un d'eux porte deux rainures très nettes, et qu'une des pierres plates, qui seraient plutôt des meules, est percée d'un trou rond qui semble fait de main d'homme.

Le fait de l'hématite taillée, surtout avec cette habileté, est entièrement nouveau ; on avait déjà rencontré des haches polies en hématite dans le nord de l'Afrique, mais jamais d'industrie s'en servant au même titre que du silex et avec une habileté vraiment surprenante, eu égard surtout à la grossièreté de la matière.

C'est aussi la première donnée paléoethnologique qui vienne jeter quelque lumière sur le passé de cette partie de l'Afrique. Espérons que la bonne fortune de MM. Mouth et Roux, secondée par le bienveillant appui de M. Cousturier, gouverneur, ne se démentira pas, et qu'ils pourront encore mettre la main sur quelque autre gisement aussi intéressant que celui qu'ils ont étudié avec tant de soin et de peine.

Ils ont l'intention de faire figurer leurs séries à la prochaine exposition, et espèrent bien recevoir alors la visite de nombreux préhistoriens et ethnologues.

Il me semble intéressant d'ajouter à la suite de ce travail quelques détails sur le folklore de la grotte de Rotoma, que M. Mouth et M. Roux ont recueillis.

Jusqu'en 1893, les indigènes Sousous ne s'approchaient qu'en tremblant de la grotte, et M. Mouth n'y put pénétrer à cette époque qu'accompagné de noirs étrangers au pays. Maintenant, cette frayeur est bien diminuée, soit à cause des défrichements exécutés aux alentours, soit, surtout, à la suite des progrès incessants du mahométisme, qui absorbe le prestige de la secte fétichiste des Cimons. Le Kakimbou, telle était l'appellation donnée par les Bagas à la grotte, au lac et au rocher, était considéré comme une divinité très redoutable, rendant des oracles, obéie avec terreur; ce fut longtemps le seul roi du pays, d'après le chef du village de Rotoma, et son influence, c'est-à-dire celle de la secte des Cimons, était très grande. Tantôt on y devait apporter des bœufs, des moutons, de l'eau-de-vie même, pour s'attirer la bienveillance du dieu, tantôt même le Kakimbou réclamait des sacrifices humains. Jusqu'à ces dernières années, des agapes s'y donnaient, et tout chef baga y devait sacrifier pour se rendre la divinité favorable. Toutes les victuailles devaient être absorbées, et les animaux égorgés, ainsi que les ossements, étaient précipités dans le lac.

M. l'abbé BREUIL

A Clermont (Oise).

LE NÉOLITHIQUE DANS LA RÉGION COMPRISE ENTRE BEAUVAIS ET SOISSONS

[571.2 (44.34)]

— *Séance du 18 septembre* —

Il suffit d'avoir étudié avec soin l'industrie néolithique de quelque région pour se rendre compte de la multiplicité des aspects qu'elle revêt. Il y a certainement diverses causes à invoquer pour expliquer ce fait: c'est d'abord la succession chronologique, que, seule, la stratigraphie peut établir d'une manière sûre ; puis la division du travail et les différences régionales et même simplement locales.

Je me bornerai à décrire brièvement les caractères saillants des facies principaux du néolithique dans la région que j'ai étudiée ; je ferai ensuite quelques observations sur les variations de ces types et sur leur répartition.

Le premier facies dont je parlerai est le facies campignien proprement dit. Ses formes typiques sont : de nombreux tranchets et ciseaux très nets et taillés à grands éclats, des pics, petits et fort rares, de très nombreux grattoirs ronds et ovoïdes, ordinairement assez épais, parfois plus allongés, avec lesquels se rencontrent de très nombreux outils d'usage : poinçons, encoches très variées, scies, becs de perroquet, lames à côté rabattu ; instruments à plusieurs fins, quelquefois grossiers burins, et ; tout à fait rarement, des hachettes taillées à grands éclats et des lames fines. — Les outils d'usage sont très sensiblement supérieurs, comme retouches (les grattoirs exceptés) à ceux que j'ai recueillis au Campigny, près Blangy, ou qui avaient été récoltés par d'Ault, Salmon et Capitan.

Il est rare de trouver une station bien pure de cette industrie ; plusieurs se trouvent sur la limite des communes de Breuil-le-Sec et de Fitz-James, toutes proches les unes des autres. La principale est celle de Bois-Colette, au Sud-Ouest de la ferme des Sables. Toutefois je n'oserais affirmer qu'elle soit aussi entièrement dépourvue de pierre polie que je l'avais tout d'abord pensé... Il est vrai que, malgré des recherches prolongées, je n'y ai trouvé qu'un seul petit fragment de hache polie, et pas une seule flèche. Mon ami Pouillet, plus heureux, y a trouvé une hache complètement polie; toutefois j'ai rencontré des débris de haches polies, et même, une entière

imparfaitement polie, à des distances très minimes; en particulier, je signale un ciseau grossier, d'aspect très campignien, retaillé dans un débris de hache polie; il est bien difficile d'établir s'il y a une différence chronologique entre ces objets et la masse de l'industrie. (1).

Le Bois-Colette est bien une station d'habitation, comme le démontre une grosse meule que j'y ai trouvée, et certains silex qui en proviennent supposent qu'il y a encore des foyers dans le sous-sol. — La station voisine de Fitz-James semble, au contraire, être une station de pure exploitation; on y trouve surtout des déchets de taille, avec de nombreux percuteurs, et un nombre considérable d'outils d'usage très grossiers; parmi ceux-ci se trouvent des tranchets, des pics, ciseaux bien nets, mais rares, des burins d'usage, becs latéraux, perçoirs, grattoirs et surtout racloirs. La plupart sont faits d'un silex cassé naturellement auquel un petit nombre de retouches ont permis de servir au même titre que les instruments de même type obtenus par un travail plus compliqué; parmi ces outils d'usage si grossiers, on remarque des séries de pics d'usage formés d'un rognon naturel allongé, façonné en pointe grossière à un bout, et dont l'autre bout, épais, peut s'empoigner facilement, et semble, assez souvent, avoir servi de marteau. — Parmi les éclats retaillés, ce n'est pas sans étonnement qu'on remarque qu'il y a surtout des pointes, de type pseudo-moustériennes et des racloirs très nets. — Tel est ce que nous pourrions appeler le facies d'exploitation du campignien, qui se retrouve un peu partout sur le sol crayeux, mais presque pas dans les collections, à cause du misérable aspect qu'il présente. J'en ai constaté aux environs de Bulles, d'Airion, de Nointel (cf. note 2), et le docteur Capitan, non loin de la gare de

(1) La collection, très considérable pour cette station, de mon ami Pouillet, percepteur à Clermont, provient en partie de récoltes faites il y a vingt ans par M. Decuignières, ancien maire de Clermont; tous les objets avaient été soigneusement étiquetés; parmi ceux qui portent l'étiquette Bois-Colette, l'immense majorité répond à notre description; toutefois il s'y trouve une flèche losangique très élégante en silex lacustre des caillasses. C'est le seul fragment de cette matière, et même de roche étrangère (un galet de calcaire rose à entroques excepté) qui provienne de là; c'est donc, de toute manière, un objet importé, qui rentre, à ce titre, dans cette règle générale de la région étudiée ici, que, le plus souvent, les objets importés — haches polies, lames, grattoirs, sont très en avance sur l'industrie locale, de très rares stations mises à part.

Il y a encore, parmi les objets de la collection Decuignières, et parmi ceux récoltés par Pouillet, deux objets qui sont comme des essais de fabrication de la pointe de *flèche* (?) à tranchant transversales, mais tout différents des types que nous retrouverons sur les plateaux tertiaires voisins, au point de vue de la technique, et infiniment plus grossiers. Ils rappellent un objet identique, que j'ai découvert au fond du foyer de Campigny, et qui n'a pu être publié par d'Ault, Salmon et Capitan dans la relation de leurs fouilles, parce que je le leur en ai parlé trop tard.

Deux ou trois haches taillées ou un peu polies auraient aussi été trouvées au Bois-Colette (récolte Decuignières, coll. Pouillet). Si ces objets doivent être rapportés à la station, nous devrons dire que ces stations ne sont pas entièrement dépourvues de pierre polie.

Je remercie mon excellent ami Pouillet de l'aide très puissant qu'il m'a prêté dans mes recherches soit par sa superbe collection locale, que j'ai pu étudier avec grand soin, soit par sa connaissance approfondie des stations préhistoriques et des collections de la région, au milieu desquelles il m'a si constamment guidé.

Voir aussi, pour le Bois-Colette, mes récoltes, que j'ai données au musée de l'École d'Anthropologie.

(2) L'abbé Barret, qui a découvert les puits d'exploitation du Nointel et les a étudiés avec soin, y a trouvé des pics en bois de cerf, ordinairement très simples (de Mortillet, alb. n° 585), parfois constitués de deux pièces, un andouiller fixé à angle droit dans un trou de la palme d'un bois. Ces pics

Catenoy; mais il est bien probable que le facies d'exploitation du post-campignien (terme provisoire et à sens tout logique), ne doit pas s'en distinguer bien profondément, et, pour ce qui est de Nointel et d'Airion, c'est plutôt à ce deuxième facies que ces stations d'exploitation paraissent se rapporter.

Je ne dirai rien de la répartition du facies d'exploitation campignien, non plus que de celle du campignien typique; il semble impossible, pratiquement, de le distinguer du post-campignien, à moins d'avoir pu faire des stations une étude approfondie; mais il est bien rare de trouver un collectionneur qui se donne la peine de séparer chez lui le mobilier de deux stations voisines. — Toutefois il ne me paraît pas se trouver de campignien typique sur les plateaux tertiaires dont je me suis occupé, et, même sur la craie, les stations bien pures en sont bien peu nombreuses, si même il y en a de véritablement pures.

Le post-campignien (et nous ne donnons à ce terme tout provisoire, qu'un sens purement logique, et nullement chronologique), est beaucoup plus facile à suivre. Pourtant il varie beaucoup suivant les localités et surtout suivant les régions. Nous signalerons deux facies principaux très distincts dans leurs stations bien franches : *celui des régions crétacées* et celui des *régions tertiaires* (voir note 1) ; ces deux désignations ne doivent pas être prises dans un sens trop strict, car il y a transition d'un type à l'autre, et dans une certaine mesure, compénétration.

Des stations à caractères assez proches du deuxième facies remontent, vers le Nord, jusqu'à Bulles, à Troussure-Saint-Euzoye (coll. Lemagnen, de Bulles, et coll. Pouillet, de Clermont), et à Saint-Paul, à l'ouest de Beauvais. A ces exceptions près, toutes les stations du pays crétacé sont d'un type assez homogène, bien que quelques affinités locales rappellent les approches du deuxième facies, le long de la ligne Beauvais-Clermont. De même des affinités très franches pour le premier facies se remarquent pour la plupart des stations du deuxième facies situées à l'ouest du Thérain, et sur la limite du plateau crétacé du Thelle. Le camp Barbet en est un excellent exemple (coll. Baudon à Mouy). Le facies des pays de craie se

ont été trouvés en divers lieux : à Étouy, à Margny, à Coudun, et souvent, paraît-il, dans des puits; nous n'avons pu contrôler ces données, mais les bois de cerf qu'on nous montrait provenaient assurément de puits ou d'exploitation dans la craie. Le Dr Baudon a un quartier de hache taillée à grands éclats, qui vient d'un puits de Nointel ; j'ai relevé des puits probablement néolithiques (contenant des silex taillés) à Airion, mais je ne les ai pas fouillés ; il est à noter que ces puits, sans expansions latérales, étaient creusés dans une craie pauvre en rognon de silex ; leur signification reste donc mystérieuse.

(1) Il serait peut-être plus rigoureux de désigner le deuxième facies sous le nom de post-campignien des vallées et des bords du plateau; il est bien développé dans la région tertiaire, si bien arrosée, et dont les plateaux, profondément déchiquetés et accidentés, traversés par de larges vallées, présentent un grand développement de bords escarpés.

Le premier facies pourrait être dit, peut-être aussi, post-campignien des plateaux ; il se trouve surtout sur le plateau crétacé, peu arrosé et sans contours brusques, souvent tout uni et très écarté, des grands cours d'eau. Nous n'avons d'ailleurs nulle envie de généraliser. Notre travail ne doit être qu'un travail d'attente, comme une enquête préliminaire à des études proprement dites.

retrouvé bien de-ci de-là sur la région tertiaire, mais peu abondant, peu étudié, surtout, parce que, là, il n'est pas riche en pièces de collection.

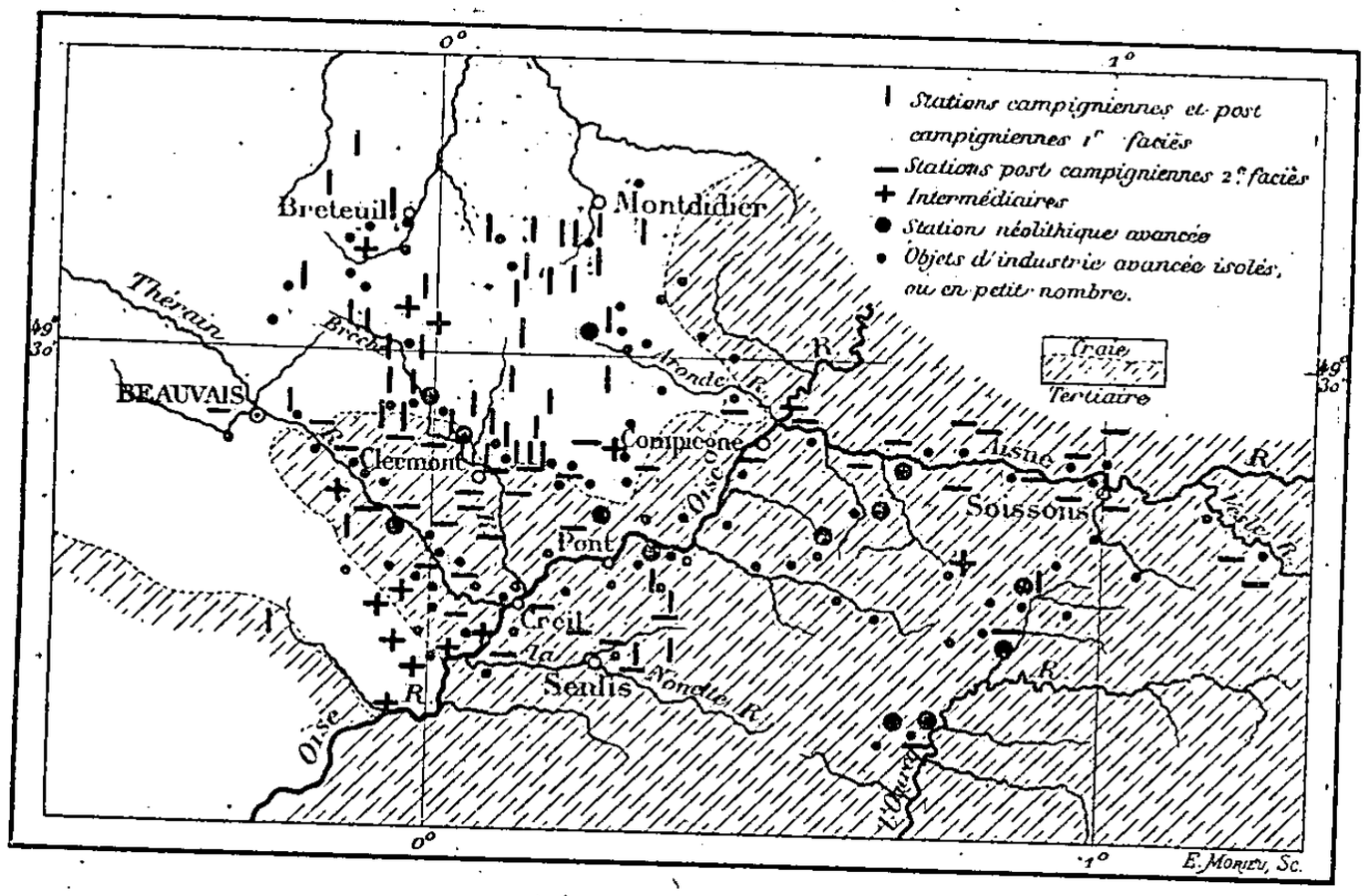
Ce premier facies se rapproche beaucoup du campignien, dont il n'est, en somme, qu'une variété ou un dérivé. Mais il a de très grands pics, quelquefois polis (exemples de grands pics polis = Rémérangle, Noyers-Saint-Martin, de la coll. Pouillet; le plus grand pic taillé que j'ai vu, mesurant 34 centimètres, appartient à M. Duboille, ancien greffier, de Breteuil); il a été trouvé à Ménil-Saint-Firmin, dans une excavation creusée dans la craie); ses tranchets, le plus souvent, sont moins nets, passant au grattoir et surtout à la hache. Les ciseaux, très souvent assez finement taillés, sont ordinairement plus allongés, très fréquemment incomplètement polis (coll. Lemagnen, de Bulles; Rendu, de Maignelay). Enfin il y a bon nombre de vraies haches, très nombreuses dans certaines stations, tantôt épaisses et grossières, comme à Ebeillaux (coll. Duboille, Lemagnen et l'abbé Muller), à Royaucourt (coll. Rendu); d'autres fois relativement fines et petites, comme aux environs de Bulles (coll. Lemagnen et Pouillet), souvent plus ou moins complètement polies (diverses stations de ce facies, et spécialement Ebeillaux, et quelques autres stations très riches n'ont pas de pierre polie du tout, semble-t-il, malgré la grande abondance des documents que j'ai pu examiner). — Les grattoirs sont souvent moins gros, moins épais que dans le campignien; assez souvent, ils sont allongés et grands, passant à la hache, ou encore, petits et ronds et même circulaires. — Il n'y a pas de flèches du tout dans le Nord du département de l'Oise (sinon plusieurs pièces fausses); quelques-unes se rencontrent aux approches du pays tertiaire, mais certains types sont particulièrement rares, tels que la pointe de flèche à tranchant transversal, si commune dans le stations du pays tertiaire. — Les toutes petites hachettes polies de Grand-Fresnoy (coll. Pouillet), Villemétry (coll. Müller), et de tant d'autres localités tertiaires ne se retrouvent pas non plus, de même que les beaux ciseaux polis, rares, mais très constants dans les stations des bords du plateau.

On peut donc considérer comme certaine la contemporanéité des deux facies du post-campignien (cf. note 1); d'ailleurs, nous l'avons dit, le facies

(1) Une raison bien simple semble expliquer la rareté relative de la pierre polie dans la région crétacée et même sur les plateaux tertiaires qui s'avancent au nord de la rivière d'Oise, c'est qu'il s'y trouve très peu de grès, et qu'il y est fort mauvais; les polissoirs y sont donc très rares et fort petits. M. Lemagnen, de Bulles, en possède un à main, formé d'un petit rognon de grès allongé (grès ferrugineux de la baie des sables de Bracheux (?) portant d'un côté des rainures étroites très obliques, et de l'autre, une seule large; un autre, encore à main, gros comme le poing, sphérique à trois larges facettes, portant une rainure, provient de Breteuil, et appartient à M. l'abbé Müller, curé de Saint-Leu-d'Esserent. Pouillet en a vu un du côté de Noyon assez volumineux, mais portatif. L'abbé Barret en a publié un fort joli, portatif, d'Épineuse; sur une face, sont des rainures étroites, et de l'autre une large cuvette. Un autre fut recueilli près de Senlis, par de Caix de Saint-Aymour; il est immeuble et se trouve actuellement dans le jardin de la maison « rue de la Poulaillerie » à Senlis, appartenant à M. de Caix. Dans l'Aisne, il y a un beau polissoir à Marisy-Sainte-Geneviève, publié par Pilloy dans la revue *la Picardie*; un autre est à Nesle, près de Fère-en-Tardenois (renseignement Trouvelot, ingénieur, à Soissons). J'en ai trouvé trois beaux depuis deux ans; deux à Vierzy,

de la région crétacée se retrouve bien parfois sur la région tertiaire, mais bien loin d'une grande vallée, au milieu d'un grand plateau sur le bord duquel s'échelonnent les stations du deuxième facies ; d'autre part, Troussure et Bulles, sur la craie, mais dans des localités très accidentées, rappellent le deuxième facies, et les stations sur le tertiaire du versant occidental de la vallée du Thérain se rapprochent très fort du premier facies ; ce sont Foulangues, Balagny (coll. Brunet et Baudon), et surtout le Camp Barbet (coll. Baudon et Mouy). (cf. note 1).

L'outillage du post-campignien, deuxième facies, se compose foncière-



ment de tranchets de faible dimension, très souvent peu nets, de petites haches taillées et polies, grattoirs ovoïdes, ronds, souvent allongés, petits dérivés du pic et du tranchet, parfois grand pic, nombreux outils d'usage, très souvent fort différents de ceux du campignien et du premier facies post-campignien, et bien plus minces, plus légers, plus petits. Toutefois les formes campigniennes sont bien plus nettes et plus nombreuses au delà du Thérain qu'à Canneville, Catenoy et les stations plus orientales ; les pointes de flèche (?) à tranchant transversal se trouvent partout, mais

proches l'un de l'autre, dont l'un porte trente rainures ; grâce à la générosité de leur propriétaire, M. Albert Cocteau, ils appartiennent maintenant à l'État. L'autre se trouve sur les confins des terroirs d'Hartennes et de Villemontoire. Je suis sûr que de soigneuses recherches dans les grands bois qui couvrent les assises démantelées des grès de Beauchamp, et les pentes où affleurent les grès de Belleu amèneraient la trouvaille de beaucoup d'autres. A Belleu même, M. Vauvillé a trouvé un polissoir portatif qu'il a recueilli, en grès de Bellen.

(1) Je tiens à remercier très spécialement le Dr Baudon de tous les renseignements que je tiens de lui et des facilités qu'il m'a données d'étudier sa riche collection. Le Camp-Barbet me paraît avoir un caractère très particulièrement archaïque : les flèches y sont rares, les petites pointes à tranchant transversal exceptées, et la pierre polie y est bien moins représentée que dans les autres stations du deuxième facies.

davantage à l'Est et au Sud. Au Camp Barbet, un type assez rare ailleurs, se trouve fréquemment, ce sont des sortes de tranchets obtenus avec un fragment de lame large et mince cassée, et retaillée par le même procédé de fabrication que la pointe à tranchant transversal.

Les pointes de flèche, presque toujours nombreuses, varient beaucoup ; à Cannevillé (Creil) (coll. Pouillet, abbé Müller, Brunet), la flèche à base rectiligne domine ; à Cramoisy (coll. Brunet) c'est la flèche à larges barbes très récurrentes, et soie très courte ; à Bury (coll. Brunet), la plupart des flèches sont en ogive très surbaissée, courtes et très larges, et même plus larges que longues ; au contraire, à Villers-Saint-Leu (coll. Brunet), Catenoy, Villemétry (coll. Müller), on rencontre surtout la forme ordinaire à barbelures et pédoncule moyennement développé, mais associée à la forme ovoïde ou losangique, et, en d'autres stations [Royallieu, Choisy-au-Bac (coll. Boulet et Quesnel), Pommiers, Ambleny (coll. Brunehant)], à la forme à base concave et à des types tardenoisiens.

Presque toutes les stations de ce type se trouvent sur le bord d'un plateau, dans des situations dominantes, à l'intersection de deux vallées, par exemple ; toutefois certaines stations, notablement aberrantes, descendent sur les pentes et dans les vallées : par exemple, Villemétry, près Senlis, passe au néolithique le plus avancé (comme beaucoup de stations du Soissonnais et de la vallée de l'Ourcq), avec quelques jolies lames, de fins grattoirs sur bout de lame, et d'autres tout petits, ronds ; sauf ces particularités, cette station est du plus pur post-campignien, deuxième facies. D'autres stations plus singulières sont celles de Giencourt, près Clermont (récoltes Breuil, à l'école d'Anthropologie), de Royallieu et de Choisy-au-Bac (coll. Boulet et Quesnel), non loin de Compiègne, qui ont des points de contact assez nombreux avec le type des stations des environs de Fère-en-Tardenois ; on y rencontre, en certain nombre, de petites pièces tardenoisiennes, surtout à Choisy-au-Bac ; à Royallieu, à Choisy-au-Bac, à Trosly-Breuil et dans la plupart des stations de la vallée de l'Aisne et même de la Vesle, il est à remarquer que les formes fines et légères du néolithique avancé (?), lames et grattoirs pseudo-magdaléniens, pendeloques et anneaux de schiste, haches bien polies, sont assez abondantes, ainsi que la poterie ornementée, semblable à celle de Catenoy, mais très différente de celle de Villemétry, qui n'est pas ornée, et des trop rares débris recueillis par les archéologues de la région orientale.

A Giencourt, quelques rares objets rappellent le post-campignien des bords du plateau = deux mauvais tranchets, un grattoir rond assez épais, une espèce de gros burin, de rares débris de fines lames en silex lacustre et de haches polies, et deux très petites flèches, l'une barbelée, l'autre à tranchant transversal ; en dehors de cela, une petite industrie assez nombreuse : toutes petites lames et éclats, très mal retouchés, de minuscules

perçoirs, encoches nombreuses, de tout petits grattoirs ronds, de nombreux becs latéraux de type très localisé, de fins grattoirs sur bout de lame ; en outre, pas mal d'outils d'usage très simples, confectionnés avec un petit rognon de silex façonné en grossier perçoir par quelques coups seulement à un bout.

Reste le néolithique, que nous dirons le plus avancé, terme exact morphologiquement, mais dont la signification chronologique ne doit être prise que dans un sens très peu étendu. Nous en signalerons plusieurs stations bien caractérisées, quoique présentant des différences locales : une à Clermont, au lieu dit Belle-Assise (coll. Breuil; à l'École d'anth.) ; une à Bury, sur le Thérain (coll. Baudon) ; une aux Ageux, près de Pont-Sainte-Maxence (coll. Pouillet, une à Montgerain, Oise (coll. Rendu); une à Queue-d'Ham, dans la forêt de Villers-Cotterets (coll. Plessier et Pouillet) ; une à Corcy, Aisne (coll. Sainte) ; une à Cuise-Lamotte (cf. Wattelet-Vauvillé) ; une à Vierzy (coll. Breuil) ; une à Quincey-sous-le-Mont, sur la Vesle (Wattelet), etc. (la plupart des stations au sud et sud-ouest de Soissons).

Les grandes et fines lames en silex local dominent beaucoup, mais il y en a aussi en silex étranger ; le silex veiné des caillasses, par exemple, remonte très loin vers le nord-ouest, Beauvais, Bulles, Maignelay (1). Le silex du Grand-Pressigny, ou du moins un silex analogue et en tout cas étranger à la région, a aussi fourni la matière de nombre de superbes pièces : une lame, pêchée à Jaulzy, dans la rivière d'Aisne (avec un éclat de jaspe dont la belle couleur rappelle singulièrement les jaspes de la Vienne recueillies par le Dr Capitan), mesure 33 centimètres ; elle est superbement retaillée sur la pointe et les côtés (2) ; les environs de Beauvais en ont fourni plusieurs (coll. Janet). A Vierzy (Aisne) (coll. Breuil), un nombre relativement grand en a été récolté ; à Catenoy, Ponthieu avait trouvé une de ces grandes lames (coll. Baudon) ; d'autres proviennent de Belloy (coll. Lavoine), de Bulles (coll. Pouillet et Lemagnen), de Barberie (coll. de Maricourt), de Compiègne (pêchée dans l'Oise (coll. Boulet), de Cires (coll. Brunet); elles sont parfois plus ou moins polies : une, de Bailleul-le-Soc (coll. Pouillet), ne l'est qu'à la pointe, sur le dos ; une autre, magnifique, de Francastel (Oise) (coll. Pouillet), a le dos presque entièrement poli ; j'en possède une, venant de Vauxbuin, près de

(1) Le silex veiné importé sur la craie se trouve presque toujours sous forme de grandes lames et de haches bien polies, parfois de flèches (Bois-Colette) ou même de tranchet grossier (Bulles). La répartition des grandes lames et haches bien polies en ce silex des caillasses ne permet pas de douter qu'il se doit surajouté aux industries locales encore très grossières. Mais la question d'antériorité reste pendante.

(2) Je tiens à remercier particulièrement M. Boulet, de Pont-Sainte-Maxence, de l'aimable accueil qu'il a bien voulu me faire et des facilités qu'il m'a données d'étudier son intéressante collection qui contient plusieurs merveilles, en particulier la grande lame retouchée de Jaulzy, qui mesure 33 centimètres.

Soissons, qui a été entièrement polie sur les deux faces et retaillée sur le polissage, du côté du dos..

Une partie des grandes haches doivent être rapportées à ce facies industriel ; toutefois, bien que leur répartition soit manifestement beaucoup plus dense sur le tertiaire ou à son voisinage immédiat, on ne peut guère douter qu'elles n'aient été contemporaines de certaines stations pourtant grossières ; toutefois, ce n'était pas le produit de l'industrie locale de cette région, pas plus que les lames en silex de Pressigny (?) et les haches, brunissoirs et marteaux en roches éruptives (1). Au sujet des haches, je constate qu'à Moru, avec de grandes et belles haches et diverses poteries, une très belle emmanchure de hache a été trouvée, qui me paraît bien avoir été façonnée avec un outil métallique ; d'ailleurs l'association géographique frappante d'objets en bronze (haches plates, à bord droit, à talon, lances, même flèches et quelques autres objets) à des stations néolithiques un peu avancées (deuxième facies post-campignien et néolithique type avancé), et, en certains cas, leur association réelle et bien nette (dolmen de Montigny-Lengrain, de Mareuil, etc.) ne me paraît guère permettre de douter que les objets en bronze dont nous avons parlé, sinon d'autres encore, se soient simplement surajoutés à la civilisation néolithique, sans la modifier foncièrement. Nous en parlerons plus explicitement ailleurs. Il me paraît aussi fort probable, sinon tout à fait certain, que l'apposition ou l'existence d'un facies plus raffiné n'a pas empêché la survivance ou la coexistence même très étendue d'un facies plus grossier et archaïque ; c'est l'impression que l'on retire du fait de la présence presque constante dans les stations grossières de post-campignien, d'un petit nombre d'objets se rapportant à un facies bien supérieur.

Il semble bien que, dans beaucoup de cas, c'est la division du travail qui a produit le facies local du néolitique avancé. Ainsi, la station de la Belle-Assisse, à Clermont (Oise), est évidemment un atelier, et les nuclei à lames y abondent (toutefois j'y ai trouvé une meule) ; ce semble un peu être le cas de Cuise-la-Motte, selon Vauvillé, et de Quincy (Aisne) (Wattelet). En d'autres cas, on est bien embarrassé : aux Ageux, dans une station sur des sables dépendant de l'argile plastique, il y a quelques

(1) Les marteaux percés trouvés dans la région sont en petit nombre, mais de types relativement variés. Ponthieu en a eu un à Sacy-le-Grand (et non au camp de César de Catenoy, renseignement du Dr Capitan) (coll. Baudon). Un autre vient de Breteuil (coll. Lemagnen), un de Bailleuil-le-Soc (coll. Pouillet), un de Barberie et un de Remy, tous deux à M. Plessier. Ces marteaux se rapprochent plus ou moins des figures 511 et 513 de l'album de M. Mortillet. Un, fragmenté, en silex, vient de Royallieu (coll. Quesnel). (Cf. alb. préh., fig. 500.) Un, cassé et réparé, du musée de Beauvais, vient de l'Oise, à Creil, un autre (cf. album préh., fig. 502) a été pêché dans le Thérain, à Montataire (Mus. Beauvais). Un autre à M. Rendu, de Maignelay, vient de Montgerain, de la station mentionnée déjà : l'arête du tranchant est très mousse et disposée transversalement au trou, comme dans une herminette. Un galet tertiaire aplati, de Wariville, à M. Lemagnen, a été percé très habilement et porte des traces qui indiquent qu'il a servi de marteau (cf. album préhist., n° 498). Nos connaissances pétrographiques sont trop superficielles pour nous permettre d'entrer dans le détail des roches éruptives employées. Un autre marteau appartient à M. l'Instituteur de Villers-Hélon (Aisne), d'où il provient.

couteaux en silex lacustre, apportés par le commerce des régions sud et est, où l'on trouve en place, dans les caillasses, le silex veiné ; la majeure partie des nombreuses et superbes lames récoltées par Pouillet sont en silex de la craie ; or, celle-ci se trouve à plusieurs kilomètres au nord (1); d'autre part, aucune lame ne porte la moindre trace d'usage, sauf un fragment de scie, et, en fait d'outils d'usage (2), qui ne semblent pas bien usés non plus, il n'y a que quelques rares grattoirs, les uns petits et ronds, les autres pseudo-magdaléniens, sur bout de longue lame fine; outre cela, un petit polissoir en grès à rainure, pour pointes en os (cf. *Album de Mortillet*, n° 593) ; une plaquette circulaire mince en grès, entièrement polie et à bords amincis se terminant en tranchant mousse, et un broyeur en grès ; pas de flèches, pas de ciseaux ni de tranchets, pas de hache polie, pas de bronze, au moins jusqu'ici.

Mais il reste des stations bien caractérisées, je crois, comme stations d'habitation ; nous citerons tout spécialement, à Montgerain, la station du bois de Montgerain et du Petit-Dieu, où M. Rendu a fait de nombreuses récoltes. Il y a trouvé un fragment d'épée en bronze, un marteau percé, de nombreux lissoirs en calcaire dur, de nombreuses lames fines, quelques-unes à retouches latérales à l'extrémité, une flèche très simple losangique, de grandes et belles haches, bien polies, une flèche cylindrique en os, un polissoir à os fragmenté, des grattoirs identiques à ceux des Ageux ; de plus, deux outils rappelant le campignien : un ciseau double taillé très fin et un tranchet un peu poli.

La station de Bury, étudiée par le Dr Baudon, a, comme toutes les stations précédentes, de nombreux points de contact morphologiques avec les outils en silex magdaléniens ; longues et fines lames, grattoirs sur bout de lame, et petits et ronds, pointe à très fines retouches ; mais aussi quartier de hache bien polie et débris de poterie grossière (seul débris animal déterminable : défense de sanglier). Elle n'a aucun rapport avec les stations voisines, par exemple celle du Camp-Barbet.

A Bulles, dans les travaux du chemin de fer, on découvrit plusieurs vases faits à la main, associés à des haches bien polies et de très belles

(1) Ce n'est pas la transgression des outils en silex de la craie sur le tertiaire qui m'étonne aux Ageux ; elle est constante et presque générale, et bien plus abondante que la transgression inverse, puisque l'immense majorité du silex des bords des vallées du Thérain, de la Brèche, de l'Oise et de l'Aisne sont des silex de la craie, c'est-à-dire importés. Ce qui nous frappe, c'est l'importation « pour fabrication sur place » de matière de qualité supérieure à celle communément importée pour le même usage et supérieurement utilisée pour la fabrication d'outils, dont presque aucun n'a servi, évidemment. Si l'on accepte l'hypothèse d'un atelier, il faut admettre que les nuclei étaient ordinairement utilisés entièrement, puisqu'un seul a été rencontré. Il faut en outre expliquer la rareté extrême des autres formes instrumentales et l'abandon de lames magnifiques qui devaient être assez précieuses, ainsi que l'absence de percuteurs.

(2) Cela est si vrai que si Pouillet ne les avait tous recueillis en fouillant lui-même et si moi-même, je ne l'avais fait à mon tour, j'aurais des soupçons ; mais ils viennent d'un sable blanc reposant sur une sorte d'alios et recouvert d'une couche de 50 centimètres de sable gris et de terre de bruyère, qui ne contiennent pas de silex ; les lapins seuls en ramènent à la surface.

lames en silex de la craie et du tertiaire ; presque tout fut perdu par suite de la mauvaise volonté des surveillants. M. Lemagnen put seulement recueillir une portion de vase de forme très remarquable et plusieurs belles lames ; la poterie est ornée de larges moulures semi-circulaires en creux. La station de Javage (terroir de Corcy, Aisne) a donné à M. Sainte de nombreuses et belles lames dont une partie est retouchée en grattoirs terminaux pseudo-magdaléniens, avec des flèches ovalaires et losangiques ; non loin de là se trouve une station du deuxième facies post-campignien. La station du bois de Montgerain, dont nous avons parlé plus haut, se trouve aussi à proximité d'une station toute différente, celle du cimetière de Montgerain, qui est d'un post-campignien premier facies grossier.

A Vierzy (terres de la ferme de Vauxcastille), cette industrie était très abondante au lieu dit le Bon-Duel, il y a quelques années encore, lorsqu'on a commencé à faire des labours profonds ; elle a fourni de grandes haches bien polies, de nombreux et grands couteaux en silex lacustre et de belles lames retouchées en pointe de lance et en grattoir très allongé en silex du Grand-Pressigny (?) ; actuellement, on ne trouve plus rien en ce point, même des silex (j'y ai recueilli une petite meule plate en grès lustré de Beauchamp) ; au contraire, les environs immédiats en fournissaient en beaucoup de points, surtout du post-campignien le plus grossier. Il semble donc que là il y avait une vraie superposition, et, en tout cas, une juxtaposition presque aussi difficile à expliquer sans succession.

Une remarque sur la conservation des silex venant des stations de ce facies a son prix : les silex des Ageux sont tellement frais comme cassure et comme couleur, et, le plus souvent, si peu lustrés, qu'on les dirait éclatés d'hier (1). Les silex de Montgerain et de Bury sont aussi très frais, à angles très vifs et le plus souvent nullement patinés, ou tout au plus un peu teintés de jaune verdâtre, comme les moins patinés des silex d'époques diverses de la terre à brique remaniée que l'on trouve à Étouvy, près Montières (Somme) ; il arrive aussi assez souvent que les silex trouvés très loin des stations de ce type, mais s'y rapportant, industriellement, soient bien moins patinés que la majorité de l'industrie locale ; ce serait peut-être un indice pour établir l'introduction relativement récente de ces objets au milieu de stations industriellement moins avancées. En tout cas, il me paraît intéressant de souligner les nombreux points de contact de ce dernier facies industriel avec celui de certaines palafittes, de Clairvaux, en particulier, où l'on retrouve les mêmes lames retaillées en grattoirs pseudo-magdaléniens et en scies, avec les flèches en forme de feuille et les haches bien polies.

(1) La station de Belle-Assise (Clermont), où j'ai fait beaucoup de récoltes, m'a fourni, pour tout outil d'usage : un retouchoir en grès lustré de Beauchamp (?) quelques grattoirs pseudo-magdaléniens, un grattoir rond et épais, plusieurs encoches et perçoirs très grossiers.

Ainsi nous avons trouvé dans la région étudiée (1) des stations sur la craie qui se rapprochent beaucoup du campignien de Blangy, quoique plus fines et moins pauvres en haches ; d'autres intimement liées aux premières, où les pics et les haches de toute sorte sont nombreux, conservent l'outillage général du campignien et son aspect, et paraissent se localiser sur les plateaux crétacés, et aussi un peu au centre des plateaux tertiaires ; d'autres, bien plus fines, mais retenant encore beaucoup de traits campigniens, y ajoutent beaucoup de flèches variées et des formes bien polies ou habilement taillées, se localisant surtout sur le bord des plateaux tertiaires ; ces deux derniers facies forment les neuf dixièmes de l'industrie du pays, auquel s'ajoute un dernier facies, à rares stations, qui est un développement tout particulier et très élevé, mais très localisé, se rapprochant de l'industrie des palafites.

Nous pensons que le bronze n'est pas exceptionnel dans une partie des stations des deux derniers facies. Nous examinerons plus spécialement ce point dans notre travail sur le bronze.

MM. le Dr CAPITAN et l'abbé BREUIL

EXCURSIONS PRÉHISTORIQUES AUX ENVIRONS DE BOULOGNE-SUR-MER

[571 (44.27)]

— Séance du 19 septembre —

Sur les indications de notre maître et ami le docteur Hamy, nous avons fait une excursion le long de la côte, de Wissant au cap Blanc-Nez.

Sur la plage même de Wissant, en remontant vers le nord, nous avons pu constater dans la falaise la présence de débris de poteries abondants

(1) Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont apporté quelque aide pour l'accomplissement de ce travail en mettant leurs collections à ma disposition ; j'ai déjà remercié M. Pouillet, de Clermont ; M. le Dr Baudon, de Mouy ; M. Boulet, de Pont, et M. Lemagnen, de Bulles ; je dois aussi des remerciements très spéciaux à M. l'abbé Müller, curé de Saint-Leu-d'Esserent ; à M. A. Rendu, député, de Maignelay ; à M. Plessier, de Compiègne ; à M. Duboille, de Breteuil ; à M. Brunehant, de Pommier (Aisne) ; à M. le Dr Lavoine, de Tricot ; je remercie aussi M. Sainte, de Corcy (Aisne) ; Mme Brunet, de Cires : M. Quesnel, de Compiègne, et M. l'abbé Hamard, curé de Hermes.

Il est bien entendu que je me garde de toute généralisation ; notre travail est un recueil essentiellement régional et comme une œuvre d'attente, fruit d'une sérieuse enquête, préliminaire à des études proprement dites ; on ne devra donc pas s'étonner, par conséquent, de ce que je n'ai pas fait de stratigraphie ; ce n'était pas mon but, qui était surtout de faire un relevé de tout ce qui a été fait jusqu'ici sur la région. La parole est maintenant à la stratigraphie.

Encore pensé-je reprendre tout le pays à l'est de Compiègne et de Senlis que j'ai par trop incomplètement étudié.

d'une terre noire bien cuite; ces fragments semblent se rapporter à des sortes de jattes de dimension moyenne.

Un petit fragment de bronze indéterminé n'a pu nous servir à dater ces poteries dont l'aspect rappelle la céramique du v^e^ au viii^e^ siècle, mais qui pourraient être moins anciennes de plusieurs siècles; les poteries de cet âge sont, on le sait, fort difficiles à déterminer exactement.

Nous avons ensuite parcouru les grandes dunes qui se trouvent en ce point et qui portent le nom de Vrimetz.

Dans toutes les parties abritées des vents nord-ouest et formant des cuvettes, on trouve des silex dont bon nombre sont des fragments brisés ou roulés; mais on rencontre aussi des éclats, des lames parfois retouchées. Nous y avons trouvé un large grattoir, très bien retouché, avec la patine blanc grisâtre très luisante des sables, que nous avons remis à M. le docteur Sauvage pour le musée de Boulogne.

Continuant nos investigations vers le nord, nous avons pu reconnaître dans la falaise, un peu avant le hameau de Strouanne, l'existence des kjoekkenmœddings, jadis étudiés par Lejeune.

La coupe, un peu variable suivant les points, nous a paru être la suivante :

a) Sable de la dune moderne : 1 mètre à 1^m^,75 d'épaisseur.
b) Couche de sable noir stérile : 0^m^,10 à 0^m^,15 d'épaisseur.
c) Sable de la dune ancienne : 2 mètres d'épaisseur moyenne.
d) Sable noir remplacé par places par un lit tourbeux (silex taillés, débris de poteries, faune, coquilles marines) : 0^m^,10 à 0^m^,40 d'épaisseur (très variable).
e) Argile noire du Gault : 2 à 4 mètres.

La couche *b* nous a semblé, bien que nous n'y ayons rien rencontré, présenter les caractères d'un sol d'habitat.

Dans la couche *d* que nous avons fouillée en plusieurs points, nous avons rencontré des os entiers ou brisés et des dents de sus, de bovidés et d'ovidés (fortement colorés en noir) et une canine de petit carnassier.

Nous n'avons rencontré qu'en petit nombre des coquilles de moules assez petites et de cardium.

Les silex sont assez nombreux et fortement colorés en noir également. Ce sont ou bien des éclats avec caractères de taille très nets ou des silex roulés ou bien encore brisés avec écaillures sur les bords qui ont, en somme un aspect très analogue aux silex brisés des gisements tertiaires d'Aurillac ou de Thenay. On peut se demander si ce n'étaient pas des silex ramassés le long de la côte (venant par exemple du Blanc-Nez, distant seulement de quelques kilomètres) par les misérables habitants de ces Kjoek-

kenmœddings et utilisés les uns tels quels, les autres après une taille rudimentaire.

Les débris de poterie sont assez abondants, la terre est noire ou grisâtre, plus noire à l'intérieur, mal cuite, renfermant parfois des débris de coquilles.

Tantôt elles présentent une surface externe lisse, tantôt on y voit l'empreinte très manifeste soit d'une tresse plate de jonc (un échantillon), soit de la surface d'un petit panier (quatre échantillons).

Il s'agit là de la façon la plus manifeste de poteries faites au *poussé*, comme le font encore quelques sauvages actuels, comme le faisaient jadis les Indiens de l'Amérique du Nord, les Japonais préhistoriques et nombre d'autres peuples primitifs. Le procédé de fabrication de ces poteries est le suivant. Le sauvage fait un panier très finement tressé, puis il en enduit l'intérieur d'une couche de terre de quelques millimètres, en appliquant fortement cette terre contre le panier sur lequel elle se moule exactement. Le tout est ensuite mis dans le feu qui brûle le panier et cuit la terre. Il reste donc un vrai vase dont la surface extérieure reproduit exactement toutes les aspérités de la paroi interne du panier.

Nous signalerons aussi dans cette couche un galet ovoïde, plat, en limonite, du volume environ d'un petit œuf et présentant à une de ses extrémités un trou naturel manifestement élargi de chaque côté par un travail volontaire. Sur une de ses faces, il existe des stries semblant faites au silex. Nous avons également offert cette intéressante pièce au musée de Boulogne.

Ordinairement cette couche archéologique repose sur l'argile du Gault dans la partie supérieure de laquelle quelques pièces sont engagées.

Nous avons terminé notre excursion par l'exploration du sommet du cap Blanc-Nez, de la déclivité qui le sépare à l'est du point coté 143 et du sommet de cette dernière colline. Sur toute cette surface nous avons rencontré, disséminés en général par îlots, de nombreux silex taillés à patine blanche (parfois en amas, comme au sommet du cap), d'abondants éclats, souvent de grande dimension, des nuclei, des grattoirs grossiers, un pic, une ébauche de hache; c'est, en somme, une industrie qui paraît identique à celle des centres d'extraction (Spienne, Champignolle). Mais cette station semble épuisée.

Nous avons fait également, avec plusieurs de nos collègues, une intéressante excursion à Wimereux, sous la conduite de M. Rigaud, qui doit en rendre compte. Nous ne pouvons donc qu'insister sur deux observations personnelles : 1° un de nous (docteur Capitan) a trouvé en place, vers le fond du grand foyer ou fond de cabane que nous avons mis à jour dans les sables de la dune, un grattoir en silex bien retaillé.

2° Un grand nombre de fragments de poteries provenaient de très grands

vases, de vraies jarres à bords épais. Enfin beaucoup de spécimens avaient tous les caractères de la poterie faite au poussé et présentaient la plus grande analogie avec les fragments que nous avions découverts à Wissant dont nous parlions plus haut, et pourtant dans le foyer de Wimereux, nous avons trouvé des objets en fer, (épingles, fibule)! Il y a là en somme encore bien des points à étudier. Les quelques faits que nous avons pu observer pourront peut-être contribuer, si ce n'est à les élucider, au moins à poser les questions plus nettement, grâce aux discussions intéressantes auxquelles l'exposé de toutes ces recherches a donné lieu soit sur place, soit aux séances de la 11e section.

M. A. de MORTILLET

Professeur à l'École d'Anthropologie.

LES MONUMENTS MÉGALITHIQUES DU PAS-DE-CALAIS [571.9 (44.27)]

— Séance du 19 septembre —

L'étude des mégalithes du Nord de la France présente un intérêt d'autant plus grand que les véritables monuments de ce genre encore existants y sont fort rares. L'inventaire que la Commission des monuments mégalithiques a publié en 1880 n'indique pour le Pas-de-Calais que 4 dolmens, 5 menhirs, 2 cromlechs et 3 pierres diverses ; soit, en tout, 14 monuments, et encore dans ce total entrent des mégalithes actuellement détruits et quelques fausses indications. Auguste Terninck est arrivé à un chiffre un peu plus élevé, mais il a compris dans ses inventaires un certain nombre de monuments douteux et des pierres à légendes. On voit par là combien est pauvre, à ce point de vue, le département qui nous occupe.

Nous allons passer en revue, par ordre alphabétique, les diverses communes sur lesquelles des renseignements ont été donnés, en examinant rapidement tous les mégalithes signalés, vrais ou faux, et en insistant plus particulièrement sur ceux que nous avons eu l'occasion de voir, de relever et de photographier.

Acq

(Canton de Vimy, arrondissement d'Arras).

Bien que plus rapprochés d'Acq que de Mont-Saint-Éloi, les deux menhirs d'Acq ou *Pierres-Jumelles,* sont situés sur les terres du hameau d'Écoivres,

dépendant de la commune de Mont-Saint-Éloi. C'est par erreur qu'ils ont parfois été indiqués comme se trouvant sur la commune d'Acq ou sur la commune d'Écoivres, canton et arrondissement de Saint-Pol.

Arras

(Chef-lieu du département).

D'énormes dalles de grès non taillées ont été trouvées au-dessous et autour de l'ancienne cathédrale, lors de sa destruction, à la fin du siècle dernier ; mais rien ne prouve qu'elles aient fait partie de monuments mégalithiques.

Dans l'Abbaye de Saint-Vaast, dit Terninck, on vénérait autrefois un très grand grès amené de la forêt de Sarsins, commune de Lucheux, canton et arrondissement de Doullens (Somme). Suivant la tradition, c'est sur cette pierre qu'au VII^e^ siècle saint Léger aurait eu les yeux crevés par ordre du maire du palais Ebroïn. Elle a été brisée pendant la Révolution.

Avesnes-le-Comte

(Chef-lieu de canton, arrondissement de Saint-Pol).

Vers 1868, Ledru a découvert sur le territoire de cette commune, au lieu dit *le Fond-Dragon,* auprès de tombes romaines et non loin des fondations d'un antique bâtiment, un large puits comblé de débris anciens. Au fond de ce puits était une table de grès brut, mesurant 2^m^,60 de long, 1^m^,50 de large et 0^m^,60 d'épaisseur, à côté de laquelle gisaient 4 autres blocs de grès de moindres dimensions, qu'on a supposé lui avoir servi de supports. Ledru avait l'intention de rétablir ce prétendu dolmen sur un terrain communal. Était-ce là un véritable mégalithe? Il est permis d'en douter.

Bavincourt

(Canton d'Avesnes-le-Comte, arrondissement de Saint-Pol).

Dans le village de Bavincourt se voit un énorme bloc, simple pierre à légende connue sous le nom de *Pierre de Saint-Vaast.* On raconte dans le pays qu'elle a servi de piédestal à ce saint quand il évangélisait la contrée, au commencement du VII^e^ siècle, et qu'il y a laissé l'empreinte de ses pieds.

Beaufort-Blavincourt

(Canton d'Avesnes-le-Comte, arrondissement de Saint-Pol).

Près du village de Beaufort, à côté d'une motte supportant un moulin à vent, Ledru a signalé une grande dalle de grès, au-dessous de laquelle il a trouvé un anneau en bronze, des silex et des débris de charbon.

Bienvillers-au-Bois

(Canton de Pas-en-Artois, arrondissement d'Arras).

Pierre légendaire nommée *Pierre de Saint-Ethon,* bloc brut de grès, long de 2 mètres, sur lequel on prétend que le saint célébrait la messe au VII^e^ siècle.

Coulogne

(Canton de Calais, arrondissement de Boulogne-sur-Mer).

Des dolmens ont été signalés par Ernest Deseille, à l'Écluse, près de Coulogne, mais nous ignorons ce que sont ces monuments.

Dury

(Canton de Vitry, arrondissement d'Arras).

Un menhir a été signalé sur cette commune par Harbaville, dans son *Mémorial historique et archéologique du Pas-de-Calais.*

Frencq

(Canton d'Étaples, arrondissement de Montreuil).

Cette commune possédait autrefois un menhir haut de 10 pieds, soit environ 3m,25, signalé au XVIIe siècle par Malbrancq, dans ses *Annales des Morins.* Il a été depuis renversé et brisé.

Fresnicourt

(Canton de Houdain, arrondissement de Béthune).

Sur une hauteur dominant le pays, à une centaine de mètres à droite de la route conduisant du village de Fresnicourt au hameau de Verdrel, au lieu dit *les Bises-Pierres*, s'élève le plus important dolmen connu du département du Pas-de-Calais. Ce monument, désigné sous le nom de *Table-des-Fées*, est fort



Fig. 1. — Dolmen de la Table-des-Fées, à Fresnicourt (Pas-de-Calais), vu du nord-ouest.

intéressant, bien qu'il ne soit plus en très bon état. Il devait primitivement former une allée couverte coudée, d'une dizaine de mètres de longueur. Six supports et une table sont encore à peu près en place.

Les supports ont les dimensions suivantes : n° 1, longueur 1 mètre, épaisseur

0m,40 ; n° 2, longueur 2m,63, épaisseur 0m,50 à 0m,58 ; n° 3, longueur 2m,15, épaisseur maximum 0m,48; n° 4, longueur 3m,25, épaisseur 0m,35 à 0m,38 ; n° 5, longueur 0m,82, épaisseur 0m,40 ; n°6, longueur 3m,50, épaisseur 0m,40.

Au fond de l'allée, les supports nos 1, 2, 3 et 4 forment une chambre qui devait avoir au moins 1m,60 de largeur, 3 mètres de longueur et plus de 1m,60 de hauteur.

La seule table qui subsiste s'est un peu déplacée. Elle est actuellement inclinée vers l'est. Ses dimensions sont : 3m,50 dans sa plus grande longueur, environ 2m,50 dans sa plus grande largeur, et 0m,60 à 0m65 d'épaisseur. Mais elle est fendue et fortement ébréchée. On voit au-dessous d'elle quelques fragments qui en ont probablement été détachés. Sa face supérieure porte d'assez vastes excavations, sortes de bassins absolument naturels. D'après les légendes qui ont cours dans le pays, ces dépressions marqueraient l'emplacement de la tête et du tronc des victimes immolées sur ce soi-disant autel. On montre même les trous dans lesquels auraient été scellés les anneaux servant au passage des liens qui retenaient les victimes et les rigoles par lesquelles leur sang s'écoulait à la plus grande satisfaction du dieu d'alors.

Toutes les pierres qui composent le monument sont des grès pris sur place.

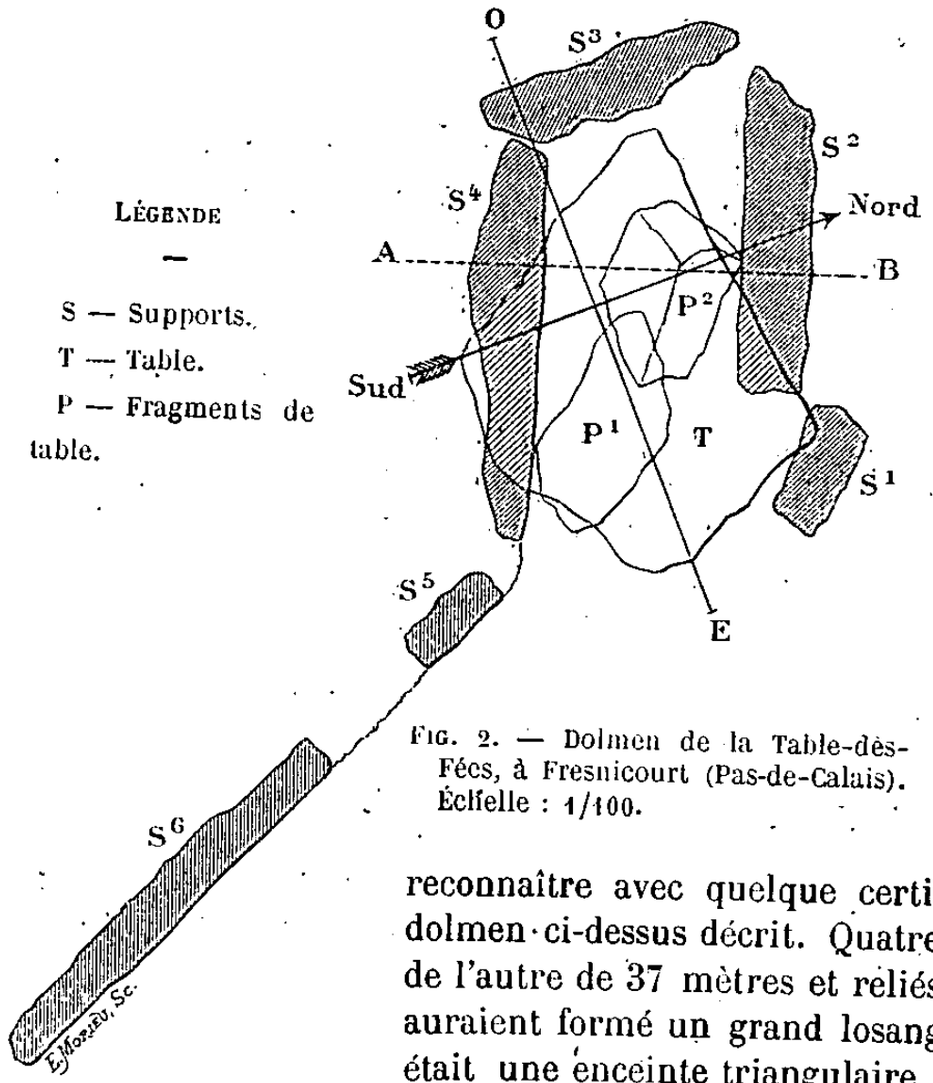


Fig. 2. — Dolmen de la Table-des-Fées, à Fresnicourt (Pas-de-Calais). Échelle : 1/100.

S'il faut en croire Lequien, qui explora les lieux en 1855, la Table-des-Fées aurait fait partie de tout un groupe mégalithique, encore presque complet à cette époque, mais dont il est à présent difficile de reconnaître avec quelque certitude autre chose que le dolmen ci-dessus décrit. Quatre dolmens, distants l'un de l'autre de 37 mètres et reliés par de petits menhirs, auraient formé un grand losange, à l'intérieur duquel était une enceinte triangulaire également composée de pierres levées et entourant un menhir. Du côté ouest, à un des angles du losange, était le dolmen encore existant. En face de lui, à l'est, se trouvait un deuxième dolmen, dont la couverture consistait en une dalle de 3m,10 de long sur 1m,70 de large et 0m,30 à 0m,70 d'épaisseur. Les deux dolmens situés au sud et au nord se composaient : l'un de quatre supports, deux à droite, deux à gauche, et d'une grande table de 6m,20 de long sur 3 mètres de large; l'autre de supports et d'une table brisée dont il ne restait que la moitié. Au nord-ouest de la grande enceinte losangique se trouvaient deux tumulus géminés, composés de gros blocs de grès et recouvrant des caveaux formés par d'énormes pierres. Enfin, au sud du losange se dressait un menhir.

Il a peut-être existé plusieurs dolmens aux *Bises-Pierres*. Les carriers qui

exploitent le grès dans ces parages y ont détruit une quantité de blocs. Cependant il est impossible d'avoir entière confiance dans la description de Lequien, car l'imagination tient plus de place que la froide observation dans le rapport qu'il a publié.

Gauchin-Legal

(Canton de Houdain, arrondissement de Béthune).

Sur la place du village de Gauchin-Legal, ou le Gal, près de l'église, au bord de la route de Thérouanne à Arras, est une très curieuse pierre, dite *le Gal* ou Galet de Gauchin. C'est un rognon naturel de grès de forme très régulière. Qu'on se figure un gros caillou ovoïde légèrement aplati, mesurant environ 0m,50 de plus grand diamètre. Une de ses extrémités, tronquée, montre une surface plane plus ou moins irrégulière, de forme ovale, dont le grand diamètre a 0m,37 et le petit diamètre 0m,29. Ce que ce galet offre surtout de particulier, c'est qu'il est retenu par une chaine en fer, longue de 1m,10, à une borne en grès grossièrement équarrie, qui mesure 0m,57 de hauteur au-dessus du sol. La chaîne est fixée à des anneaux scellés d'une part dans la surface plane du caillou et, d'aure part, au sommet de la borne.

Cette pierre est l'objet d'une bizarre légende. On raconte dans le pays que, lorsqu'elle était libre, elle commettait de fâcheuses indiscrétions. Elle allait la nuit se placer devant la porte des maisons habitées par des maris malheureux et le lendemain c'était dans tout le village un véritable scandale. Lorsque les pauvres époux ayant reçu la visite de la pierre furent nombreux, ils se concertèrent et la firent enchaîner, afin de mettre un terme à ses malencontreuses pérégrinations. On dit aussi que, depuis lors, toutes les femmes de Gauchin sont fidèles. Les exploits de cette pierre remonteraient, paraît-il, au xve siècle.

C. Boulanger, dans une communication faite cette année à la Société d'anthropologie de Paris, rapporte d'autres légendes dans lesquelles il est question de combats. Le galet représenterait alors le vaincu enchaîné par le vainqueur.

Givenchy-en-Gohelle

(Canton de Vimy, arrondissement d'Arras).

On a signalé sur cette commune deux tertres contenant des souterrains : l'un de forme pyramidale, nommé *Bouland;* l'autre, dit du *Catet*. Ce sont des mottes féodales.

Hénin-Liétard

(Canton de Carvin, arrondissement de Béthune).

D'énormes blocs bruts de grès ont été retirés, d'après Terninck, des fondations de l'église de Hénin ; mais rien n'indique qu'il y ait eu là un monument mégalithique.

Hervelinghen

(Canton de Marquise, arrondissement de Boulogne-sur-Mer).

Découverte, sous une pierre plate, de quatre squelettes humains, signalée par Ernest Deseille, en 1885.

HOUDAIN

(Chef-lieu de canton, arrondissement de Béthune).

L'*Inventaire des Monuments mégalithiques de France*, publié en 1880, cite, sur cette commune, une pierre sur laquelle nous ne possédons aucun renseignement.

IZEL-LÈS-EQUERCHIN

(Canton de Vimy, arrondissement d'Arras).

Suivant Terninck, au lieu dit *les Grandes-Bornes*, une pierre, encore existante, serait nommée *au Beurre*.

LANDRETHUN-LE-NORD

(Canton de Marquise, arrondissement de Boulogne-sur-Mer).

Sur le territoire de cette commune, presque à la limite de celle de Ferques, sur un mamelon de 40 mètres de long et 20 mètres de large, apparaissent des pierres brutes de diverses grosseurs, parmi lesquelles il en est qui semblent dessiner un cercle, qu'on a parfois pris pour un cromlech. Mais ce n'est pas un monument mégalithique. Les pierres en question sont tout simplement des pointes de roches calcaires émergeant du sol. Au dire de Leroy, qui a soigneusement examiné l'ensemble, il n'en serait pas de même de trois pierres situées à 14 mètres du cercle. Ces dernières, qui mesurent de $0^m,90$ à $1^m,20$ de hauteur, se détachent du sol et occupent une position verticale, ne touchant terre que par une extrémité très petite, eu égard à la masse entière. Le faux cromlech comprend 12 gros blocs, assez rapprochés les uns des autres, et 64 autres moins apparents.

Ces rochers portent dans le pays le nom de *Danse des Neuches*. Il existe sur leur compte diverses légendes. Suivant un récit rapporté par Henry, ce serait une danse de noces. Trois des blocs représentent les musiciens, deux violons et une basse ; les autres représentent le marié, la mariée, le père, le notaire et les invités. Ils auraient tous été changés en pierre pour avoir continué à danser tandis que passait le Saint-Sacrement porté à un malade. Suivant une autre variante, une noce de paysans passant par là aurait été pétrifiée pour avoir refusé de s'agenouiller devant une procession.

D'autres racontent que des fées, qui avaient coutume de se réunir autrefois en ce lieu, afin de s'y livrer à la danse, se seraient une nuit oubliées et, ayant passé l'heure assignée, auraient été incontinent transformées en rochers.

On dit aussi, d'après Tailliar, qu'une bataille aurait été livrée sur ce point et que les groupes de pierres rappelleraient la position des combattants pendant l'action.

LENS

(Chef-lieu de canton, arrondissement de Béthune).

Près des chemins de Béthune et de La Bassée était plantée une pierre haute de 3 mètres et large de $0^m,65$. Terninck rapporte qu'elle a été renversée quel-

ques années avant 1880, en même temps que six autres moins grandes, qui se dressaient an point de jonction des chemins d'Aire et de Liévin.

Lorgies

(Canton de Laventie, arrondissement de Béthune).

Il a été signalé sur cette commune de grandes pierres levées, au sujet desquelles nous n'avons aucun renseignement précis.

Mont-Saint-Éloi

(Canton de Vimy, arrondissement d'Arras).

Les deux menhirs connus sous le nom de *Pierres-Jumelles* ou *Pierres d'Acq* sont situés sur la commune de Mont-Saint-Éloi, à une faible distance à gauche du chemin qui monte du hameau d'Écoivres et se dirige vers Villers-au-Bois, près d'un vieux moulin à vent. On les voit d'ailleurs de fort loin. Ils sont distants l'un de l'autre de 8m,92. Le plus petit a 3 mètres de hauteur, 1m,52 de largeur et 0m,70 d'épaisseur; il est fortement incliné vers le nord-ouest. Le plus grand, légèrement penché vers le nord, mesure 3m,30 de hauteur, 1m,52 de largeur et 1 mètre d'épaisseur maximum. Tous deux sont en grès, un peu amincis à leur partie supérieure, et portent des cupules qui semblent n'être que des trous naturels. Ces cupules sont plus nombreuses sur le grand, surtout sur la face regardant le sud. Certaines d'entre elles ont jusqu'à 4 centimètres de profondeur ; leur largeur varie de 2 à 10 centimètres.



Fig. 3. — Les Pierres-Jumelles, à Mont-Saint-Eloi (Pas-de-Calais).

Suivant une tradition locale, accréditée par les Chroniques de l'Abbaye de Saint-Éloi, ces pierres auraient été dressées en 862, par Baudouin Bras-de-Fer, pour perpétuer le souvenir des deux victoires qu'il remporta en ce lieu sur le roi de France, Charles le Chauve. Baudouin ayant enlevé Judith, fille du roi Charles, dont il voulait faire son épouse, le père irrité prit les armes pour se venger ; mais, vaincu, il finit par condescendre aux désirs du Flamand ; il lui

accorda sa fille et érigea en sa faveur la Flandre en comté. En faisant, vers 1820, des recherches auprès des menhirs, le comte de Brandt-de-Galametz, propriétaire du terrain, rencontra des cercueils en grès bruts renfermant des armes en fer. Ces tombes, probablement mérovingiennes, semblaient venir à l'appui de la tradition.

Les Pierres-Jumelles ont aussi été appelées *Pierres-Droites* et *Pierres du Diable*. Il existe à ce sujet une légende.

Dans les bois de la commune de Mont-Saint-Éloi se voient d'énormes blocs de grès, de 15 à 20 mètres cubes, posés sur le sol ou un peu enterrés. Parmi ceux qui ont été brisés, quelques-uns recouvraient, dit-on, des ossements humains et des poteries grossières, mais on ne dit pas s'ils reposaient sur des supports.

OISY-LE-VERGER

(Canton de Marquion, arrondissement d'Arras).

A l'ouest du village d'Oisy, près du moulin de Brichambault, sur une partie aujourd'hui émergée du vaste marais tourbeux dans lequel la rivière *la Sensée* prend sa source, s'élève un menhir connu sous le nom du *Gros-Caillou* du *Vieux-Marais*. Il mesure $2^m,90$ de hauteur au-dessus du sol. Sa coupe, à la base, donne à peu près un rectangle dont les grands côtés ont $1^m,06$ et $1^m,10$, et les petits côtés $0^m,70$ et $0^m,80$. Sur la face sud-est, à 1 mètre de la base, on remarque un creux arrondi peu profond, absolument naturel, d'environ $0^m,50$ de diamètre. La roche est du grès, dont le gisement le plus proche se trouverait, selon Terninck, à 4 ou 5 kilomètres.

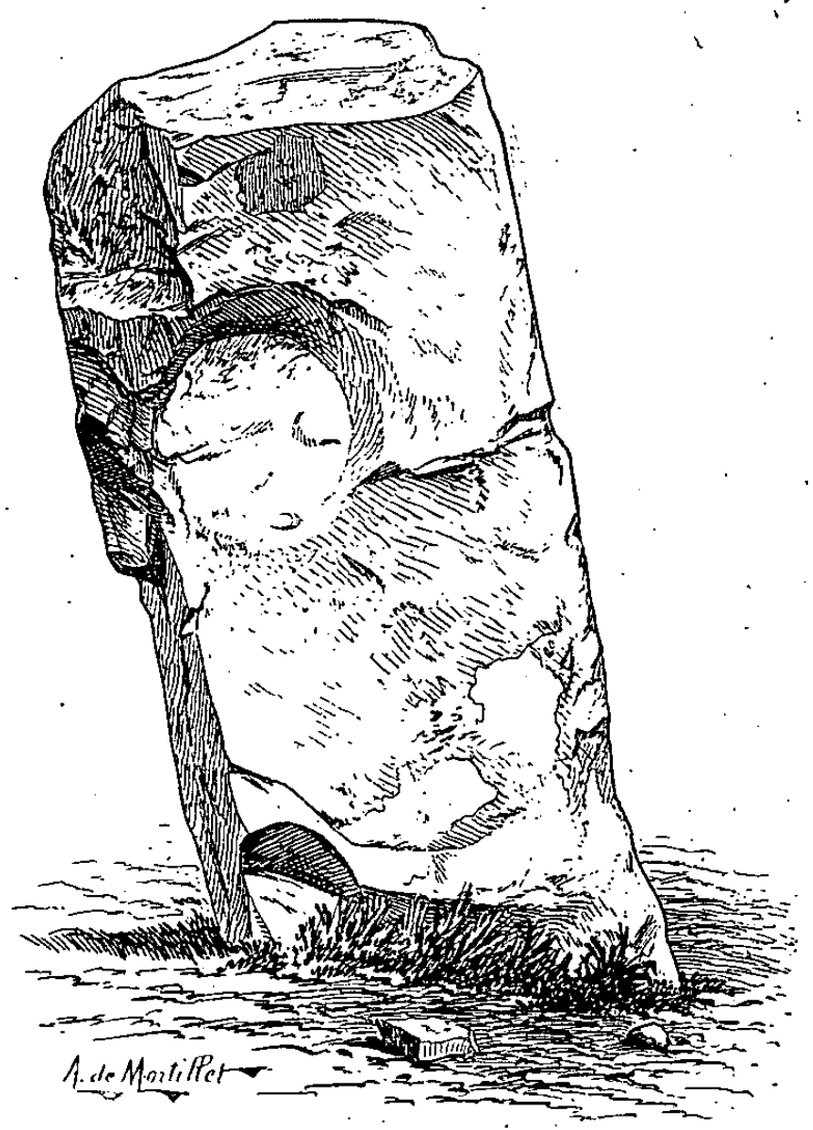


FIG. 4. — Le Gros-Caillou, à Oisy-le-Verger (Pas-de-Calais).

Ce menhir, bien que légèrement incliné, serait, dit-on, profondément enfoncé dans le sol. On prétend même qu'il plongerait jusqu'au fond du marais qui, d'après les dires les plus modérés, se rencontrerait à 8 mètres au-dessous du niveau des eaux. C'est, du moins, ce que rapporte Bréan.

A côté du menhir se voyait jadis une autre pierre plus petite, qui est aujourd'hui enterrée à 1 ou 2 mètres de profondeur. Elle passait dans le pays pour le *Gendre* de la grosse pierre. On raconte, au sujet de cette dernière, diverses histoires plus ou moins invraisemblables. Les uns croient qu'elle pousse et grandit insensiblement. D'autres, au contraire, prétendent qu'elle s'enfonce petit à petit et qu'elle finira par disparaître dans le marais. Suivant eux, elle aurait été autrefois plus

élevée. On dit aussi qu'elle était anciennement entièrement recouverte par les eaux.

ORVILLE

(Canton de Pas-en-Artois, arrondissement d'Arras).

Au milieu d'un bois placé sur le sommet d'une colline voisine du village est une clairière nommée *Pelouse* ou *Plouse-des-Fées*. En cet endroit, dit Terninck, la charrue rencontra un grès brut de 2m,50 de long sur 1m,50 de large, excavé sur sa surface supérieure et reposant sur trois autres pierres un peu plus petites. Il est peu probable que ce soit un dolmen, car il n'y avait au-dessous de la grande dalle aucune trace de sépultures. On a trouvé dans le voisinage des tombes mérovingiennes.

OUTREAU

(Canton de Samer, arrondissement de Boulogne-sur-Mer).

D. Haigneré et E. Sauvage ont signalé, en 1867, la découverte d'un petit dolmen dans les garennes d'Equihen, à l'extrémité sud-ouest de la commune d'Outreau. Il forme une chambre longue de 2 mètres et large de 1m,40, orientée N.N.O.-S.S.E. La paroi faisant face à l'E.N.E. consistait en un support de calcaire portlandien assez effrité, n'ayant que 0m,90 de long sur 0m,70 de haut. Celle qui faisait face à l'O.S.O. était construite partie en blocs de grès ferrugineux simplement superposés, partie en fragments plus ou moins considérables de calcaire portlandien. Au N.N.O., un support de 1m,25 de long sur 1 mètre de large et 0m,25 d'épaisseur fermait la chambre, qui semble avoir été ouverte à l'autre bout. Le tout était recouvert d'une ou deux tables en calcaire qui, effondrées et brisées, gisaient dans l'intérieur, s'appuyant sur le mur de l'O.S.O. Le fragment le plus important avait un peu plus de 1 mètre de long sur 1 mètre de large. La chambre était précédée d'une sorte d'avenue se prolongeant vers le S.S.E. sur une longueur de 6 mètres. Les pierres composant le monument doivent venir de 3 kilomètres. On a rencontré dans ce dolmen les débris de neuf squelettes humains, des haches polies et divers instruments en silex.

Un monument du même genre a été découvert vers 1857, près de là, sur le terrain Grandsire.

Non loin du dolmen détruit se trouvaient trois mottes. Une d'elles, de forme ovale, nommée la *Tombe-Fourdaine*, mesurait 30 mètres de grand diamètre et 25 mètres de petit diamètre. Elle contenait vers le pourtour les restes d'un cromlech dont l'enceinte n'était complète que du côté de l'est. Ce cromlech comprenait encore vingt-deux pierres, blocs de calcaire portlandien et de grès ferrugineux, disposées en ellipse de 25 mètres sur 18 mètres de diamètres. Trois de ces pierres mesuraient 1m,80, 2 mètres et 2m,10 de long sur environ 0m,80 et 1 mètre de haut et 0m,30 à 0m,40 d'épaisseur. Les autres étaient de même hauteur, mais beaucoup plus petites. Au milieu de l'enceinte se trouvait une sépulture néolithique creusée dans l'argile et recouverte de deux plaques de grès. D'autres sépultures ont été rencontrées au-dessus.

PIHEN

(Canton de Guînes, arrondissement de Boulogne-sur-Mer).

Terninck a cité dans cette commune des tombes en pierre recouvertes de dalles, sans donner de détails pouvant permettre de les dater.

Roclincourt

(Canton nord et arrondissement d'Arras).

D'après Terninck, une tombe en grès contenant deux corps accompagnés de silex taillés et polis aurait été découverte sur cette commune, du côté de Thélus.

Rouvroy

(Canton de Vimy, arrondissement d'Arras).

Terninck a signalé sur la commune de Rouvroy un gros bloc de grès, haut de 1 mètre, au lieu dit *Marcage*, et un autre encore plus fort à la Madeleine, près de la Motte-Vireuil ou Villers.

Sailly-en-Ostrevent

(Canton de Vitry, arrondissement d'Arras).

A 2 kilomètres au S. O. du village de Sailly, à une faible distance de la limite de la commune de Boiry-Notre-Dame, sur le sommet d'un coteau d'où la vue s'étend fort loin de tous côtés, s'élève un tumulus d'assez grandes dimensions. Il devait avoir autrefois la forme d'un cône tronqué ayant à sa base un diamètre d'environ 30 mètres et une hauteur de 5 mètres. La plate-forme qui le couronne a une dizaine de mètres de diamètre. Six pierres y sont plantées, disposées en cercle et espacées entre elles d'un peu moins de 2 mètres. Le cercle qu'elles



Fig. 3. — Partie du cromlech des Sept-Bonnettes, à Sailly-en-Ostrevent (Pas-de-Calais).

forment a un peu plus de 4 mètres de diamètre. Ces pierres sont des bornes en grès s'élevant de $0^m,60$ à $0^m,80$ au-dessus du sol, et mesurant au moins $0^m,30$ de largeur. Elles ont également $0^m,30$ d'épaisseur du côté extérieur, mais elles sont un peu plus étroites du côté intérieur. Leur forme est difficile à décrire. Le sommet porte, sur la face qui regarde le centre du cercle, une sorte de talon de 8 centimètres de saillie. Ces bornes sont assez grossièrement taillées, sauf à la

partie intérieure comprise entre la base et le talon, qui est repiquée avec un certain soin. La portion inférieure, enfoncée assez profondément dans le sol, est presque brute; elle mesure, d'après Bréan, 1m,40 de longueur, et elle est solidement maintenue en place par des blocs de grès superposés à sec. Les pierres ont, par conséquent, une longueur totale d'environ 2 mètres. Les vieux habitants du pays sont unanimes à affirmer qu'une septième pierre, qui a disparu, existait encore vers 1815 au centre du cercle. Suivant leurs dires, cette septième pierre était arrondie et plus grande que les autres. L'un d'eux a affirmé à Bréan qu'elle portait une inscription en caractères indéchiffrables.

Des fouilles ont été entreprises dans ce tumulus, en 1876, à l'aide du produit d'une souscription due à l'initiative de la Commission d'archéologie et d'ethnographie du Musée de Douai et de la Société des sciences et des arts de Douai. Bréan, chargé de les diriger, fit creuser une tranchée traversant de part en part la butte artificielle. Cette exploration a montré que le tumulus était composé de terre sablonneuse, mélangée de cendres et de débris de charbon, recouverte d'une couche d'argile, supportant elle-même une couche de terre végétale. Dans la terre sablonneuse du fond, on rencontra des fragments de poterie et des silex taillés: lames, grattoirs, pointes de flèches, etc. Ces objets sont au musée de Douai.

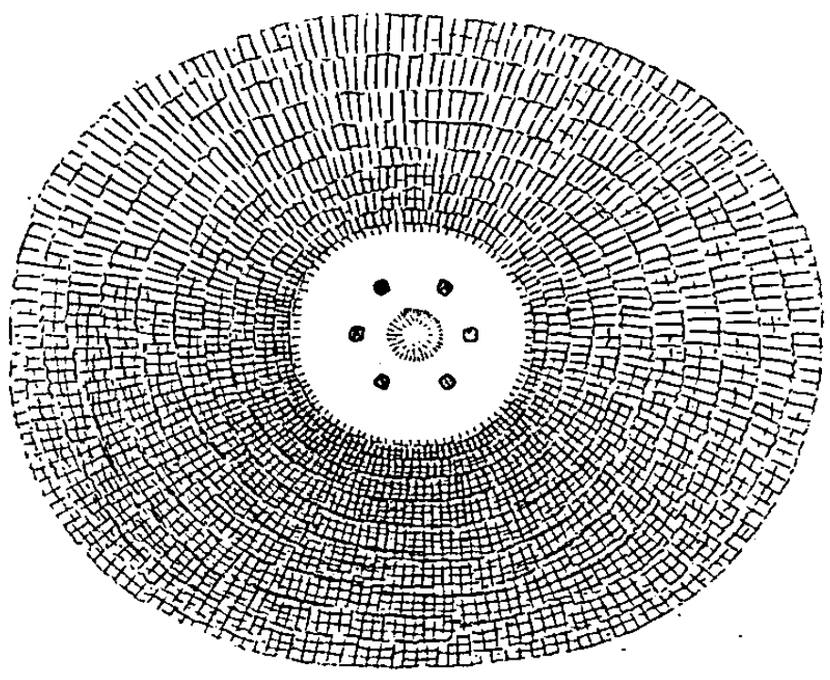


FIG. 6. — Tumulus des Sept-Bonnettes, à Sailly-en-Ostrevent (Pas-de-Calais). Echelle : 1/500.

Cela semble indiquer que le tumulus a une origine fort ancienne, mais les curieuses pierres auxquelles il sert de base sont certainement beaucoup plus récentes.

D'après S. Bottin, sur une carte dressée il y a plus de trois cents ans, ce tertre serait indiqué sous le nom de *Signal aux Feux*. Il n'est plus connu actuellement que sous le nom de *Mont des Sept-Bonnettes*. On dit aussi les *Sept-Fillettes*, les *Sept-Marconnettes*. Marconnette veut sans doute dire petite borne, et bonnette a peut-être aussi le même sens.

Il existe sur ce pseudo-cromlech diverses légendes. Suivant une tradition locale, que rapporte Bréan, six jeunes filles réunies sur la plate-forme du tumulus pour se livrer au plaisir de la danse, à l'heure où l'on célébrait le service divin, auraient été métamorphosées en pierres. La borne du milieu aurait représenté le ménétrier qui les accompagnait. Suivant une autre histoire citée par Terninck, il faudrait voir dans les pierres des vedettes placées là par une armée pour surveiller les mouvements de l'ennemi, et remplacées par des blocs de grès pendant que l'armée se retirait en secret. Tailliar raconte encore qu'on croit dans le pays qu'à une époque qui se perd dans la nuit des temps une grande bataille a été livrée en cet endroit, et que les pierres ont été élevées en souvenir de cet événement.

Sains-lès-Marquion

(Canton de Marquion, arrondissement d'Arras).

Terninck fait mention d'une forte dalle brute de grès, placée à côté de l'église. Ce n'est qu'une pierre à légende sur laquelle, au VII^e^ siècle, sainte Saturnine déposa, dit-on, sa tête qu'un amant éconduit venait de trancher. Cette pierre jouit dans le pays d'une grande vénération. Les femmes y vont en pèlerinage pour demander la guérison de leurs bestiaux et obtenir le don de filer le lin avec finesse. Près de là est une fontaine légendaire dans laquelle périt l'amant criminel.

Tortequesne

(Canton de Vitry, arrondissement d'Arras).

On a signalé à la limite de la commune de Tortequesne (Pas-de-Calais) et de celle de L'Écluse (Nord) un menhir. C'est un bloc naturel de grès de forme assez bizarre, dont la surface est complètement lisse. Le sommet de la pierre est orné de deux bourrelets, qui sont fortement renflés à la partie supérieure et soudés l'un à l'autre. Les renflements ont la même forme, mais l'un d'eux est un peu plus long et plus gros que l'autre. Cette pierre est située sur le bord du Trinquige, affluent de la Sensée, tout près et à gauche de la route, en sortant de Tortequesne et avant d'arriver à L'Écluse. Elle a été presque complètement enterrée lorsqu'on a rehaussé la route qui réunit les deux villages. On n'en voit plus actuellement que le sommet, qui ne dépasse terre que d'une vingtaine de centimètres, et mesure 48 centimètres de largeur. Nous ignorons la longueur de ce grès, qu'on nomme *Autel des Lares* ou plutôt *des Ladres*. Ce dernier mot se retrouve dans le voisinage appliqué à une autre pierre : il s'agit d'une clef de voûte en grès, avec écusson armorié, dressée contre le talus d'un chemin sur la commune de L'Écluse, et portant le nom de *Capelle des Ladres*.

Tubersent

(Canton d'Étaples, arrondissement de Montreuil).

Il existe sur cette commune une énorme pierre, sise près du bois et du hameau de Zeuluc, et nommée les *Tuffes de la Roque*. Elle a tour à tour été indiquée comme dolmen et comme menhir. Ce n'est, suivant L. Cousin, qu'un bloc erratique de grès, autrefois d'un volume considérable, mais aujourd'hui fortement réduit. Il mesurerait encore, d'après Cousin, 3^m^,80 de longueur, environ 3 mètres de largeur, et de 1^m^,40 à 2 mètres d'épaisseur. D'après Terninck, il aurait 4^m^,50 de long sur 2 mètres de large et 1 mètre d'épaisseur. Sur sa face supérieure se voient quatre larges rigoles creusées au ciseau, traces de tentatives d'exploitation divisant le bloc en cinq morceaux. Au sud, et à proximité de cette pierre, se trouvent quatre tumulus.

Verquin

(Canton et arrondissement de Béthune).

On a signalé près de Verquin, au lieu dit *la Longue-Borne*, une pierre haute de 4 mètres, parfois donnée comme un menhir. Il s'agit tout bonnement d'une colonnette en grès, située derrière une petite chapelle qui est à l'entrée du cimetière, au point d'intersection du chemin de Verquin à Nœux et de celui de Ver-

quignеul à Houchain. Cette colonne, de forme rectangulaire avec les angles abattus, est assez grossièrement taillée et faite d'un seul morceau de grès. Le sommet se termine par une sorte de chapiteau qui a dû anciennement supporter une croix en pierre. Elle mesure près de 3 mètres de hauteur, et repose sur un soubassement de 60 centimètres de haut, dans lequel elle est scellée, et qui est lui-même assis sur deux dalles juxtaposées ayant 20 centimètres d'épaisseur; ce qui donne à l'ensemble une élévation d'environ 4 mètres. Le nom que porte l'endroit peut laisser supposer, ou que la croix a disparu depuis fort longtemps, ou que la colonne a été taillée dans une grande borne existant antérieurement.

Villers-au-Bois

(Canton de Vimy, arrondissement d'Arras).

Dans les bois de Villers, comme dans ceux de Saint-Éloi, on rencontre de gros blocs de grès sous lesquels, au dire de Terninck, on a parfois trouvé des ossements humains et des poteries grossières.

Vimy

(Chef-lieu de canton, arrondissement d'Arras).

La commune de Vimy possédait une motte de 110 mètres de largeur sur 13 mètres de hauteur, surmontée au moyen âge d'un château fort. Terninck nous apprend qu'en la détruisant, on trouva des sépultures à plusieurs niveaux, et au-dessous, dit-on, des caveaux en pierres brutes contenant des vases grossiers. Étaient-ce des dòlmens? Nous manquons de renseignements suffisamment précis pour pouvoir l'affirmer.

Wimille

(Canton nord et arrondissement de Boulogne-sur-Mer).

Sur un mamelon dominant la rivière de Wimereux, au-dessus du lieu dit *le Ballon*, où se dresse l'obélisque commémoratif de la mort de Pilâtre des Roziers et Romain, se trouvait un tumulus de 7 mètres de diamètre sur $1^{m},50$ de hauteur. E. Sauvage et Dutertre ont constaté qu'il renfermait une vingtaine de tombes en pierres brutes, disposées en cercle irrégulier et entourées d'une sorte de cromlech formé de dalles posées à plat. Ces tombes, véritables dolmens de dimensions fort réduites, consistaient en caissons composés de plaquettes de pierre posées de champ, s'appuyant en général sur un dallage de fond, et recouverts de pierres plates un peu plus grandes. Elles mesuraient $0^{m},68$ à $1^{m},25$ de longueur, $0^{m},47$ à $0^{m},64$ de largeur, $0^{m},40$ à $0^{m},54$ de profondeur, et contenaient des squelettes humains repliés et couchés sur le flanc droit, accompagnés de quelques silex taillés. Vers le centre était un amas de grosses pierres brutes de 2 mètres de long sur un peu plus de 1 mètre de large. Deux des caissons ont été reconstitués dans la cour du Musée de Boulogne-sur-Mer.

Résumé et Conclusions

Nous n'avons eu à nous occuper, dans cet inventaire, que de trente-trois communes sur les neuf cent trois que comprend le département du Pas-de-Calais. De ce chiffre, il nous faut même retrancher douze indi-

cations, dont cinq se rapportent à des pierres à légendes et sept à des blocs errants sous lesquels ont parfois été rencontrées des sépultures, mais qui ne peuvent être considérés comme des monuments mégalithiques.

Des dolmens ont été signalés dans dix communes, mais celui d'Avesnes-le-Comte aussi bien que celui d'Orville sont fort douteux, et nous ne possédons que des renseignements trop vagues et trop incomplets pour pouvoir nous prononcer avec quelque certitude en ce qui concerne ceux indiqués à Coulogne, Givenchy-en-Gohelle, Pihen, Roclincourt et Vimy. Il ne reste donc, en fait de monuments pouvant être rangés sans hésitation dans la catégorie des dolmens, que la Table-des-Fées de Fresnicourt et les petits coffres de pierre découverts à Outreau et à Wimille. Ces derniers sont aujourd'hui détruits, sauf les deux exemplaires de Wimereux transportés au Musée de Boulogne.

Des menhirs ont également été mentionnés dans dix communes, mais il en est parmi eux un certain nombre au sujet desquels nous sommes insuffisamment renseignés; tels sont ceux d'Izel-lès-Équerchin, de Lorgies, de Rouvroy et celui de Tortequesne. La Grande-Borne de Verquin n'est pas un monument mégalithique. Nous ne pouvons citer, comme menhirs à peu près certains, que celui de Frencq et ceux de Lens, actuellement détruits, celui de Dury, qui a peut-être subi le même sort, enfin les Pierres-Jumelles de Mont-Saint-Éloi et le Gros-Caillou d'Oisy-le-Verger, encore existants.

Quant aux cromlechs, sur les quatre signalés, deux seulement sont incontestables. Ce sont ceux d'Outreau et de Wimille, qui n'ont, malheureusement, pas été conservés. Ils servaient très probablement à retenir les terres des tumulus, au bord desquels on a retrouvé une partie des pierres dont ils étaient composés. Le troisième, la Danse-des-Noces de Landrethun-le-Nord, n'est qu'un groupe de roches naturelles à légende ; et nous ignorons complètement l'âge et la destination du quatrième, les Sept-Bonnettes de Sailly-en-Ostrevent.

Mais si les monuments mégalithiques sont aujourd'hui bien peu nombreux dans le Pas-de-Calais, ils ont dû être autrefois beaucoup plus abondants. C'est du moins ce que semble indiquer l'étude des noms de lieux. Nous trouvons, en effet, dans ce département, parmi ceux qui peuvent, au moins en partie, rappeler des mégalithes : 27 *Marquois*, 24 *Marcail* (1). 3 *Marcage*, 1 *Marquelot*, 1 *Marqueffe*, 1 *Quatre-Marquois*, 20 *Longue-Borne*, 3 *Longues-Bornes*, 16 *Grosse-Borne*, 13 *Haute-Borne*, 3 *Hautes-Bornes*, 3 *Grandes-Bornes*, 1 *Grandes-Bornes*, 2 *Borne*, 1 *Plate-Borne*, 1 *Borne-Ronde*, 1 *Bise-Borne*, 1 *Borne-qui-tourne*, 1 *Borne-de-grès*, 1 *Borne-Janeton*, 1 *Borne-Saint-Richard*, 1 *Voie-des-Bornes*, 2 *Haute-Pierre*,

(1) Le mot *marc*, marque, et ses dérivés indiquent des limites et souvent des bornes.

2 *Bises-Pierres*, 1 *Grise-Pierre*, 1 *Plate-Pierre*, 1 *Grandes-Pierres*, 1 *Pierres-Dressées*, 1 *Longue-Pierre*, 1 *Pierre-qui-tourne*, 1 *Pierre-au-Beurre*, 1 *Pierre-Pendant*, 1 *Table-Ronde*.

Ce département possède aussi de nombreux tumulus, et il en est probablement parmi eux qui donneront, lorsqu'on les fouillera, des dolmens.

Le sol étant très cultivé et la population très dense, il n'y a rien d'étonnant à ce que les monuments mégalithiques aient été plus que partout ailleurs détruits.

BIBLIOGRAPHIE

Bottin (S.). — *Extrait d'un mémoire sur les monuments celtiques du département du Nord* (Séances publiques de la Société d'amateurs des sciences et arts de la ville de Lille. IVe cahier, 1811-1812, p. 131).

Boulangé. — *Cromlech de Landrethun-le-Nord* (*Bulletin de la Commission des antiquités départementales*, Pas-de-Calais, Arras, t. II, 1860-1867, p. 396).

Boulanger (C.). — *Notice sur le galet de Gauchin-Legal* (*Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris*, 1899).

Bréan. — *Exploration du tumulus dit des Sept-Bonnettes* (*Mémoires de la Société d'agriculture, sciences et arts de Douai*, 2e série, t. XIII, 1874-1876).

Cavrois (Louis). — *Sur une excursion archéologique à Fresnicourt* (*Bulletin des antiquités départementales du Pas-de-Calais*. Arras, t. V. 1879-1884, p. 148).

Cousin (Louis). — *Notice sur des antiquités celtiques ou gallo-romaines du Nord de la France* (*Mémoires de la Société dunkerquoise pour l'encouragement des sciences, des lettres et des arts*, XIe vol., 1865-1866, p. 279). — *Excursions et fouilles archéologiques faites en 1868 dans l'arrondissement de Boulogne-sur-Mer* (Do XIVe vol., 1868-1869, p. 173).

Deseille (Ernest). — *L'année boulonnaise* (*Mémoires de la Société académique de Boulogne-sur-Mer*, t. VIII, 1886). — *Les antiquités du pays boulonnais*, Paris, 1886.

Givenchy (L. de). — *Notice sur quelques monuments celtiques, romains et du moyen âge existant dans la Morinie* (*Mémoires de la Société des antiquaires de la Morinie*, Saint-Omer, t. II, 1834, 2e partie, p. 170).

Haigneré (D.) et Sauvage (Émile). — *Note sur la découverte d'une sépulture de l'âge de la pierre polie dans les garennes d'Équihen* (*Bulletin de la Société académique de l'arrondissement de Boulogne-sur-Mer*, t. I, 1867, p. 318). — *Note sur une sépulture de l'âge de la pierre polie découverte aux environs de Boulogne-sur-Mer* (*Revue Archéologique*, mai 1868, p. 369).

Hamy (E.-T.). — *Rapport sur les fouilles exécutées pour la Société académique de Boulogne-sur-Mer dans le tumulus dit la Tombe Fourdaine, à Équihen* (*Mémoires de la Société académique de l'arrondissement de Boulogne-sur-Mer*, t. IV, 1870-1872, p. 209). — *Boulogne dans l'antiquité* (Boulogne-sur-Mer et la région boulonnaise. Boulogne, 1899, t. I, p. 3).

Harbaville. — *Mémorial historique et archéologique du Pas-de-Calais*. — *Monuments des périodes celtique et romaine* (*Statistique monumentale du département du Pas-de-Calais*. Arras, t. I, 1850. p. 1).

Henry. — *Essai historique, topographique et statistique sur l'arrondissement communal de Boulogne-sur-Mer*. Boulogne, 1810. — *Notice sur un mallus ou sanctuaire druidique, vulgairement nommé les Danses ou Neuches, situé dans la plaine*

ou commune de Landrethun et Ferques, villages de l'arrondissement de Boulogne-sur-Mer (*Mémoires de la Société royale d'Arras pour l'encouragement des sciences, des lettres et des arts*, t. I, 1818, p. 331). — *Notice* (*Mémoires de l'Académie celtique*, t. V, 1810, p. 321).

HÉRICOURT (Achmet D'). — *Bauduin de fer, comte de Flandre, et les pierres d'Acq* (*Mémoires de l'Académie d'Arras*, t. XXXIII, 1861, p. 183).

LEJEUNE (E.). — *Les différents âges préhistoriques dans le département du Pas-de-Calais* (*Association française pour l'avancement des sciences.* Compte rendu de la 3e session. Lille, 1874, p. 521).

LEQUIEN. — *Procès-verbal de l'exploration des monuments celtiques de Fresnicourt*, 1855.

MALBRANCQ (Jacques). — *Annales des Morins*, 1639-1654.

QUENSON. — *Notice historique sur quelques monuments des environs d'Arras. Pierres d'Acques* (*Mémoires de la Société royale et centrale d'agriculture, sciences et arts du département du Nord*, séant à Douai, 1829-1830, p. 109).

SAUVAGE (Émile). — *Note sur une sépulture de l'âge de la pierre polie des environs de Boulogne-sur-Mer* (*Bulletin de la Société d'anthropologie de Paris*, 1868, p. 179). — *Le tumulus funéraire de Wimereux* (*Bulletin de la Société académique de l'arrondissement de Boulogne-sur-Mer*, t. V).

TAILLIAR. — *Essai sur l'histoire du régime municipal romain.* — *Essai sur l'histoire des institutions du Nord de la France. Ère celtique.* Douai, 1852. — *Notice sur quelques monuments en pierre, situés dans le Pas-de-Calais et le Nord.*

TERNINCK (Auguste). — *Notice* sur les pierres d'Acq (*Mémoires de la Société des antiquaires de la Morinie*, t. V, 1839-1840, IIe partie, p. 212). — *Le tumulus de Vimy* (*Statistique monumentale du département du Pas-de-Calais*, Arras, t. I, 1850, p. 1). — *Sépultures anciennes* (*Bulletin de la Commission des antiquités départementales*, Pas-de-Calais, Arras, t. II, 1860-1867, p. 187 et 254). — *Etude sur l'Atrébatie avant le* VIe *siècle*, 1866. — *Etude sur l'époque dite préhistorique* (*Mémoires de l'Académie des sciences, lettres et arts d'Arras*, 2e série, t. XI, 1879, p. 173). — *Répertoire des monuments et objets gaulois, gallo-romains et francs qui se trouvent dans le Pas-de-Calais* (*Bulletin de la Commission des antiquités départementales*. Pas-de-Calais, Arras, t. V, 1879-1884, p. 55). — *Sur le dolmen de Fresnicourt* (*Bulletin de la Commission des antiquités départementales*, Pas-de-Calais, t. V, 1879-1884, p. 140). — *Catalogue des antiquités du département du Pas-de-Calais, par communes et par époques.* Manuscrit (Bibliothèque du Musée de Saint-Germain).

VAN DRIVAL. — *Note sur la restauration du dolmen de Fresnicourt* (*Bulletin de la Commission des antiquités départementales.* Pas-de-Calais, t. V. 1879-1884, p. 145).

Dictionnaire historique et archéologique du département du Pas-de-Calais, publié par la Commission départementale des monuments historiques. 15 volumes, 1873 à 1884.

Dictionnaire archéologique de la Gaule : Époque celtique. Paris, 1875.

M. l'abbé BREUIL

à Clermont (Oise).

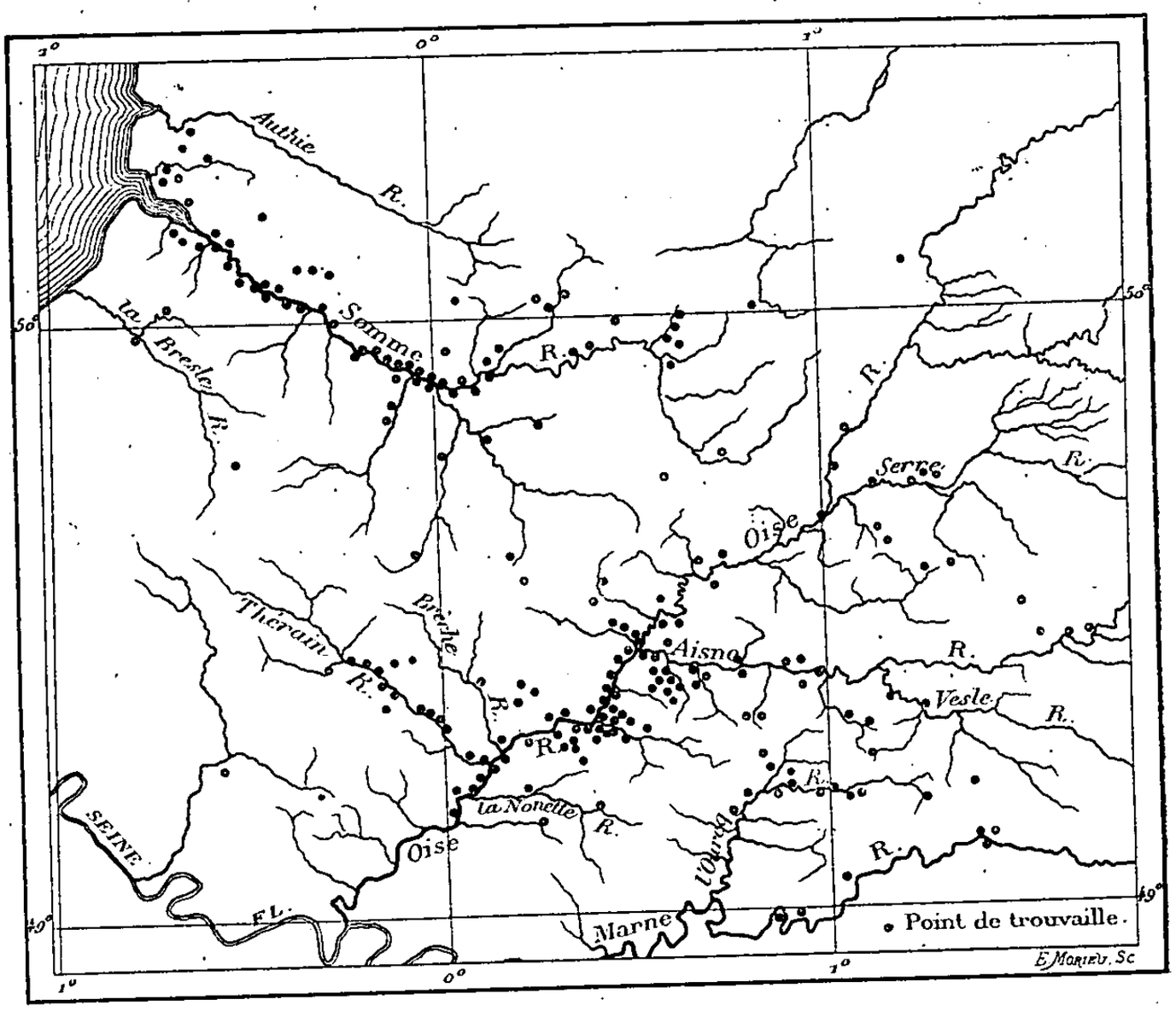
COUP-D'ŒIL SUR L'AGE DU BRONZE DANS LES DÉPARTEMENTS DE L'AISNE, L'OISE ET LA SOMME

[571.3 (44.34)]

— Séance du 19 septembre —

Je me contenterai de donner ici un simple aperçu des conclusions générales ressortant des nombreux matériaux que j'ai étudiés pour l'accomplissement d'un travail très étendu auquel je travaille encore.

Lorsqu'on examine la petite carte d'assemblage ci-jointe, où j'ai pointé



les localités où des objets réunis ou isolés se rapportant à l'industrie du bronze ont été rencontrés, on ne peut manquer d'être vivement frappé de leur distribution : presque toutes sont situées, d'une part, le long de la Somme, surtout depuis la mer jusqu'un peu au-dessus d'Amiens, de l'autre,

le long de l'Oise, en aval de Compiègne; les autres se répartissent sur la Marne et les vallées secondaires latérales, surtout celles du Thérain et de l'Ourcq, et la haute vallée des grandes rivières, mais en quantité bien minime et d'une façon bien clairsemée (sur l'Ourcq et le Thérain, les points de trouvailles sont rapprochés, mais peu importants).

Sur les plateaux quelque peu écartés des grands cours d'eau, le bronze devient excessivement rare, bien que, toutefois, les causes de destruction n'y soient pas moins actives que sur les bords du même plateau avoisinant les vallées importantes, où les trouvailles, au contraire, se rapprochent et se multiplient.

Cette répartition est nettement indiquée; on ne saurait donc, pour la région que nous étudions, considérer l'industrie du bronze comme générale et chronologiquement distincte des dernières phases du néolithique des départements de l'Aisne, de l'Oise et de la Somme. Le bronze semble bien plutôt un article d'importation, arrivant par les grandes voies commerciales que sont les fleuves, du moins sous forme de matière première. L'échange, le commerce, l'éparpillant autour des foyers d'importation, sa répartition devient de moins en moins dense à mesure qu'on s'en éloigne. Il est d'ailleurs certain que les haches étaient fondues sur place, car des moules de haches à talon, à ailerons et à douille ont été trouvés un peu partout; je ne connais pas de moule des autres objets; les petits ustensiles, tels que les poignards, les épingles, etc., étaient forgés, soit avec des fragments d'épée ou d'autres objets, soit avec de petites barres soigneusement dressées au marteau dans ce but. Les épées, pourtant nombreuses (80 au moins, dont 40 entières), et la plupart des objets, les haches, les lances, plus nombreuses encore, ne sont représentés dans les cachettes qu'à l'état de vieux bronze, à refondre ou à réparer. Lorsqu'on étudie la composition des cachettes, elles semblent bien plutôt la propriété d'acheteurs de vieilles ferrailles que celles d'un marchand ou d'un vrai fondeur; c'est un fondeur d'occasion, mais surtout un petit forgeron, qui fait un poignard avec un tronçon d'épée, refait la pointe d'une lance ou le tranchant d'une hache, absolument à la façon du serrurier qui fait un ciseau avec une vieille lime.

Examinons, par exemple, la cachette de Plainseau (Amiens, musée de cette ville), la plus importante avec celle de Fouilloy (ou plus exactement de Marlers (Somme), suivant l'enquête de d'Ault du Mesnil); il n'y a peut-être pas deux haches semblables sur quarante à peu près complètes (et de nombreux débris); presque toutes sont usagées, et n'ont besoin, pour resservir, que d'une simple réparation : quelques coups de marteau sur le tranchant pour lui rendre son fil et sa continuité; plusieurs l'ont déjà subie. Il en est de même pour les lances; sur vingt-cinq, il y en a certainement de plus de quinze formes différentes; toutes ont servi et ont même assez fatiguées.

La même constatation peut être faite pour la plupart des autres cachettes. Il y a extrêmement peu de neuf, et le vieux bronze ne consiste pas, loin de là, en outils hors d'usage. Il n'y a guère que trois cachettes contenant surtout du neuf, toutes trois sur la Somme ou près de son embouchure : à Ponthoile, cinquante-quatre haches à talon, presque toutes affûtées; à Bernay, douze ou treize seulement; à Erondel, onze haches à ailerons et une à talon.

Tout cela tend à établir que la civilisation du bronze s'est très inégalement étendue à la région dont nous parlons, et qu'il n'y a pas eu de grands centres métallurgiques dans cette région, mais seulement plusieurs zones d'importation un peu plus actives, sur le cours inférieur de la Somme et de l'Oise.

Dans ces conditions, nous devrons constater de nombreuses associations du néolithique avec des objets appartenant à l'industrie du bronze. C'est en effet ce qui arrive.

Nous avons relevé des associations incontestables dans des sépultures et des gisements.

A Mareuil-sur-Ourcq (Oise), M. Héricart de Thury a trouvé, en 1837, au milieu des débris d'un dolmen, au sommet de la côte du Camp, une très grande hache à bords droits, longue de 36 centimètres, toute ornée et ciselée (Rens. manusc. du Musée de Saint-Germain).

A Boury (Oise), près du hameau du Chêne-d'Huy, dans l'allée couverte de la Belle-Haie, on a trouvé en 1845 des *spatules* (lisez haches plates ou à bords droits) en cuivre, à long manche, ornées de grossiers dessins gravés.

Dans l'une des allées couvertes de Montigny-Leugrain (Aisne), trois haches à talon ont été découvertes, avec un mobilier néolithique abondant, à côté des squelettes.

A Hermes (Oise), au lieu dit la Fosse, en 1837, on découvrit un ossuaire creusé dans le calcaire grossier, qui contenait, avec environ quatre cents squelettes, une hache en silex, *deux agrafes en bronze* et de la poterie néolithique.

On aurait constaté des faits analogues dans les ossuaires d'Orrouy et de Rozoy (Oise).

En dehors (1) des sépultures, à Essommes (Aisne), M. de Laubrière (1886, *Annales de la Société historique de Château-Thierry*) a trouvé dans une creutte, avec du silex et des amulettes néolithiques, un couteau en bronze dont la lame, brisée, fait corps avec le manche; celui-ci, très court

(1) Nous avions signalé, dans les comptes rendus résumés du Congrès, une hache plate trouvée à Crouttes (Aisne) avec des haches en pierre polie, dans une même cachette. D'une enquête pour contrôler ce fait, il résulte que M. Minouflet, qui avait signalé le fait avec beaucoup de précision (An. S. Hist. Chât.-Thierry 1893), a fait confusion avec une cachette de haches à douilles trouvées au même lieu.

(6 centimètres), représente un homme nu, de très grossière exécution; les bras ployés reposent sur les cuisses ; et il tient devant lui et sur ses genoux une sorte de tablette; cet objet, de forme tout à fait exceptionnelle, rappelle beaucoup certains couteaux scandinaves figurés par Chantre.

A Castel (Somme), dans une carrière de silex, quatre ou cinq haches à douille, en bronze, ont été trouvées, il y a une dizaine d'années, au milieu de beaucoup de débris de silex taillé et poli, et de scories d'une forge primitive (renseignement de Mgr de Ragnau).

A Menneville (Aisne), dans un petit vase noir contenant des cendres, et placé dans un puits funéraire, se trouvaient un petit objet en bronze et une lame de silex très verdi.

A Royallieu, près de Compiègne, une flèche plate en bronze, à barbes et pédoncule, a été trouvée en contact avec une autre flèche losangique, en silex lacustre, au milieu d'une très riche station néolithique (post-compignienne, deuxième facies). Une hache en bronze à faibles ailerons (ou à bords droits élevés un peu rabattus), trouvée à Vendeuil-Caply, a certainement été raclée sur le tranchant avec un outil en silex, et les stries qu'elle porte sont semblables à celles que produirait un grattoir.

Ailleurs, il semble presque impossible de ne pas considérer une superbe emmanchure en bois de cerf, trouvée à Moru, près de Pont (Oise), et retenant encore une très belle hache en silex, comme faite, du moins partiellement, avec un outil en métal; d'un autre côté, les marteaux, pioches, emmanchures, trouvées en connexion avec du bronze dans des stations (Saint-Pierre-en-Châtre le confluent de l'Aisne et de l'Oise), et d'autres, évidemment travaillés avec un outil en métal (Fontaine-sur-Somme, Port-le-Grand, Montières (Somme) (1), ne sont pas différents pourtant des objets du même genre formant le mobilier des grands dolmens de la contrée, par exemple de celui de Presle (Seine-et-Oise) et de Vauxréal (Seine-et-Oise), où ils sont associés à des objets d'industrie néolithique.

Je ne cite pas l'association, dans la tourbe, d'objets en bronze et en pierre, la tourbe contenant des objets d'époques trop diverses.

Tous les faits précédents permettent d'attacher une importance particulière à une autre constatation : les points où se groupent pour ainsi dire en station les objets trouvés isolément sont précisément d'importantes stations néolithiques d'un facies assez raffiné (post-campignien, deuxième facies, et néolithique le plus avancé. cf. mon travail sur le néolithique) ; nous citerons, en sus de plusieurs localités déjà citées : Montgerain, les camps de Bailleul-sur-Thérain, de Gouvieux, de Canneville, de Catenoy, de Babœuf, le mont Ganelon, près de Compiègne, le mont de Berny à Pierrefonds, le mont de Croc à Cuise-la-Motte, l'*oppidum* de Saint-Pierre-

(1) Cf., l'*Anthropologie*, 1893, p. 385.

en-Châtre à Vieux-Moulin, le mont Catillon de Rhuis ; les bords escarpés du plateau au sud de l'Oise, à Orrouy, au-dessus de Pontpoint, à Verneuil (dans le département de l'Oise) ; Caranda, Montigny-Lengrain, Cuisy-en-Almont (dans le département de l'Aisne). Nous ne citons que les localités pour lesquelles nous sommes certains de ce que nous avançons. Nous pensons que bien des objets trouvés isolément dans l'Aisne, ainsi qu'une partie des autres, doivent être dans le même cas, et nous avons l'intention de nous en assurer. Les vallées de l'Ourcq et du Thérain, où les objets de bronze isolés sont relativement nombreux, sont précisément celles où se rencontrent un plus grand nombre d'importantes stations néolithiques et de grands dolmens.

Il nous semble donc légitime de conclure qu'il ne paraît pas, pour les départements de l'Aisne, de l'Oise et de la Somme, qu'il y ait lieu de considérer l'industrie du bronze comme chronologiquement distincte de l'industrie néolithique dans ses dernières phases (1).

Nous examinerons maintenant quelles relations existent entre les diverses formes de haches, soulignant aussi les objets les plus remarquables découverts en connexion.

Les haches plates sont si rares qu'il est inutile d'en parler. L'une d'elles, trouvée à Dampleux (Aisne), analysée, était en cuivre pur, avec des traces d'argent dans le minerai.

Les haches à bords droits ne se rencontrent pas dans les cachettes non plus ; mais, toutefois, la station néolithique du camp de Bailleul en a livré une, ainsi qu'une hache à talon (Musée de Beauvais). A Mouy, une autre a été trouvée avec un poignard, dans les terres tourbeuses du marais, et proche d'une hache polie (coll. Baudon). Trois types aberrants sont à noter : une seule pièce représente chacun des deux premiers ; l'une a été trouvée entre Breny et Oulchy (Aisne) ; elle porte un petit talon médian entre les bords droits et les côtés sont ornés au marteau de lignes obliques (Musée de Saint-Germain). L'autre, trouvée à Allaines (Somme), présente en son milieu un bouton d'où se détache, dans la direction du tranchant, une forte nervure, qui ne l'atteint pas (coll. Boulanger, ancien notaire à Péronne, auquel je dois des remerciements pour l'excellent dessin qu'il a bien voulu m'en envoyer). Ces deux types me paraissent nouveaux. Le troisième type est représenté par deux pièces, presque identiques, trouvées, l'une dans les terres tourbeuses de la vallée du Thérain, à Bury (coll. Baudon, et fig. 67, Musée préhistorique de Mortillet), l'autre, dans la tourbe des environs d'Abbeville (Musée d'Abbeville) ; elles sont à tranchant très large, semi-

(1) Je suis heureux de pouvoir dire que c'est aussi l'avis de mon maître et ami, M. d'Ault du Mesnil, que je suis heureux de pouvoir ici remercier de ses nombreux conseils et de la direction pratique dont je lui suis si redevable. C'est aussi la voix universelle de tous les meilleurs archéologues locaux.

circulaire, et à bords droits ciselés, l'épaisseur de la lame est faible, et le tranchant très vif; c'est un instrument à couper, mais non à frapper (1).

Toutes les transitions existent entre les haches à bords droits et les haches à talon; mais celles à faible talon entre bords droits ne se trouvent pas non plus dans les cachettes.

Les haches à talon se trouvent beaucoup isolément dans l'Aisne et l'Oise : elles représentent de beaucoup l'objet le plus répandu; elles sont associées ordinairement, dans des stations néolithiques, avec des lances, des épées, des flèches et des haches à ailerons, et bien d'autres objets. Dans plusieurs cachettes de la Somme, la hache à talon est seule : représentée à Ponthoile par cinquante-quatre exemplaires de diverses formes, affûtés, à Bernay, par douze ou treize (coll. Evans. Je remercie tout particulièrement Sir John Evans de la bienveillance avec laquelle il a bien voulu me donner tous les renseignements dont j'avais besoin sur sa riche collection, et avec laquelle il a bien voulu me la faire visiter, lors de mon voyage à Nash Mills). Dans l'Aisne et l'Oise, les cachettes de cette époque sont insignifiantes comme nombre d'objets : cinq haches à talon sous un grès, à Arcy-Sainte-Restitue (cf. Moreau); deux seulement à Chouy (renseignement Doyen), etc. On sent que le bronze s'y fait rare. J'ai rencontré plusieurs échantillons appartenant à des formes aberrantes; l'un, trouvé au camp de Bailleul-sur-Thérain (Musée de Beauvais), ressemble, comme proportion, à la hache fig. 67 du livre d'Evans; la lame est séparée du talon carré par un fort bourrelet circulaire, et au sommet du talon, en son milieu, un trou est percé d'une face à l'autre pour l'assujettissement d'une cheville ; un objet très voisin se trouve dans la cachette de Ponthoile (Somme).

M. Plessier, de Compiègne, auquel je suis redevable d'un grand nombre de matériaux, m'a signalé une hache, malheureusement perdue, mais qu'il a eue entre les mains, pêchée dans l'Oise, au Plessis-Brion ; elle était finement ciselée. M. Plessier la rapporte au type figure 953, du Musée Préhistorique de de Mortillet, qui, d'ailleurs, a beaucoup d'analogie, de proportions et de formes (le tranchant à part) avec les haches précédentes. Une autre hache à talon, un peu ciselée, provient du faubourg de Brest, à Beauvais (coll. Evans).

Les haches à ailerons se trouvent rarement seules : dans la cachette d'Érondel (Somme), elles sont représentées par onze grosses haches à tout petits ailerons semi-circulaires, dont une seule à anneau latéral, associées à une grande hache à talon et anneau latéral, à des débris d'épées, et à deux gros bracelets très simples à tige cylindrique. Ce type de hache, gros,

(1) Je dois noter ici un objet, venant des environs de Cires-les-Mello, rappelant tout à fait les lances à soie que John Evans décrit comme accompagnant, en Angleterre, les haches à bords droits; le nôtre se rapproche beaucoup de la figure 326 d'Evans, mais la soie est cylindrique, et porte, au voisinage de la base de la lame, deux mamelons en saillie, à droite et à gauche, en face l'un de l'autre.

épais, à petits ailerons avec ou sans anneau latéral, se retrouve à Caix, représenté par quatre pièces, avec une hache à ailerons, plus légère, mais sans anneau latéral, un grand saumon de bronze en forme de pioche percée, et beaucoup d'autres objets, parmi lesquels des débris d'épées, et une grande épingle ciselée. C'est la seule cachette où la hache à aileron soit seule. Dans l'Aisne, je n'en connais que deux échantillons : de la Ville-au-Bois, près Craonne (Aisne) (Coll. Édouard Piette) et de Remies (Aisne). Au contraire, elles sont relativement fréquentes à proximité de Compiègne, mais presque toujours en connexion avec des haches à talon, des épées, des couteaux et poignards à soie : dans les stations de Catenoy, du mont Ganelon, de Saint-Pierre-en-Châtre (en cette station la hache à aileron n'est représentée que par des types avancés, et la hache à talon par des moules) ; à Pont, c'est toujours le gros type épais qui se retrouve, avec des haches à talon et un fragment d'épée. A Vendeuil-Caply, avec une hache à talon, il s'en est trouvée une autre en connexion géographique, à ailerons si faibles, que ce sont plutôt des bords droits élevés et rabattus. A Pontpoint, elle est réunie dans une cachette à des haches à douille de type très aberrant. Dans les grandes cachettes de Saint-Roch, du Plainseau, à Amiens, et de Marlers (Somme), décrite comme de Fouilloy, la hache à ailerons est représentée par un tout petit nombre d'exemplaires, d'un type très avancé. M. Van Robais, d'Abbeville, possède une herminette à ailerons et anneau paraissant venir d'une cachette des environs.

La hache à douille *usuelle* est très abondante dans les grandes cachettes (Dreuil, Saint-Roch, le Plainseau, Marlers, Saint-Pierre, Pontpoint, Crouttes, Brécy), mais bien plus clairsemée dans sa répartition en dehors des cachettes, que la hache à talon ; elle est bien plus commune dans la vallée de la Somme qu'ailleurs. Il y a très rarement de vraies haches ou hachettes vatines dans les cachettes ; ces haches ne sont communes nulle part, et se trouvent isolément, de-ci de-là, ordinairement sans connexion apparente avec les autres types, Les autres types de haches à douille portent des ornements très variés, sur lesquels il est inutile d'insister. Quelques-unes de ces haches, très peu nombreuses, sont aberrantes comme forme. L'une est figurée par de Mortillet (*fig.* 784), et vient d'Abbeville ; une autre, du Musée d'Amiens, et provenant de la région, ressemble aux figures 155 d'Evans, et 779 de de Mortillet, mais en exagérant beaucoup le développement des flanques rappelant les ailerons ; une du même genre, provient de la cachette de Pontpoint ; une autre, venant du faubourg de Ham, à Amiens, est à douille carrée ; la lame s'élargit brusquement, vers son milieu, et jusqu'au tranchant ; une autre, à petite douille carrée, filets ornementaux en forme d'ailerons, et tranchant très élargi, provient aussi de Pontpoint (cachettes).

Nous citerons quelques objets remarquables provenant des principales cachettes : à Dreuil, un couteau à manche coulé d'une même pièce que la lame (coll. Evans) (Mus. préhis. *fig.* 876), et un rasoir à soie et à un seul côté tranchant, l'autre formant dos. Un rasoir lunulé à manche composé d'un double anneau (Musée de Péronne), à Saint-Roch (Amiens), une grande spirale plate. Au Plainseau, (Amiens), une spirale semblable, une petite enclume, un montant de mors *(cf. fig.* 970 de Mortillet), une faucille à douille *(cf. fig.* 661 de Mortillet) (1) et un petit anneau latéral, un couteau à douille et lame ondulée *(cf.* de Mortillet, *fig.* 868). A Marlers (Somme), des montants de mors semblables à celui du Plainseau, et des fragments de couteau à bout carré (de Mortillet, *fig.* 880). A Saint-Pierre-Pontpoint, un grand et bel hameçon ; à Brécy, deux faucilles à bouton arrondi.

Un montant de mors en arc de cercle, de forme inédite, se rapprochant un peu de celui (*fig.* 969) de de Mortillet, provient du confluent de l'Aisne et de l'Oise; il se rapporterait plutôt à la hache à ailerons qu'à celle à douille, comme synchronisme, mais il ne s'est pas trouvé de hache à douille en ce point ni aux environs.

D'autres sont en bois de cerf; celui d'Ailly-sur-Somme est presque semblable à celui de Saint-Pierre-en-Châtre *(cf.* Alb. préh. *fig.* 972), et de Moru (Oise). Ils devront aussi se rapporter, morphologiquement parlant, au facies industriel d'où la hache à douille est encore absente.

Les épées sont nombreuses, il y a des lames de rapières, des épées droites à languette avec encoche, ou trous de rivet, surtout des épées pistiliformes à poignée plate percée de trous de rivets, parfois d'une fente, avec des coches latérales, le plus souvent, à la naissance de la lame. On en rencontre des débris dans toutes les cachettes, sauf dans celles où la hache à talon est seule, et dans presque toutes les stations ; deux sont d'un type aberrant; l'une, trouvée à Heilly (Somme) dans la tourbe, en 1799, à lame droite un peu triangulaire et poignée rapportée, à grosses antennes enroulées. L'autre, à poignée coulée du même coup que la lame, avec très large pommeau ovale et concave, a un état civil assez incertain ; elle viendrait de la Somme, peut-être de Tiraucourt (?), la poignée, le pommeau et un tiers de la lame pistiliforme sont admirablement ciselés. Cet objet, à peine un peu altéré, doit provenir d'une cachette, mais rien de certain sur sa provenance.

En dehors des deux rasoirs que nous avons signalés, nous en connaissons plusieurs autres, l'un d'eux, venant des tourbes de Picquigny (Somme) (Musée de Péronne), et un autre, de Nampteuil-sous-Muret (Aisne) (coll.

(1) Elle vient bien de la cachette, et figure dans la liste du catalogue de 1845 du Musée d'Amiens, la trouvaille ne datant alors que de deux ou trois ans. M. Garnier s'est donc trompé, dans le *Dictionnaire archéologique*, en affirmant qu'elle ne provenait pas de la région.

Moreau., Mus. de Saint-Germain), sont ovales-oblongs et à soie; un autre, oblong, à languette et trou de rivet, vient d'Aiguisy (Aisne) (coll. Moreau. Musée de Saint-Germain) ; un autre semi-circulaire *(cf. fig.* 1184, de Mortillet) à deux larges bélières sur le dos, vient de la Somme, à Abbeville (Mus. Saint-Germain), c'est vraiment plutôt un grattoir ou un racloir, de même qu'un autre du Plainseau (Amiens), trapézoïde, à tranchant situé latéralement comme celui d'un racloir moustérien, et à trou percé transversalement, au milieu du dos.

Nous ne pouvons passer sous silence un splendide torque en or, trouvé à Saint-Leu-d'Esserent (Oise), en 184..., par M. Houbigant (actuellement au cabinet des médailles); c'est un torque funiculaire, fermant par deux simples crochets à bouts un peu renflés; nous le mentionnons comme de l'âge du bronze; en effet, il est presque exactement semblable à un autre, trouvé à Fresné-la-Mère (Calvados), dans une cachette de bronze, appartenant à John Evans, contenant, entre autres objets, des haches à douille ; la seule différence de quelque importance est que les crochets du torque de John Evans sont simplement cylindriques, sans renflement.

Une autre trouvaille d'*or*, faite au mont Ganelon au siècle dernier, pourrait peut-être aussi se rapporter à l'époque dont nous parlons.

L'étude relative des formes industrielles de l'âge du bronze nous montre donc nettement l'antériorité de la hache plate de cuivre pur sur les autres types de hache, celle de la hache à bords droits, sur la hache à talon ; celle-ci commence en compagnie de la hache à bords droits dont elle dérive, se trouve parfois seule, et se perpétue, au moins dans l'Oise, jusqu'à l'apparition des types les plus raffinés de hache à ailerons ; celle-ci ne se trouve qu'exceptionnellement isolée dans les cachettes d'un autre type de hache ; dans ses formes archaïques, elle est toujours associée à la hache à talons, et même, pour l'Oise, dans ses types les plus récents; ces dernières, dans la Somme, sont toujours associées à de grandes cachettes de haches à douille, une seule fois, dans l'Oise, enfin, parmi les haches à douille, les haches dites vatines ne se rencontrent jamais avec les haches usuelles et les nombreux objets qui les accompagnent.

Les épées, rapières ou épées pistiliformes à soie plat et rivet, sont déjà répandues avec la hache à talon dans des localités où elle est associée à la hache à ailerons, même les épées à encoches latérales à la naissance de la lame. Les couteaux et poignards à rivet ou à soie sont plus anciens que ceux à douille.

Telles sont les conclusions que nous avons pensé pouvoir formuler, après avoir compulsé une grande quantité de matériaux, et réuni un grand nombre de documents sur la région.

Je tiens à remercier, en terminant, toutes les personnes qui m'ont aidé dans mes recherches et que je n'ai pas encore remerciées, et spéciale-

ment M. Salomon Reinach, conservateur du Musée de Saint-Germain, M. Delambre, conservateur du Musée d'Amiens, M. de Guyencourt, le révérend Greenwell, M. le Dr Baudon, M. Doyen, de Neuilly Saint-Front, et beaucoup d'autres personnes, que nous ne pouvons nommer dans ce simple résumé.

Nous espérons pouvoir bientôt parfaire notre travail général, et nous serons bien reconnaissant aux archéologues qui, lisant ces lignes, posséderaient quelque document ou renseignement sur la région qui est le sujet de cette étude, d'avoir l'obligeance de le porter à notre connaissance.

M. P. LEBESCONTE

à Rennes.

ÉPOQUE ET MODE DE FORMATION DU DÉTROIT DU PAS-DE-CALAIS. — MODIFICATIONS SUBIES PAR LE LITTORAL DEPUIS L'ORIGINE DU DÉTROIT JUSQU'A NOS JOURS (1)

[554 (42.34)]

— Séance du 20 septembre —

PRÉLIMINAIRES

J'ai fait paraître à Rennes, en 1898 (2), un travail important pour l'étude des terrains quaternaires et modernes. Il avait été précédé, en 1897, par un autre travail fait en collaboration avec M. Bézier, directeur du Musée géologique de Rennes (3).

J'ai pu reconnaître l'ordre de superposition de différentes couches récentes et leur âge relatif par les sondages en profondeur, qui ont été mis gracieusement à ma disposition, et par les coupes et les documents nombreux que j'ai recueillis. J'ai été aussi aidé dans cette étude : 1° par l'examen des *éboulis*, déterminés par les mouvements du sol, que j'ai distingués grâce à leur intercalation partielle entre certaines couches sédimentaires, et 2° par l'étude des *nouvelles terrasses marines*, que j'ai pu séparer des *anciennes terrasses marines*.

Les sondages en profondeur montrent tout d'abord des *graviers de base*, correspondant aux *graviers de Chelles et d'Abbeville*, à *Elephas antiquus*,

(1) Question mise à l'ordre du jour du Congrès de Boulogne.

(2) Périodes géologiques gallo-romaine et franque. Leurs relations avec le Quaternaire, le Pliocène et l'Époque moderne, P. Lebesconte. *Bullet. Soc. scient. et médic. Ouest,* 1898, Rennes.

(3) Description stratigraphique des terrains quaternaires et des alluvions modernes de la Vilaine. Lebesconte et Bézier. *Bullet. Soc. scient. et médic. Ouest,* 1897, Rennes.

Falc. et à *Rhinoceros Merckii*, Joëger, etc. Ces graviers recouvrent une tourbe quaternaire qui est aussi le gisement des animaux que je viens de signaler. Cette tourbe repose sur les *sables et graviers* (pliocène supérieur), qui recouvrent généralement les terrains anciens de Bretagne.

En 1811, après une grande tempête, qui avait enlevé le sable d'une plage près de Morlaix (Finistère), M. de la Fruglaie constata la présence d'une tourbe épaisse qui passait et se continuait sous les *anciennes terrasses* quaternaires (Raised-Beach) du haut de la grève.

Ainsi, voici une *tourbe quaternaire* bien constatée, reposant sur le Pliocène et située tantôt sous les *graviers de base de Chelles et d'Abbeville*, tantôt sous les *anciennes terrasses* (Raised-Beach). M. Alfred Taylor, géologue anglais, qui a beaucoup étudié les *graviers de base de la Somme*, admet que ces dépôts sont le résultat de vastes inondations torrentielles de 26 mètres de hauteur, qui se seraient produites à une époque peu distante de la *période historique*.

Les mêmes sondages, que j'ai indiqués, placent au-dessus des *graviers de base* deux ordres de couches, suivant que le terrain a été recouvert par la mer ou est resté émergé. Des dépôts marins (anciennes terrasses), formés de poudingues de roches du pays et de roches étrangères, de galets, de sables, d'amoncellements énormes de coquilles ; ou bien des *graviers bruns* quaternaires (1), continuant les *graviers de base*, mais contenant une faune différente : *Elephas primigenius* Blum, *Rhinoceros Tichorinus* Fisch., etc.

Les sondages en profondeur placent ensuite au-dessus des *graviers bruns* des terrains modernes (2). (M. Alfred Taylor avait eu raison d'indiquer que les *graviers de base* s'étaient déposés à une époque peu distante de la *période historique*.)

J'ai rangé (3) ces terrains en quatre périodes : les périodes *gallo-romaine*, *franque*, *moyen âge* et *moderne*, formant le *groupe moderne* superposé aux *groupes quaternaire* et *tertiaire*.

FORMATION DU DÉTROIT DU PAS-DE-CALAIS

Mon travail de 1898 (4) me permet d'indiquer que la *formation définitive* du détroit du Pas-de-Calais est due à un envahissement de la mer, déterminé par un affaissement du sol à la *période quaternaire*.

Je dis : *formation définitive*, car il est bien évident que l'affaissement

(1) Description stratigraphique des terrains quaternaires et des alluvions modernes de la Vilaine, Lebesconte et Bézier. *Bullet. Soc. scient. et médic. Ouest*, 1897.

(2) Périodes géologiques gallo-romaine et franque, Lebesconte, *Bullet. Soc. scient. et médic. Ouest*, Rennes, 1898.

(3) *Idem*.

(4) Périodes géologiques gallo-romaine et franque, Lebesconte, *Bullet. Soc. scient. et médic. Ouest*, Rennes, 1898.

précédent de la fin de la *période pliocène* avait déjà déterminé, en partie ou en totalité, la séparation momentanée des deux pays (1).

Voici ce que la géologie nous apprend sur ce premier mouvement de la fin du Pliocène.

PREMIÈRE PÉRIODE INSULAIRE DES ILES BRITANNIQUES DE LYELL (2)

L'une des plus fortes oscillations récentes s'est produite à la fin de la *période pliocène*. Un affaissement du sol a permis à la mer d'envahir presque toute la Bretagne, la Normandie, le nord de la France et de la Belgique, le sud de l'Angleterre, etc. Les roches anciennes ont été dénudées et arrachées et les dépôts tertiaires, qui n'étaient pas abrités dans les vallées, ont été nivelés et entraînés par la mer.

L'Angleterre a pu être à cette époque, soit momentanément séparée de la France, soit rejointe seulement par un isthme plus ou moins étroit ou par des terrains découvrant à mer basse.

C'est pendant cette période d'immersion que se sont déposés les *galets marins pliocènes*, dont les éléments, quartzeux pour la plupart, sont très roulés et fortement patinés (3). Ils sont recouverts par les *sables marins pliocènes* fossilifères (4), qui ont dû avoir une épaisseur considérable, à en juger par les restes énormes qui existent encore, après toutes les dénudations et bouleversements des périodes plus récentes.

DEUXIÈME PÉRIODE CONTINENTALE DES ILES BRITANNIQUES DE LYELL

Au début du quaternaire se produisit une période d'émersion qui a pu faire rejoindre en partie l'Angleterre au continent. Cet exhaussement du sol interrompit le dépôt marin des *sables pliocènes*. Les roches anciennes, brisées à leur sommet par ce mouvement, produisirent de vastes *éboulis* que j'ai appelés K (5), dont la plupart des éléments ont fourni les *graviers de base* et les *graviers bruns* ou ont été roulés et entraînés à la mer, par les cours d'eau, pour former les *anciennes terrasses*. Les eaux marines, retenues dans certaines parties du pays, où elles ne trouvaient pas d'écoulement, changèrent peu à peu de nature, ce qui permit aux *argiles et*

(1) Les invasions marines occasionnées par les oscillations du sol se sont produites à toutes les époques. A la fin de l'ère primaire, le déchiquetage des Gaules est bien grand. On ne voit émerger que la Cornouaille, la Bretagne, le Cotentin et l'Anjou réunis. Puis, comme groupes isolés, les Pyrénées, le massif central, le Morvan, les Alpes, les Vosges et les Ardennes. A la fin de l'ère secondaire, la mer pénètre encore profondément les Gaules. La Cornouaille seule se rejoint à la Bretagne. Le golfe parisien pénètre jusque près de Poitiers, le golfe aquitanien sépare la France des Pyrénées, tandis que le golfe méditerranéen remonte jusqu'au delà de Besançon.

(2) *Idem.*

(3) *Idem.*

(4) *Idem.*

(5) Périodes géologiques gallo-romaines. Lebesconte, *Bullet. Soc. scient. et médic. Ouest,* 1898, Rennes.

tourbes quaternaires de se déposer. C'était, comme je l'ai dit, l'époque où vivaient l'*Elephas antiquus* et le *Rhinoceros Merckii*, etc. Ces animaux purent passer en Angleterre sur l'isthme du Pas-de-Calais qui allait disparaître. Pendant que cette tourbe se formait, un régime de pluies torrentielles amena la formation des *graviers de base* quaternaires aux dépens des éboulis K. Dans les parties du pays à l'abri des incursions de la mer, ces *graviers de base* se sont continués par les graviers bruns quaternaires (1). Dans les autres endroits, ils ont été interrompus par l'invasion marine quaternaire dont nous allons parler.

DEUXIÈME PÉRIODE INSULAIRE DES ILES BRITANNIQUES DE LYELL. FORMATION DÉFINITIVE DU DÉTROIT DU PAS-DE-CALAIS

Le nouvel affaissement du sol de l'*époque quaternaire* détermina le retour offensif de la mer sur les terrains anciennement occupés par elle. Grâce à l'affaissement, les flots, venant des deux côtés à la fois, eurent facilement raison des dernières parcelles de terre. Les deux bras de mer, en se rejoignant, formèrent un vaste courant qui devait continuer à creuser et à élargir le détroit du Pas-de-Calais, qui séparait *définitivement* l'Angleterre de la France (2). Là, du reste, ne s'arrêtait pas l'effet de cet affaissement. La mer envahit toutes les côtes de France, de Belgique, d'Angleterre, du Portugal, d'Espagne, d'Italie, etc. Les auteurs signalent l'envahissement de Sangatte, des Flandres, de l'Artois, de la plaine maritime de Holque, de la vallée de la Somme jusqu'à Abbeville, du Havre, de la Seine, d'une partie de la baie du Mont-Saint-Michel, de Binic, Saint-Michel-en-Grève, Roscoff, Kerguillé, Penhors, anse de Tudy, estuaire du Blavet, rivière d'Étel, ainsi que les côtes de la Vendée, du Poitou, l'étang de Berre (Méditerranée), Villefranche (Rhône), Antibes, les environs de Nice, les Marais Pontins (Italie), etc.

C'est l'époque où la mer a déposé les *anciennes terrasses marines* (Raised-Beach de Sangatte), qui doivent leur nom à ce qu'aujourd'hui elles se trouvent placées en terrasses à 10 et 16 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer. On voit ces terrasses le long du littoral flamand, entre autres de Sangatte au cap Gris-Nez, à Aurigny, près de la baie de la Cor-

(1) *Idem.*

(2) Dès cette époque, les *courants marins* avaient déjà la direction de ceux de nos jours. Ceci a été constaté à Sangatte par les apports dans les *anciennes terrasses* de galets siliceux du Portlandien, de ceux des grès paléozoïques du Bas-Boulonnais et des galets de granite rougeâtre du Cotentin et des Iles Normandes (Prestwich). Un fait très intéressant aussi, c'est la direction des *courants torrentiels* de cette époque, du Sud-Ouest au Nord-Est. Elle a été constatée en 1892 par M. Erens Alph. dans son travail : *Le Courant normano-breton de l'époque glaciaire et le transport des roches originaires des côtes occidentales de la France jusqu'au sud des Pays-Bas.* (Extrait des archives Teyler, série 2; t. IV, 1892.) Elle a été constatée aussi par M. Rutot, en 1897, dans son étude des modifications du sol des Flandres, et en 1897 par MM. Lebesconte et Bézier dans leur description stratigraphique des terrains de la Vilaine.)

belette, à 10 mètres au-dessus de la mer ; à Guernesey et Jersey et dans les les de Lihou et de Bréchou. D'autres terrasses, comme celles de la Rance, de Saint-Michel-en-l'Herm, du cap Saint-Hospice, près Nice, des environs de Villefranche (Rhône) et d'Antibes (Gwyn-Geffreis) sont composées d'amoncellements énormes de coquilles.

MODIFICATIONS SUBIES PAR LE LITTORAL DEPUIS L'ORIGINE DU DÉTROIT DU PAS-DE-CALAIS JUSQU'A NOS JOURS (1)

Une période d'émersion se produisit avant l'invasion des Gaules par les Romains. Le relèvement des *anciennes terrasses* et les éboulis L constatés en France, en Belgique, en Angleterre, etc., prouvent ce mouvement.

Cette émersion n'a pas été assez accentuée pour faire disparaître de nouveau le détroit du Pas-de-Calais et rétablir une communication quelconque de l'Angleterre avec la France, mais elle a été suffisante pour diminuer la profondeur de la Manche et pour relever certains fonds de galets fossilifères. Lyell, d'Archiac, Leith-Adams, Sauvage ont signalé de nombreuses trouvailles d'ossements de mammouths dans la partie méridionale de la mer du Nord et dans le détroit qui sépare l'Angleterre de la France.

Dans la baie de Saint-Brieuc, les *anciennes terrasses* renferment quelques outils en silex éclaté, empâtés dans la partie supérieure du ciment ferrugineux. Pendant cette période continentale se déposèrent successivement des sables fins jaunes et gris, tantôt purs, tantôt argileux, de l'argile tourbeuse, de la tourbe, des graviers et sables gris bleuâtre et de la glaise bleu grisâtre avec son limon noir. Les coupes (2) montrent ces terrains reposant tantôt sur les *graviers bruns* ou les *graviers de base*, tantôt sur les terrains marins relevés.

On trouve dans ces couches Bos primigenius Boj. (l'Urus de César) et le Renne, Cervus tarandus Linné, que César et Pline indiquent également dans la forêt hercynienne. De plus, la tourbe, dans sa partie inférieure, renferme des objets gaulois (3).

Des monnaies et objets gallo-romains trouvés à la partie supérieure de cette tourbe dans maints endroits, en France, en Belgique, en Angleterre (4), etc., prouvent que les Romains ont envahi ces pays vers la fin

(1) Dans mon travail : *Périodes géologiques*, etc., j'ai donné de nombreux faits et citations d'auteurs ayant rapport aux modifications subies par le Pas-de-Calais et les côtes de la Manche. Je crois, dans l'intérêt du sujet, devoir les produire dans ce travail et les joindre aux autres renseignements que j'ai pu recueillir de nouveau.

(2) Périodes gallo-romaine et franque, etc. Lebesconte, *Bullet. Soc. scient. et méd. Ouest*, 1898.

(3) M. Bétencourt a ramassé deux haches polies au milieu des coërons de la plage de la Pointe-aux-Oies, au nord de Wimereux (Pas-de-Calais).

(4) Dans les tourbières du littoral flamand (Gosselet, *Cours de géographie physique du nord de la France et de la Belgique)*, on a trouvé des objets de l'*époque romaine* et des monnaies de Posthume (261 à 267). Ces tourbes reposent sur des formations marines souvent très épaisses. G. Cuvier (*Discours*

d'une époque d'émersion alors que la tourbe, les argiles tourbeuses, les graviers et les sables gris bleuâtre se formaient abondamment. Jules César indique qu'il trouva dans les Flandres et l'Artois toute une région à l'état de plaine tourbeuse et souvent inondée. Il indique que de tous côtés s'étendaient en Gaule des étangs, des marais, des forêts marécageuses, formant autant d'obstacles à la marche des armées. En possession des Gaules, Jules César passa la Manche avec une flotte, pour conquérir la Grande-Bretagne, 55 ans avant Jésus-Christ.

C'est vers la fin de cette période d'émersion que Diodore de Sicile constatait, pendant l'occupation romaine, que l'on passait encore à pied sec, à marée basse, de la Grande-Bretagne dans l'île de Wight et qu'il en était de même pour les autres îles de la Manche. Jules César indiquait également que presque toutes les villes de la côte étaient situées sur des promontoires ou langues de terre. On ne pouvait les aborder à pied lorsque le flux couvrait le rivage, et le reflux laissait les navires engagés dans les bas-fonds.

Un nouvel affaissement lent du pays commençait et la mer envahissante devait ronger et déchiqueter les bords du Pas-de-Calais et des côtes de France, de Belgique et d'Angleterre.

Cette période d'immersion donna naissance, sous la mer, à la formation des *nouvelles terrasses* (1). D'après Élisée Reclus, le sud du Devonshire s'est affaissé au moins de 6 mètres depuis les temps historiques. Le détroit du Pas-de-Calais gagna en profondeur et en largeur. La grève de Sangatte, près Calais, couverte d'eau au plein, montre, à mer basse, des restes d'anciennes maisons d'où on a retiré des médailles gauloises et des médailles romaines (2). Les auteurs signalent l'existence d'immenses forêts et marécages, qui formaient encore, à l'*époque romaine*, un cordon de végétation séculaire entre la mer et la terre cultivée. Ces forêts et marécages ont disparu lentement sous l'envahissement progressif des flots. Le même sort a atteint nombre de villes, de ports, de villages, dont on cherche en vain les traces sur les côtes de France, de Belgique, d'Angleterre, etc. La faible altitude de certaines côtes permit à la mer de pénétrer assez profondément dans le continent. Les tourbières du littoral flamand furent recouvertes par des dépôts marins de 3 mètres d'épaisseur (3). Pégot-Ogier indique que Jersey

sur les révolutions du globe, p. 241) indique que les pièces de monnaies, les haches, les armes et les autres objets trouvés dans les tourbières d'Angleterre et de France sont aussi d'origine romaine.

Dans les marais de la Lys (Flandre) où ont été trouvées, entre la tourbe et la tangue marine, des monnaies de Marc-Aurèle et de Posthume, les phénomènes se sont épanouis librement et sans secousses dans une plaine où l'on ne peut invoquer l'effet d'un remaniement (A. Chèvrement). On a découvert, dans la forêt de Hartfield (non loin de l'embouchure de la Tamise), des routes romaines à la profondeur de 8 pieds dans la tourbe.

(1) Périodes géologiques gallo-romaine et franque, Lebesconte, *Bullet. Soc. scient. et médic. Ouest*, 1898.

(2) Cousin, *Mémoires de la Soc. dunkerquoise*, 14e volume.

(3) Gosselet, *Cours de géographie physique du nord de la France et de la Belgique.*

fut séparé du continent par un gué dans la seconde moitié du VI^e^ siècle et qu'au VIII^e^ siècle la mer y avait formé un chenal. Dans la baie du Mont-Saint-Michel. elle envahit peu à peu la forêt de Sciscy, qui entourait le mont, et elle dépassa Pontorson et Antrain, allant jusqu'aux communes de Sougeal, Ancey, Boucey (Durocher).

Les *nouvelles terrasses marines* déposées sous la mer pendant cette invasion sont formées par des atterrissements considérables de coquilles, de débris de coquilles, de galets, de sables fins et grossiers, de tangue. Elles se sont déposées souvent sur des éboulis amenés et aplanis par la mer. Les couches de cette invasion marine renferment, dans la vallée de la Sélune, des objets de l'*époque franque*.

Dans la baie de Saint-Brieuc, j'ai trouvé dans ces mêmes couches un denier d'argent de Charles II le Chauve (840 à 877) frappé à Orléans.

Pendant cette période d'immersion lente, qui a duré au moins six siècles, les parties exondées se couvrirent des *graviers* et des *limons moyens* de M. Ladrière. Plusieurs de ces couches, déposées jusqu'au bord de la mer, devaient être atteintes à leur tour et recouvertes par les dépôts marins, qui gagnèrent constamment jusqu'au X^e^ siècle (1).

La coupe de la Vilaine (2) montre une douzaine de couches superposées. Ce sont les *limons moyens* parfaitement caractérisés, dans le même ordre de superposition que dans le nord de la France et séparées par les mêmes graviers. Seulement, les monnaies et objets *gallo-romains* contenus dans les *graviers* gris bleuâtre de la base, les monnaies et objets francs contenus dans les graviers et les *limons moyens* et les objets et monnaies *récentes* des XVII^e^ et XVIII^e^ siècles trouvés dans les *limons de lavage* ne nous ont pas permis de laisser ces couches dans le quaternaire (3).

Un soulèvement du sol, vers le X^e^ siècle, releva à 12 ou 16 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer les *nouvelles terrasses marines*. Elles sont souvent éloignées de 16 et 40 kilomètres (4) du bord de la mer actuelle. Elles sont formées, en Bretagne, par des dépôts de maërls et de coquilles marines. Dans les environs d'Édimbourg, à l'embouchure de la Clyde, les *nouvelles terrasses* sont à 15 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer. Elles possèdent, dans la couche supérieure, des vestiges du

(1) Voir les coupes. Périodes géologiques gallo-romaine et franque, Lebesconte (*Bullet. Soc. scient. et médic. Ouest*).

(2) Description stratigraphique de la Vil., Lebesconte et Bézier, et Périodes géol. gallo-romaine et franque, Lebesconte (*Bullet. Soc. scient. et médic. Ouest*), 1898.

(3) Notre classification heurte les données de la science actuelle, qui range toutes ces couches dans le *pléistocène*. Les ossements fossiles et les objets néolithiques laissaient toute marge à l'hypothèse. Nous avons eu la bonne fortune de trouver en plus dans ces mêmes couches des médailles et des monnaies modernes lors des travaux faits le long de la Vilaine. Ces objets nous ont forcé à rajeunir ces terrains. Nous avons rapproché nos observations de toutes celles qui ont été faites en France, en Angleterre, en Belgique, etc. Nous faisons un appel à tous les savants pour trouver de nouveaux documents. Nous sommes persuadés que cet appel sera entendu et qu'un jour la science n'aura plus aucun doute sur l'âge récent et moderne de toutes ces couches.

(4) DELESSE, *Lithologie du fond des mers*.

moyen âge. M. Gosselet indique, dans son cours de géographie physique, que les dépôts marins qui recouvrent les tourbières du littoral flamand sont recouvertes à leur tour par des couches fluviatiles qui renferment, sur certains points, des poteries des XII^e^ et XIII^e^ siècles. Les *nouvelles terrasses*, à Avranches, en Normandie, dans le Poitou et dans les Charentes sont superposées à des débris gallo-romains et à des médailles romaines.

A ce soulèvement, le sommet des couches de terrains s'est brisé, donnant des éboulis M. C'est pendant cette période d'émersion que se sont formés le *gravier supérieur*, l'*ergeron* et les *tourbes* du moyen âge (1).

Vers le XIII^e^ *ou le* XIV^e^ *siècle*, la mer, grâce à un *affaissement lent du sol*, envahit le littoral de l'Angleterre, la Belgique, le pays flamand (2), les côtes normandes, la baie du Mont-Saint-Michel, les marais de Redon, etc.

L'affaissement du sol fut d'environ 4 mètres, ce qui fait que les *anciennes terrasses* sont actuellement à 10 ou 16 mètres et les *nouvelles terrasses* à 8 ou 12 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer. Ces chiffres n'ont, du reste, rien d'absolu. Les *nouvelles* et *anciennes terrasses* peuvent être actuellement sous la mer ou n'avoir été relevées qu'en partie.

Au nord de Jersey, le plateau cultivé des Écrehoux a tenu au continent par l'isthme de Port-Bail jusqu'en 1203 : il en est séparé actuellement par le passage de la Déroute, dont le nom rappelle la catastrophe. Peacock, ingénieur anglais, indique qu'en 1356 les paroisses de Saint-Ouen et de Saint-Broladre furent entamées par la mer à Jersey. La forêt de l'Étacq et le château de la Broquette disparurent. On doit en conclure que, depuis le XIV^e^ siècle, Jersey a bien perdu 5 à 6.000 hectares. Peacock ajoute que les chartes originales de Jersey constatent qu'il y a peu de siècles, on allait à la glandée et on menait les animaux pâturer dans les forêts de Saint-Ouen, Saint-Broladre et Saint-Aubin, qui sont couvertes maintenant de 42 pieds anglais d'eau (10 mètres 66) à mer haute.

L'île Pelé, à Cherbourg, ne date que du XIV^e^ siècle. Ce fut vers 1438, au XV^e^ siècle, que disparurent les dernières prairies (entamées en 1160 et 1161. Ministère des travaux publics) qui reliaient Cézembre à Saint-Malo, ainsi que les terrains de grèves, guéables à mer basse, entre Aleth et Saint-Énogat. Actuellement, à mer basse, le chenal de la Rance, entre Saint-Servan et Dinard, n'a pas moins de 9 à 12 mètres d'eau (Chèvremont),

C'est vers le XV^e^ siècle que la mer engloutit successivement le bourg de Tommen, en face de Cancale, et ceux de Mauny, de Saint-Louis, de

(1) Périodes géologiques gallo-romaine et franque, Lebesconte. *Bullet. Soc. scient. et méd. Ouest*, 1898.

(2) M. Gosselet indique, dans son cours de géographie physique, que les dépôts fluviatiles à poteries du XII^e^ au XIII^e^ siècle, du littoral flamand sont recouverts de sédiments marins d'un mètre d'épaisseur, qui doivent dater du XIV^e^ siècle.

Sainte-Marie, de Saint-Nicolas-de-Bourgneuf, entre Cherrueix et le Couësnon. Saint-Étienne-de-Paluel ne succomba qu'en 1630. La petite île de Vic, signalée par M. Lennier, de la Société géologique de Normandie, comme existant entre Cherbourg et le raz de Barfleur, a disparu et n'est plus signalée sur la carte du *Neptune français* de 1753.

Ce mouvement lent d'affaissement du sol semble s'être prolongé jusque vers la moitié du XVII^e^ siècle. La mer déposa à cette époque des sables grossiers, des coquilles et de la tangue. Ces dépôts ont quelquefois 4 mètres d'épaisseur. Sur le continent se déposa le *limon supérieur*, qui nous a présenté à Rennes des monnaies du XV^e^ siècle.

Depuis environ la moitié du XVII^e^ *siècle le sol se relève en Bretagne* et dans les pays environnants.

Le mouvement, d'abord assez brusque, est devenu actuellement presque insensible.

L'un des produits de cette période est le *limon de lavage* à cailloux disséminés, qui proviennent des éboulis N. Un exhaussement brusque des terrains a formé ces éboulis par le brisement des têtes de bancs, et des pluies torrentielles ont raviné les divers limons et les éboulis, les déposant brusquement, pêle-mêle, sans que les éléments aient eu le temps de se séparer par ordre de densité.

Les limons de lavage contiennent, à Rennes, dans la vallée de la Vilaine, des monnaies et objets des XVII^e^ et XVIII^e^ siècles.

Dans certains endroits, les eaux douces ont formé la *tourbe moderne* que l'on voit dans plusieurs coupes (1) et qui continue à se former de nos jours dans certaines parties des marais de Dol et de Redon.

Sur le continent aussi, les roches continuent à s'altérer, à se décomposer de nos jours, et leurs parcelles sont entraînées par le vent ou le ruissellement. Les cours d'eau roulent des sédiments vaseux ou sableux et à leur embouchure les couches successives qui recouvrent les anciens lits ont jusqu'à 20 mètres et 30 mètres de puissance.

Sous la mer se forment des dépôts de galets, de sables, de coquilles, de tangues. Des vases calcaires remontent dans les rivières jusqu'à une grande distance de leur embouchure, donnant le *bri*.

L'argile supérieure des Polders se forme encore, en Belgique, à l'embouchure des fleuves, et en Bretagne ce sont des formations très puissantes de tangue (*traër*) et de *maërl*.

De nos jours, le détroit du Pas-de-Calais et les côtes de la Manche sont soumis à des érosions très fortes sous l'influence des vents régnants et de la force des courants de l'Océan, de la Manche et de la mer du Nord. Les éboulements et le recul de certaines falaises sont constants et pour-

(1) Périodes géol. gallo-romaine et franque. Lebesconte, 1898.

raient faire croire à un affaissement du sol. Par contre, des atterrissements considérables se forment sur les points retirés des mêmes côtes. Ce que la mer ronge d'un côté, est apporté à la rive sur d'autres endroits. Le Havre et Honfleur ont eu leurs ports, envasés depuis le *moyen âge*. Trouville et Deauville avaient autrefois la mer au pied de leurs coteaux ; mais, actuellement, les apports incessants de sable donnent déjà un recul assez considérable. Dans la baie du Mont-Saint-Michel, il y a également des apports considérables. La baie se remplit de coquilles brisées ; puis celles-ci disparaissent sous une épaisse couche de tangue, au fur et à mesure que la profondeur et l'agitation des eaux diminuent. Dans les anses où il existe un calme relatif, un repos presque complet des eaux, les derniers sédiments sont composés d'une argile légère et impalpable, sur laquélle poussent spontanément d'abord une plante grossière appelée criste-marine (*salicornium herbacea*), puis l'herbu (*agrostis maritima*), sorte de gazon court, fin et serré, dont se nourrissent les moutons dits de pré-salé (1).

Telles sont les modifications subies par le littoral depuis la formation du détroit du Pas-de-Calais.

MM. le Dr Fernand DELISLE

ET

Armand VIRÉ, Docteur ès sciences naturelles, à Paris.

RECHERCHES DE PRÉHISTOIRE DANS LE DÉPARTEMENT DE LA LOZÈRE

[571.81 (44.81)]

— Séance du 18 septembre —

Les recherches auxquelles nous nous sommes livrés pendant l'été 1899, soit ensemble, soit isolément, ont été faites dans les vallées du Tarn, de la Jonte et sur les Causses Méjean et de Sauveterre, c'est-à-dire dans une des parties les plus curieuses du département de la Lozère.

Pas n'est besoin de refaire ici la description des vallées du Tarn et de la Jonte, si bien décrites déjà.

Elles sont creusées très profondément dans les couches épaisses du calcaire jurassique qui s'étend de l'Est à l'Ouest depuis les Cévennes jus-

(1) MARIDOR, *Mémoire sur l'entreprise de dessèchement des baies du Mont-Saint-Michel et des Weys*, Paris, 1878.

qu'à la Dordogne. Les plateaux du calcaire jurassique, avec des altitudes de 250 à 1.100 mètres, forment ce qu'on appelle la région des Causses, dans la Lozère, l'Aveyron et le Quercy.

Le Causse Méjean, portion importante du département de la Lozère, s'étend comme une presqu'île abrupte, entourée de hautes falaises, bizarrement découpées, sauf sur un point qui le relie aux Cévennes, sorte d'isthme très étroit, désigné dans le pays sous le nom » d'Eschino d'Ase », le dos d'âne. Partout ailleurs le Tarnon, le Tarn, la Jonte et le Vébron l'isolent des causses et terres voisines et les vallées de ces cours d'eau, étroites, encaissées, se terminent vers le haut par des falaises dont la hauteur varie entre 300 et 600 mètres.

En allant du Rozier-Peyreleau à Meyrueis, par la vallée de la Jonte, on voit à tout moment la haute falaise qui borde les causses Méjean (rive droite) et Noir (rive gauche) percée d'ouvertures, de fissures nombreuses, de dimensions et de formes variables. Ce sont des grottes et des couloirs parfois très vastes et très longs, les uns faciles à visiter, généralement de peu d'étendue, et souvent utilisés comme abris pour les troupeaux.

Après l'ascension du thalweg de la vallée on arrive au pied de la falaise, dominant à pic de 80, 100, 150 mètres ; un sentier la suit, entre le Meynial et les Douzes, deux petits hameaux sis au bord de la route qui va à Meyrueis, sentier assez facile et donnant accès à plusieurs grottes.

La *Baume Julien*, du nom de son propriétaire, présente deux entrées, l'une très grande, 4 mètres de large sur 2 mètres de hauteur, partiellement obstruée par une large dalle de calcaire tombée de la voûte, et une plus étroite, 1m,50, séparée de l'autre par une travée de 3 mètres de large sur 6 mètres de longueur environ. Cette grotte paraît avoir été fouillée anciennement dans différents points. Le sol en a été plus ou moins remanié excepté vers le fond ; à partir de 10 mètres de l'entrée, il est couvert de pierrailles, parfois volumineuses, formant une couche épaisse, et rien à l'aspect ne permet de supposer qu'elles aient jamais été déplacées. Elle a une profondeur totale de 15 mètres et 8 mètres à la plus grande largeur. La hauteur est de 4 mètres.

Nous avons trouvé dans cette grotte des fragments de poterie variés, les uns de l'époque de la pierre (onze fragments) et un tesson de terre cuite vernissée coloriée en vert, tout à fait récent ; il y avait aussi des os de suidé, de bœuf et de mouton, qui certainement sont anciens, d'après l'aspect, mais il est difficile de présumer à quelle époque l'homme les y a laissés, parce que cette grotte, aussi bien que la plupart de celles de la région, a été habitée à des époques très différentes.

Un peu plus loin, on trouve la grotte dite des Hirondelles, beaucoup plus petite que le précédente, presque circulaire ; le diamètre le plus grand est de 7 mètres, la hauteur de la voûte de 5 mètres. Habitée à une époque

ancienne, elle a été vidée par son propriétaire, il y a une vingtaine d'années et sert d'abri aux troupeaux. En examinant les parois, on voit au pourtour, sur une hauteur de 20 à 25 centimètres en moyenne, une coloration brune de la roche, une matière dure, brunâtre, très analogue à ce qui sert de ciment aux brèches osseuses des Eyzies et autres stations. Nous n'avons pu y recueillir aucun débris. Tout ce qu'elle contenait de déblais a été jeté sur la pente du thalweg de la vallée de la Jonte, et nous avons vainement cherché à retrouver quelque objet d'os ou de pierre en provenant.

Sur le rocher de Saint-Gervais, éperon de roche calcaire qui domine le petit hameau des Douzes, se trouve une petite église avec un cimetière fort anciennement fréquenté. C'est un petit plateau élevé, d'accès difficile, et d'où l'on domine une longue étendue de la vallée de la Jonte. Nous en avons réuni toute une série de poteries anciennes de type différent, les unes très grossières, les autres par contre assez fines et couvertes de différents ornements.

En rapprochant la situation du rocher de Saint-Gervais de celle de sites analogues de cette région, il paraît probable qu'il y a eu là, durant les plus anciennes périodes, un poste de guetteurs chargés de surveiller la vallée en amont et en aval.

Il y aura lieu d'éclaircir ce dernier point au cours de prochaines recherches.

Dans la vallée du Tarn, entre Sainte-Enimie et le Rozier, très nombreuses sont aussi les excavations dans les falaises ; un petit nombre seulement ont été visitées.

Le Refuge de Rochefort. — A mi-côte du ravin d'Églazines, on remarque un ensemble de constructions grossières des plus curieuses. D'abord, une petite grotte fortifiée, protégée par de gros murs en pierres sèches, dont quelques-unes ont plusieurs mètres de haut ; plus loin, deux rochers stiliformes, hauts de 25 mètres. L'un est large au sommet de 2 mètres × 5 mètres, le second de 3 mètres × 7 mètres. L'un absolument lisse sur toutes ses faces, ne présente aucun moyen d'escalade : l'autre présente une fissure qui permet de s'élever péniblement jusqu'au sommet. De là, on plonge d'un côté sur le Tarn d'une hauteur de plus de 100 mètres à pic et de 200 à 300 mètres d'élévation totale.

Tout en haut, on aperçoit des restes de constructions grossières. Une manœuvre très compliquée nous permit d'y accéder.

Les fouilles donnèrent surtout des débris de cuisine (bœuf et porc) et des poteries grossières.

Il semble qu'on soit là aux limites de l'ère romaine, et que ce rocher était à la fois un poste vedette et un réduit de résistance contre les conquérants.

Il est d'autres constructions au pied de la falaise du Causse, dont l'aspect caractéristique nous ramène à des époques récentes.

Généralement le pied de la falaise est en retrait par rapport à la partie supérieure, et par endroits on se trouve sur une plate-forme de plusieurs mètres de large abritée par la roche qui surplombe. C'est un véritable abri sous roche comme dans la vallée de la Vézère. Dans ces endroits se trouvent des constructions aujourd'hui ruinées. Il ne reste que des parties de murs épais de 50 à 60 centimètres, faits de pierres calcaires taillées et bien appareillées. Il semble que les vides entre les blocs étaient comblés par un crépissage extérieur et intérieur, aujourd'hui disparu, parce que rien n'est resté entre les blocs, dans les joints, ni verticalement, ni horizontalement.

Sur le flanc de la falaise, à des hauteurs diverses, on voit de nombreuses encoches, parfois en virgule, formant console, régulièrement espacées pour des longueurs données, correspondant à une même habitation, et sur lesquelles venaient s'appuyer les extrémités des poutrelles ou solives composant le toit de ces maisons.

Entre le Meynial et les Douzes plusieurs groupes de ces constructions sont peu distants les uns des autres et dans un de ces groupes nous avons constaté l'existance d'un four.

Leur position défilée, peu visible aussi bien du haut du causse que du bas de la vallée, l'accès difficile par le fait de la pente très raide du thalweg, faisaient de ces habitations des refuges précieux pour les habitants du pays qui avaient comme ressource extrême de pouvoir se cacher dans les grottes voisines les plus difficiles de la région.

Le causse Méjean a un aspect désertique très caractérisé. C'est au sud une succession de mamelons à peine accusés, dénués de toute verdure, même de toute végétation. Aussi loin que l'œil s'étende, on n'aperçoit pas un arbre, pas un buisson; de vastes « champs de pierre » d'une teinte grise ou lilas forment tout le paysage. Parfois, dans les dépressions où une mince couche de terre arable a pu s'accumuler, échappant à l'action engloutissante des « avens » ou gouffres, une maigre culture de céréales a réussi à se maintenir.

De rares hameaux d'une ou deux fermes sont clairsemés sur ce plateau, très éloignés des quelques villages qui s'y trouvent.

Au nord, l'aspect est un peu plus riant. Les dépressions sont plus profondes. Des bois de pins ont retenu un peu de terre végétale et les cultures ont une plus grande extension.

La plaine de Carnac (1) fait presque songer à une petite oasis beauceronne égarée entre les collines nues que l'on aperçoit partout en bordure.

(1) A rapprocher de son homonyme breton! Nous livrons la question à l'étude des linguistes.

L'aspect de cette région était-il le même aux époques préhistoriques ? Divers indices font supposer que non.

Des traditions encore vivaces parlent de grandes forêts détruites à une époque voisine de la nôtre. Des traces de rubéfaction du sol, trop étendues pour être attribuées à la pratique de l'essartage (1), semblent indiquer l'emplacement de vastes bois, détruits par l'incendie.

L'exemple de la forêt de Marcoire, au nord du département, régulièrement pillée à main armée par des villages entiers, pendant plus d'un demi-siècle (2), nous autorise à nous demander s'il n'en fut pas de même pour le causse Méjean.

Enfin des alluvions fluviatiles, d'âge encore indéterminé, nous font voir, qu'au moins dans les périodes paléolithiques, le pays devenu si aride était parcouru par des ruisseaux dont plusieurs devaient finir dans quelque aven, et que d'autres allaient se déverser dans les vallées du Tarn et de la Jonte.

La présence d'un peuple agriculteur et pasteur est seule permise aujourd'hui sur ce causse, alors que des peuples chasseurs ont pu jadis y vivre, chassant le renne et les cervidés.

La forme et la position de ce grand plateau, son isolement, son accès difficile et les facilités de la défense, durent le faire choisir de bonne heure comme lieu d'habitation, par les peuplades préhistoriques. C'est en effet ce que l'on constate. Dans ce qui suit, nous faisons connaître quelques trouvailles se rapportant à une époque si voisine de la période historique qu'elle se confond presque avec ses débuts.

Plusieurs chercheurs ont déjà fait d'heureuses trouvailles sur ce plateau.

D'abord le docteur Prunières, toujours cité lorsqu'il s'agit du préhistorique de la Lozère, y exécuta des fouilles sur divers points, mais il paraît avoir négligé un peu cette région plus éloignée de son domicile que le causse de Sauveterre et d'un plus difficile accès. Il fouilla avec Broca la fameuse grotte de l'Homme Mort (3) qui est plutôt une simple cavité, fissure, sorte de boyau creusé dans un rocher calcaire et dont l'intérieur est absolument déchiqueté, sculpté par les eaux d'infiltration.

Dans le fin sable jaune, apporté par les eaux, qui la garnit, nous n'avons trouvé que quelques petits os des pieds et des mains, seuls restes oubliés par les fouilleurs précédents. L'aspect de ces os humains ne donne pas l'impression d'une ancienneté bien grande. Rien ne permet de dire à quelle époque remontent les sépultures de la caverne de l'Homme Mort.

A l'entrée, se trouvait sur le sable jaune un petit foyer récent et au-dessous de la couche jaune une couche de sable rouge. Ces sables sont très

(1) Ernest Cord, *Étude géologique et agricole des terrains du département de la Lozère*, p. 27. — Paris, Chamerot et Renouard, 1899.

(2) *Id.*, p. 49.

(3) Broca, AFAS, 1872. Bordeaux. 1re session.

analogues à ceux vendus à la mesure dans les rues de Paris aux marchands de vins. Nous avons pu retrouver quelques échantillons de ces masses blanches, semblables à de la chaux, dont a parlé Broca dans son travail sur la caverne de l'Homme Mort.

Au voisinage du hameau de la Viale (cote 900) et non loin de la cote 918, nous avons visité une petite caverne-aven, du nom de son propriétaire, grotte de Lapeyre, commune de Saint-Pierre-des-Tripiers.

Elle a trois ouvertures. Elle a certainement pu servir d'habitation. Le curé actuel de Saint-Pierre-des-Tripiers y a trouvé récemment un andouiller de cerf avec entailles, traces de sciage et ayant l'aspect des pièces paléolithiques.

Au voisinage de l'aven Armand, découvert en 1897, une série d'éminences particulières couvrent le plateau en nombre prodigieux. Ce fait attira l'attention de M. Armand Viré.

Le docteur Prunières avait fouillé non loin de là et détruit en partie un petit dolmen enterré, appelé dans le pays la tombe du Géant, entre le hameau de Hérand et le village de la Parade. Il n'est plus possible aujourd'hui de dire quel était le volume du tumulus qui recouvrait le petit dolmen, mais tout autour en gisent les débris.

Ces éminences, amas de blocs de dolomie ou de calcaire de moyenne grosseur, entassés les uns sur les autres, sans ordre apparent, sont de deux sortes.

Les uns, grands, de forme tronconique, aux dimensions variant de 6 à 7 mètres de diamètre et de 1 à 2 mètres de hauteur, les autres, beaucoup plus petits, irréguliers de forme, simples amas de pierres couvrant chacun une superficie de 3 à 5 mètres carrés et disposés presque régulièrement en lignes parallèles. Parfois un grand amas est entouré de plus petits et l'ensemble limité par des murs d'enceinte avec entrées.

En 1898, M. Viré constatait que plusieurs de ces tumulus, grands ou petits, avaient été éventrés. Les débris de poterie et d'ossements humains, épars aux alentours, ne laissaient aucun doute sur la destination de quelques-uns d'entre eux. Ils avaient anciennement servi de sépulture.

Nous avons pratiqué des fouilles dans de grands et de petits tumulus, avec un succès fort inégal. Tous les petits ont été sans valeur au point de vue archéologique, et dans les grands seuls nous avons constaté l'existence de sépultures.

Une autre différence entre ces deux sortes d'amas a été révélée par les fouilles. Les petits reposent directement sur le sol du champ recouvrant une petite quantité de terre, ou même directement sur le roc dénudé, alors que sous les vrais tumulus, on trouve une couche assez prononcée d'une terre fine, de couleur brun foncé, contenant les sépultures. Cela permettrait d'établir que le causse Méjean, à l'époque où l'on érigeait ces sépultures,

possédait encore une couche de terre variant de 15 à 50 centimètres d'épaisseur.

Le nombre des tumulus à sépulture est certainement de plusieurs centaines sur l'étendue du causse Méjean.

Le premier des grands tumulus que nous avons fouillés, est situé à deux cents mètres de l'aven Armand (1), dans un col peu prononcé, au voisinage de la cote 990, qui sert de ligne de partage des eaux *superficielles* entre les versants du Tarn et de la Jonte.

La hauteur de l'amas de pierre était de 1m,50 au-dessus de la couche de terre végétale qui pouvait avoir de 45 à 50 centimètres d'épaisseur et sur tout le pourtour, avaient poussé, touffus, des buissons de buis, beaucoup plus vigoureux que ceux entourant les petits monticules.

Il se composait de blocs de dolomies et de calcaire variant de 1 à 8 ou 10 décimètres cubes, posés sans ordre les uns sur les autres. Ayant fait enlever les pierres du centre, on arriva à une couche végétale, en partie rapportée, fine et légèrement sableuse.

A quelques centimètres de profondeur, gisait un squelette, mal conservé, un peu replié et à moitié couché sur le côté gauche, la tête à l'occident, les pieds à l'orient. Une grande dalle avait été placée sous le thorax et la tête. La main droite tenait une épée très oxydée, brisée en plusieurs morceaux qui furent tous recueillis (*fig. 1*). La pointe était dirigée vers



Fig. 1. — Épée en fer.

l'épaule et la poignée à trois rivets en bronze, qui en retenaient la garniture en bois ou en corne, dans la main du défunt. Continuant de dégager la sépulture jusqu'aux pieds, nous avons trouvé accolées l'une dans l'autre des coupelles en métal, l'ouverture en haut, placées sur le bord externe du pied gauche. L'une de ces coupelles est ornée de dessins en pointillé d'un caractère bien spécial, et de quatre paires de doubles ronds concentriques, repoussés et saillant en dedans (*fig. 2*).

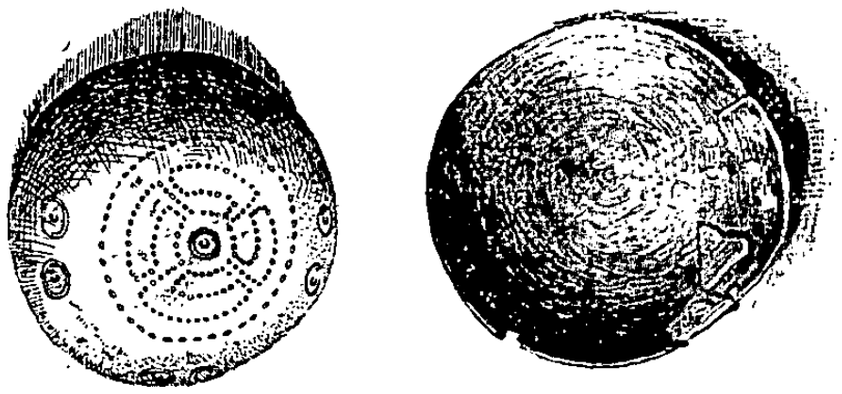


Fig. 2. — Coupelles en bronze.

Les restes du squelette étaient en très mauvais état. Les os ayant été

(1) Le nom de l'Aven Armand est plusieurs fois cité ici, parce que c'est un point typique, facile à retrouver, et qui peut-être sera un jour aménagé pour le public, et par suite très fréquenté.

presque complètement brisés ou écrasés par le poids des pierres formant le dessus de la sépulture.

Une partie des os du crâne a pu être recueillie et, une fois les fragments rapprochés, il est possible de constater que le guerrier enseveli sous ce tumulus était un homme d'un âge avancé, ainsi qu'il résulte de l'état des sutures de la région postérieure du crâne, et de l'examen des dents dont l'usure est très prononcée. Malheureusement toute la moitié antérieure du crâne et la base manquent. Il n'est pas possible de donner une mensuration, quelle qu'elle soit. La pièce la plus complète est la mâchoire supérieure réduite au plancher du nez et des limes maxillaires avec l'arcade dentaire dans son entier, sauf un certain nombre de dents. La voûte palatine est profonde, étroite.

Maxillaire supérieur : largeur minima..		62,5	millimètres.
Voûte palatine :	Longueur.	53	—
	Largeur.	37,5	—
	Profondeur	15	—

Ainsi que nous l'avons dit, les dents sont manifestement usées, à l'exception de la deuxième grosse molaire de chaque côté dont les cuspides sont intactes. De chaque côté, la dent de sagesse est absente. Ce qui distingue cette pièce, ce sont les dimensions de la fosse incisive avec la fosse canine qui sont d'un tour plus marqué que les racines incisives médianes, et des canines très développées, ont soulevé la portion alvéolaire correspondante.

Le fémur droit a été recueilli en deux morceaux, il mesure 435 millimètres de longueur. Les saillies osseuses sont très développées et la ligne âpre présente une véritable colonne extrêmement rugueuse.

Le second tumulus de grande dimension que nous avons fouillé, est plus rapproché de l'aven Armand, à 100 mètres. Il avait 1m,50 de hauteur, 7 mètres de diamètre à la base. Sa composition était la même que pour le précédent. Au centre, une dépression d'environ 1m,60 de long indiquait qu'il y avait eu là un tassement.

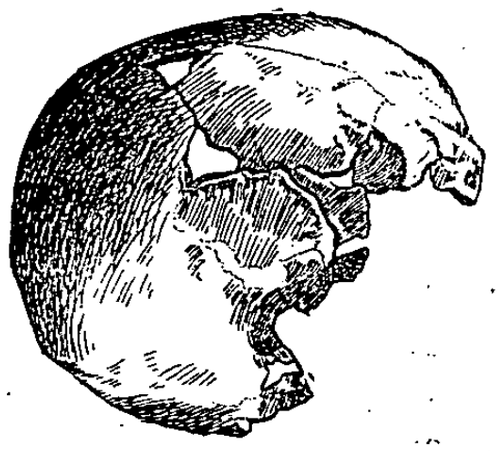


FIG. 3.

Ayant fait enlever les roches sur une longueur de 1m,80 et sur une largeur de 1m,30, nous mîmes à découvert une couche de terre brune, un peu rougeâtre par places, onctueuse au toucher, dans laquelle avait été inhumé un sujet du sexe masculin, très vigoureux et de grande taille, d'après la position des os et la longueur de la sépulture. Malheureusement ce qui restait du squelette était réduit à

de rares débris extrêmement friables. Nous avons recueilli le plus possible les débris du crâne et nous avons pu le reconstituer partiellement *(fig. 3)*. Ici la sépulture était très bien délimitée. On avait disposé les pierres régulièrement, de façon à circonscrire exactement la sépulture, sur les quatre côtés, formant de véritables murs verticaux en pierre sèche et bien appareillés par rangées sur une hauteur de 70 à 80 centimètres. Le grand axe de cette tombe était dirigé du nord-ouest au sud-est, et le sujet couché sur le dos, la tête penchée sur le côté droit, ainsi que l'indiquait la position du temporal gauche. Aux pieds était placée une grande dalle de 80 centimètres de long sur 25 de large et 15 d'épaisseur, sur laquelle se trouvaient disposées cinq rangées de pierres de moindre volume.

Le bassin et les cuisses avaient été écrasés par les roches plates qui avaient formé primitivement la voûte de la sépulture effondrée depuis.

Autour de la tête se trouvaient de nombreux débris de poterie appartenant à plusieurs vases du même genre et dont nous présentons un spécimen. Ces poteries étaient ornées de peintures. Autour d'un fragment de l'humérus gauche se trouvait un bracelet de fer fortement oxydé *(fig. 4 et 5)*.

D'après l'un des corps de vertèbre lombaire que nous avons pu voir, ce sujet avait dû être atteint d'une affection de la colonne vertébrale, cette

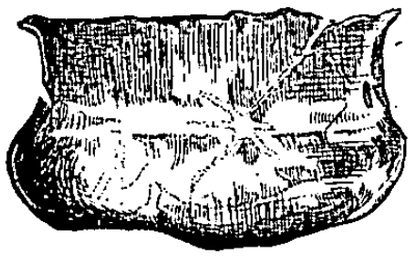


Fig. 4. — Vase en terre cuite.



Fig. 5. — Bracelet en fer.

vertèbre présentant les stalactites osseuses caractéristiques des affections de cette région.

Les os du crâne qui ont pu être rassemblés, ont permis de reconstituer à peu près complètement la moitié droite. On peut donner comme à peu près exacts le diamètre antéro-postérieur maximum, 175 millimètres et l'iniaque, 173 millimètres, mais pas d'autres mesures. Les arcades sourcilières sont bien développées.

On a l'impression d'un crâne haut, étroit, assez allongé, partant dolichocéphale, tandis que le précédent se rapprochait davantage de la brachycéphalie par l'aspect de la région pariéto-occipitale.

Enfin, nous signalerons les récoltes de poteries romaines faites en divers points du causse Méjean et du causse de Sauveterre (Bagneous ou Banicous, mot dans lequel on veut voir une corruption de Balnei, la Poterie, Plô del Biaû, etc.). Ces poteries se divisent en deux catégories :

1° Poteries rouges du type ordinaire, dit Samien, avec dessins de relief

d'animaux; lion dévorant un taureau, chiens, etc., plantes et ornements variés, tels que rinceaux, fleur de lys héraldique, etc. ;

2° Poterie plus grossière, plus épaisse, de teintes généralement noirâtre ou grisâtre, sans ornements ou avec des ornements géométriques, que nous sommes tentés, sauf avis contraire des spécialistes, de considérer comme des poteries indigènes conservées par les Caussenards romanisés.

Dans toutes nos trouvailles, sauf une, nous avons trouvé les deux types intimement mélangés.

Leurs gisements étaient toujours situés au fond de ces grandes dépressions appelées « sotschs », et, simple coïncidence sans doute, près de grands Avens.

M. le Dr Paul RAYMOND

FONDS DE CABANES NÉOLITHIQUES DE VILLENEUVE-LÈS-AVIGNON (GARD)

[571.8(44.83)]

Dans le département du Gard, où j'ai recueilli une quantité considérable de vestiges néolithiques, je n'ai pu relever qu'en un seul point des traces d'habitations de nos ancêtres préhistoriques. Les cavernes fort nombreuses qui s'y trouvent, leur servaient, à vrai dire, de refuge, mais des stations à l'air libre sont souvent si éloignées de ces grottes, que les Néolithiques ont dû forcément y élever des cabanes, s'y construire des abris. Les traces de ces abris ont aujourd'hui disparu, mais il suffirait, sans doute, de creuser quelque peu l'aire de ces stations pour les retrouver : le hasard qui s'est chargé d'en remettre au jour prouve que ces vestiges d'habitations ne sont que cachés à nos yeux.

A un kilomètre au nord de la gare de Villeneuve-lès-Avignon, la voie ferrée traverse des alluvions quaternaires, graviers de montagne provenant de la décomposition des roches néocomiennes et de la molasse du voisinage. En ce point, se terminent de petits vallonnements appartenant aux terrains précités et sur les pentes desquels on trouve des éclats de silex, des haches polies. Ces collines, dont la plus élevée qui domine le château de l'Insolas, dépasse cent mètres, ont été le siège de stations de chasse ou de pêche. Je réserverai à l'ensemble l'appellation de station de la Seignourette, du nom de la ferme qui s'étend de la station au Rhône.

Vers 1881, la construction de la ligne de Lyon à Nîmes avait mis

à découvert, au point indiqué, de grandes poches creusées dans les graviers de montagne et remplies de poteries à gros grains, de fragments d'os, etc. Un grand nombre furent détruites et passèrent inaperçues. Un distingué palethnologue d'Avignon, notre regretté collègue, M. Nicolas, en vit sept ou huit et en 1884, il les décrivit sous le nom de foyers ou silos de Villeneuve. Frappé de ce qu'ils présentaient d'inédit, il consulta à leur sujet M. G. de Mortillet, et, pour cet auteur, les foyers de Villeneuve remontaient à une époque indéterminée, probablement au premier âge du fer. Nous aurons à revenir sur cette interprétation.

Les ossements d'animaux qui y ont été trouvés appartiennent au pigeon, au lapin, au chien, au mouton, au bœuf. M. Nicolas a recueilli des poteries, une coupelle d'une pâte noirâtre, fine, et de nombreux débris de vases de grandes dimensions, des éclats de silex, des lames, des coquilles, des poinçons en os, des fragments de cornes de bœuf travaillées en forme de ciseaux ou de lissoirs, etc.

En 1897, trois nouvelles poches furent mises à découvert, et M. Nicolas eut l'obligeance de me prévenir: je pus de la sorte étudier ces très curieux vestiges. Elles ont été creusées, comme les autres, dans les alluvions caillouteuses de cette plaine ; assez régulièrement circulaires, elles sont de dimensions variables. La profondeur de l'une d'elles était de $0^m,75$; une autre avait 1 mètre, la troisième atteignait $0^m,70$ au-dessous du sol actuel. Le diamètre de la poche à la base est de 1 mètre ; on ne saurait mieux les comparer qu'à de grandes marmites.

Ces poches étaient remplies de terre végétale tranchant sur la coupe avec les petits cailloux blancs du terrain au milieu duquel elles avaient été creusées. Les deux premières étaient distantes l'une de l'autre de $1^m,50$. La troisième était séparée de ces dernières d'une dizaine de mètres : elle était aussi située un peu en contre-bas des deux premières, celles-ci étant sensiblement de même niveau.

Au milieu de la terre qui remplissait les poches, nous trouvâmes pêle-mêle :

1° Des fragments de poterie. C'est la poterie néolithique aussi typique que possible, poterie grossière, tantôt simple et unie, tantôt avec pastillages régulièrement espacés sur deux lignes à $0^m,01$ du bord du vase ou séries alternativement en creux et en relief. Quelques fragments sont pourtant d'une pâte plus fine ou pour mieux dire, moins grossière, comme le fait n'est pas rare à la fin du néolithique ;

2° Des éclats de silex ;

3° Un broyeur en granit ;

4° Un percuteur en silex ;

5° Deux fragments d'une meule en molasse des environs. Meule plate de $0^m,45$ d épaisseur et d'un diamètre pouvant être évalué à $0^m,30$;

6° Des fragments d'une meule convexe en molasse ;

7° Des cailloux en quarzite ou en roches des Alpes, roulés par le Rhône, revêtus d'une croûtelle calcaire et d'usage indéterminé ;

8° Des pierres rougies au feu, recouvertes de traces de cendres et de charbon.

Il est à noter qu'il n'y avait pas de cendres à proprement parler dans les poches remplies, comme je l'ai dit, d'humus empâtant les différents vestiges mentionnés ;

9° Des fragments d'ossements d'animaux et surtout de bœuf ;

10° Un fragment de grès très fin ayant pu servir à aiguiser ;

11° Une anse en terre cuite qui mérite une mention spéciale. Elle est horizontale, d'une longueur de $0^m,05$ et la masse pleine a été perforée avec un instrument conique, si bien que d'un côté l'orifice est très large et que de l'autre il ne mesure qu'un demi-centimètre de diamètre, ne pouvant être traversé, que par une cordelette. Les lèvres qui limitent cet orifice montrent bien que l'anse n'avait pas été ajoutée toute faite au vase terminé, mais qu'un bourrelet de terre avait été réservé sur la paroi extérieure dans le but d'être perforé plus tard ;

12° Deux instruments en os de bœuf, analogues aux écorçoirs et affûtés sur leurs deux faces. Ils ont pu servir de ciseaux ; il serait bien difficile de se prononcer sur leur usage.

Nous pouvons nous demander maintenant ce que sont ces poches et à quelle époque elles remontent. Ce ne sont pas tout d'abord des silos. Le terrain perméable ne se serait pas prêté à la conservation de grains ou de produits quelconques du sol : l'humidité de ce sol aurait vite eu raison des dépôts qui lui auraient été confiés.

On doit écarter de même l'idée de foyers, puisque nous ne trouvons aucune trace de cendres, aucun foyer proprement dit. Il est d'ailleurs vraisemblable que sous ce nom on a souvent décrit de véritables fonds de cabanes.

En certains points de la France on a trouvé des puits funéraires qui se présentaient avec les caractères des poches de Villeneuve ; le fait qu'aucun ossement humain n'y a été trouvé nous permet d'éliminer cette hypothèse.

Nous sommes donc amené à reconnaître dans ces poches des fonds de cabanes analogues à ceux qui ont été signalés dans différentes parties de la France. En général cependant, ces fonds de cabanes sont plus larges ; leurs dimensions sont plus étendues : quant à leur forme, elle est essentiellement variable. Il est d'ailleurs vraisemblable que les deux poches que nous avons décrites précédemment et qui n'étaient distantes que de $1^m,50$ à peine, appartenaient à la même cabane, semblables à deux cercles inscrits dans un troisième.

Les vestiges qui ont été recueillis dans ces fonds de cabanes nous permettent de préciser leur date. C'est bien là le matériel d'un campement néolithique.

Cette trouvaille, jusqu'ici unique dans le Gard, est donc du plus haut intérêt, et elle méritait d'être décrite avec quelques détails.

Signalons en terminant un fait qui pourra trouver son utilité lors de recherches ultérieures; non loin de Villeneuve, sur les bords du Gardon, se trouve un oppidum connu sous le nom de Mardieul. Cette similitude de nom avec les mardelles qui désignent dans le centre de la France les cabanes néolithiques, peut nous permettre d'entrevoir quelque trouvaille intéressante d'habitation préhistorique.

M. E. CHANTRE

Sous-Directeur du Muséum de Lyon.

ÉTUDE CRANIOLOGIQUE SUR LA POPULATION PRÉPHARAONIQUE DE LA HAUTE-ÉGYPTE. NOTE PRÉLIMINAIRE RÉSUMÉE. — NÉCROPOLE DE KHOZAN.

— Séance du 20 septembre —

Les fouilles entreprises de 1894 à 1899 dans un certain nombre de nécropoles prépharaoniques de la Haute-Égypte, par MM. de Morgan (1), Amelineau et quelques autres archéologues, ont fourni plusieurs milliers de crânes. Un petit nombre d'entre eux, une centaine à peine, parmi ceux qui ont été trouvés dans les nécropoles d'El Amrah, Beït-Allam, Négadah, Kawamil et Guebel-Silsileh, ont été décrits par M. le Dr Fouquet (2), du Caire.

L'exploration de ces diverses nécropoles et l'étude des matériaux archéologiques et anthropologiques qui en ont été extraits, ont donné lieu à de savants mémoires et à de nombreuses discussions, mais le problème complexe de l'origine des populations préhistoriques et même actuelles de l'Égypte reste encore à résoudre.

Sans avoir la prétention d'élucider ce problème, je ne devais pas, après mes nombreuses recherches anthropologiques et archéologiques au Cau-

(1) Recherches sur les origines de l'Égypte, t. I, Paris 1896; t. II, Paris 1897.

(2) Sur de Morgan, loc. cit.

case, en Arménie et en Asie-Mineure, rester indifférent aux découvertes paléoethnologiques de la vallée du Nil, et j'ai voulu, à mon tour, étudier la question sur place.

Dans ce but j'ai visité — durant les hivers 1898 et 1899 — les nécropoles dites préhistoriques, signalées par M. de Morgan dans la Haute-Égypte, ainsi que les collections qui en proviennent. Grâce enfin à une autorisation spéciale, j'ai pu faire des fouilles dans une nécropole des environs de Louqsor, sur la rive droite du Nil.

Elle est située à 15 kilomètres au nord de Thèbes, dans la commune de Khozan, et se divise en deux sections : l'une au nord du village, à 4 kilomètres du Nil, se trouve au lieu dit Cheikh-Benet-Beri ; l'autre est au sud du village et à 6 kilomètres du fleuve. Quelques jours de fouilles m'ont permis de constater l'existence de nombreuses sépultures analogues à celles de Negadah, El Amra, etc., mais appartenant à une population moins riche que ces dernières.

Aidé d'une vingtaine de fellahs, j'ai pu faire ouvrir plusieurs centaines de tombeaux creusés à même l'argile, dont le Nil quaternaire a recouvert tout le pays. Aucun indice extérieur ne révèle la présence des sépultures qui n'ont été découvertes, du reste, que par les travaux de culture. Actuellement on ne peut constater leur position que par des sondages superficiels, la plupart étant comblés par du sable.

Les fosses, irrégulièrement espacées, sont, le plus souvent, séparées les unes des autres par 3 ou 4 mètres et sont généralement disposées en quinconce. Presque toutes sont orientées nord-sud. Leur profondeur atteint 2 mètres ; leur longueur moyenne est de 3 mètres et leur largeur de $1^{m},50$. Les tombeaux renferment de deux à six corps, lesquels sont tous étendus. Chacun est accompagné de son mobilier funéraire. Celui-ci se compose à peu près toujours de deux ou trois pièces.

Les plus riches présentent des vases en terre grise cylindriques, assez solides, ornés de cercles ou de grands chevrons ; des amphores, des vases vernissés, rouges, d'une assez jolie forme allongée, peints en noir près de l'ouverture ; des plats, de petites assiettes et des coupes rondes ou ovoïdes, ornés de dessins peints en blanc ou en jaune ; des bracelets en coquilles ou en roche schisteuse ; enfin des pendeloques également en roche schisteuse, représentant grossièrement des oiseaux, des poissons, des tortues, des barques, des rondelles, des rectangles en forme de fer de rabot. Ces objets se trouvent généralement dans des plats, placés près de la tête du défunt. Ajoutons, pour clore la série de ces mobiliers des pauvres, des peignes et quelques figurines en os et en ivoire. Ces objets, ainsi que la céramique, rappellent absolument ceux que l'on a trouvés dans les tombeaux qui renfermaient des armes et des outils en silex ; ces derniers semblent ici remplacés par l'ardoise. Les corps, à Khozan, sont étendus et

non accroupis comme cela a été constaté dans des nécropoles analogues.

Un tombeau, dont le mobilier funéraire était assez riche, n'a présenté aucun squelette ni aucune trace d'ossements. Ce fait me paraît indiquer que l'incinération était peut-être usitée quelquefois. Une des urnes contenues dans la tombe, en parfait état de conservation, était pleine de cendres. Sauf plus amples informations, il est possible de rattacher ces nécropoles à celles qui ont donné des objets semblables et que des documents précis ont montré pouvoir remonter au temps de Ménès, au plus tard.

J'ai recueilli, durant mes fouilles, plus de deux cents crânes, mais la plupart, ayant perdu toute trace de matière organique, sont devenus d'une friabilité extrême. De ce fait, la moitié à peine ont pu être rapportés en France. Sur ce nombre 35 seulement (24 hommes et 11 femmes) m'ont paru pouvoir être utilement mesurés. La population préhistorique de Khozan est en bloc dolichocéphale. L'indice céphalique moyen est de 73.47 (24 ♂ = 73,07 et 11 ♀ = 74,72).

Mise en série

DE 35 CRANES DE LA NÉCROPOLE DE KHOZAN

24 ♂ — 11 ♀.

	Hommes.	Femmes.
68	68,42.	
69	69,89. 69.95.	69,89.
70		
71	71,42.	71,11.
72	72,04. 72,77. 72,92. 72,97. 72,34.	
73	73,30. 73.59. 73,03. 73,40.	73,59. 73.14.
74	74,28. 74,19. 74,99. 74,15. 74,85. 74,72.	74,15. 74,72. 74,71.
75	75,84.	75,27
76	76,08. 76,66.	
77	77,53.	77,53. 77,64.
78		78,88.

La mise en série des indices individuels des hommes montre un maximum de fréquence entre 72 et 74, et les indices extrêmes, un cas ou deux, ne dépassent pas 68,42 et 77,53. Chez les femmes, ces extrêmes ne montent qu'à 69,89 et 78,88, et le maximum de fréquence se trouve à 74.

La dolichocéphalie est donc moins prononcée chez les femmes que chez les hommes, mais l'indice vertical auriculo-bregmatique de 85,71 pour les hommes et 84,76 pour les femmes montre une légère hypsistencéphalie qui ne diffère que d'une unité entre les deux sexes.

La mise en série des crânes de Khozan montre encore que 16 0/0 des hommes et 30 0/0 des femmes présentent des indices supérieurs à 74. Ce fait tendrait à prouver qu'il y a eu mélange entre cette population, peut-être autochtone, et une autre race moins dolichocéphale, sans doute envahissante.

Chez les hommes comme chez les femmes l'occipital est globuleux, quelquefois même proéminent; les bosses pariétales sont assez souvent prononcées, surtout les crânes surbaissés. Les sutures sont, en général, simples et fines; quelques-unes pourtant sont grossières et compliquées. Des os wormiens se sont rencontrés sur six sujets.

Le front est peu large dans cette population. La moyenne du diamètre frontal maximum est de 105 millimètres, et celle du frontal minimum est de 92 millimètres. L'indice moyen de l'ensemble est de 97,62. Cet indice est un peu plus élevé chez les hommes que chez les femmes. La suture médio-frontale chez les adultes est fort rare : je ne l'ai trouvée que chez deux sujets féminins. Le front est souvent fuyant chez les hommes et généralement droit chez les femmes.

La face est étroite; son indice ophrio-alvéolaire est de 70,83 pour la série entière; il diffère peu entre les deux sexes (71,79 ♂; 70,21 ♀). Un léger prognathisme-alvéolaire n'est pas rare chez les femmes.

Les orbites sont moyennement larges. L'indice orbitaire est de 86,49 pour l'ensemble. Il est plus fort chez les hommes que chez les femmes (♂ = 89,20; ♀ = 84,69). Le diamètre bi-orbitaire externe moyen est de 93 millimètres. Celui de l'inter orbitaire est de 24 millimètres.

Les gens de Khozan étaient mésorrhiniens. L'ensemble présente un indice nasal moyen de 52,08. Il est plus fort chez les hommes que chez les femmes (♂ = 52,08; ♀ = 50,0). La hauteur moyenne des nez est le plus souvent, chez ces dernières, inférieure à ce chiffre.

Le trou occipital est des plus variables. Il est pourtant losangique chez le plus grand nombre. Son indice moyen est de 82,55. Il est de 84,37 chez les femmes et de 82 chez les hommes.

Si maintenant nous voulions comparer nos crânes de Khozan à ceux des nécropoles d'El-Amrah, Beït-Allam, Kawamil et Négadah, nous verrions qu'ils présentent entre eux un air de famille incontestable. Leurs indices céphaliques moyens, ainsi que leurs autres caractères craniologiques, les rapprochent plus toutefois de leurs frères de Kawamil et de Négadah que de ceux de Beït-Allam et d'El-Amrah. Seulement le type paraît à Khozan plus homogène que dans ces nécropoles.

Probablement contemporaines et parentes, ces populations différaient quelque peu dans leurs usages : les unes étaient, du reste, riches, les autres pauvres. C'est, du moins, ce que l'étude du mobilier funéraire a démontré. Les habitants de Khozan étant sans doute, comme de nos jours,

de paisibles et pauvres cultivateurs, ont eu moins l'occasion de se mêler à d'autres populations plus riches. Il n'en était pas de même à Négadah, devenu un centre administratif. Quant à chercher des rapprochements entre les matériaux craniologiques extraits de ces diverses nécropoles préhistoriques et des types ethniques quelconques étrangers à l'Égypte, et à en déduire des conclusions plus ou moins vraisemblables, en vue d'établir l'origine des pré-Égyptiens, je ne le tenterai pas pour le moment. J'estime que les documents sont encore trop peu nombreux pour essayer d'exprimer, même provisoirement, une opinion durable.

Toutefois, la majorité des archéologues qui ont étudié cette question de très près donnent à cette population une origine asiatique. MM. de Morgan (1), Jecquier (2), Widmann (3) et quelques autres la font venir de Mésopotamie. M. Schweinfurth la fait venir, lui, de l'Arabie-Heureuse (4).

Les raisons de M. de Morgan sont relatives à la linguistique, à l'écriture, à l'importation des métaux, des arts ; au mode de construction des sépultures, à la faune et à la flore. L'introduction en Égypte de la brique crue, dont l'invention est bien chaldéenne, compte parmi les arguments les plus importants parmi ceux que présentent MM. de Morgan, Jecquier et Wiedmann. Un autre argument, non moins concluant, c'est l'usage constant du cylindre, si essentiellement chaldéen, pour imprimer le nom du roi sur les objets lui appartenant. Les tombes royales de Negadah et d'Abydos ont donné toute une série d'empreintes de ces cylindres. L'abondance enfin, dans ces tombeaux, de vases en pierre analogues à ceux de Tello, est un fait qui vient encore renforcer la thèse de ces savants archéologues.

Pour M. Schweinfurth, l'Arabie méridionale doit être regardée comme un des foyers les plus importants du genre humain. Les relations de ce pays avec l'ancienne Égypte sont prouvées par l'importation des arbres sacrés, le *Persea* et le *Sycomore*, qui furent cultivés en Égypte dès la plus haute antiquité, comme le prouvent des inscriptions de la IV^e^ dynastie. On a trouvé, du reste, des fruits de cet arbre dans les tombeaux d'Abydos. Ces arbres, qui appartiennent à la flore spontanée de l'Arabie-Heureuse, se rencontrent également dans l'Abyssinie du Nord. Ils ont pu pénétrer dans la vallée du Nil par la mer Rouge et la Nubie, et c'est cette route qu'ont dû suivre les envahisseurs, pasteurs et pêcheurs, à l'époque néolithique. D'après M. Schweinfurth, c'est dans les montagnes de l'Etbaye que l'on doit trouver les traces du passage de ces tribus asiatiques d'où

(1) De Mo gan, *loc. cit.*, t. II, p. 22.

(2) *Ibid.*, p. 203.

(3) *Ibid.*, p. 229.

(4) Note sur certains rapports entre l'Arabie-Heureuse et l'ancienne Égypte, d'après son récent voyage dans l'Yemen (Soc.-khédivale de Géographie, 1890). *L'âge de la pierre en Égypte* (*Ibid.*, 1897).

sortit plus tard la nation égyptienne. Il est naturel de penser qu'avec l'expansion de la vie des pasteurs, les émigrés furent attirés vers le Nil, terre promise aux riches pâturages. Pour le savant botaniste, les descendants de ces premiers conquérants de l'Égypte se trouvent parmi les peuples chamitiques, tels que les Béghas, dont les tribus les plus connues sont celles des Ababdeh et surtout celles des Bischarieh.

J'ai eu l'occasion d'étudier en détail, aux environs d'Assouan, un assez grand nombre de ces Béghas. On sait que ces déshérités sont actuellement relégués dans leurs montagnes de l'Etbaye par leurs nouveaux conquérants du Nord. Un des faits ethnographiques qui ont le plus frappé Schweinfurth, c'est la simplicité de leurs mœurs, de leurs ustensiles de ménage, dont quelques-uns sont en pierre ollaire, fréquente dans l'Etbaye. Ces ustensiles rappellent ceux que l'on a trouvés à Abydos et à Négadah.

Quels que soient la valeur et l'intérêt de ces données archéologiques et ethnographiques, je persiste à croire que c'est par l'étude morphologique des populations actuelles de l'orient de l'Égypte, ainsi que par celle des crânes des anciens Égyptiens, que l'on arrivera à la solution de la question.

En attendant que j'aie pu achever de mettre en œuvre les très nombreuses observations anthropométriques et craniologiques que j'ai recueillies depuis plusieurs années et surtout durant les deux derniers hivers, je présente dans le tableau ci-contre un résumé des données acquises sur ces matériaux réunis par moi et par d'autres antérieurement à 1899.

MISE EN SÉRIE DES INDICES CÉPHALIQUES

de quelques crânes égyptiens anciens et modernes ainsi que de quelques Berbères, etc.

D'après les mensurations de MM. Broca, Bertholon, Faidherbe, Fouquet et E. Chantre.

		70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
Préhistoriques de Beït-Alam, 25 sujets (13 ♂ 12 ♀)	Dr Fouquet	70,83	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Égyptiens de Thèbes, XVIIIe dynastie, 27 sujets	Broca	»	»	72,52	»	»	»	»	»	»	»
Préhistoriques de El-Amrah, 11 sujets	Dr Fouquet	»	»	72,55	»	»	»	»	»	»	»
Bédouins du Fayoum, 29 sujets vivants	Ernest Chantre	»	»	72,82	»	»	»	»	»	»	»
Préhistoriques de Négadah-Sud, 43 sujets (28 ♂ 15 ♀)	Dr Fouquet	»	»	72,86	»	»	»	»	»	»	»
Barabras du Bigeh, 6 sujets ♂ vivants	Ernest Chantre	»	»	72,87	»	»	»	»	»	»	»
Égyptiens d'Eléphantine, XIIe dynastie (2 ♂ 3 ♀)	— —	»	»	72,92	»	»	»	»	»	»	»
Préhistoriques de Kawamil, 30 sujets (19 ♂ 11 ♀)	Dr Fouquet	»	»	»	73,31	»	»	»	»	»	»
— de Khozan, 35 sujets (24 ♂ 11 ♀)	Ernest Chantre	»	»	»	73,47	»	»	»	»	»	»
Nubiens d'Eléphantine, 22 sujets	Broca	»	»	»	73,59	»	»	»	»	»	»
Égyptiens de Gournah, XIe dynastie, 17 sujets	Ernest Chantre	»	»	»	73,88	»	»	»	»	»	»
— de Sakarah, XIe dynastie, 40 sujets	Broca	»	»	»	73,91	»	»	»	»	»	»
Berbères de Kroumirie, 358 ♂ vivants	Dr Bertholon	»	»	»	73,99	»	»	»	»	»	»
Préhistoriques de Guebel Silsileh, 9 sujets (4 ♂ 5 ♀)	Dr Fouquet	»	»	»	»	74 »	»	»	»	»	»
Égyptiens de Deir-El-Bahari, XXIIe dynastie, 10 sujets	Ernest Chantre	»	»	»	»	74,45	»	»	»	»	»
Fellahs de Gournah, 47 sujets ♂ vivants	— —	»	»	»	»	74,73	»	»	»	»	»
Égyptiens de Gournah, XXVIe dynastie, 36 sujets (20 ♂ 17 ♀.)	— —	»	»	»	»	»	75,25	»	»	»	»
Berbères Chaouias, 25 sujets ♂ vivants	Faidherbe	»	»	»	»	»	75,66	»	»	»	»
Égyptiens de Sakarah, IVe dynastie, 15 sujets	Ernest Chantre	»	»	»	»	»	75,69	»	»	»	»
— de Sakarah, époque Ptolémaïque, 20 sujets	— —	»	»	»	»	»	»	76,11	»	»	»
— de Sakarah, IVe dynastie, 50 sujets	Broca	»	»	»	»	»	»	76,21	»	»	»
Copte de Louqsor, 57 sujets ♂ vivants	Ernest Chantre	»	»	»	»	»	»	76,21	»	»	»
Égyptiens de Gournah, époq. Ptolémaïque, 45 s. (25 ♂ 20 ♀)	— —	»	»	»	»	»	»	76,32	»	»	»
Barabras de Schellall, 23 sujets ♂ vivants	— —	»	»	»	»	»	»	76,59	»	»	»
Égyptiens de Montfalou, époque grecque, 14 sujets	— —	»	»	»	»	»	»	»	77,65	»	»
Barabras du Bigueh, 13 sujets ♂ vivants	— —	»	»	»	»	»	»	»	»	78,37	»
Bischarieh d'Assouan, 66 sujets ♂ vivants	— —	»	»	»	»	»	»	»	»	78,57	»
Egyptiens de Daschour, IVe dynastie, 9 sujets (2 ♂ 7 ♀)	Dr Fouquet	»	»	»	»	»	»	»	»	»	79,30
Berbères de Gerba, 330 ♂ vivants	Dr Bertholon	»	»	»	»	»	»	»	»	»	79,94

Cette mise en série montre ce fait du plus haut intérêt que j'ai déjà signalé, à savoir que non seulement les Bédouins berbères du Fayoum, les Barabras de Bigeh et les Fellahs de Gournah, se rapprochent par leurs indices céphaliques des gens de Khozan et de la plupart des nécropoles de la Haute-Égypte, mais encore d'autres peuples anciens et modernes de la vallée du Nil et du nord de l'Afrique peuvent être groupés autour d'eux.

De ce nombre se trouvent, en effet, les Thébains des XIe, XVIIIe et XXVIe dynasties, des Berbères d'Algérie, Tunisie et Tripolitaine; enfin des Nubiens d'Eléphantine et des Barabras des Cataractes. Si l'on voulait comparer encore les indices céphaliques de ces divers groupes, tous Africains actuellement, on arriverait à les rapprocher de ceux de quelques asiatiques, tels que les Babyloniens, les Palmyriens, les Phéniciens et les Arabes.

M. le Dr J. REBOUL

(de Nimes)

Membre de la Société d'Anthropologie de Paris,
Vice-président de la Société d'étude des Sciences naturelles de Nimes.

LA NAINE LHAURENS MARIA [573.9]

— Séance du 19 septembre —

En mars 1899, j'ai eu l'occasion de voir dans une baraque de foire, à Nîmes, une naine, Maria Lhaurens, qui n'a pas, je crois, été décrite, du moins d'après ce que m'a dit son barnum et d'après les recherches que j'ai faites. Aussi m'a-t-il paru intéressant de l'étudier aux points de vue anatomique et physiologique, et de vous en présenter l'histoire, les photographies et la radiographie.

Maria Lhaurens est née à Torric, province de Lérida (Espagne), le 10 août 1803 (attestation de la mairie de Perpignan, d'après une cédule espagnole). Je fais cependant une réserve sur la date de la naissance de Maria Lhaurens, cette naine me paraissant un peu moins âgée.

Le père de Maria Lhaurens a eu vingt-sept enfants, avec trois femmes. Six sont encore vivants. Maria Lhaurens est la troisième enfant du premier lit.

Le père et la mère de Maria Lhaurens étaient bien portants et de taille ordinaire. Sa mère mourut quand elle avait quatre ans, le père est mort à quatre-

vingt-seize ans. La grossesse qui devait donner naissance à Maria Lhaurens a évolué sans incidents notables.

A sa naissance, Maria présentait tous les caractères d'une enfant normale.

Vers l'âge de trois ans, elle cessa de grandir, sans cause apparente.

Réglée à onze ou douze ans, elle a toujours joui d'une bonne santé. Elle se plaint cependant d'une constipation habituelle qui nécessite des laxatifs fréquents. Maria Lhaurens mange beaucoup et de bon appétit.

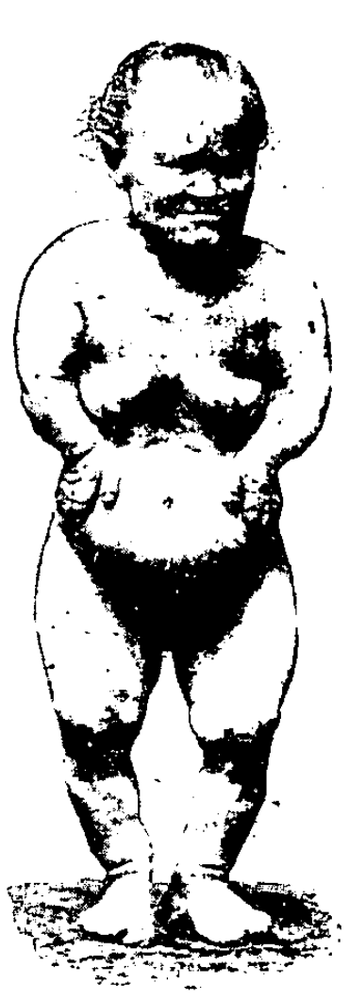


FIG. 1.



FIG. 2.



FIG. 3.

Dans la station debout ou la marche *(fig. 1, 2, 3)*, Maria Lhaurens est toujours inclinée en avant : les membres inférieurs sont légèrement fléchis. Cette stature vicieuse est due à des déviations rachitiques généralisées portant principalement sur la colonne vertébrale (lordose) et sur les membres supérieurs et inférieurs (courbures des diaphyses, nouures des épiphyses, subluxations).

Les membres supérieurs sont fléchis, les mains reposant sur le ventre ou les flancs ; elles sont étalées, les doigts sont épais et courts. Les mains, continuellement en mouvement, présentent des mouvements saccadés, rythmés. L'attitude générale de la naine Maria Lhaurens rappelle celle de la maladie de Parkinson, mais en diffère cependant par certains points.

La peau est molle, flasque, infiltrée de graisse.

Les cheveux, assez abondants, sont légèrement grisonnants, bruns foncés. Maria Lhaurens a une tresse (de ses propres cheveux) de 55 centimètres de longueur.

Les sourcils brun foncé sont grisonnants.

Quelques rares poils grisonnants au pubis.

Yeux : cécité depuis un an et demi, cataracte double.

Oreilles normales, ouïe bonne.

Parole nasillarde, aiguë; il y a parfois une véritable ventriloquie, surtout lorsque Maria Lhaurens chante. Maria parle l'espagnol et un peu le français.

Son intelligence est peu développée, très limitée.

Face ridée, joues pendantes.

Nez large, épaté.

Lèvre supérieure amincie, rétractée. — La lèvre inférieure, un peu épaisse, recouvre le bord libre de la lèvre supérieure.

Chute à peu près complète des dents : pas de dents à la mâchoire supérieure; à la mâchoire inférieure, il n'y a à droite qu'une canine cassée et une prémolaire normale.

Pas de goitre.

Au thorax, il y a un chapelet rachitique très accusé. Le cœur et les poumons ne présentent pas de lésions pathologiques nettes; il y a cependant un peu d'artério-sclérose et un certain degré d'emphysème pulmonaire. Le pouls est à 104, la respiration de 20 par minute.

Les seins sont assez développés et pendants, les mamelons sont gros.

L'abdomen est gros, flasque, tombant, surtout dans la région sous-ombilicale. De l'ombilic partent une série de plis allant s'étaler en éventail dans les régions inguino-génitales.

Je n'ai pu examiner les organes génitaux ni savoir si Maria Lhaurens était vierge ou non.

Poids et mensurations. — Le poids de Maria Lhaurens est de 24 kilogrammes.

Les mensurations, suivant les indications de M. Manouvrier, se divisent en quatre groupes :

I. — *Hauteurs au-dessus du sol :*

Du vertex (taille)	90	centimètres.
Du conduit auditif	78	—
Du menton (pointe)	71	—
De l'acromion	69	—
De la fourchette sternale	69	—
De l'articulation du coude	56	—
De l'extrémité inférieure du radius	51	—
— — du médius	45	—
Du mamelon	62	—
De l'ombilic	48	—
Du bord supérieur du pubis	33	—
De l'épine iliaque antérieure et supérieure	40	—
Du grand trochanter	39	—
Taille assise	56	—

II. — *Largeurs :*

Bi-acromiale	27	centimètres.
Bi-mamelonnaire	17	—
Bi-iliaque externe	21	—
Bi-trochantérienne	24	—
Bi-humérale	29	—

Largeur de la main droite :

4 métacarpiens	6	centimètres.
5 —	7 1/2	—
Longueur du médius	3 1/2	—
Largeur —	2	—

III. — *Circonférences :*

Thoracique	61	centimètres.
De la ceinture	66	—
De la cuisse (supérieure)	38	—
— (inférieure)	33	—
Du mollet	23	—
Sus-malléolaire	18	—
Du bras	20	—
De l'avant-bras, maximum	17	—
— minimum	14	—
Du cou	28	—

IV. — *Tête :*

Diamètre antéro-postérieur (maximum)	178	millimètres.
— métopique	179	—
— transverse maximum	144	—
— bi-zygomatique	124	—
— frontal minimum	94	—
Oreille, longueur	64	—
— largeur	28	—
Nez : hauteur	32	—
— largeur	34	—
Bouche (diamètre)	43	—
— lèvre supérieure	4	—
— lèvre inférieure	11	—
Largeur interorbiculaire	20	—
— bi-oculaire externe	84	—
Hauteur du front	40	—
Indice céphalométrique	80, 89.	

(Sous-brachycéphale).

Examen radiographique. — La radiographie de la naine Maria Lhaurens faite au laboratoire de M. F. Garcin, à Nîmes, montre les déformations suivantes du squelette :

La radiographie de la tête n'indique pas de déformations nettes des os.

Thorax. — Les poumons paraissent sains, le cœur est en position normale.

Membres supérieurs. — Des deux côtés, les déformations sont semblables.

Les clavicules sont un peu irrégulières et tortueuses. Les humérus sont raccourcis, tortueux, irréguliers ; ils présentent une courbure à concavité interne

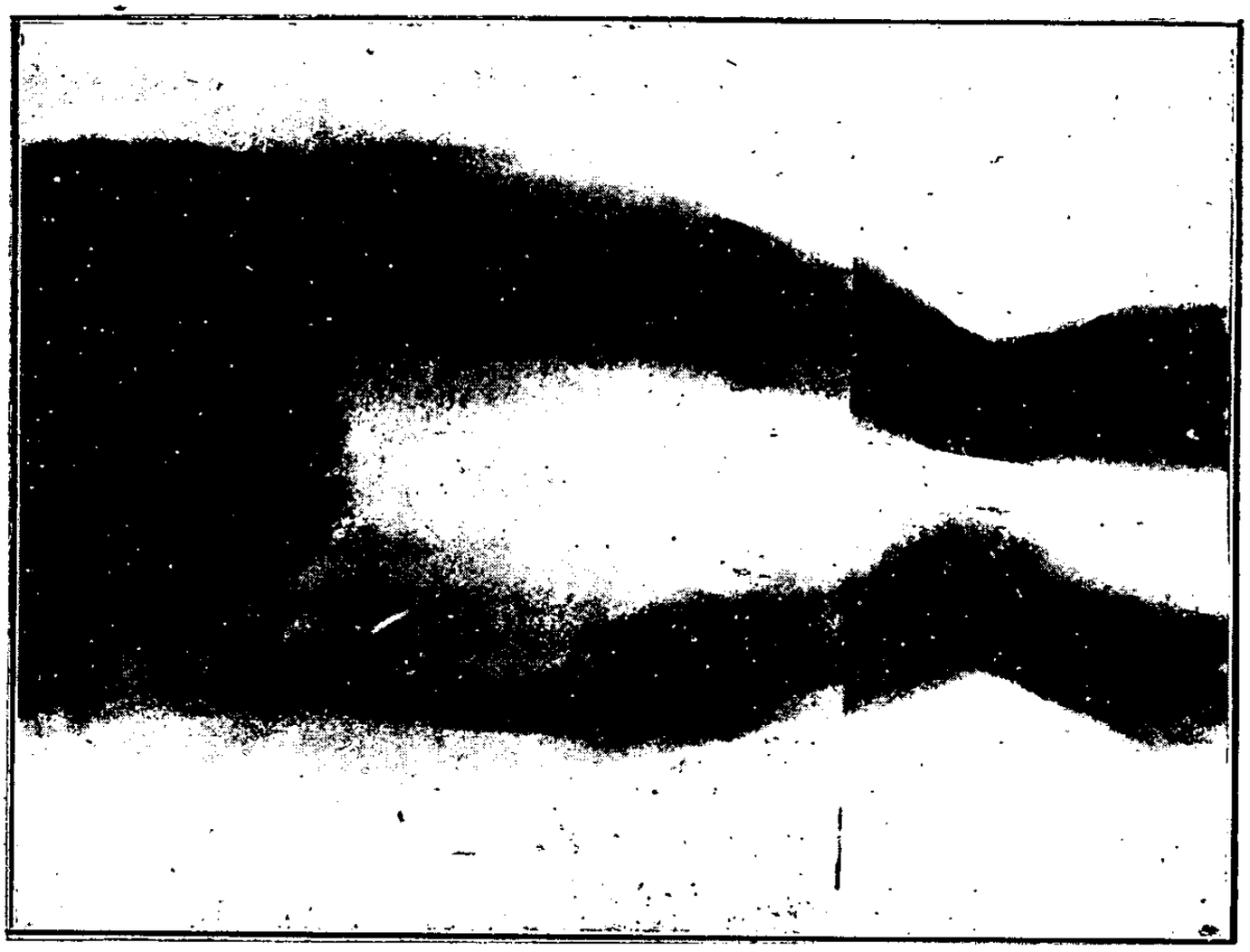
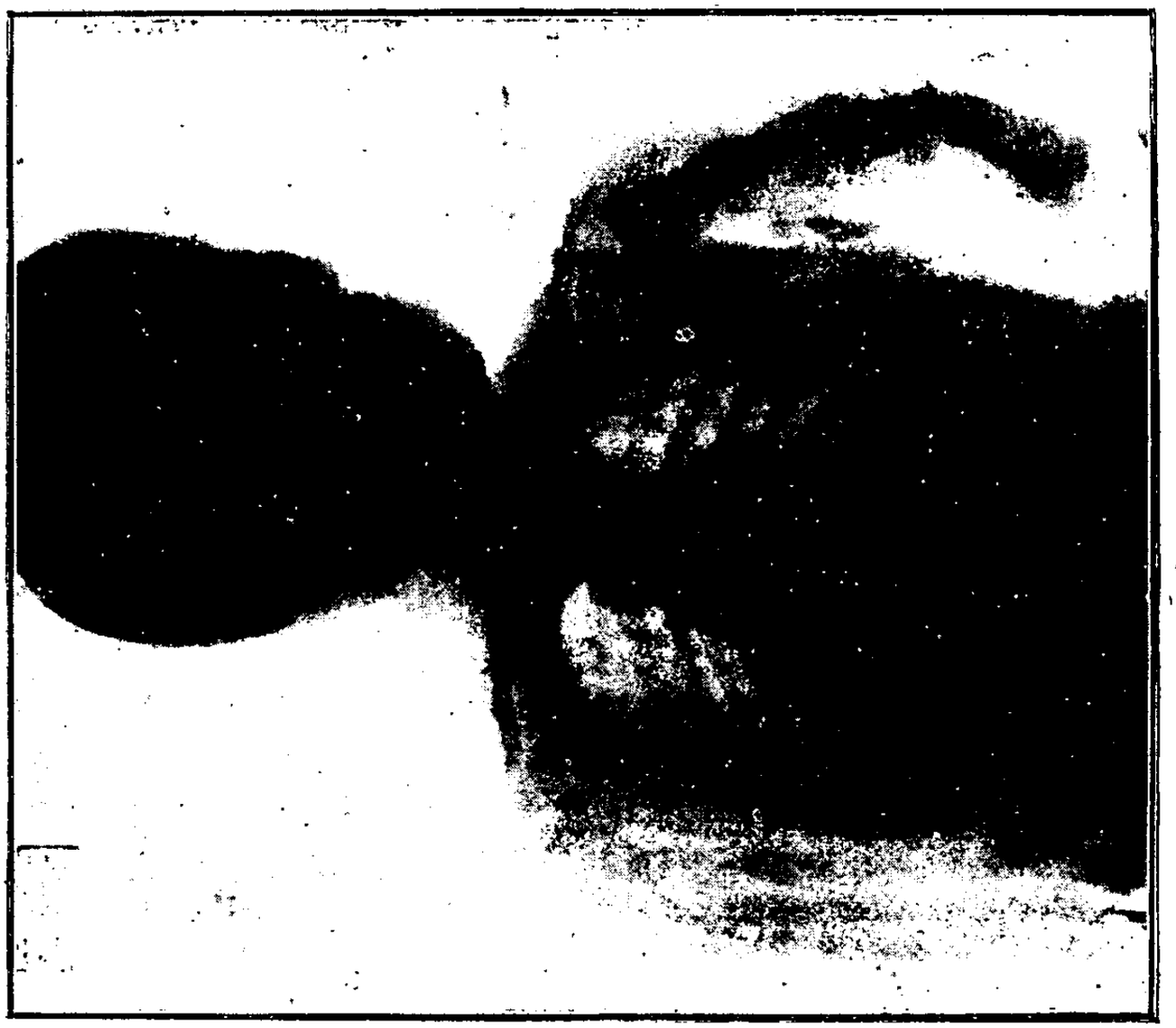


FIG. 4.



très accentuée. L'extrémité supérieure est volumineuse, déformée. L'empreinte deltoïdienne, très saillante, simule une exostose; la gouttière de torsion est très accentuée. L'extrémité inférieure est irrégulière, noueuse, les saillies normales sont exagérées.

Les articulations du coude sont irrégulières, déformées; les cubitus seuls prennent part aux articulations.

Avant-bras. — Les cubitus présentent une courbure à concavité interne très marquée, leurs épiphyses inférieures sont augmentées de volume, noueuses. Le radius s'articule normalement en bas avec le cubitus et les os du carpe. Le corps du radius, d'abord parallèle à la moitié inférieure du cubitus, le croise à sa partie moyenne et se porte en haut et en dehors, en décrivant une courbe à concavité inférieure et externe. Ensuite, l'extrémité supérieure du radius, amincie, va se perdre dans les parties molles de l'avant-bras, immédiatement au-dessous de la région du coude.

Les os du carpe sont tassés, irréguliers.

Les métacarpiens et les phalanges sont rabougris, noueux.

Bassin. — Le détroit supérieur du bassin est à peu près symétrique des deux côtés. Ses dimensions sont les suivantes :

Diamètre transverse maximum.	102	millimètres.
— antéro-postérieur.	55	—
— oblique maximum	90	—

Membres inférieurs. — Les déformations sont semblables des deux côtés.

Fémur. — Courbure de la diaphyse à concavité interne. Nouure des épiphyses avec exagération des saillies normales : apophyses, condyles. L'axe du col forme avec le corps du fémur un angle de 133 degrés.

Tibia et péroné. — Courbure de la diaphyse à concavité interne, nouure des épiphyses avec exagération des saillies anormales.

Les os des pieds sont tassés, noueux.

D'après son barnum, la naine Maria Lhaurens est en France depuis près de deux ans; très pudique et très pieuse, elle ne se sépare pas de son chapelet. J'ai eu beaucoup de peine à la mesurer, à la radiographier, et surtout à la photographier nue. Elle est cependant très gaie et rieuse. Dans sa baraque, elle file du lin quand elle est assise; quand les visiteurs viennent, elle danse en sautant et en poussant de petits cris aigus; elle fredonne même des chansons.

D'après l'histoire de Maria Lhaurens et les lésions du squelette révélées soit par l'examen direct, soit par la radiographie, cette naine me paraît être une naine rachitique, dont l'arrêt de développement s'est produit à l'âge de trois ans, par troubles cérébraux.

M. le Dr Ch. FAGUET

(de Périgueux),
Ancien chef de Clinique chirurgicale de la Faculté de Médecine de Bordeaux.

UN CAS DE TUBERCULOSE HERNIAIRE [616.995 : 616.34]

— Séance du 15 septembre —

La connaissance de la tuberculose herniaire est de date récente. Bien que cette affection ait été observée et reconnue par Cruveilhier (1), en 1862, il faut arriver à ces dernières années pour trouver un travail d'ensemble sur cette question.

M. Lejars (2), en 1889, dans son étude sur les « néoplasmes herniaires et périherniaires » en relate sept observations. Après lui, M. Jonnesco (3), réunit tous les cas connus, — onze — et publie dans la *Revue de Chirurgie*, en 1891, une excellente monographie. Depuis cette époque, quelques autres cas ont été observés : on les trouvera rapportés dans les thèses de MM. Th. Renault (Bordeaux, 1894) et C. Nurdin (Paris, 1897).

Aux observations déjà publiées et dont le nombre est encore relativement restreint, j'en ajoute une nouvelle qui m'est personnelle et que j'ai recueillie à l'hôpital Saint-André de Bordeaux, pendant que j'avais l'honneur d'être chef de clinique dans le service de M. le professeur M. Lanelongue.

Voici ce cas :

ENTÉROCÈLE INGUINALE GAUCHE. — TUBERCULOSE PRIMITIVE CIRCONSCRITE DU FOND DU SAC HERNIAIRE. — CURE RADICALE. — MORT DE TUBERCULOSE GÉNÉRALISÉE SIX MOIS APRÈS L'INTERVENTION CHIRURGICALE. — AUTOPSIE.

Henri C..., 18 ans, cultivateur, entre à l'hôpital Saint-André, salle n° 17, lit n° 32, service de M. Lanelongue, pour une hernie inguinale gauche.

Aucun antécédent pathologique héréditaire ou personnel ; on ne retrouve en particulier aucune tare tuberculeuse, syphilitique ou rhumatismale. Notre malade n'a présenté dans son enfance aucun signe de scrofule ; il s'est normalement développé ; on ne relève chez lui aucun des signes d'une constitution lymphatique ; il n'a eu ni blennorragie, ni orchite.

Sa santé a toujours été excellente jusqu'au mois de mai 1892, époque à

(1) CRUVEILHIER, *Traité d'anatomie pathologique générale*, Paris 1862, tome IV, p. 668.
(2) LEJARS, Néoplasmes herniaires et périherniaires, *Gazette des Hôpitaux*, 1889, n° 88.
(3) JONNESCO, Tuberculose herniaire. *Revue de Chirurgie*, mars et juin 1891.

laquelle il éprouva, en soulevant une lourde charrue, une douleur vive dans la région inguino-scrotale gauche, et constata en même temps à ce niveau l'existence d'une tumeur du volume d'une petite noix. Les douleurs ressenties au moment de l'effort se calmèrent assez rapidement par le repos; la petite tumeur s'effaça momentanément, mais le malade remarqua que la disparition de cette tumeur ne fut pas définitive : elle reparaissait à chaque effort ou sous l'action de la toux. Pendant longtemps il ne se produisit aucun trouble fonctionnel, sauf quelques coliques ayant pour point de départ la région inguinale gauche, s'irradiant ensuite à tout l'abdomen ; néanmoins la tumeur augmentant peu à peu de volume, Henri C... se décida à se faire examiner et à entrer à l'hôpital Saint-André.

État actuel (20 novembre 1892) : Ce jeune homme, de taille moyenne, semble jouir d'une excellente santé.

L'examen de la région inguino-scrotale gauche fournit les renseignements suivants :

A l'inspection, on constate à ce niveau une saillie anormale, siégeant sur le trajet du cordon, offrant à peu près le volume d'un œuf de poule. Cette tumeur a une forme à peu près régulièrement cylindrique, augmente de volume lorsqu'on fait tousser le malade. Pas d'altérations de la peau, qui a conservé tous ses caractères normaux.

Au palper, la région inguino-scrotale présente les particularités suivantes : le testicule, l'épididyme occupent leur position normale et ne présentent dans leur sensibilité spéciale, leur forme, leur volume, leur consistance, aucun caractère pathologique. Immédiatement au-dessus de ces organes, on trouve une plaque de consistance fibreuse dans toute son étendue, ayant à peu près la grandeur d'une pièce de 2 francs. Cette plaque est indépendante du testicule dont elle recouvre cependant l'extrémité supérieure.

Enfin, au-dessus de cette plaque, on rencontre la tumeur précédemment indiquée, de consistance molasse, sonore à la percussion, réductible dans l'anneau inguinal avec un bruit de gargouillement caractéristique, présentant en somme tous les caractères classiques d'une entérocèle réductible. L'anneau inguinal est très élargi et se laisse facilement pénétrer par le doigt qui perçoit très nettement le choc intestinal pendant la toux.

En résumé, on rencontre successivement de bas en haut, dans la région inguino-scrotale gauche : (*a*) le testicule et l'épididyme sains ; (*b*) une plaque indurée sur la nature de laquelle on n'est pas absolument fixé, mais qui paraît siéger dans le fond du sac; (*c*) une entérocèle réductible.

L'exploration des autres régions de l'organisme où sont susceptibles de se produire des hernies est faite avec soin, et ne révèle rien d'anormal.

L'examen des appareils digestif, pulmonaire, cardiaque, urinaire, etc., est négatif.

L'état général est bon.

La cure radicale de la hernie inguinale gauche est décidée et pratiquée après les soins préliminaires habituels le 24 novembre 1892.

Opération : Antisepsie rigoureuse du champ opératoire. Incision de 8 centimètres environ sur la hernie en suivant la direction du cordon ; le sac est isolé des divers éléments du cordon dissocié, puis ouvert largement; il renferme un peu de liquide séreux et une anse de l'intestin grêle dont l'aspect est tout à fait normal. Cette anse est attirée au dehors, puis facilement réduite dans la cavité

abdominale après un examen attentif. Le collet du sac est isolé, attiré fortement en bas et en dehors, ligature entrecroisée et ligature d'ensemble au catgut sur le pédicule du sac qui est ensuite sectionné immédiatement au-dessous de ces ligatures; suture des piliers et reconstitution du canal inguinal au catgut; sutures superficielles au crin de Florence. Pansement sec avec poudre d'iodoforme, gaze au salol, ouate salicylée, ouate ordinaire.

Suites opératoires excellentes : réunion par première intention. Le malade guéri quitte l'hôpital trois semaines après l'opération.

Examen de la pièce. — 1° Macroscopiquement : L'aspect de la pièce présente au premier abord tous les caractères que l'on retrouve habituellement à l'examen d'un sac herniaire. La surface interne est lisse, régulière et la séreuse péritonéale n'offre superficiellement rien d'anormal; pas de saillies, pas de nodosités appréciables ni au fond du sac, ni sur les parois, ni au niveau du collet. La surface externe ne présente aucune particularité importante : à signaler seulement son irrégularité et la présence de débris de tissu conjonctif, vestiges des adhérences rompues pendant l'isolement du sac. L'épaisseur des parois est uniforme et mesure environ 3 millimètres sur les parties latérales et au niveau du collet. Le fond du sac est occupé tout entier par une plaque qui mesure à peu près la largeur d'une pièce de 2 francs. Cette plaque, dont l'épaisseur atteint son maximum vers le centre, environ 5 millimètres, va en s'amincissant d'une façon insensible à mesure qu'on se rapproche de ses bords.

Elle se confond à sa périphérie avec les parois latérales du sac, sans ligne de démarcation nettement appréciable. Sa consistance est uniformément dure, fibreuse, sans irrigularités, sans nodosités. Extérieurement, sa coloration est blanc rosé et rien ne la différencie des autres portions du sac. A la coupe, elle crie sous le scalpel, et rappelle les caractères du fibrome par son aspect, sa consistance, sa coloration, sa structure macroscopique.

2° *Examen microscopique :* Des fragments des parois et du fond du sac ont été durcis dans l'alcool et après coloration en masse dans le picrocarmin de Ranvier ou le carmin de Orth, et inclusion dans la paraffine à 55°, coupés au microtome mécanique de Viallanes. Les coupes mesurent environ 7 μ d'épaisseur.

(a) Les parois et le collet du sac ne présentent histologiquement rien d'anormal, si ce n'est une prédominance et une densité plus grandes du tissu conjonctif.

(b) Le fond du sac offre des lésions tuberculeuses très nettes. Les tubercules sont disséminés en très grand nombre dans toute l'épaisseur du derme de la séreuse; ils sont séparés les uns des autres par des cloisons fibreuses qui se coupent sous des angles divers et qui forment ainsi des loges quadrangulaires, pentagonales, hexagonales, etc. Quelquefois, ces cloisons fibreuses ne se réunissant pas, déterminent des loges qui communiquent entre elles.

Les tubercules sont surtout nombreux et petits à la périphérie. Ils sont constitués par des follicules reconnaissables à leurs cellules géantes et à leurs éléments épithélioïdes et lymphoïdes. Rarement on ne rencontre que deux ou trois follicules par tubercule; la plupart du temps ils sont beaucoup plus nombreux. Les tubercules paraissent enfouis dans un tissu fibreux; il est impossible de déterminer quels sont les rapports avec les vaisseaux lymphatiques.

En résumé, il s'agit d'une *tuberculose locale du fond du sac herniaire.* Mai 1893 : Henri C... revient à l'hôpital ; depuis trois semaines environ, il s'est amaigri très notablement; il tousse, il a eu plusieurs hémoptysies peu abondantes. État général assez mauvais, perte de l'appétit.

A l'examen, on ne trouve rien d'anormal au niveau de sa région inguino-scrotale gauche : sa hernie reste guérie radicalement ; mais l'exploration de la cavité abdominale révèle l'existence d'une péritonite tuberculeuse à forme sèche nettement caractérisée.

Les ganglions pelviens et mésentériques sont augmentés de volume et facilement accessibles.

Appareil pulmonaire : submatité aux deux sommets et plus particulièrement à droite.

A l'auscultation : *(a)* : Poumon droit : Craquements humides au sommet, respiration rude, souffante, saccadée dans les autres parties de l'organe.

(b) Poumon gauche : Mêmes symptômes, un peu moins accusés.

Les organes génito-urinaires, le cerveau et les méninges paraissent sains ; du côté de l'appareil digestif, nous avons noté une dyspepsie assez marquée et quelques vomissements.

Sueurs nocturnes.

Les signes non douteux de tuberculose péritonéale, pulmonaire et l'état général mauvais, font écarter toute intervention chirurgicale et le malade est envoyé dans une salle de médecine, salle n° 19, service de M. le Dr Mandillon, où il meurt de tuberculose généralisée le 22 juin suivant. M. Labrunie, interne du service, a fait avec grand soin l'autopsie de ce malade et a pu constater des lésions tuberculeuses dans le péritoine et les ganglions abdominaux, les plèvres et les poumons. Foie graisseux.

Les reins, la vessie, les testicules et les épididymes, le cœur paraissent sains.

La région inguinale gauche du péritoine ne présentait pas de lésions plus accentuées que dans les autres parties de la séreuse abdominale. La cicatrice externe résultant de l'intervention chirurgicale est normale.

L'examen histologique de fragments des divers organes a confirmé la nature des lésions constatées macroscopiquement. Seul, l'examen bactériologique du poumon a permis de constater la présence des bacilles de Koch.

En résumé, il s'agit, dans ce cas, d'une tuberculose primitive circonscrite du fond du sac herniaire, tuberculose qui s'est généralisée malgré une intervention qui paraissait avoir été précoce et complète.

M. le Dr G. FERRÉ

Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

DIPHTÉRIE HUMAINE ET DIPHTÉRIE AVIAIRE [616.231]

— Séance du 15 septembre —

I

Dans une série de travaux effectués par quelques-uns de mes élèves sous ma direction et par moi-même, je me suis attaché à étudier les rapports qui peuvent exister entre la diphtérie humaine et la diphtérie aviaire. La transmission de la diphtérie humaine aux oiseaux étant démontrée depuis longtemps, pour essayer de connaître l'autre face de la question, j'ai étudié dans un certain nombre de cas d'affections pseudo-membraneuses de la volaille les microbes qu'on pouvait y rencontrer.

Les volailles observées ont présenté des caractères cliniques locaux variés. Les fausses membranes étaient tantôt blanchâtres, tantôt jaunâtres; tantôt plates, tantôt gaufrées ou villeuses; tantôt concrètes, adhérentes, tantôt relativement molles ou facilement détachables; quelquefois elles ont présenté l'aspect gangréneux; dans quelques cas les animaux portaient des nodosités dans la région sous-buccale ou dans l'intestin. Je ne parlerai pas des accidents généraux, mais j'insisterai sur ce fait que quelques-unes de ces volailles étaient paralysées.

Ces aspects cliniques différents correspondent-ils à des entités morbides différentes? Je ne saurais répondre à cette question d'une façon satisfaisante, le nombre d'animaux observés par moi au point de vue bactériologique ne me paraissant pas assez grand. Cependant, je dois dire que j'ai constaté que l'aspect des fausses membranes ne me paraît pas devoir constituer un critérium absolu. On observe, en effet, soit dans les périodes d'augment, soit dans la période de déclin des formes gangréneuses, des aspects de fausses membranes bien nettes. D'autre part, chez le même animal, on peut observer simultanément des formes de fausses membranes soit lisses, soit gaufrées ou papillomateuses, de fausses membranes blanches à l'orifice du larynx, des fausses membranes jaunâtres sur la voûte palatine, sous la langue, aux commissures du bec. Ici, comme pour les affections pseudo-membraneuses de l'homme, il faudra avoir recours à

l'examen bactériologique pour fixer le point de savoir si l'aspect clinique correspond à des entités morbides. Imbu de ces idées, j'ai toujours désigné sous le nom de diphtérie aviaire toute affection pseudo-membraneuse vraie produite chez la volaille, recherchant quels pouvaient être les points de contact de ces affections avec les affections de même natùre observées chez l'homme et en particulier avec la diphtérie humaine dont les formes, après tout, ne sont pas toujours aussi caractéristiques qu'on pourrait le croire et qui nécessitent souvent l'intervention du diagnostic bactériologique pour être caractérisées.

J'ai étudié ces affections pseudo-membraneuses presque exclusivement chez la volaille ; je les ai étudiées dans deux cas seulement chez le pigeon, animal sur la diphtérie duquel M. Löffler a fait, en 1884, une étude très importante. Mes travaux se rapportent donc surtout à un cas particulier de la diphtérie aviaire, à la diphtérie des volailles, ou si l'on veut, comme je l'ai expliqué plus haut, aux affections pseudo-membraneuses des volailles.

II

J'ai isolé de ces fausses membranes, en dehors de certains microbes qui se présentent assez irrégulièrement, des espèces microbiennes variées: des microcoques, des diplocoques, des staphylocoques, des streptocoques, le pneumo-bacille, le bacillus coli communis, un autre bacille que nous avons assimilé au bacillus coli communis et enfin le bacille de Löffler (1).

Le bacille que nous assimilons au coli-bacille ressemble, pensons-nous, à celui qu'ont décrit MM. Haushalter, Loir et Ducloux. Ce bacille a les propriétés de culture du coli, mais il en diffère à première vue par la disposition de ses éléments, qui peuvent se placer dans les cultures sur sérum en lignes parallèles. Il est vrai que nous avons isolé d'une entérite chronique humaine un bacille ayant les attributs du coli et se présentant avec cet aspect morphologique. D'autre part, en étudiant l'action de ce bacille sur le lait et sur le bouillon lactosé, nous avons vu qu'il se comportait comme le coli-bacille. Nous l'avons donc assimilé à ce dernier (2). La disposition des éléments de ce bacille en forme de lignes parallèles pouvant au premier abord et après une coloration simple le faire confondre dans les premiers ensemencements de fausses membranes avec le bacille de Löffler, nous avons employé pour les distinguer de prime abord un procédé particulier. Je pratique la double coloration par le Gram au cristal violet: le bacille de Löffler, qui prend assez irrégulièrement le Gram ordi-

(1) FERRÉ et FAGUET. *Contribution à l'étude des rapports qui existent entre la diphtérie humaine et la diphtérie aviaire.* (*Soc. Anat. et Phys. de Bordeaux,* 6 juillet 1896.) — FERRÉ. *Congrès international d'Hygiène.* Madrid, avril 1898.

(2) *Loc. cit.*

naire, prend bien au contraire le Gram au cristal violet, tandis que le bacille coliforme ne prend pas du tout le violet (1). Je ne saurais affirmer cependant d'une façon formelle que tous les échantillons de bacilles ne prenant pas le Gram au cristal violet que nous avons trouvés dans la diphtérie aviaire soient des colibacilles, étant donnée la variation des propriétés zymogènes constatées.

L'autre bacille peut être bien du bacille de Löffler, j'en ai donné par ailleurs les raisons (2). J'ai complété mes recherches à ce sujet sur une objection faite par M. Löffler. J'ai montré que la toxine de ce bacille était neutralisée dans son action par le sérum antidiphtérique ordinaire en les mélangeant *in vitro* et que, ce que j'avais du reste signalé déjà (3), ce même sérum antidiphtérique immunise préventivement les volailles contre l'action de cette toxine (4). J'avais également signalé auparavant l'action curative exercée par ce sérum sur la dipthérie aviaire (5) et sur la paralysie déterminée par l'injection de la toxine de ce bacille diphtérique aviaire (6 et 7). Il y a même plus: j'ai vu que le sérum des chevaux normaux qui jouissait de la propriété de préserver le cobaye contre l'action d'une culture du bacille de Löffler humain, préservait également les volailles contre l'action de la toxine de ce bacille aviaire. Je crois donc qu'il est impossible de nier, dans certains cas du moins, l'identité de ce bacille avec le bacille de Löffler. Du reste, je dois ajouter que j'ai envoyé à M. Calmettes, sur sa demande, un échantillon de ce bacille : mon savant collègue en a reconnu la nature löfflérienne et il a même trouvé que sa toxine tuait le cobaye au 1/10e de centimètre cube. Je dois ajouter également que pendant les trois années que j'ai cultivé ce microbe, sa toxité a diminué certainement; je m'en suis aperçu dans la suite de mes expériences.

Ce bacille de Löffler se retrouve dans les formes variées des affections pseudo-membraneuses de la volaille. Nous avons, dans un certain nombre de cas, constaté sa virulence, mais nous ne l'avons pas recherchée dans tous les cas: de sorte que si nous pouvons dire que nous avons trouvé du bacille de Löffler dans la diphtérie aviaire, nous ne pouvons pas dire que dans tous les cas où nous avons retrouvé ce bacille morphologiquement semblable au Löffler, il s'agissait du bacille de Löffler vrai. Nous tiendrons compte de cette distinction dans ce qui suivra.

Ce bacille se retrouve assez souvent dans la diphtérie aviaire. Dans une

(1) FERRÉ. *Diphtérie humaine et diphtérie aviaire.* (*Arch. Clin. de Bordeaux,* juin 1897.)
(2) FERRÉ. *Congrès de Madrid.*
(3) FERRÉ. *Diphtérie humaine et diphtérie aviaire.* (*Arch. Clin. de Bordeaux,* juin 1897).
(4) FERRÉ. *Diphtérie humaine et diphtérie aviaire.* (*Soc. d'Anat. et Phys. Bordeaux,* 25 juillet 1898.)
(5) FERRÉ. *Diphtérie humaine et diphtérie aviaire.* (*Arch. Clin. de Bordeaux,* juin 1897.)
(6) FERRÉ. *Contribution à l'étude du processus de réparation des cellules nerveuses dans les myélites infectieuses.* (*Soc. Anat. et Phys. de Bordeaux,* 31 janvier 1898.) — *Congrès de Médecine de Montpellier,* août 1898.
(7) FERRÉ. *Diphtérie humaine et diphtérie aviaire.* (*Soc. Anat. et Phys. de Bordeaux,* 19 septembre 1898)

série récente de recherches, dans treize cas je l'ai retrouvé huit fois. Je ne l'ai trouvé jamais pur. Il est fréquemment associé au pneumo-bacille, au coliforme; dans l'association interviennent souvent les microcoques, les staphylocoques, les streptocoques. Je l'ai trouvé dans certains cas associé à des microcoques et à des diplocoques uniquement mais rarement.

Au moment où nos premières recherches ont été publiées, elles mettaient en évidence l'existence du bacille de Löffler, du bacille coliforme; et permettaient de les distinguer. Elles ont mis également en évidence la présence du pneumo-bacille. M. Gallez, dans des recherches contemporaines des nôtres, recherches que nous ignorions, a trouvé lui aussi du bacille de Löffler dans la diphtérie aviaire. Depuis lors, MM. Gratia et Liénaux ont trouvé dans la diphtérie du pigeon et une fois chez la poule un bacille semblable au Löffler de virulence faible pour le cobaye. Par ailleurs, tout récemment, le bacille de Löffler a été retrouvé dans la diphtérie des volailles. Nos recherches sont donc confirmées en ce qui concerne les volailles et je dois dire que nous avions trouvé pareil bacille morphologiquement semblable au bacille de Löffler chez les deux pigeons que j'avais examinés. Le bacille de Löffler semble donc se retrouver non seulement dans la diphtérie des volailles, mais encore dans celle des pigeons. J'ai employé ici l'expression de bacille de Löffler, car il faut entendre que tout bacille morphologiquement semblable au bacille de Löffler qui est virulent pour le cobaye (et M. Gratia et Liéneaux trouvent qu'il est virulent, quoique faiblement, pour le cobaye et le pigeon) n'est pas du pseudo-diphtérique mais bien du bacille de Löffler.

Je ne puis m'empêcher de faire remarquer que nous avons trouvé dans les affections pseudo-membraneuses de la volaille et cela d'une façon assez suivie précisément les espèces microbiennes qui sont réputées comme déterminant par excellence les affections pseudo-membraneuses de l'homme, à savoir le bacille de Löffler, le coli-bacille, le pneumo-bacille. Le bacille de MM. Loir et Ducloux s'y retrouve aussi comme ces auteurs l'ont déjà vu. Dans ces conditions, est-il impossible d'admettre que ces affections pseudo-membraneuses de la volaille soient transmissibles à l'homme et que l'une d'elles, en particulier, celle qui contiendra du bacille de Löffler virulent, la diphtérie vraie de la volaille si l'on veut, sera capable de déterminer l'évolution de la diphtérie chez l'homme ?

Certains observateurs admettent que, dans certains cas rares, la diphtérie aviaire peut être de même nature que celle de l'homme et que dans ce cas il doit y avoir transmission de l'homme à la volaille. Sans vouloir faire remarquer qu'ils acceptent ainsi implicitement l'existence de la possibilité de la transmission de l'oiseau à l'homme, je me permettrai de présenter quelques observations.

J'ai trouvé des bacilles de Löffler virulents, chez des poules diphtériques

provenant de villages ou de hameaux où il n'y avait nulle trace de diphtérie humaine. Je dois dire inversement que j'ai trouvé du bacille virulent chez des volailles prises dans une localité où coexistaient les deux épidémies.

D'autre part, le nombre de cas dans lesquels on trouve du bacille morphologiquement semblable au bacille de Löffler n'est pas faible. Dans treize cas, je l'ai rencontré huit fois. Dans quatre de ces huit cas, j'ai recherché sa virulence pour le cobaye. Dans le premier cas, une culture de sept jours a tué le cobaye en 36 heures à 48 heures, une culture de douze jours l'a tué en six jours ; dans le second cas, une culture de douze jours l'a tué en huit jours ; dans le troisième cas, une culture de douze jours en un mois et demi ; dans le quatrième cas, une culture de douze jours s'est montrée inoffensive J'ai injecté chaque fois un centimètre cube de culture. Ces faits concordent avec ceux que j'ai déjà signalés et parmi les échantillons de ces bacilles morphologiquement semblables au bacille de Löffler, il en est qui sont de véritables diphtériques.

Je pourrais faire remarquer également que ces bacilles peuvent être assez abondants dans les fausses membranes. Je citerai un cas dans lequel sur dix-huit prises faites en des points variés sur les premiers tubes d'ensemencement, j'ai trouvé dix-huit fois ce bacille et il était virulent ; dans un second cas, douze fois sur douze prises, dans deux autres cas, six fois sur six prises.

On a pensé que ce bacille morphologiquement semblable au bacille de Löffler est du pseudo-diphtérique. Je ne nie pas qu'on puisse trouver dans ces fausses membranes du bacille pseudo-diphtérique, mais cependant il ne faudrait pas faire jouer à ce dernier un rôle trop considérable car certains de ces bacilles qui sont nettement virulents pour le cobaye sont réellement des bacilles diphtériques. J'estime de plus qu'on ne peut pas limiter la qualité de pseudo-diphtérique au défaut de virulence pour le cobaye, car on sait que les bacilles de Löffler vrais peuvent ne pas être virulents pour le cobaye, mais l'être en revanche pour la poule, le pigeon et les petits oiseaux et notamment pour le calfat ainsi que l'ont démontré MM. Simonnin et Benoit. Je pense donc que l'on n'aura le droit de considérer comme bacilles pseudo-diphtériques que les bacilles qui seront avirulents pour le cobaye, la poule, le pigeon et les petits oiseaux.

Il ne faudrait pas s'étonner outre mesure, du reste, de la présence relativement fréquente de ces bacilles morphologiquement semblables au bacille de Löffler dans les fausses membranes des poules et des pigeons. Nous avons démontré depuis longtemps que dans la gorge des volailles, des pigeons, d'autres oiseaux, il existe de tels bacilles (1). Certains de

(1) FERRÉ et FAGUET, *Contribution à l'étude des rapports qui existent entre la diphtérie humaine et la diphtérie aviaire*, (*Soc. Anat. et Phys., de Bordeaux*, 6 juillet 1896.) — CREIGNOU, *Le bacille de Löffler chez les animaux sains*. Th. Bordeaux, 6 janvier 1898.

ces bacilles sont capables, après avoir été isolés, de faire des fausses membranes sur l'oreille du lapin, sur le pharynx de la poule et du pigeon, sur la muqueuse cloacale de la poule ; ils sont peu virulents pour le cobaye, mais bien virulents pour le pigeon : ce ne sont donc pas des pseudo-diphtériques mais des diphtériques, et, sous l'influence de causes appropriées, ils peuvent récupérer une virulence plus grande et devenir les agents de la transmission à l'homme. Pareils bacilles existent du reste dans les voies respiratoires supérieures de l'homme et je ne serais pas éloigné de penser que ces bacilles sont le point de départ de certains cas de diphtérie. Quant à ce qui concerne les bacilles contenus dans la gorge des volailles normales, n'oublions pas qu'ils sont souvent associés au bacillus coli communis, au pneumo-bacille, microbes qui par eux-mêmes sont capables de donner des fausses membranes, et cette intervention peut changer peut-être les caractères que posséderaient les fausses membranes développées par le bacille de Löffler s'il évoluait seul et donner ainsi à la maladie des aspects variés.

Nous avons signalé également la présence de ces mêmes bacilles, bacilles de Löffler, peu virulents pour le cobaye mais bien virulents pour le pigeon, dans le cloaque de la poule et du pigeon et insisté sur ce fait au point de vue de l'étiologie générale de la diphtérie (1).

III

Des faits et des considérations que nous venons d'exposer, il résulte qu'il existe chez les volailles atteintes d'affections pseudo-membraneuses des cas dans lesquels on trouve des bacilles de Löffler et d'autres microbes diversement associés les uns et les autres, tous microbes que l'on retrouve par excellence dans les affections pseudo-membraneuses de l'homme. Dans ces conditions l'idée d'une contagion possible de la volaille à l'homme cesse d'être une hypothèse gratuite quoique la preuve directe n'ait pas été faite, et l'on doit prendre des mesures prophylactiques sérieuses contre la diphtérie aviaire.

Dans une circonstance récente, une épidémie de diphtérie humaine ayant coexisté avec un épidémie de diphtérie aviaire, M. le Préfet de la Gironde me fit l'honneur de me demander d'étudier la question et d'indiquer les mesures qui devraient être prises contre ces épidémies. Malheureusement, au moment voulu, l'épidémie aviaire avait cessé ou à peu près. J'ai pu observer cependant deux poules diphtériques portant l'une et l'autre du bacille morphologiquement semblable au bacille de Löffler. Dans un cas ce bacille était du vrai bacille de Löffler, car un centimètre cube de sa

(1) Mêmes indications qu'au renvoi précédent.

culture tuait le cobaye en 36-48 heures. L'animal qui avait fourni ce bacille est mort après avoir présenté des symptômes de parésie très nets. J'ai vu en outre dans la localité deux volailles portant encore des restes de fausses membranes présentant des phénomènes paralytiques très nets. Cette observation confirme ce que j'ai déjà dit, à savoir que les volailles diphtériques peuvent présenter de la paralysie.

Dans le rapport que j'ai adressé à M. le Préfet de la Gironde, j'ai indiqué les résultats précédents et insisté sur les mesures prophylactiques à prendre en tenant compte de l'emploi qui peut être fait du sérum antidiphtérique contre la diphtérie des volailles.

J'ai montré par ailleurs (1) que le sérum antidiphtérique peut agir sur les fausses membranes de la diphtérie aviaire, sur la paralysie déterminée chez les volailles par l'injection de la toxine de ce bacille aviaire et dans ce dernier cas curativement et préventivement. Dans un travail paru récemment, M. Lang (2) a vu que le sérum antidiphtérique agissait curativement et préventivement contre la diphtérie des volailles. Récemment encore, j'ai traité quatre poules atteintes d'affections pseudo-membraneuses spontanées par ce sérum. Deux d'entre elles qui présentaient du bacille morphologiquement semblable au bacille de Löffler en abondance ont guéri ; la troisième, qui n'en présentait pas du tout, a guéri au bout d'un temps très long après avoir présenté dès les premières injections une amélioration sensible ; la quatrième, qui présentait seulement quelques-uns de ces bacilles associés à de très nombreux bacilles ne prenant pas le Gram et à des streptocoques, a succombé. Les résultats m'ont paru assez intéressants pour être rapportés. D'autres auteurs ont rapporté des faits positifs ou bien des faits négatifs, je n'y insiste pas pour le moment. Quoi qu'il en soit, du moment qu'on a obtenu des résultats positifs par ce procédé, il est bon de le mettre en œuvre, car la diphtérie aviaire fait des ravages considérables dans les exploitations industrielles agricoles de ces volatiles.

En résumé, j'ai proposé, lorsqu'une épidémie de diphtérie aviaire se produit dans un poulailler, d'évacuer ce dernier et de séparer les volailles en deux lots, les volailles atteintes et les volailles encore saines. Aux volailles saines, on injecte un demi, un ou deux centimètres cubes de sérum antidiphtérique ordinaire entre les deux scapulum et on les surveille ; si l'une d'elles devient malade on l'isole. Quant aux volailles malades, on peut les détruire par le feu, plumes et corps, après les avoir sacrifiées ou bien on peut essayer de les guérir. Pour cela, on leur injecte au point déjà indiqué un ou deux centimètres cubes de sérum antidiphtérique

(1) FERRÉ, *Diphtérie humaine et diphtérie aviaire. (Arch. Clin. de Bordeaux, juin,* 1897.) — FERRÉ, *la Toxine diphtérique aviaire. (Soc. Anat. et Phys., de Bordeaux,* 7 mars 1898.) — FERRÉ, *(Congrès de Madrid,* 1898.) — FERRÉ. *Diphtérie humaine et diphtérie aviaire. (Soc. Anat. et Phys., de Bordeaux,* 25 juillet, 19 septembre 1898.

(2) LANG, *Recueil de médecine vétérinaire,* 15 janvier 1899.

tous les trois jours jusqu'à terminaison de la maladie : elles guérissent, quand elles guérissent, généralement dans un laps de temps de quinze à vingt jours. Il serait bon peut-être d'employer en même temps le sulfate de fer, qui, d'après l'expérience courante agit bien sur la diphtérie aviaire : on agirait ainsi à la fois et sur le bacille de Löffler qui peut se trouver dans les fausses membranes et sur les autres microbes. Pendant ce temps, on désinfectera le poulailler d'après les principes que l'on trouve indiqués dans les traités de médecine vétérinaire, mais on ne le fera réintégrer aux volailles guéries qu'après un temps d'isolement relativement long, égal à celui qui est employé dans le cas de diphtérie humaine. On désinfectera également, bien entendu, les locaux qui ont servi pour l'isolement.

J'ai insisté également sur les inconvénients qu'il y a à laisser les fumiers trop près des maisons d'habitations, à laisser établir une trop grande promiscuité entre les poules, les pigeons et les habitants des fermes ou autres locaux, surtout les enfants. Ces règles prophylactiques importantes, qui ont été établies depuis longtemps d'après l'observation pure des faits, ont reçu du fait de nos recherches une confirmation plus ample, et je devais, au point de vue de l'application pratique, les joindre aux résultats que nous avons fournis au point de vue thérapeutique et étiologique.

M. le Dr Samuel BERNHEIM

à Paris.

TRAITEMENT DE LA TUBERCULOSE D'APRÈS LA MÉTHODE DE M. LE PROFESSEUR LANDERER

[616.995]

— Séance du 18 septembre —

Les recherches de M. Landerer remontent à l'année 1888. Dès cette époque, le savant professeur de Stuttgard a observé l'action efficace, bienfaisante et curative, du baume du-Pérou sur les lésions tuberculeuses d'ordre chirurgical.

L'acide cinnamique est contenu dans le baume du Pérou, qui, d'après Tappeiner, est composé de 50 à 60 0/0 d'éther benzil-cinnamique, 10 0/0 d'acide cinnamique et 30 0/0 de résine. On le trouve, en outre, dans le styrax, dans le baume de tolu et dans quelques espèces de benjoin. Le benjoin de Sumatra, par exemple, renferme des quantités assez considérables d'acide cinnamique, tandis que le benjoin de Siam n'en contient point. Il

est insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau chaude ; il se dissout facilement dans l'alcool et dans l'éther ; quand il est pur, il forme de beaux cristaux blancs inodores. Le principal sel employé est le cinnamate de soude ou hétol qui se dissout facilement dans l'eau.

I

Quels sont les phénomènes physiologiques amenés par le cinnamate de soude ? Ce sont surtout MM. les docteurs Richter et Spiro qui ont étudié ces points si intéressants. D'après eux, l'acide cinnamique possède sur l'organisme tuberculeux une propriété chimico-tactique. C'est pour ce fait que l'injection produit autour de la lésion une hyperleucocytose si importante.

Cette propriété chimico-tactique a été contrôlée scrupuleusement par de nombreuses expériences, et malgré l'aridité du sujet, nous sommes obligé d'en rapporter certaines dont le clinicien comprendra toute l'importance.

Nous tenons à rappeler, avant d'exposer le résultat de ces expériences, d'une part, que Buchner et d'autres biologistes ont constaté chez certains corps à action chimico-tactique la propriété de faire augmenter le nombre de leucocytes ; d'autre part, Metschnikoff lui-même considère l'inflammation comme une chimico-taxie générale se produisant dans le sang.

Prenons au hasard une expérience faite par M. Spiro. Voici un lapin de forte taille auquel on a injecté dans une veine de l'oreille une émulsion d'hétol. On a constaté dans le sang de l'animal les faits suivants :

Avant l'injection : 8.000 leucocytes ; rapport.	1 : 623
21e jour, Injection.	
Après 4 heures : 31.440 leucocytes ; rapport.	1 : 143
Après 24 heures : 10.220 leucocytes ; rapport	1 : 470
23e jour, nouvelle injection intraveineuse.	
Après 3 heures : 71.186 leucocytes ; rapport.	1 : 51
Après 10 heures : 26.380 leucocytes ; rapport	1 : 187
Après 24 heures : 21.100 leucocytes ; rapport.	1 : 216
Après 48 heures : 15.310 leucocytes ; rapport	1 : 380
Après 72 heures : 7.634 leucocytes ; rapport	1 : 162

Nous ne rapporterons pas d'autres expérimentations animales qui ressemblent de fort près à celle relatée ci-dessus. Voyons comment le Dr Spiro interprète les faits. L'auteur soutient tout d'abord que cette hyperleucocytose est beaucoup plus active par l'injection intraveineuse que par l'injection sous-cutanée. Cette assertion n'est pas tout à fait exacte : la phagocytose obtenue s'établit plus rapidement par la voie vasculaire, mais elle s'obtient tout aussi efficace par l'injection sous-cutanée.

MM. Landerer et Spiro ont remarqué tous deux que l'augmentation du

nombre de leucocytes se produit environ une heure après l'injection ; elle obtient son maximum au bout de trois à quatre heures, quelquefois au bout de huit heures, puis le nombre diminue pour se rapprocher de la normale au bout de trente-trois à quarante-huit heures. Il faut alors renouveler une nouvelle injection, car on n'a pu obtenir une sorte de leucocytose chronique.

Les auteurs ont noté aussi que, dans cette phagocytose. Se sont les cellules polynucléaires qui prédominaient.

Existe-t-il à la suite d'une injection d'hétol une hyperleucocytose réelle, ou bien y a-t-il simplement un déplacement de ces leucocytes qui se porteraient de préférence vers un point déterminé ? En examinant les différents organes d'animaux injectés, M. Spiro a constaté qu'il se produisait dans ce cas une hyperleucocytose générale aussi bien dans les organes centraux que dans les régions vasculaires périphériques. Cette augmentation de leucocytes se produit directement dans le torrent circulatoire, avec prédominance dans les veines. Les organes hémopoïétiques exercent cependant une certaine influence. En effet, chez les animaux privés expérimentalement de leur rate, cette hyperleucocytose est beaucoup moins considérable et ne se produit qu'avec des doses relativement élevées d'hétol.

Fait très important à noter, tandis que les globules blancs se multiplient ainsi et se portent surtout vers le foyer malade, les hématies ne subissent aucune altération à la suite de ce traitement. Leur nombre n'est ni augmenté ni diminué : il en est de même de l'hémoglobine qui n'est aucunement impressionnée par l'injection d'hétol.

II

Ainsi donc le point histologique essentiel qu'il faut retenir, c'est que l'hétol, grâce à son influence leucocytosique, entraîne un processus inflammatoire assez actif. Tout autour des foyers tuberculeux s'établit une inflammation nécessaire pour atteindre la transformation fibreuse. Aussi ne faut-il, à cause de cette réaction si franche, ne jamais commencer par une dose élevée. Il est facile de comprendre, en effet, qu'une réaction inflammatoire trop active, qui se produirait autour d'un noyau tuberculeux, pourrait causer des phénomènes locaux trop violents et mobiliser ainsi les bacilles contenus dans le foyer. Nous verrons du reste plus loin comment on doit appliquer cette méthode.

Examinons maintenant les résultats qui ont été obtenus jusqu'à ce jour.

M. Landerer a publié deux cent quarante et une observations de malades atteints de différentes variétés de tuberculose et traités par l'hétol.

Voici d'abord quarante cas légers de tuberculose pulmonaire sur lesquels

douze malades ont été considérablement améliorés, un est mort et vingt-sept ont été guéris. Parmi les malades améliorés, plusieurs ont suivi le traitement d'une façon irrégulière ou incomplète ; quant au décédé, il s'agissait d'un jeune homme de dix-sept ans atteint de pleurésie bacillaire avec tubercules pulmonaires et fongus tuberculeux de la main gauche. Il reçut à la fin de l'année 1896 environ vingt injections d'hétol. L'état des poumons s'améliora considérablement, les bacilles disparurent des crachats et l'état du malade se releva. Augmentation au poids : 6 kilogrammes. Après un grattage des endroits fongueux de la main le malade fut renvoyé. M. Landerer apprit qu'il avait succombé un an après ce traitement d'une affection aiguë, probablement une granulie.

Voici trente-huit autres cas de tuberculose pulmonaire avancée, sans fièvre essentielle, avec ou sans cavernes. Par le traitement à l'hétol, M. Landerer a obtenu vingt-huit fois l'amélioration, quatre cas de mort et six cas de guérison. A relever parmi les malades améliorés, le cas d'une jeune femme dont l'état allait en s'empirant malgré son séjour prolongé dans un sanatorium ; grâce aux injections d'hétol l'état général se releva, les signes subjectifs s'amendèrent et la femme put supporter très bien une grossesse relativement pénible.

Dans cette même série, sont compris plusieurs phtisiques qui ne tirèrent aucun bénéfice d'un séjour dans un sanatorium, et chez lesquels une amélioration très sensible et très rapide se manifesta à la suite des injections d'hétol.

En traitant quatorze phtisiques atteints de tuberculose avancée, M. Landerer a obtenu neuf fois de l'amélioration, et chez certains malades une amélioration très sensible, et cinq morts. A l'autopsie d'un des tuberculeux, l'auteur a remarqué le fait suivant dont l'intérêt n'échappera à personne : l'examen microscopique permit de constater une formation très nette de tissu conjonctif jeune au niveau des parois des cavernes et autour des nodules tuberculeux. Ce développement de tissu conjonctif s'étendait aussi dans l'intérieur des foyers.

M. Landerer a également essayé sa méthode dans seize cas de tuberculose aiguë. On sait combien le pronostic est grave dans ces formes qui se terminent presque toujours par la mort. L'auteur a obtenu les résultats suivants : quatre améliorations ; une guérison ; deux cas stationnaires et neuf morts.

Dans onze cas de tuberculose laryngée, les résultats ont été assez favorables. Les ulcérations bacillaires de huit malades ont complètement disparu, l'état d'un tuberculeux s'est amélioré et deux ont succombé.

Ici l'auteur a pu suivre au laryngoscope le processus des ulcérations tuberculeuses du larynx. Au bout de quelques injections d'hétol on voit apparaître sur la surface ulcérée d'un jaune pâle de petits bourgeons granuleux

rouges. Les ulcérations se rétrécissent de la périphérie vers le centre. Le bord de l'ulcération est entouré d'un léger bourrelet irrégulier d'aspect. L'épithélium, qui recouvre l'ancienne ulcération, est très fragile et se détache fréquemment. Aussi faut-il continuer assez longtemps le traitement, quatre à cinq mois, pour assurer la guérison définitive. il faut aussi employer des doses graduellement élevées et M. Landerer atteint, dans ces cas, rapidement 20 et 25 milligrammes d'hétol.

Sur vingt et un malades atteints de tuberculose intestinale ou de péritonite chronique, M. Landerer a observé trois améliorations, une mort et dix-sept guérisons. Les troubles morbides cèdent assez vite au traitement, et on a rarement besoin d'avoir recours à un autre traitement médicamenteux. Souvent, la cicatrisation est si rapide qu'il peut se produire une sténose intestinale. M. Landerer a traité par sa méthode un malade atteint de tuberculose intestinale grave où le rectum était intéressé. Plusieurs années après le traitement et la guérison, le médecin de la famille constata une sténose modérée du rectum.

Les formes uro-génitales et surtout la tuberculose de la vessie et des reins sont extrêmement graves. M. Landerer a traité à l'hétol six cas semblables, et il a obtenu les résultats suivants : deux morts, une amélioration et trois guérisons.

Dans la forme de tuberculose chirurgicale des os, des articulations et des parties molles, M. Landerer a utilisé, concurremment avec les injections intraveineuses de cinnamate de soude, l'application directe d'une autre combinaison de l'acide cinnamique : le cinnamylmétacrésol ou hétocrésol qui est appliqué directement sur la lésion. C'est une poudre cristalline, blanche, insoluble dans l'huile, la glycérine, peu soluble dans l'eau et facilement soluble dans l'éther. Ce médicament exerce une action très favorable sur les plaies tuberculeuses fraîchement raclées où on assiste, tout comme dans la phtisie laryngée, à la formation de jeunes bourgeons et à la cicatrisation. Il faut cependant manier l'hétocrésol avec ménagement, car il dégage une grande quantité d'acide cinnamique susceptible d'être absorbé trop abondamment. Il faut donc panser avec prudence les plaies tuberculeuses très étendues et n'appliquer à leur surface qu'une légère couche d'hétocrésol.

Quand la tuberculose chirurgicale est compliquée d'un foyer interne, on peut associer au traitement local des injections d'hétol et on obtient ainsi des résultats plus prompts et plus satisfaisants.

Comme l'acide cinnamique et ses composés n'exercent aucune influence sur d'autres bactéries que le bacille de Koch, M. Landerer conseille de panser les plaies tuberculeuses où le streptocoque est beaucoup plus abondant que le bacille, avec un mélange d'iodoforme et d'hétocrésol, le premier médicament pour maintenir l'asepsie au foyer et le second pour combattre l'action nocive du bacille de Koch.

M. Landerer a soigné soixante-quinze malades atteints de différentes formes de tuberculose des os, des articles ou des parties molles. Je ne parlerai pas de ses interventions chirurgicales, qui n'ont rien de particulier et qui ont toujours été très limitées. L'auteur a obtenu les résultats suivants : dix-sept fois l'amélioration, cinq morts, dont un malade par hémorragie cérébrale et un autre par méningite, trois états stationnaires, deux amputations pour plaies multiples et destruction étendue de tissu, et enfin quarante-huit guérisons.

Dans cette même catégorie, peut être classée une série de cas de tuberculoses multiples graves, où la bacillose des poumons ou d'autres organes coïncidait avec des lésions chirurgicales. M. Landerer rapporte six observations semblables où il obtint trois fois l'amélioration, une mort par phtisie pulmonaire très avancée et deux guérisons.

La tuberculose des ganglions est fréquente, plus fréquente qu'on ne se le figure. Baumgarten, en pratiquant un très grand nombre d'autopsies, affirme avoir trouvé des bacilles de Koch dans 50 0/0 de cas, même chez des sujets qu'on croyait absolument indemnes de tuberculose. J'estime que cette statistique n'est aucunement exagérée, car il existe peu de sujets qui ne soient, à un moment donné de leur existence, touchés par le bacille de Koch. Ce micro-organisme est charrié par la voie lymphatique et s'arrête à sa barrière naturelle : le tissu ganglionnaire où il rencontre heureusement des éléments de défense. Quelquefois cependant, ces défenseurs sont insuffisants, et il se développe alors une tuberculose des ganglions.

Dans ces formes bacillaires, l'acide cinnamique dont on peut employer des doses plus élevées, paraît souverain. M. Landerer a traité quinze malades dont dix ont guéri, deux se sont améliorés et un cas s'est terminé par une fistulette. « La marche de la maladie sous l'influence du traitement, dit l'auteur, est simple. Les ganglions deviennent plus mobiles, plus petits, plus durs : les uns disparaissent entièrement, les autres persistent à l'état des nodosités du volume d'un pois, dures, faciles à déplacer. Les ganglions qui, après un traitement d'environ six semaines, ne sont pas devenus plus petits, sont ou bien calcifiés, ou bien liquéfiés au centre. »

La tuberculose du cerveau et des méninges est restée jusqu'à ce jour tout à fait réfractaire à l'acide cinnamique. S'agit-il là d'une virulence trop excessive des bacilles? Ou bien la leucocytose locale ne se produit-elle que difficilement au niveau des méninges? M. Landerer ne peut répondre à cette question.

Il n'en est pas de même de la tuberculose cutanée où l'acide cinnamique a donné d'excellents résultats. Les observations de M. Landerer ont d'autant plus de valeur qu'elles remontent à une date assez éloignée. Ici le

produit médicamenteux est employé en injections locales sous la formule suivante :

Acide cinnamique	*aa*	1 gramme.
Chlorhydrate de cocaïne		
Alcool	20	—

Une ou deux gouttes de cette solution sont injectées dans chaque nodule, et on peut injecter dans la même séance jusqu'à dix tubercules. « L'action immédiate, dit M. Landerer, consiste en une petite tache jaune de l'étendue d'une lentille au niveau de la nodosité. Cette tache provient de l'acide cinnamique qui s'est précipité ; puis se développent de la rougeur et du gonflement, qui disparaissent au bout de trente-six à quarante-huit heures. La nodosité s'affaisse ensuite, sa surface pâlit, et au bout de quelques semaines, elle a pris un aspect qui ressemble à la peau normale. A la fin du traitement, qui est très long, il n'existe plus que des nodosités aplaties. La guérison du processus se fait à partir de la profondeur. »

En traitant douze cas de lupus cutané, M. Landerer a obtenu quatre fois l'amélioration et sept guérisons définitives.

J'ai traité moi-même, par cette même méthode, quarante-trois malades. Mes observations sont beaucoup moins anciennes que celles de M. Landerer. Certaines d'entre elles remontent à dix mois et je rapporterai ici surtout les onze premières, me réservant de publier les autres plus tard.

Établissons d'abord un fait qui me semble exact. M. Landerer attache une très grande importance à l'injection intra-veineuse. Or, nous avons fait tantôt des injections intravasculaires, tantôt des injections intramusculaires, et nous n'avons noté aucune différence d'action. Il est démontré, du reste, physiologiquement que le tissu cellulaire résorbe fort bien les solutions médicamenteuses dont l'action se traduit tout aussi bien que par la voie vasculaire. Tout au plus, peut-il y avoir un retard de quelques minutes, ce qui, dans l'espèce, n'a aucune importance.

Pour le reste je partage absolument l'opinion de M. Landerer. L'hétol que j'ai employé constamment, est l'un des plus puissants agents d'hyperleucocytose, et il exerce une influence spéciale sur les bacilles de Koch ou ses toxines, action que nous ne pouvons encore traduire qu'en hypothèse. Mais ce qui est certain, c'est que les injections d'hétol faites à un tuberculeux éveillent un processus inflammatoire autour de la lésion et une tendance à la transformation scléreuse. Ce qui est certain aussi, d'après mes expériences et celles de M. Landerer, c'est que l'hétol, en dehors d'une hyperleucocytose passagère, n'exerce aucune action spéciale sur d'autres maladies aiguës ou chroniques où nous l'avons essayé.

Ceci dit, je résume en quelques lignes les onze observations dont je viens de parler.

Obs. I. — Mlle M..., vingt-huit ans, a perdu un frère d'une phtisie pulmonaire et l'a soigné pendant toute sa maladie. Elle dépérit elle-même depuis plusieurs mois, vient d'avoir plusieurs hémoptysies et elle se présente à moi avec une face pâle, très amaigrie, très faible. Inappétence et fièvre. Expectoration abondante. Sueurs nocturnes.

A la percussion, submatité des deux fosses sous-épineuses plus accentuées à droite. Craquements des deux côtés, souffle caverneux à droite. Bacilles dans les crachats.

Injections de février au commencement de mai. La malade reste au repos dans les environs de Paris. Dès la sixième injection, l'appétit revient, le sommeil est bon, les sueurs disparaissent. Au bout de deux mois la malade a gagné 2 kilogrammes. L'expectoration diminue et les crachats renferment moins de bacilles. Au bout de trois mois, la malade a gagné 4 kilogrammes et les crachats ne renferment plus de bacilles. L'état général est excellent. Les signes objectifs, sauf une submatité du sommet droit, ont disparu. La patiente demande à reprendre ses occupations. Je l'ai surveillée depuis et le bien-être s'est maintenu.

Obs. II. — M. L..., âgé de quarante-trois ans, négociant, a perdu ses trois enfants de bronchite et de méningite tuberculeuses. A divorcé d'avec sa femme qui l'accuse d'avoir empoisonné ses enfants. Se présente à moi avec une caverne bacillaire du sommet gauche et une fistule anale suppurant avec abondance. Après avoir tranché cette fistule, je panse la plaie avec de l'hétocrésol. En outre des injections glutéales d'hétol sont pratiquées de mars au 15 juin. La plaie anale guérit en sept semaines. L'état général s'améliore considérablement. Le malade gagne du poids et des forces. Au 20 avril, il a augmenté de 9 livres; les crachats contiennent encore des bacilles. Au 1er juin on ne trouve plus de bacilles. Quant aux signes objectifs, la submatité est plus accentuée au sommet gauche et c'est à peine si on entend la respiration à ce niveau.

Obs. III. — Mlle W..., âgée de dix-sept ans, présentée par M. le Dr Dumont, qui a du reste pratiqué les injections d'hétol, a perdu un frère de tuberculose. Présente elle-même de la submatité aux deux sommets et des craquements. État général déprimé, face pâle. Conservation du tissu musculaire. M. le Dr Dumont fait une douzaine d'injections à cette jeune malade dont les crachats n'ont pas revélé de bacilles. L'état général s'améliore considérablement et les phénomènes objectifs disparaissent.

Obs. IV. — M. H..., comptable, trente ans. A travaillé dans un bureau avec un camarade mort de phtisie. Se présenta à moi avec une petite caverne du sommet gauche et des craquements du sommet droit. État général mauvais. soumis au traitement à la fin de février, il reçoit une injection tous les deux jours jusqu'à la fin de juin. Après la quinzième injection, on ne trouve plus de bacilles. Le malade reprend facilement du poids et des forces. Il demande à rentrer dans son bureau, ce que je lui défends. A la fin du mois d'avril, il est assez robuste pour reprendre ses occupations. On continue les injections, et à la fin de juin, les bacilles font défaut dans les crachats. Les signes objectifs ont changé. On n'entend plus qu'une respiration très obscure au sommet gauche.

J'ai revu depuis plusieurs fois ce malade dont l'état général satisfaisant s'est maintenu.

Obs. V. — M. B..., vingt-neuf ans, fils d'un médecin, étudiant en médecine, lui-même, a été envoyé pour des lésions bacillaires graves des poumons d'abord dans les montagnes d'Auvergne, ensuite en Algérie, d'où il me revint en mars 1899 avec des craquements aux deux sommets, un profond amaigrissement et une grande faiblesse. Il me fait l'aveu d'une impuissance complète. Injections de fin mars au commencement de juin. Le traitement a l'air d'impressionner tout d'abord ce malade. Il maigrit un peu. Je diminue les doses. Puis après la quatrième piqûre l'appétit est meilleur, les nuits excellentes. Au bout de la huitième injection, le malade constate avec satisfaction sa vigueur génitale. Puis l'amélioration n'a fait que s'accentuer et à la fin de mai on ne trouve plus de bacilles. La respiration, qui reste obscure aux deux sommets, ne révèle plus d'autres signes morbides.

J'ai revu en juillet et août, presque quotidiennement, ce jeune homme dont l'amélioration s'est maintenue à la grande surprise de sa famille.

Obs. VI. — M^me^ D..., âgée de vingt-huit ans, vient d'allaiter un enfant mort de méningite. Depuis la mort de son enfant, elle a dépéri un peu, transpire souvent la nuit et tousse un peu. Elle vient me consulter pour des noyaux durs du sein gauche qu'elle attribue à un restant de lait. Ces nodosités sont disséminées dans le sein dont le volume est augmenté. A l'examen, je constate de l'adénopathie axillaire gauche et de la respiration soufflante des deux sommets, Je tiens en observation la malade qui a, les jours suivants, de l'hémoptysie survenue le matin à la suite d'une toux irritante. Chaque soir, vers les six heures, la température oscille entre 38° et 38°,5. Je pose le diagnostic de tuberculose mammaire et j'applique les injections d'hétol du 1^er^ mars au 20 juin. Graduellement les indurations mammaires et les ganglions de l'aisselle se résorbent sur place et les troubles morbides des poumons disparaissent également. Augmentation du poids 3^kg^,250.

Obs. VII. — L..., jeune homme de vingt-quatre ans, comptable, réformé de l'armée pour une bronchite tuberculeuse. Il se présente à moi avec une caverne du sommet droit et de l'infiltration du reste du poumon. Respiration obscure et saccadée à gauche. Nombreux bacilles dans les crachats. Amaigrissement et fièvre.

Les injections d'hétol sont commencées le 2 avril et continuées jusqu'au 1^er^ juillet. L'état général s'est considérablement amélioré. Le poids a augmenté de 6 kilogrammes. Le malade crache moins, mais les crachats renferment encore des bacilles. L'état local s'est modifié. A droite, les râles sont nombreux et le gargouillement a presque disparu. Au sommet gauche la respiration est alvéolaire. Sur mon conseil le malade va passer trois mois dans les montagnes d'Auvergne, avec l'intention de reprendre le traitement au mois d'octobre. Il m'a écrit depuis que l'amélioration s'est maintenue.

Obs. VIII. — F..., homme de trente ans, employé, a perdu plusieurs proches parents de phtisie. Se présente lui-même en mars avec de l'infiltration tuberculeuse de toute la moitié du poumon droit. Nombreux bacilles dans les crachats. Sueurs nocturnes, inappétence, amaigrissement, fièvre. Injections faites régulièrement de mars à juin. L'état général s'est amélioré d'une façon inespérée. Plus de fièvre, ni de sueurs, l'appétit et le sommeil sont bons. Augmentation du poids, 11 livres. Le malade tousse encore un peu le matin, mais on ne trouve plus dans les crachats que des streptocoques et des tétragènes.

Obs. IX. — Jeanne K..., fillette de neuf ans, qui a eu une pleurésie sèche il y a quelques mois. Elle vient me consulter pour une toux coqueluchoïde au commencement d'avril. Après examen, je trouvai des traces d'adhérence à la base droite du poumon et de la submatité et des craquements au sommet du même côté. L'examen des crachats décèle des bacilles. Cette enfant très grande, qui avait déjà perdu un frère et une sœur de méningite tuberculeuse, fut placée dans d'excellentes conditions d'hygiène dans les environs de Paris, et je lui fis des injections d'hétol à doses infinitésimales pour commencer. Traitement poursuivi d'avril au 1er juillet. La toux, qui était fatigante, a disparu. L'état général s'est modifié à ce point que des parents éloignés ne veulent croire à la gravité du mal. Le poids du corps a augmenté de 2kg,750. Les phénomènes objectifs se sont modifiés également : la respiration est devenue presque normale au sommet droit ; on entend encore quelques frottements-râles à la base. Plus de bacilles dans les crachats.

Obs. X... — Marie P..., jeune fille de vingt-deux ans, ayant perdu sa mère de phtisie. Est atteinte elle-même d'une lésion du sommet gauche : petite caverne bacilles dans les crachats. Quoiqu'il y ait eu un peu d'amaigrissement, l'état général est encore satisfaisant, lorsqu'en avril on commence le traitement. Je n'ai fait que dix-huit injections glutéales à cette malade, dont l'état général est devenu florissant. Plus de bacilles dans les crachats. Augmentation du poids : 3 kilogrammes. A l'auscultation, on n'entend plus qu'une respiration obscure du sommet gauche. La submatité persiste à ce niveau.

Obs. XI. — Jules T..., homme de trente-neuf ans, négociant, vient de perdre sa femme de phtisie pulmonaire. A maigri beaucoup depuis plusieurs semaines, a des sueurs nocturnes, tousse chaque matin. L'expectoration peu abondante ne renferme point de bacilles. Au sommet gauche, la respiration est soufflante ; au sommet droit, on constate de la submatité de la fosse sous-épineuse et de la région claviculaire : on entend à ce niveau quelques craquements. Injections glutéales du 2 mai au 1er juillet. Ce malade, qui n'avait plus d'entrain pour les affaires, a repris des forces. Avec l'appétit, le poids du corps a augmenté. Plus de sueurs ni de toux. Les signes objectifs, sauf la submatité du sommet droit, ont également disparu, et la respiration est devenue quasi alvéolaire.

Des autres malades soumis par moi à la méthode de Landerer je ne dirai encore rien, quoique MM. les docteurs Openot, Descamps, Roblot et d'autres praticiens aient constaté l'efficacité de l'hétol dans la tuberculose. Je sais aussi que ce médicament a été employé avec succès dans certains sanatoria, dont je n'ai pu me procurer la statistique.

III

Examinons maintenant la technique de ce traitement.

Nous avons dit plus haut comment se produisait la guérison. L'acide cinnamique et ses composés provoquant autour de la lésion tuberculeuse un véritable processus inflammatoire, il faut commencer par des doses minimes, surtout lorsque ces lésions sont très étendues. On a le droit d'être

moins prudent lorsqu'il s'agit d'une forme de tuberculose ganglionnaire isolée ou d'une autre variété de tuberculose chirurgicale. A côté de l'étendue des lésions et de l'organe qui est atteint, il faut encore tenir grand compte de son état général, de la température. C'est dire qu'avant de commencer les injections, il est utile de tenir le sujet en observation pendant deux ou trois jours. Pendant ces quelques jours de surveillance, on examine aussi avec soin l'état du cœur du malade, ses fonctions gastriques, le fonctionnement des reins, en un mot on procède à l'examen des principaux organes qui jouent un certain rôle dans l'évolution de la tuberculose.

Plus le malade est faible, plus la fièvre est élevée, plus les lésions sont étendues, moins grande devra être élevée la dose initiale. C'est là un principe émis par M. Landerer et dont j'ai apprécié cliniquement l'exactitude. Dans les formes graves, on commence par un milligramme et même un demi-milligramme, on augmente la dose au bout de cinq à six injections, on passe à 2 ou 3 milligrammes, puis au bout de chaque semaine, on peut augmenter de 1 ou 2 milligrammes, pour atteindre graduellement 50 milligrammes. M. Landerer a atteint quelquefois la dose de 100 milligrammes mais j'avoue que cette dose me semble inutile et qu'on obtient les mêmes résultats en employant la dose maxima de 50 milligrammes.

Quelles sont les indications pour augmenter ou diminuer les doses ? Il faut se guider surtout sur la marche de la température. Au bout de très peu de jours de traitement, la fièvre disparaît généralement. Si alors, en augmentant la dose, on observe une ascension de la température, on peut être certain que la dose d'hétol est trop élevée et qu'il faut la diminuer.

Les injections d'hétol sont absolument inoffensives. Cependant, employé à une dose exagérée, le médicament exerce une action trop grande autour des noyaux tuberculeux et on peut alors observer de légères hémoptysies : c'est là encore une indication pour modérer la dose.

Il faut tenir compte de l'état subjectif du malade. Comme nous l'avons déjà dit, les injections d'hétol sont absolument inoffensives et ne doivent pas incommoder le malade. Néanmoins, si ce dernier croit être moins bien, il faut augmenter plus doucement les doses.

Enfin, M. Landerer, au bout de quelques injections, compte les leucocytes, et si l'hyperleucocytose se maintient, il juge utile ou de diminuer la dose d'hétol ou de supprimer, durant quelques jours, le traitement.

Les préparations d hétol sont faites à un pour mille, deux ou à cinq pour mille dans une solution physiologique de chlorure de sodium, ou simplement dans de l'eau stérilisée.

Personnellement, je dose chaque injection renfermée dans une ampoule aseptique ; de cette façon, on évite toute infection opératoire et je n'ai jamais noté le moindre ennui. A l'aide d'une seringue munie d'une

longue aiguille, je pousse ma solution très profondément dans le tissu musculaire des fesses. Inutile de dire que je prends toutes les mesures de propreté indiquées dans ce cas. M. Landerer fait des injections intraveineuses et il prépare son sujet exactement comme s'il voulait pratiquer la saignée. Il pousse ensuite sa solution directement dans l'une des veines superficielles du pli du coude. Il a fait ainsi plus de 500 injections et il affirme n'avoir jamais provoqué le moindre accident. De mon côté, j'ai employé maintes fois ce procédé sans ennui. Néanmoins, comme ces piqûres doivent être renouvelées souvent et pendant fort longtemps, comme, d'autre part, il n'y a aucun avantage à injecter directement la solution dans les veines, j'estime qu'il est plus simple et plus pratique de faire des injections glutéales.

IV

Résumons maintenant en quelques lignes cette étude déjà si longue et concluons par des données précises :

1° L'acide cinnamique et ses composés peuvent être considérés comme des produits absolument inoffensifs, n'exerçant aucune action sur l'organisme de l'homme sain. Ces agents n'ont également aucune influence sur d'autres maladies. Seule la tuberculose est sensible à son action.

2° Cette action se traduit par les manifestations suivantes : dès les premières injections, il s'établit une hyperleucccytose et on trouve surtout, dans la circulation, un grand nombre de leucocytes polynucléaires et éosinophiles. Autour des foyers tuberculeux même, il se produit un processus inflammatoire qui se termine par une production de tissu conjonctif ét de jeunes vaisseaux. Cette transformation scléreuse s'étend par rayonnement à travers les tubercules qui présentent bientôt l'aspect d'un tissu cicatriciel.

3° Ces injections d'hétol, qui peuvent être glutéales ou intraveineuses, doivent être toujours commencées avec des doses très petites, débutant à 0,001 de milligramme et allant jusqu'à 50 milligrammes, dose qu'il est inutile de dépasser. On se guide, pour augmenter la dose, sur l'état général du malade, sur la fièvre, les hémoptysies et enfin sur la leucocytose. Suivant les cas plus ou moins graves, on continue plus longtemps cette méthode. Mais il faut compter un minimum de trois mois et le traitement peut atteintre une durée d'un an. Le malade doit être placé dans les meilleures conditions d'hygiène.

4° MM. Landerer et Bernheim ont réuni 284 cas de différentes formes de tuberculoses, et il résulte de leurs observations expérimentales, microscopiques et cliniques, qu'on possède dans l'acide cinnamique et ses dérivés des agents capables d'exercer une influence énergique contre la tubercu-

lose. Les deux auteurs citent un très grand nombre d'améliorations et de guérisons obtenues exclusivement par cette méthode.

5° D'après M. Landerer, l'acide cinnamique serait un antidote du bacille. En se combinant avec les toxines tuberculeuses, il produirait une substance inoffensive. Au contraire, d'après Bernheim, le produit agirait comme agent phagocytaire. Le grand nombre de leucocytes mettent l'organisme en bon état de défense et les bacilles de Koch ne sécréteraient plus ou sécréteraient moins de toxines.

6° L'action curative de l'hétol peut être contrôlée *de visu* dans les formes chirurgicales où l'on assiste sur place à une hyperleucocytose, à une production de jeunes bourgeons et à la cicatrisation scléreuse.

M. le Dr S. BERNHEIM

LA FIÈVRE DES TUBERCULEUX [612.57 : 616.995]

— Séance du 18 septembre —

D'une façon générale, la fièvre peut être définie par une modalité réactionnelle de l'organisme en présence des phénomènes morbides. Et parmi les éléments pathogènes, qui provoquent avec le plus d'intensité cette réaction, les produits infectieux, les micro-organismes, les bactéries sont au premier rang des agents fébrigènes.

Les fièvres causées par une intoxication, quelle qu'en soit d'ailleurs la nature, sont de beaucoup les plus nombreuses. Quoi qu'il en soit de ce processus réactionnel, et sur lequel les biologistes et les pathologistes sont loin d'être fixés, l'explication la plus vraisemblable est celle que rapporte l'hyperthermie, symptôme dominant de toute réaction fébrile, aux phénomènes de dénutrition produits par les microbes ou leurs toxines. Voyons ce qu'il y a d'exact en ce qui concerne les différentes manifestations tuberculeuses.

I

Au milieu de tous les symptômes objectifs si variés, la fièvre joue dans la tuberculose un rôle des plus importants. Suivant certains auteurs, elle peut servir de critérium, même à la période de germination, pour établir

à cette époque prétuberculeuse un diagnostic certain. D'autres lui attachent une importance si grande qu'ils modèlent leur conduite clinique et thérapeutique sur la marche thermique de la tuberculose et ne reconnaissent que deux grandes variétés cliniques : 1° la tuberculose athermique; 2° la tuberculose fébrile. Avant d'examiner la valeur de cette opinion et les différentes modalités cliniques de la fièvre tuberculeuse, nous désirons exposer nos idées sur le mécanisme et l'étiologie de la fièvre bacillaire et sur ses conséquences immédiates.

D'après M. Sabourin, les tuberculeux peuvent avoir deux espèces de fièvre : l'une qu'il appelle fièvre d'usure ou de surmenage; l'autre désignée sous le nom de fièvre tuberculeuse.

La première modalité fébrile peut se rencontrer chez tout le monde, même chez les sujets bien portants, et elle serait due à des phénomènes de dénutrition. Mais elle s'observe surtout chez les tuberculeux en liberté se livrant à des exercices physiques dépassant le contingent de leurs forces. « Cette fièvre de surmenage, dit l'auteur, est grave chez les malades en liberté, parce qu'il n'y a pas de raison pour qu'elle cesse; parce que tant qu'elle dure, elle éreinte le patient et l'empêche de manger; parce que peu à peu elle se fond avec la vraie tuberculeuse. Le seul traitement qui lui convienne, c'est le repos. »

Quant à la vraie fièvre tuberculeuse, elle existe, d'après M. Sabourin, souvent sans que le malade ni le médecin s'en doutent. Elle résulterait d'une foule d'actions pathologiques au milieu desquelles celle du bacille de Koch ne jouerait qu'un rôle plus ou moins accentué, « il est évident que toutes les associations microbiennes qui, avec le dit bacille, font la phtisie, peuvent revendiquer une grande part dans sa production ».

D'après Bouillet, la fièvre des tuberculeux serait due soit à la multiplication rapide des bacilles, soit à la résorption par les parois des cavernes des produits sécrétés par les microbes associés, soit aux déchets des cellules ayant subi de profondes altérations et devenant ainsi de véritables poisons. Peut-être aussi, tous ces éléments nocifs s'associent pour causer la montée thermique, et de temps à autre l'un d'entre eux peut devenir prédominant suivant l'évolution de la maladie.

Koch, en dénonçant la fréquence du micrococcus tétragène dans les crachats ou excrétions des tuberculeux; Hutinel et Grancher en étudiant les processus mixtes; Babès, en attirant l'attention sur la fréquence, dans les produits d'élimination cavitaire, du bacillus pneumoniæ de Friedlander, du streptocoque pyogène, du staphylocoque doré ou blanc, du bacillus pyogène fétide ; Cornet, Ziegler, Marfan, Strumpell, Orth, Cornil, en s'associant aux mêmes conceptions, ont montré toute l'importance de ces infections secondaires dans la septicémie qui caractérise l'hecticité ultime de la tuberculose.

Ces conclusions, en ce sens, semblent avoir été posées par M. Maragliano lorsqu'il écrit : « L'ensemble des symptômes qui caractérisait la période ulcéreuse de la phtisie pulmonaire, la fièvre hectique surtout, dérive non pas de l'action du bacille de Koch et de ses toxines, mais de l'intervention des microbes étrangers, en particulier des microbes de la suppuration que l'on rencontre dans les cavernes et dans l'expectoration; il s'agirait dans ce cas d'une nouvelle maladie, une infection purulente transformant la tuberculose en phtisie, en septicémie chronique. »

Toutefois, le regretté I. Straus — non sans sans étayer son opinion sur de sérieux arguments — refusa de s'associer à ces conclusions. Il a fait, en particulier, des recherches intéressantes sur 13 phtisiques arrivés à la troisième période de la phtisie, et présentant la fièvre hectique caractéristique. Jamais, il n'a pu trouver dans le sang de ces tuberculeux en pleine fièvre ni streptocoque ni staphylocoque. « Je pense donc, dit-il, que jusqu'à nouvel ordre il n'y a pas lieu de considérer la fièvre hectique des phtisiques comme étant due à une septicémie, c'est-à-dire à la pénétration dans le sang de streptocoques ou de staphylocoques. »

Les recherches fort intéressantes de Jakowskoy aboutissent à des résultats absolument opposés. En semant une gouttelette de sang recueillie par simple piqûre du doigt, l'expérimentateur a obtenu, 7 fois sur 8 phtisiques, une culture de streptocoques ou de staphylocoques.

On comprend l'embarras du clinicien en face d'opinions aussi diamétralement opposées émanant d'auteurs aussi distingués. Il serait cependant opportun d'être fixé, d'abord au point de vue scientifique, ensuite au point de vue thérapeutique.

II

Nous avons entrepris une série d'expériences d'où il résulte qu'il peut exister trois sortes de fièvre dans toutes les manifestations tuberculeuses : 1° la fièvre bacillaire pure; 2° la fièvre tuberculeuse septique; 3° la fièvre hectique. Quant à la fièvre prétuberculeuse décrite par M. Landouzy, nous pouvons affirmer qu'elle ne constitue pas une variété franche. Chez tous les malades, où l'hyperthermie revient régulièrement chaque soir, on peut déceler la tuberculose avérée par des injections de tuberculine à doses faibles, par la radiographie ou même par un simple examen clinique et bactériologique.

L'infection produite par le bacille de Koch peut provoquer de la fièvre, mais à la condition qu'il soit en voie de développement; à l'état de sommeil, le bacille ne cause pas d'hyperthermie. Ce qui prouve l'exactitude de cette opinion, c'est que l'inoculation d'une colonie de bacilles de Koch ne produit une augmentation thermique qu'au bout de quelques jours, souvent

même au bout de plusieurs semaines. Au contraire, l'injection simultanée d'une culture de bacilles et d'une quantité infinitésimale de tuberculine occasionne sans retard une élévation très sensible de la température. On observe de même, dès le premier jour, une augmentation thermique dans la tuberculose miliaire, dans la méningite tuberculeuse, dans la tuberculose osseuse isolée et même dans la tuberculose des glandes. Cette hyperthermie tuberculeuse pure atteint souvent un degré très élevé, comme nous le verrons lorsque nous étudierons sa marche dans la phtisie aiguë; en tout cas, une influence étrangère telle qu'un excès de fatigue, un abus quelconque ou une profonde émotion, peut contribuer à élever son niveau.

La fièvre bacillaire pure n'a rien de commun, dans son allure et dans ses résultantes, avec la fièvre septique. Cette dernière manifestation est due certainement à des bactéries étrangères et non pas au bacille de Koch. On peut la produire expérimentalement en injectant une culture de bacilles de Koch et de streptocoques. On l'observe cliniquement chez des sujets atteints d'une variété de tuberculose à marche rapide, ou d'une tuberculose chirurgicale multiple ou bien encore chez les cavitaires à lésion étendue et qui vident difficilement leur réservoir de pus. En examinant alors la sécrétion pathologique, on y trouve un très grand nombre de coques, tandis que le bacille tuberculeux y est très clairsemé. « Le mode de production de cette fièvre n'est pas clair du tout, dit M. Landerer. Voyant combien peu produisent de la fièvre les nombreux coques du pus qui sont contenus dans un abcès incisé, ou qui se forment sur une ulcération, on devrait penser que les coques du pus, dans une caverne ouverte, ne peuvent guère davantage donner naissance à de la fièvre. On devrait donc admettre qu'il existe alors des rétentions de pus ou de substances pyogènes dans les cavernes ou les infiltrats non encore ouverts. A l'appui de cette opinion, on pourrait encore citer cette observation, d'après laquelle les très grandes cavernes, communiquant largement avec les bronches, ne s'accompagnent souvent d'aucune fièvre. En général, cette fièvre est considérée comme une fièvre à streptocoques. Frœnkel est parvenu à démontrer sur des coupes dans le tissu du poumon l'existence de streptocoques. Nous avons pu cultiver de notre côté le staphylocoque albus retiré, sur le cadavre, de petites cavernes fermées. »

A ces deux variétés de fièvre, d'origine et d'effets absolument différents, nous voulons en ajouter une troisième, qui est, du reste, bien connue : la fièvre hectique. Dans cette dernière forme, les microbes pathogènes les plus divers, tous ceux qu'on rencontre dans les produits d'excavation pulmonaire, s'associent à l'œuvre fébrile. Ils y concourent non seulement en tant qu'éléments étrangers, en tant qu'éléments pathogènes figurés, mais surtout comme producteurs de toxines, de ferments solubles doués d'un haut degré de toxicité, qui sont résorbés au cours de l'élimination cavitaire.

Il en est de l'infection tuberculeuse comme de toute autre, de la fièvre hectique ainsi que de toute autre fièvre infectieuse ; leur cause première réside dans les réactions exothermiques de dénutrition (d'où l'ascension de la température) que les agents pathogènes, véritables chimistes de notre organisme, opèrent dans l'intimité de nos tissus, avec le secours des toxines, c'est-à-dire des réactifs qu'ils sécrètent eux-mêmes.

III

Examinons maintenant la courbe thermique présentée par les diverses manifestations de la tuberculose.

Commençons par la phtisie pulmonaire, où nous respecterons la division classique de Laënnec.

a. Phtisie aiguë. — La phtisie miliaire, d'après la division du professeur Bouchard, prend cliniquement deux aspects : 1° celui de la phtisie miliaire à forme infectieuse ; 2° celui de la phtisie miliaire à formes broncho-pulmonaire et pleurale.

La *phtisie miliaire* se caractérise par une marche particulièrement rapide, par sa terminaison presque fatale et par la présence de nombreuses granulations grises qui n'ont pas eu le temps d'arriver au terme de leur processus, le ramollissement et la caséfication. Parmi les symptômes qui caractérisent sinon son extrême début, au moins la période de phénomènes généraux, on relève la marche pathognomonique de la fièvre. Celle-ci débute généralement par des frissons répétés. « A un moment donné, disent Grancher et Hutinel, la fièvre se manifeste, et tous les phénomènes de la période prodromique s'accentuent ; il s'y joint bientôt de la courbature, de la prostration, de la stupeur, du subdelirium nocturne et tout l'appareil symptomatique qui révèle d'ordinaire la présence d'une infection grave. »

Quelquefois, la température s'élève tout d'un coup, elle atteint dès le premier jour 41°, ainsi que dans la pneumonie, et s'y maintient pendant tout le cours de l'infection. D'autres fois, on note au contraire une courbe ascendante. Elle commence à 38°, et, en augmentant de jour en jour, elle arrive vers le dixième à 41°.

« La courbe thermique de la phtisie aiguë présente un grand intérêt diagnostique, disent MM. Dreyfus-Brisac et Bruhl ; on n'y retrouve jamais les trois stades classiques de la fièvre typhoïde. L'ascension n'est pas lentement progressive comme dans la dothiénentérie ; l'acmé est d'habitude assez rapidement atteint. A la période d'état, les oscillations sont considérables, comme dans le stade amphibole de la fièvre typhoïde, et l'on constate avec les températures du matin et du soir des différences qui peuvent se chiffrer par un, deux et même trois degrés. Il semble qu'à la

fièvre continue se surajoute un processus fébrile hectique, et cela d'autant plus que les chutes thermiques s'accompagnent souvent de sueurs profuses. »

Parfois, enfin, la fièvre a un caractère intermittent. Mais l'allure vraiment symptomatique, c'est la marche capricieuse qui, le plus souvent, s'écarte de tout type régulier. Elle peut être plus élevée le matin que le soir (Brünnicke) ou inversement. On l'a vue s'installer pendant plusieurs jours avec des apparences régulières, puis disparaître brusquement et revenir ensuite.

A cette hyperthermie correspond une accélération du pouls, qui est mou et dépressible. En outre de l'irrégularité capricieuse de la fièvre, la concordance presque constante des deux symptômes, hyperthermie et augmentation du pouls, est un précieux élément de diagnostic différentiel, qui, lorsqu'on les rencontre, permettent d'éliminer la fièvre typhoïde avec laquelle la tuberculose miliaire offre tant de ressemblance. Dès le début, le pouls est à 100, 120 et même 150, assez régulier, sauf dans la forme péritonéale où il est petit, et dans la forme méningitique où il est intermittent. Plus tard, il se modèle sur la marche de la température, sans toutefois suivre régulièrement les chutes thermiques.

En résumé, ce qui caractérise essentiellement la fièvre de cette modalité tuberculeuse, c'est une allure irrégulière, capricieuse et déconcertante.

Dans la *granulie forme suffocante* où le symptôme dyspnée domine la scène, on rencontre également la fièvre: mais elle est moins élevée que la forme précédente, c'est-à-dire dans la forme typhoïdique. La température se maintient ou plutôt oscille entre 38 et 39°, mais elle monte rarement à 40 ou 41°. Dans un travail fort intéressant, M. Joseph rapporte plusieurs observations de phtisie aiguë à forme suffocante où la température n'atteignait jamais 38°. MM. Leichtenstein et Hœger ont observé des cas semblables surtout chez les vieillards. Il est vrai que chez ces malades, le tableau clinique est dominé surtout par la bronchite diffuse, la dyspnée et la cyanose, à ce point qu'on croit avoir affaire à une affection cardiaque.

Quoi qu'il en soit, le syndrome fébrile a encore ici une valeur séméiologique précieuse; il permet de distinguer facilement la granulie à forme suffocante de l'asthme ou des affections cardiaques, la fièvre faisant généralement défaut dans ces deux dernières maladies.

Dans la forme broncho-pulmonaire de la granulie, la fièvre est encore irrégulière. Il y a parfois hyperthermie le premier jour, puis détente brusque, et nouvelle ascension plus élevée que la première, toutes ces irrégularités se succédant dans un délai de quelques jours. D'autres fois, le type est encore plus régulier; la température, peu élevée d'abord, suit une marche croissante pour ne tomber que quelques jours avant la mort. Dans certains cas, enfin, l'hyperthermie ne se manifeste que dans les derniers jours.

Il n'y a aucune proportionnalité entre la température et le pouls, dont la fréquence est plutôt en rapport avec la respiration. Quelle que soit la température, les pulsations sont presque régulières au début de la maladie. Plus tard, le pouls devient plus accéléré à mesure que surviennent les complications asphyxiques, et souvent il est si précipité qu'il est impossible de compter le nombre des pulsations.

Dans la *pneumonie tuberculeuse*, la courbe thermique joue encore un rôle très important, surtout pour établir le diagnostic et le pronostic. On sait, en effet, que cette variété bacillaire présente une très grande similitude séméiologique avec la pneumonie franche. Elle peut débuter bruyamment par un frisson intense, un point de côté douloureux, avec signes locaux d'hépatisation pulmonaire. La température elle-même peut atteindre dès la première heure 38°5 ou 40°. Ce n'est cependant pas la règle. Généralement, on distingue la pneumonie franche de la pneumonie bacillaire par la courbe thermique qui, exactement comme dans la granulie, a une allure irrégulière. La fièvre est moins élevée, n'atteint que 38° ou 38°5, et elle n'arrive que par bonds successifs à l'acmé; elle s'élève graduellement, en passant par de larges oscillations, à 40°, se maintient à ce niveau pendant quelques jours, puis elle baisse pour rebondir encore, et tout cela de la façon la plus irrégulière. Ce qu'on observe presque toujours dans ces oscillations fébriles, c'est une différence bien sensible entre la température du matin et celle du soir. Peu élevée le matin, la température remonte le soir sous véritable ım e d'accès, vers le soir, et au cours de la nuit il y a généralement une détente qui se termine par des sueurs abondantes. Cette marche hectique s'établit surtout au moment de la fonte du parenchyme pulmonaire. En même temps, les battements du cœur sont rapides, mais sans force; le pouls est rapide, mais sans ampleur. Cette tachycardie, suivie bientôt d'une véritable asystolie, indique une profonde asthénie du muscle cardiaque et bientôt les troubles de la circulation compliquent les phénomènes asphyxiques.

b. Dans la *phtisie subaiguë*, le début de l'affection est rarement brusque; pour peu que l'individu s'observe, il se sent mal en train depuis quelque temps, et parmi les symptômes qu'il accuse, se trouve la fièvre. Elle revêt le type continu avec montée vespérale. Elle est coupée de frissons suivis de poussées fébriles et des sueurs abondantes survenant surtout la nuit. Ces troubles fort pénibles ont une cause de dénutrition profonde, et ils ne contribuent pas peu à amener rapidement le malade à l'hecticité presque fatale.

Nous n'insistons pas sur cette forme de tuberculose qui n'est qu'une modalité clinique très voisine, et comme symptôme et comme marche, parfois même comme durée, de la forme commune qu'il nous faut aborder maintenant.

c. Phtisie commune. — La marche thermique n'est pas la même aux différentes étapes de la maladie.

I. *Première période.* C'est la période dite de germination ou période préphtisique. A côté des signes physiques de capitale importance parmi les phénomènes généraux prémonitoires (anémie, dyspepsie, amaigrissement, troubles nerveux, etc.), existe un léger degré de fièvre qui, d'après Landouzy, aurait une bien grande valeur. L'observation thermique est faible et, ainsi qu'on l'a dit, à cette période de la maladie « la fièvre, est plus au pouls qu'à la température ». En effet, alors que le thermomètre n'accuse guère qu'un demi ou un degré au-dessus de la normale, on peut constater de la tachycardie, et le pouls atteint 90, 100 et même 110 pulsations. Cette légère hyperthermie apparaît le soir pour disparaître le matin. Elle peut prendre l'apparence de la fièvre intermittente ou rémittente et égarer ainsi le diagnostic, mais dans la tuberculose, l'exacerbation est vespérale et non pas matinale comme dans la fièvre paludéenne. L'accès se manifeste par une sensation désagréable de chaleur avec céphalée; la température n'atteint pas les hautes régions de la fièvre palustre; elle n'est pas précédée de frissons intenses et elle n'est pas suivie de transpiration abondante.

II. *Deuxième période.* C'est la période de ramollissement du tubercule. A cette époque, les signes généraux s'aggravent, prennent une marche alarmante, et parmi eux se place en tête l'hyperthermie qui survient le soir et qui se manifeste par des frissonnements, une exagération vespérale et des sueurs nocturnes.

Sans pouvoir préciser si cette fièvre est imputable à des poussées nouvelles de granulations dans les étages inférieurs du poumon ou à la résorption des produits de ramollissement, on peut dire que ce qui caractérise cliniquement cette période, c'est la fièvre vespérale.

Il s'agit là de la véritable fièvre septique due à la résorption des produits d'élimination des bacilles et d'autres bactéries associées au bacille de Koch et aussi (car les deux opinions, loin de s'exclure, se complètent) aux poussées de nouvelles granulations tuberculeuses.

La température monte le soir à 38°5 ou 39°. Cette fièvre, qu'on appelle encore frisson de résorption, augmente avec l'apparition de phelgmasies nouvelles ou de nouvelles poussées tuberculeuses. Dans ce cas même, elle peut, pendant quelques jours, prendre une forme continue et se maintenir au-dessus de 39°. C'est la période des complications redoutables, c'est le moment des poussées aiguës de tuberculose qui précipitent le dénouement.

La fièvre, à cette période, a donc une importance très grande pour le pronostic; elle peut aboutir rapidement à la cachexie.

En résumé, la fièvre, syndrome dominant, presque constant de cette

période, figure une courbe caractéristique : elle atteint 39° ou 39°5 le soir, et reste toujours au-dessus de 37°5 le matin. Elle peut être interrompue par des périodes de fièvre continue montant à 40° et coïncide alors avec des complications pulmonaires.

III. *Dernière période*. A la période cavitaire, les craintes que faisait prévoir l'ébauche de la fièvre accentuée de la deuxième période, se sont réalisées. La fièvre est nettement hectique; continuelle, mais avec des exaspérations vespérales, elle présente dans la courbe de grandes oscillations. Le maximum s'observe presque toujours le soir, mais parfois le sens de la courbe est renversé, la rémission ayant lieu le soir et l'augmentation se produisant le matin. La fièvre a un caractère franchement septique que concourent à lui donner beaucoup d'infections surajoutées et d'associations microbiennes. L'organisme miné par cette hyperthermie presque continue se consume rapidement : la cachexie se prépare. Si la cause première de cette pyrexie est la résorption des produits d'élimination du tubercule, ces produits ne sont pas uniquement constitués par le bacille spécifique ; d'autres agents pathogènes (pneumocoques, streptocoques, tétragènes) pullulent au niveau des cavernes, et leur action septique doit être aussi intense que celle du bacille tuberculeux, et favoriser son action propre en augmentant sa virulence. Bien entendu, la résorption de tous ces produits infectieux est favorisée par des causes multiples, telles que l'étendue des lésions, les anfractuosités des cavernes, la paresse des bronches, etc., et la fièvre est en raison directe de cette résorption.

Dans la *tuberculose des glandes*, la fièvre, peu élevée cependant, existe presque toujours. Il en est de même des foyers chirurgicaux et surtout de la tuberculose des articulations. Mais la courbe thermique ne présente ici rien de particulier et ne se distingue pas des autres phlegmasies septiques. Par contre, on observe rarement de l'hyperthermie dans la tuberculose cutanée, qui reste apyrétique, à moins de complications bacillaires d'autres organes.

IV

Disons un mot, avant de terminer, sur la médication de la fièvre tuberculeuse. D'après certains thérapeutes, le meilleur traitement des manifestations fébriles, c'est le repos et l'aération continue. En effet, le malade au repos et placé dans de bonnes conditions d'hygiène, abaisse le taux de dénutrition et irrite moins ses lésions tuberculeuses à cause de la régularité de l'acte respiratoire. Grâce à ce repos aussi, les bactéries de divers ordres sont moins mobilisées et par conséquent elles sécrètent moins. Néanmoins la température purement tuberculeuse ne cède pas toujours et on est obligé de la combattre par d'autres moyens. Les médicaments anti-thermiques

habituels et surtout les sels de quinine n'ont que peu d'action sur la fièvre tuberculeuse. Ce qui réussit le mieux, c'est l'antipyrine, l'acide salicylique et surtout le cinnamate de soude en injections glutéales. Dans la fièvre septique, il faut faciliter par des moyens médicamenteux ou chirurgicaux l'issue de l'hypersécrétion pathologique. Quant à la fièvre hectique, elle ne cède à aucun agent médicamenteux. Ce n'est qu'en modifiant les conditions de l'organisme, en le fortifiant, en le plaçant en meilleur état de défense, qu'on parvient à juguler la fièvre.

M. le Dr S. BERNHEIM

LES ECTOPIES CARDIAQUES [617.38 :611.12]

— Séance du 18 septembre —

Depuis les derniers progrès réalisés par la découverte de Rœntgen, il nous est arrivé maintes fois, en radiographiant la cage thoracique, de constater une déviation du cœur qu'on ne soupçonnait pas. Nous avons donc tenu à approfondir cette question et à l'exposer dans une étude d'ensemble.

Il existe deux variétés d'ectopies cardiaques : 1° elles peuvent être congénitales ; 2° le plus souvent elles appartiennent à une origine pathologique. Quant au déplacement brusque du cœur dû à une cause traumatique, il n'existe pas, à ma connaissance, une observation où il y ait eu survie.

Nous allons étudier successivement ces deux variétés. Mais, auparavant, il est utile de rappeler quelques notions anatomiques et de décrire en peu de mots la topographie normale du cœur.

I

Le cœur est situé dans la cavité thoracique entre les poumons, le diaphragme, l'œsophage et l'aorte, le sternum et les cartilages costaux gauches. Sa forme est celle d'un cône dont la base, dirigée en haut, en arrière et à droite, est plus proche de la paroi postérieure du thorax que de l'antérieure. Son sommet touche presque cette dernière. Sa direction, suivant

son grand axe, est oblique en bas, en avant et à gauche, disposition grâce à laquelle le cœur affecte des rapports beaucoup plus étendus avec le poumon gauche, qui le recouvre en partie.

La base du cœur présente deux segments distincts (Poirier). L'un appartenant à l'oreillette gauche, l'autre à l'oreillette droite. Le premier segment médiastinal est en rapport avec les organes du médiastin postérieur et répond sur un plan antérieur à l'œsophage, aux côtés duquel cheminent les deux pneumogastriques, sur un plan plus profond à l'aorte et à la grande veine azygos et enfin aux corps des sixième, septième et huitième vertèbres dorsales. Le segment formé par l'oreillette droite, segment pulmonaire, répond à la face interne du poumon droit, dont il est séparé par le nerf phrénique droit.

Le sommet du cœur répond au quatrième espace intercostal gauche où la pointe bat près de l'extrémité externe du cinquième cartilage costal un peu au-dessous du mamelon et en dedans d'une ligne verticale qui passerait par ce dernier.

En outre des gros vaisseaux qui suspendent sa base, le cœur prend un point d'appui sur le diaphragme, et il est contenu dans un sac fibreux, le sac fibreux du péricarde, qui a lui-même de puissants ligaments pour l rattacher au squelette voisin. Malgré ces ligaments et les vaisseaux suspenseurs, l'organe cardiaque conserve une grande puissance mobile ; c'est ce qui explique les fréquentes ectopies.

Comment se projette le cœur sur le plastron chondro-sternal ? La face antérieure de l'organe se projette sur le paroi thoracique suivant un quadrilatère irrégulièrement trapézoïde, dont les quatre angles sont ainsi déterminés : l'angle inférieur droit répond au niveau de l'articulation sternale du cinquième cartilage costal droit, immédiatement contre le bord droit du sternum ; l'angle supérieur droit au bord supérieur du troisième cartilage costal droit, à 1 centimètre du bord droit du sternum ; l'angle supérieur gauche au deuxième espace intercostal gauche, à 2 centimètres du bord gauche du sternum ; l'angle inférieur gauche, pointe du cœur, au quatrième espace intercostal gauche, un peu plus près du bord supérieur du cinquième cartilage, à 6 centimètres du bord sternal gauche.

Telles sont les notions élémentaires d'anatomie normale que nous voulons rappeler avant d'aborder l'étude des déplacements cardiaques, que nous allons exposer dans l'ordre cité ci-dessus.

II

A. Ectopies congénitales. — Cette variété peut se subdiviser en ectocardies thoraciques internes et en ectocardies thoraciques externes.

L'inversion congénitale intrathoracique peut s'observer à gauche comme à droite, mais la déviation gauche est généralement peu accentuée et à peine sensible en raison même de la place normale du cœur. Aussi, passe-t-elle inaperçue. Au contraire, l'inversion droite et qui a été décrite par Bouillaud sous le nom de d'*exiocardie*, est celle qu'on observe constamment ; Hoffmann l'appelle *cardionostrophie*. Due à une malformation congénitale, cette modification de situation peut offrir divers aspects que Kindrat (1) a fort bien décrits : 1° tout l'organe cardiaque est dévié à droite, mais conserve sa direction normale, son axe ; 2° la pointe du cœur est seule déviée à droite ; 3° le cœur est complètement renversé, tordu sur son axe, et cette ectopie cardiaque est accompagnée de transposition d'autres viscères.

Le diagnostic de la dextrocardie est facile, puisque la pointe du cœur bat à droite du sternum au lieu de battre à gauche. Il faut cependant bien analyser les différents bruits du cœur et des gros vaisseaux. En effet, dans la torsion de tout l'organe cardiaque, le battement de la crosse de l'aorte et son expansion derrière la ligne gauche du sternum pourraient simuler le choc de la pointe du cœur.

Constantin Paul en rapporte deux observations. La première concerne une femme, de trente-cinq ans, qui présentait un arrêt de développement du côté gauche.

La pointe du cœur battait dans le cinquième espace intercostal droit, à 16 centimètres de la ligne médio-sternale. Le thorax asymétrique présentait une côte gauche singulièrement rétrécie et tordue ; le sternum oblique en bas et à gauche était cependant tel que si l'on avait suspendu par sa fourchette un fil de plomb, la pointe du cœur, suivant en cela les distances normales, ne se fût trouvée qu'à 8 centimètres de ce fil à plomb. Le foie n'était pas inversé.

L'angle droit du cœur et l'entrée de la veine cave inférieure coïncidaient avec l'insertion du quatrième cartilage gauche ; le bord inférieur du cœur avait une longueur totale de 12 centimètres ; la pointe était abaissée de 3 centimètres 1/2. « Ce cœur, dit C. Paul, était donc de grandeur normale avec une légère hypertrophie gauche. Il n'y avait ni bruit de souffle, ni irrégularité du rythme. »

Ici l'inversion du cœur n'était pas accompagnée de l'inversion des autres organes. Il n'en est pas de même de la seconde observation de l'auteur, où l'inversion était totale.

Voici en quels termes il la rapporte.

Maurice M..., âgé de quinze ans au 3 janvier prochain (nous sommes au 30 décembre), a un développement incomplet ; il a 146 centimètres de taille,

(1) KINDRAT, *Berliner Klin. Wochenschrift*, 1888.

alors que la moyenne de son âge est de 155 centimètres. Cependant, il semble que le retard de la croissance diminue et que l'enfant se développe plus rapidement.

Santé très bonne, caractère très gai. Le cœur bat dans le côté droit de la poitrine, la pointe dans le cinquième espace intercostal droit, à 7 centimètres de la ligne médiane.

Le bord du foie correspond à gauche, à l'insertion du sixième cartilage.

Le bord vertical du cœur se trouve du côté gauche, à un centimètre et demi du bord du sternum.

L'abaissement de la pointe est de un centimètre et demi.

Auscultation normale (siège inverse). Le foie se trouve à gauche avec son volume normal. La rate est à droite et paraît petite. Le sujet n'est pas absolument gaucher. Il écrit et dessine de la main droite. Il coupe avec un couteau de la main droite ; mais s'il veut lancer une balle ou faire un exercice de force, il le fait de la main gauche. Quand il se bat, il frappe de la main gauche. Le testicule droit descend au-dessous du gauche.

Je revois ce sujet dix-huit mois plus tard, il a peu grandi, s'est élargi des épaules. Le cœur s'est développé ; il présente les mêmes rapports avec les côtes, mais la pointe est éloignée maintenant de la ligne médiane de 8 centimètres et demi ; l'allongement du cœur a donc été en dix-huit mois, de 15 à 16 ans et demi, de près de 2 centimètres.

D'après ce qui précède, et d'après plusieurs observations analogues rapportées par d'autres cliniciens il résulte que l'inversion du cœur et l'inversion totale des viscères n'ont, en général, aucun retentissement fâcheux sur la santé.

Il n'en est pas de même des autres ectopies congénitales, dans lesquelles le cœur est placé soit dans la cavité abdominale, soit dans la région pharyngienne ou crânienne. Ces cas pourront être réunis sous le titre d'*ectocardies thoraciques externes*. Le plus souvent, dans ces cas, on peut constater en même temps quelque anomalie dans la formation du cœur, une fissure de l'appareil sternal ou les traces d'un arrêt de développement de cette portion du thorax.

Le cœur peut être complètement à découvert, c'est-à-dire privé de toute enveloppe cutanée et même de péricarde.

L'ectocardie extra-thoracique avec cœur découvert est toujours d'un pronostic fâcheux : le nouveau-né succombe au bout de quelques heures ; mais, en revanche, l'ectocardie abdominale, même dans le cas où il semble qu'on n'ait pas trouvé trace de péricarde, n'est pas incompatible avec le développement d'une existence qui peut atteindre l'âge mûr.

Enfin, MM. C. Paul et F. Franck ont observé un enfant de plusieurs années avec un cœur sous la peau, dans la région épigastrique.

III

B. Ectopies pathologiques. — Ces déplacements secondaires ou acquis sont de deux ordres : le cœur peut se déplacer en totalité dans un sens, soit en bas, soit en haut, soit à droite, soit à gauche, ou bien il peut être déplacé suivant ses axes principaux, Dans ce dernier cas, ce déplacement axial s'accompagne toujours d'un déplacement plus ou moins accentué en totalité dans un sens.

1° Déplacement en bas. — Cet abaissement du cœur peut reconnaître un double mécanisme : ou bien l'existence de lésions qui augmentent son poids et entraînent sa chute ; ou bien l'existence de pression qu'il subit de haut en bas.

Si le cœur lui-même est augmenté de poids, il s'hypertrophie, se dilate et déprime la cloison diaphragmatique sur laquelle il repose.

Normalement, le bord supérieur du cœur est légèrement oblique ; l'obliquité est de 2 centimètres entre l'angle hépatique et la pointe.

Si, par hypertrophie du cœur gauche, la partie gauche du cœur s'alourdit et s'abaisse, cette obliquité s'accentue ; elle peut atteindre 4 ou 5 centimètres, la pointe du cœur battant non plus dans le quatrième espace, tout contre le cinquième cartilage costal, mais dans le cinquième et même dans le sixième espace ; le ventricule s'allonge ; la pointe s'écarte de la ligne médio-sternale et au lieu de s'en trouver distante de 8 centimètres, elle peut en être à 10 et même à 15 ou 16 centimètres.

Supposons maintenant que l'hypertrophie atteigne le cœur droit ; l'angle droit du cœur s'abaissera par un mécanisme analogue et l'obliquité du bord inférieur diminuant, ce bord tendra à devenir horizontal. C'est ce qui arrive dans l'emphysème et dans le rétrécissement de l'artère pulmonaire.

Enfin, si l'hypertrophie est totale, c'est le cœur qui en totalité s'alourdit ; le bord inférieur, sans changer d'obliquité, se déplace en bas parallèlement à lui-même et occupe un ou plusieurs espaces inférieurs.

D'après Skoda, dans l'emphysème pulmonaire, le cœur descend plus à gauche qu'à droite ; la pointe peut toucher la ligne médiane. Bamberger, Schrœtter et C. Paul contredisent cette opinion et objectent que ce qui a trompé Skoda, c'est que le choc du cœur, qu'on sent sous le xiphoïde, n'est pas celui de la pointe, mais celui du ventricule droit qui est la partie la plus dilatée. Sur le cadavre, le contrôle peut en être fait au moyen d'aiguilles, selon la méthode de Gendrin. En même temps que la pointe, l'angle droit du cœur s'abaisse. Le bord inférieur presse de toute sa continuité sur le diaphragme et transmet à l'épigastre la systole cardiaque sous

forme d'un soulèvement considérable. Cette horizontalité du bord inférieur est due encore, dans l'emphysème, à l'hypertrophie des poumons, en particulier du poumon droit qui refoule le foie en bas. C. Paul a enfin montré que dans l'emphysème, le cœur subit un mouvement de torsion autour de son axe vertical par suite du poumon gauche qui éloigne la pointe de la paroi thoracique, fait pivoter le cœur et amène par conséquent le cœur droit dilaté au contact de cette paroi.

Citons enfin comme causes possibles de l'abaissement du cœur : un épanchement péricardique ; une néoplasie (tumeurs quelconques) ; une traction par le centre phrénique, celui-ci étant attiré en bas par un foie hypertrophié (cirrhose) ;

2° Déplacement à gauche. — Chaque fois qu'il y a hypertrophie, le cœur se trouve *ipso facto*, entraîné vers la gauche, car il est maintenu à droite par la fixité de la veine cave inférieure. De même, il existe un déplacement, qu'on peut appeler normal, lorsqu'on se couche sur le flanc gauche, la pointe du cœur se trouvant abaissée de ce côté de 2 centimètres par le poids même de l'organe.

S'il existe dans la moitié droite du thorax un épanchement de liquide (pleurésie) ou de gaz (pneumothorax), le cœur se trouve repoussé vers la gauche jusqu'au prolongement vertical de la ligne axillaire dans le sixième ou septième espace. Généralement, la déviation est de 3 à 4 centimètres.

Inversement, après une pleurésie, le poumon gauche, ne se rétractant plus, peut maintenir de son côté l'organe cardiaque.

D'ailleurs, les déplacements du cœur liés à l'existence d'une pleurésie sont assez importants et assez fréquents pour que nous ayons cru devoir faire un chapitre spécial à la fin de cette étude.

C'est par un mécanisme analogue d'adhérences que le déplacement du cœur à gauche s'effectue chez les phtisiques. Nous observons en ce moment trois tuberculeux chez lesquels la pointe du cœur est déviée à gauche et bat au-dessus du cinquième espace intercostal en dehors du mamelon ; chez chacun d'eux il y a une déviation de 2 à 3 centimètres, et on a pu constater aux rayons X ce déplacement. Davies a rapporté à la Société Royale de Médecine et de Chirurgie de Londres une observation d'un sujet chez lequel, à la suite d'altérations tuberculeuses du poumon gauche, la pointe du cœur battait à la partie postérieure de l'aisselle de ce côté : il y avait donc là une véritable inversion d'origine tuberculeuse.

3° Déplacement à droite. — C'est l'ectopie cardiaque rencontrée le plus fréquemment. Je l'ai observée maintes fois chez les tuberculeux en voie de guérison ou guéris et chez lesquels le tissu pulmonaire, se sclérosant, se rétracte et entraîne le cœur à droite, en arrière ou en bas. M. Ch. Garnier a rapporté une dextrocardie similaire observée chez un homme mort

d'une pneumonie du lobe inférieur. « Chez notre malade, dit l'auteur (1), le cœur avait sa direction à peu près normale, sauf une obliquité exagérée et tendant à se rapprocher de l'horizontale. Il est vrai que le déplacement était considérable, puisque la base arrivait au niveau du bord axillaire antérieur, et, comme il n'existait à gauche aucune cause capable d'abaisser suffisamment le diaphragme, le cœur, attiré à droite à la suite d'une sclérose ancienne qui avait complètement atrophié le poumon droit, avait pris point d'appui en glissant sur sa pointe et était venu se coucher sur la partie droite de la voûte diaphragmatique. La pointe, pendant ce mouvement, s'élevait le long du dôme musculo-aponévrotique, tandis que la plus grande partie du bord droit descendait et que la base décrivait une courbe entraînant avec elle les vaisseaux et augmentant consécutivement le rayon de la courbure et la longueur de la crosse de l'aorte. »

C'est presque toujours par pression que ce déplacement dextrogyre s'opère. Toutefois, C. Paul rapporte une observation intéressante où il s'était opéré par traction. Consécutivement à une pleurésie et à la suite d'une rétraction pulmonaire par adhérences, le cœur avait subi un mouvement d'entraînement à droite qui avait rapproché sa pointe de 3 centimètres du plan sagittal. Dans les cas de ce genre, au contraire de ce qui a lieu pour les déplacements par refoulement qui s'accompagnent d'une torsion sur l'axe vertical et d'une diminution de largeur du triangle cardiaque, celui-ci se présente avec ses dimensions normales, mais, seulement entraîné du côté des adhérences.

Gintrac a rapporté une autopsie où on trouva dans sa direction à peu près normale le cœur placé derrière les cartilages costaux droits. On trouva des altérations tuberculeuses dans les deux poumons, mais plus accentuées dans le poumon droit dont l'épaisseur était très réduite et dont le tissu était sclérosé et rétracté.

Quand le cœur se déplace vers la droite, on reconnaît facilement l'ectopie par la sonorité exagérée de la région sternale gauche et par un aplatissement de cette région. Souvent même à la percussion de la région sternale gauche, on perçoit une sonorité exagérée, du skodisme, qui provient de l'expansion du poumon gauche devenu emphysémateux. Le diagnostic peut donc se faire par la percussion, la palpation, l'inspection et surtout par l'auscultation du choc de la pointe du cœur. Il peut s'établir aussi par la radiographie qui rend compte de la place exacte occupée par l'organe cardiaque ;

4° Déplacement en haut. — Diverses causes peuvent le provoquer. La hernie diaphragmatique, une tumeur abdominale, un épanchement d'ascite peuvent refouler le cœur jusqu'à la partie supérieure du troisième

(1) *Un cas de dextrocardie avec autopsie,* par Gh. Garnier, *Presse Méd.,* 12 juillet 1899.

espace. L'estomac et le côlon se trouvent parfois remontés jusque dans la cavité thoracique. Dans certains cas de scoliose, le diaphragme, dont la courbure est redressée, donne au bord inférieur du cœur une direction horizontale. De même dans la paralysie du diaphragme, surtout après les repas, il y a refoulement en haut des viscères thoraciques.

C'est un mécanisme analogue qui se produit dans la dyspepsie flatulente et la dilatation de l'estomac. « La pointe du cœur bat sur l'estomac comme sur un tambour et donne lieu à des palpitations. » Le diagnostic n'aura donc garde de s'égarer; il s'agit dans ce refoulement du cœur en haut de dyspesie flatulente ou de dilatation gastrique accompagnée souvent de phrénalgie;

5° Déplacement du cœur en arrière. — Causé par un traumatisme ou par les maladies du médiastin antérieur, il peut être considéré comme très rare;

6° Déplacement du cœur suivant les axes. Torsions du cœur. — C'est le déplacement appelé trochocardie par Costa Alvarenga. Suivant l'axe vertical, les torsions proviennent généralement du côté gauche du thorax. Les épanchements gauches portent la pointe en avant, refoulent en arrière l'oreillette droite suivant le pivotement du cœur autour de son axe qui est la veine cave. Par suite de cette torsion, le croisement des deux artères de la base est considérablement augmenté.

Le bord inférieur peut, dans certains cas, basculer sur l'axe transversal. Certains épanchements pleuraux, certaines pneumonies totales, les anévrismes abaissent l'extrémité droite de ce bord, quelquefois de plus de 2 centimètres. Il en résulte que ce bord reçoit une inclinaison inverse de son obliquité normale et que la pointe du cœur est remontée.

IV

C. Déplacements du cœur dans les épanchements pleurétiques. — Il y a lieu de les examiner successivement dans les épanchements gauches, droits et doubles :

1° Dans les épanchements gauches. — M. G. Carrière (1), de Lille, contrôlant les données de la percussion et de l'auscultation par la phonendoscopie et la radioscopie, sur vingt cas de pleurésie gauche avec épanchement, reproduisant, d'autre part, expérimentalement sur vingt-quatre cadavres la lésion par injection d'eau dans la cavité pleurale, croit pouvoir formuler les conclusions suivantes :

(1) CARRIÈRE, in *Presse Médicale* du 17 décembre 1898.

a) Les déplacements du cœur sont presque la règle dans les épanchements gauches; *b)* quand l'épanchement est de moins d'un litre, mais de plus de 700 grammes, la pointe du cœur reste à peu près dans sa position normale. Dans la position verticale seulement, ou dans le décubitus latéral droit, la pointe du cœur s'abaisse de 2 à 4 centimètres et se rapproche de la ligne médiane; *c)* quand l'épanchement est de 3 litres, le cœur est déplacé de telle sorte que son grand axe tend à devenir vertical; la pointe s'abaisse et se rapproche de la ligne médiane; de 2l,500, elle se trouve au voisinage immédiat de l'appendice xiphoïde; *d)* dans les épanchements gauches de plus de 3 litres, le cœur est refoulé en masse avec la cloison médiastine vers la droite, mais il reste vertical et sa pointe reste dans le voisinage du xiphoïde; *e)* jamais on n'observe la torsion du cœur, contrairement à ce que l'on écrit dans les livres classiques. La pointe ne bat pas à droite du sternum.

Et l'auteur, prouvant cette dernière assertion, déclare que jamais anatomiquement on n'a constaté cette torsion, que cliniquement, quand on croit ausculter le cœur à droite, ce qu'on entend, ce n'est pas la pointe du cœur, mais l'oreillette droite ou l'aorte refoulée; que l'examen radioscopique n'a jamais révélé cette torsion; que, expérimentalement sur le cadavre, quelque épanchement qu'on produise, on ne l'observe pas davantage; qu'elle serait incompatible avec la vie par suite de l'obstruction presque fatale qu'elle entraînerait dans les gros vaisseaux; qu'en fait, elle est impossible par suite de l'égale tension de deux feuillets du péricarde sous l'influence de l'épanchement, tension qui s'oppose à la torsion du cœur;

2° Déplacement dans les épanchements droits. — M. G. Carrière, poursuivant ses recherches, pose encore des conclusions que nous croyons absolument exactes: *a)* dans les épanchements pleurétiques droits de moins de un litre, il n'y a pas de déplacement cardiaque. S'il est voisin d'un litre, on note cependant que dans le décubitus latéral gauche et dans la station verticale, la pointe est repoussée de 2 à 4 centimètres vers la gauche; *b)* quand l'épanchement est de 1 à 3 litres, la pointe du cœur est refoulée vers la gauche de 3 à 8 centimètres; *c)* quand l'épanchement excède 3 litres, le déplacement n'excède guère 10 centimètres;

3° Epanchements doubles. — Ces épanchements abaissent le cœur en masse et tendent à redresser son axe. Le déplacement a lieu dans le sens de l'épanchement le moins abondant. Ces épanchements ne sont pas sans retentir sur le fonctionnement du cœur. Ceux du côté droit ont peu d'influence. Dans les épanchements gauches abondants, on peut noter de l'arythmie et souvent même l'arrêt du cœur. Si le malade est debout, assis ou couché sur le côté droit, la systole est pénible et lente.

Ces épanchements abondants s'accompagnent d'un dicrotisme exagéré,

même de polycrotisme, surtout si l'on fait changer de position au malade. Par contre, la tension artérielle est augmentée sans pour cela qu'il y ait proportionnalité entre la valeur de cette hypertension et l'abondance de l'épanchement.

V

Telles sont les principales modifications de place du cœur.

Au point de vue du pronostic, que comportent ces diverses ectopies cardiaques, on peut dire d'une façon générale:

1° Que l'ectopie congénitale est peut-être incompatible avec la vie;

2° Que le déplacement intrathoracique (congénital ou pathologique) n'entraîne aucune perturbation lorsqu'il est peu accentué; au contraire, lorsqu'il est considérable, il détermine des troubles de pression vasculaire qui ne permettent pas une survie bien longue;

3° Que l'ectopie extrathoracique, heureusement fort rare, entraîne presque fatalement la mort.

Rappelons cependant que Fr. Franck a observé une Alsacienne qui a pu survivre de longues années avec une ectopie congénitale extrathoracique: on voyait battre sous la peau le cœur qui n'était recouvert d'aucune couche musculaire ou osseuse.

MM. le Dr V. MENARD, Chirurgien de l'hôpital maritime de Berck-sur-Mer,

ET

GUIBAL, Interne des hôpitaux.

GIBBOSITÉS EXPÉRIMENTALES [617.39]

—Séance du 18 septembre —

Les altérations tuberculeuses du rachis sont assez bien exposées dans nos classiques, pour qu'il soit inutile d'en rappeler les détails.

Les corps vertébraux, un ou plusieurs, se trouvent détruits. Il s'ensuit une inflexion de la colonne vertébrale, une gibbosité.

Si l'on réfléchit au mécanisme, suivant lequel se produit cette déforma-

tion, si l'on cherche à préciser les actes mécaniques qui se produisent au niveau de l'inflexion elle-même, ou à distance du point malade, on s'aperçoit vite qu'un certain nombre de questions de détail sont restées sans solution.

Dans le but de combler ces lacunes, nous avons eu recours à l'expérimentation.

Nous avons voulu déterminer ce qui arrive régulièment après la suppression d'un ou plusieurs corps vertébraux dans chacune des régions du rachis.

Mais auparavant, il nous a paru indispensable d'étudier au moins d'une manière sommaire les mouvements propres au rachis.

Pour faire de notre travail une étude surtout anatomique, voici comment nous procédons : nous fixons telle qu'elle est « au repos » l'attitude de la colonne vertébrale, chez l'enfant : c'est le mal de Pott de l'enfant que nous avons seulement en vue; c'est lui que nous avons été à même de l'étudier. Partis de là, nous envisageons l'étendue, le mécanisme et les différents agents des mouvements physiologiques du rachis.

C'est là une étude préparatoire dont les données sont importantes pour ce qui suit.

Nous mettant ensuite dans les conditions que crée la tuberculose, nous détruisons, comme elle, la continuité du rachis antérieur et nous notons une à une, les modifications qui se produisent au niveau de l'axe vertébral. A chaque pas, à chaque donnée nouvelle, nous contrôlons la valeur de nos expériences par la comparaison des pièces expérimentales avec des pièces pathologiques. Si les résultats concordent, nous pouvons dire que la méthode suivie a été bonne et que les conclusions sont justes.

Les examens ont porté sur la colonne vertébrale d'enfants d'âge différent, de 6 à 15 ans, sans qu'il y eût une différence appréciable dans les résultats acquis. Dans une première série d'expériences, le squelette vertébral ayant été simplement débarrassé des parties molles qui le couvraient, nous avons étudié la colonne vertébrale par l'extérieur, sucoessivement, au repos, puis dans ses différents mouvements, ensuite en état de déviation pottique.

Pour mieux préciser les rapports que prenait, à chaque attitude nouvelle, chacune des parties constituantes du rachis, nous en avons pratiqué, à la scie, une section médiane; nous avons pu noter ainsi certains détails que l'examen par l'extérieur avait été impuissant à nous révéler.

Ce procédé a un autre avantage : il nous a permis de figurer plus facilement par le dessin, les résultats que nous avons obtenus; presque toutes nos gravures, en effet, représentent des sections médianes de la colonne vertébrale. Elles montrent clairement, nous l'espérons, les rapports des vertèbres entre elles, dans chacune de nos expériences.

COLONNE VERTÉBRALE A L'ÉTAT DE REPOS

On sait qu'à l'état de repos, c'est-à-dire dans l'attitude de la station verticale, la colonne vertébrale présente trois courbures, abstraction faite du sacrum et du coccyx qui ne nous occuperont pas : une courbure cervicale, convexe en avant; une courbure dorsale, convexe en arrière; une courbure lombaire, convexe en avant.

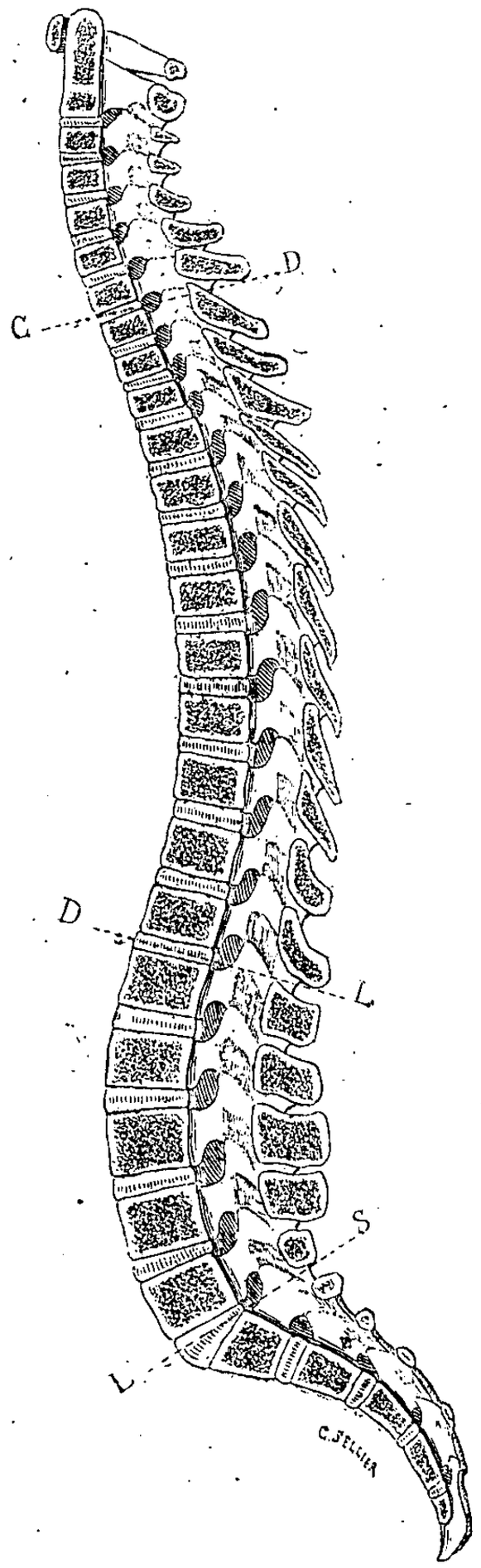


FIG. 1. — Colonne vertébrale dans l'attitude verticale. Courbures normales.

Colonne cervicale au repos. — La colonne cervicale, vue par sa face antérieure, face des corps vertébraux, face somatique, offre une convexité en avant, qui va de l'axis à la première dorsale exclusivement; c'est une courbe à grand rayon, régulière, dont le point le plus saillant est au niveau et à l'union des quatrième et cinquième cervicales. Si l'on sous-tend par une corde l'arc convexe allant de la première à la septième cervicale, la flèche, élevée sur le milieu de la corde, ne mesure que 6 millimètres environ, chez un enfant de 14 ans.

La face postérieure ou épineuse de la colonne cervicale présente une concavité en arrière, très accusée, formant un arc de court rayon; elle s'étend de l'apophyse épineuse de l'axis à celle de la septième cervicale.

La flèche qui marque la distance de l'arc au milieu de la corde qui le sous-tend, (flèche de concavité), mesure 12 millimètres.

Pour la production de cette concavité très accentuée, deux causes interviennent : d'une part, la convexité en avant de la série des corps vertébraux, qui entraînent avec eux les arcs postérieurs correspondants; d'autre part, le peu de développement des apophyses épineuses des troisième, quatrième, cinquième vertèbres cervicales, placées au milieu de l'axe, il contraste avec le déve-

loppement très considérable des apophyses épineuses de l'axis et de la sixième cervicale, qui sont situées aux extrémités de l'arc. Le point le plus déprimé de la concavité épineuse, le point où la flèche de concavité est maxima, répond à la quatrième apophyse épineuse.

Sur une coupe médiane de la région cervicale *(fig. 1 et 2)* les résultats précités apparaissent nettement, et on remarque : la convexité en avant de la colonne des corps vertébraux ou région somatique; la concavité en arrière de la ligne des pointes épineuses, concavité exagérée par la saillie en arrière des apophyses extrêmes et par l'atrophie des apophyses médianes.

Colonne dorsale au repos. — Considérée par sa face antérieure ou somatique, la colonne dorsale est concave en avant; la flèche de concavité maxima en regard de la sixième dorsale, mesure 16 millimètres chez un enfant de 14 ans, 12 millimètres chez un enfant de 6 ans. Vue par sa face postérieure ou épineuse, la colonne dorsale forme une convexité en arrière dont la flèche mesure 12 millimètres environ chez un enfant de 14 ans. La flèche de convexité maxima est en regard de la sixième ou septième apophyse épineuse. Mais, tandis que la courbe antérieure est régulière, la courbe postérieure est rendue irrégulière par l'inégalité de longueur et la différence de direction des apophyses épineuses : les trois premières dorsales sont à peu près horizontales, longues, saillantes, semblables aux deux dernières cervicales; la quatrième dorsale est oblique en bas; de la cinquième à la dixième, les apophyses épineuses sont verticales, superposées, imbriquées comme les tuiles d'un toit; la onzième se relève presque horizontale, plus volumineuse que la précédente, qu'elle dépasse en arrière.

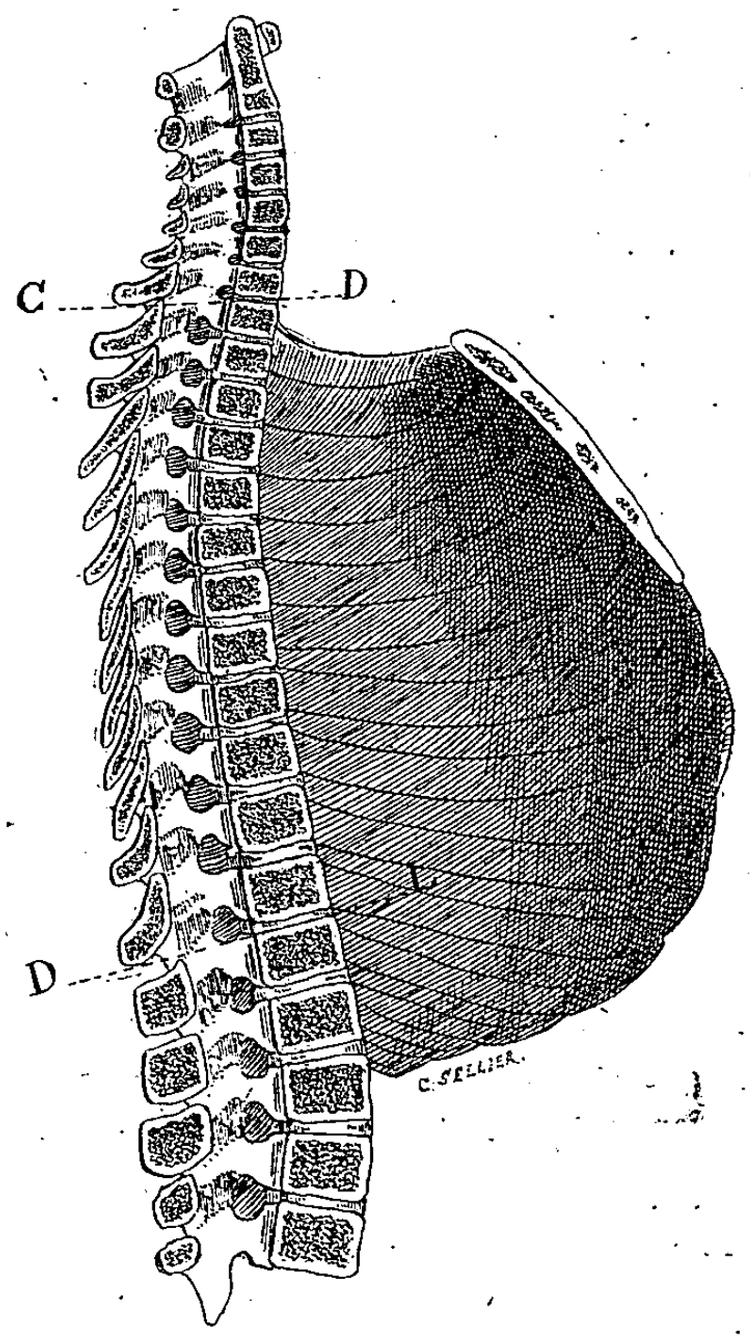


FIG. 2. — Coupe médiane du rachis à l'état de repos — Courbures normales des régions cervicale et dorsale. — Coupe du thorax.

Ces particularités anatomiques donnent l'explication d'un certain nombre de faits qu'il importe de connaître dans la pratique. Sur le sujet vivant,

on peut sentir et compter facilement, à travers les parties molles, les premières apophyses du dos, de même que les deux dernières cervicales. L'apophyse la plus saillante, ou proéminente, appartient à la première vertèbre dorsale chez l'enfant; à la septième cervicale, chez l'adulte. On sent et l'on compte plus difficilement les apophyses du milieu du dos, à cause de leur imbrication qui les confond en une ligne continue, sans espaces intermédiaires bien marqués; l'embonpoint augmente encore cette difficulté. Les onzième et douzième dorsales sont saillantes et visibles, facilement perceptibles et reconnaissables par le palper. Leur saillie inquiète souvent les parents, qui redoutent un mal de Pott, surtout s'il y a chez l'enfant un certain laisser aller, un peu de cyphose ou une simple laxité du rachis.

Colonne lombaire au repos. — La colonne lombaire décrit, si on l'examine par devant, une convexité légère, appartenant à un arc de grand rayon. La flèche mesure environ 15 millimètres chez un enfant de 14 ans. En arrière, la ligne des apophyses épineuses est verticale et même légèrement convexe, parce que les apophyses moyennes sont plus longues que les apophyses extrêmes; celle de la troisième lombaire est la plus longue, celle de la cinquième est très petite. Sur le sujet vivant, on sent cette dernière au fond d'une dépression, qui établit nettement la démarcation entre la crête sacrée et la crête lombaire; au-dessus d'elle, les apophyses lombaires sont faciles à compter. Elles sont saillantes en arrière et séparées par des espaces assez larges. Cette dépression lombo-sacrée, d'une part, l'apophyse proéminente, d'autre part, constituent deux points de repère fixes, faciles à sentir qui servent de point de départ pour la numération des apophyses épineuses du dos et des lombes, à l'état normal comme à l'état pathologique.

MOUVEMENTS DE LA COLONNE VERTÉBRALE

Nous n'aurons pas en vue les mouvements du sacrum sur les os iliaques ni ceux de la colonne lombaire sur le sacrum, nous ne poursuivrons pas davantage l'étude des articulations sous-occipitales, laquelle se rapporte surtout au mal sous-occipital. Nous nous bornerons aux mouvements de la colonne vertébrale proprement dite, dont nous examinerons successivement chaque portion, cervicale, dorsale, lombaire.

Elle jouit de quatre mouvements principaux : la flexion, l'extension, l'inflexion latérale, la rotation ou torsion sur son axe. La circumduction résulte de la combinaison de ces divers mouvements.

Mouvement de flexion. — Le sacrum étant fixé dans un étau, on peut

fléchir la colonne vertébrale et lui faire décrire une courbe concave en avant et en bas. Dans cette attitude, l'atlas est porté fortement en avant et une ligne verticale, tombant de son niveau, passe à six travers de doigt en avant du sacrum. A première vue, on se rend compte que la courbe décrite par la ligne des corps vertébraux n'est pas régulière. En y regardant de près, on voit que deux régions surtout sont le siège du mouvement de flexion : ce sont les *régions cervico-dorsale* et *dorso-lombaire*. Au

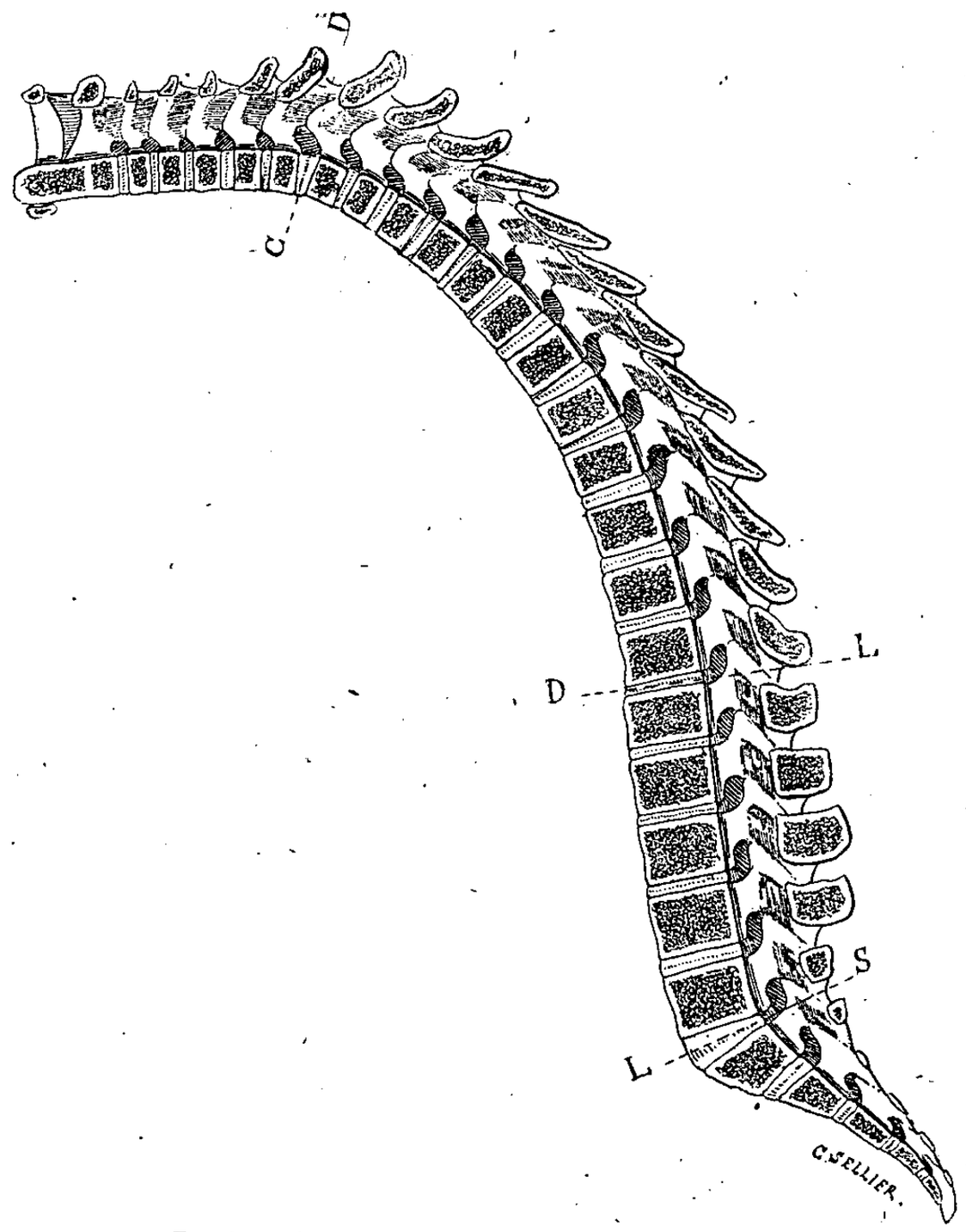


FIG. 3. — Coupe médiane du rachis en flexion forte.

contraire, les régions cervicale, dorsale, moyenne et lombaire proprement dites se prêtent moins à la flexion *(fig. 3)*.

1° Flexion de la colonne cervicale. — Au cou, les cinq premiers corps vertébraux forment, par leurs faces antérieures, une ligne absolument rectiligne, regardant directement en bas, parallèle au plan du sol ; l'orifice supérieur du canal vertébral est tourné directement en avant. Au sixième

corps cervical commence une courbe, fortement concave en avant, qui cesse au septième corps dorsal exclusivement. Pour occuper cette position nouvelle, les corps vertébraux se rapprochent, ils se tassent ; les cartilages intervertébraux sont pressés par ce tassement, mais comme ils sont

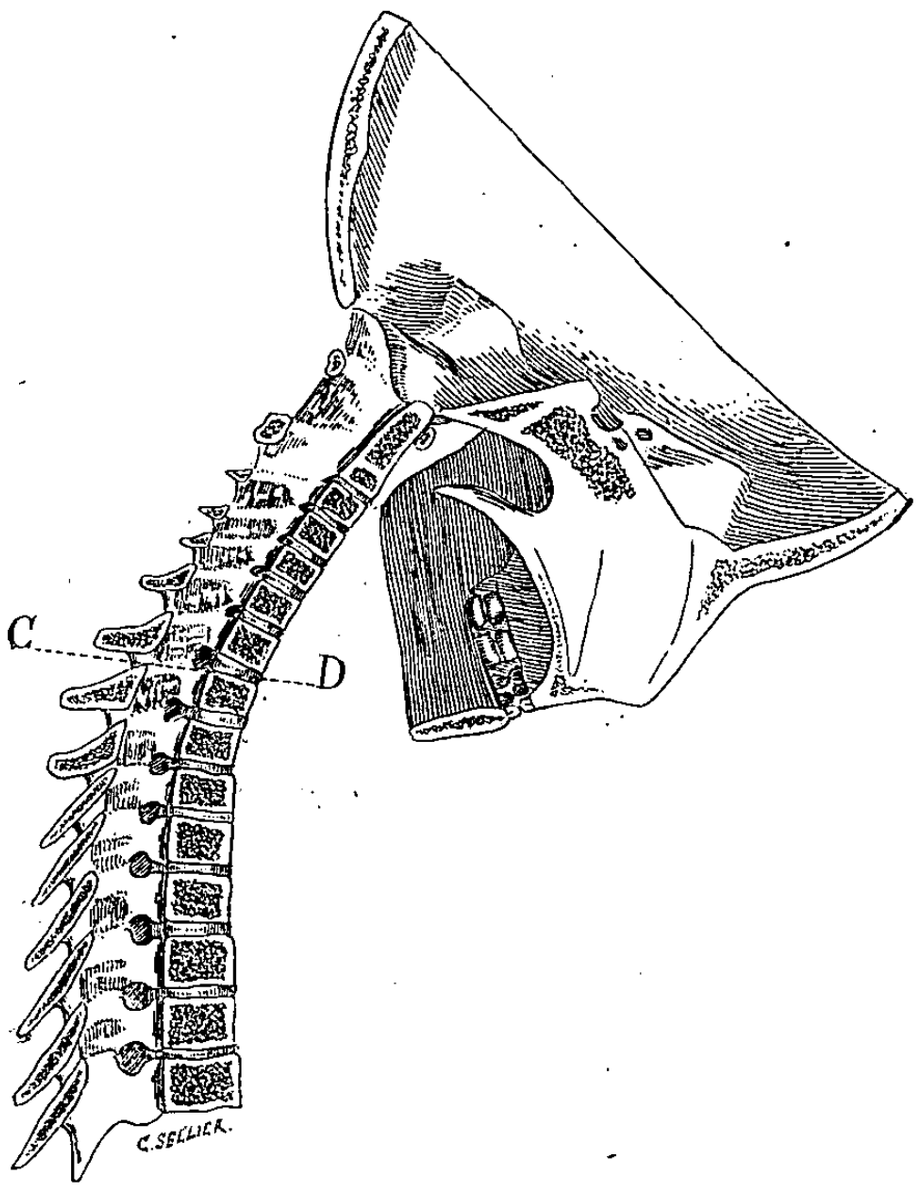


FIG. 4. — Flexion de la tête et du cou. — Écartement des arcs postérieurs des vertèbres cervicales dans cette attitude.

humectés de liquide et, par conséquent, incompressibles, ils font saillie, hors de la ligne des corps vertébraux, sous forme d'un bourrelet annulaire.

En même temps que les corps se rapprochent, les arcs postérieurs s'écartent : en effet, les mouvements qu'exécutent les vertèbres, les unes sur les autres, peuvent être comparés à ceux d'une série de leviers. Le point d'appui est normalement au niveau des corps; la force, dans la flexion, agit sur les corps vertébraux et tend à les rapprocher ; la résistance s'exerce sur les arcs postérieurs dont elle empêche l'écartement, et elle est représentée par la tension des ligaments jaunes et des ligaments interépineux. L'écartement en éventail des apophyses épineuses est très considérable sur toute la région cervicale et à la région dorsale supérieure. Entre l'atlas et l'axis, la distance varie de 8 à 12 millimètres ; de la deuxième cervicale à

la quatrième dorsale, l'espace interlamaire s'accroît partout également, et les ligaments jaunes, qui le mesurent, prennent une hauteur double ou triple de celle qu'ils ont à l'état de repos.

Sur le sujet vivant, dont on fléchit fortement le cou, l'écartement des apophyses épineuses n'est pas sensible au doigt à la région cervicale moyenne où les apophyses sont courtes ; il est net, par contre, entre les deux dernières cervicales et les quatre premières dorsales.

La flexion du cou produit enfin un résultat qu'on pouvait prévoir : d'une part, le raccourcissement de la colonne des corps vertébraux, dont la hauteur diminue d'un huitième environ ; d'autre part, l'augmentation de la distance qui sépare l'arc postérieur de l'atlas de la septième apophyse, augmentation qui égale le quart environ de la distance primitive.

2° *Flexion de la colonne dorsale.* — Nous avons vu ce qu'était la flexion au niveau des quatre premières dorsales. De la quatrième à la dixième inclusivement, la série des corps vertébraux est rectiligne, ou ne décrit en avant qu'une concavité très faible, dont la flèche est difficilement appréciable. En comparant cette attitude à celle du repos, on voit combien peu les choses ont changé et combien peu se fléchit la région dorsale moyenne. Aussi, le tassement des corps est-il peu accentué et la hernie des fibro-cartilages, peu appréciable. L'écartement en éventail des apophyses épineuses est faible, l'espace interépineux s'accroît peu et la hauteur des ligaments jaunes n'augmente que du quart au plus de celle qu'ils présentent au repos. L'écartement des apophyses, quoique minime, permet cependant de les compter plus facilement sur le sujet vivant.

On sait que les deux dernières dorsales ont beaucoup des caractères anatomiques des vertèbres lombaires : corps haut et large, fibro-cartilage très épais, apophyses épineuses larges et saillantes. Elles s'en rapprochent encore par la nature de leurs mouvements, aussi en parlerons-nous plus loin.

La mensuration de la colonne dorsale en entier, à l'état de repos d'abord, à l'état de flexion ensuite, donne les résultats suivants : le tassement des corps raccourcit la colonne, en avant, d'un quinzième environ ; l'écartement des apophyses épineuses l'allonge, en arrière, d'un sixième à peu près.

3° *Flexion de la colonne lombaire.* — De la dixième dorsale à la dernière lombaire, il se forme un arc concave en avant. Pour passer de la convexité normale à la concavité de flexion, des modifications notables se produisent entre les vertèbres. Le tassement des corps est considérable et provoque une hernie forte des fibro-cartilages ; les apophyses épineuses s'écartent et les intervalles qui les séparent passent de 3, 4, 5 millimètres à 7, 8, 9 millimètres. Les ligaments jaunes s'allongent de 2, 3, 4 millimètres.

Ici, comme au dos et au cou, c'est la tension des ligaments jaunes et interépineux qui limite l'écartement des arcs postérieurs, comme la résistance des fibro-cartilages empêche le tassement des corps.

Le tassement des corps diminue la hauteur de la colonne lombaire d'un dixième environ, en avant, et l'écartement des apophyses l'accroît d'un quart environ, en arrière.

MOUVEMENT D'EXTENSION

Le sacrum restant fixé dans l'étau, nous portons en arrière l'extrémité supérieure de la colonne vertébrale, dans l'extension forte.

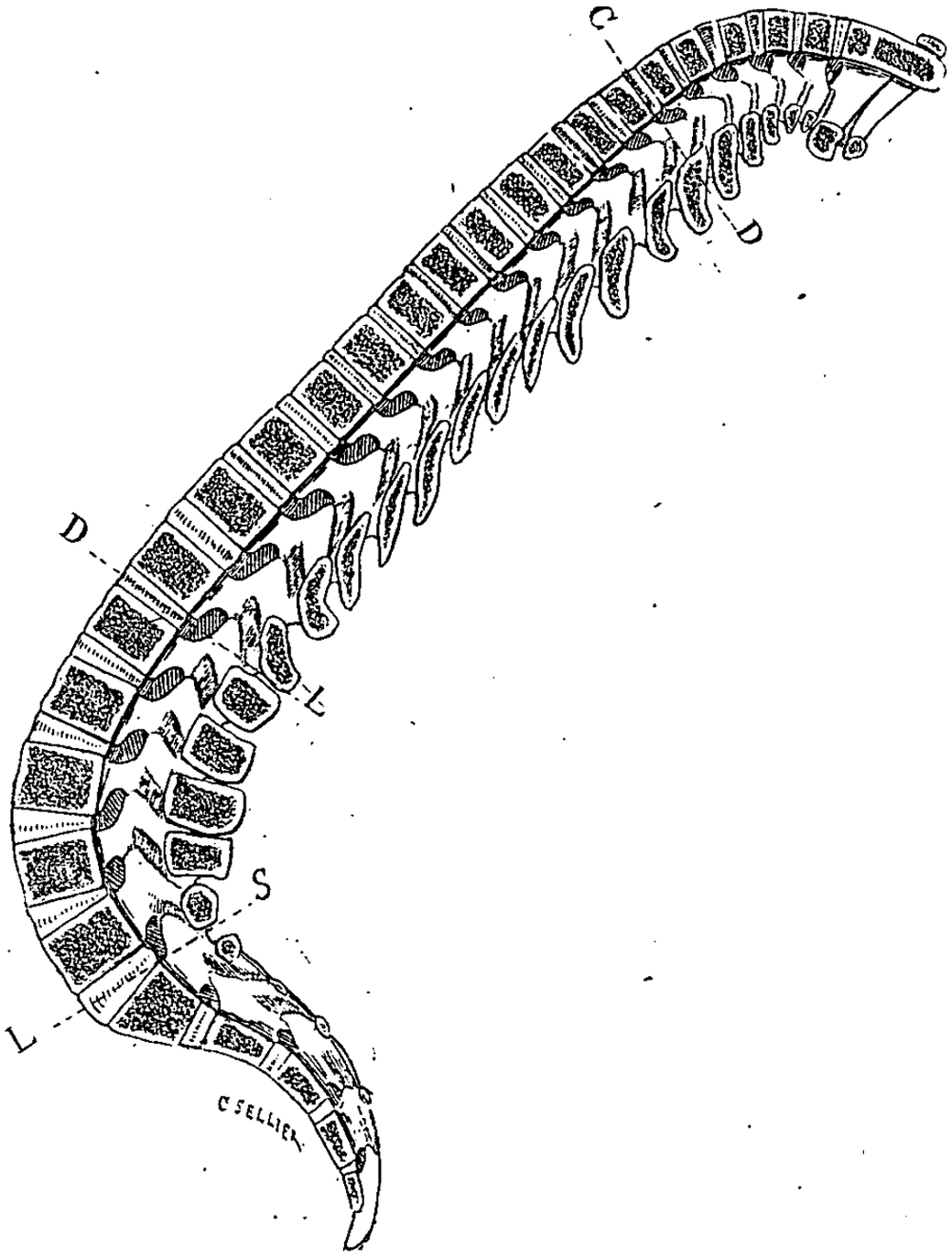


FIG. 5. — Extension forte du rachis. — Tassement des arcs postérieurs des vertèbres au cou et aux lombes.

La courbe que décrit la colonne, dans son ensemble, n'est pas régulière. La région dorsale, presque rectiligne, présente, à chacune de ses extrémités, une courbe accentuée : l'une, à la région cervicale; l'autre, à la région lombaire.

1° *Extension de la colonne cervicale.* — La série des corps vertébraux forme un arc convexe en avant, représentant à peu près le quart d'une circonférence de court rayon. La convexité normale de la région cervicale s'est donc accrue et la flèche de convexité passe de 6 à 15 millimètres environ. Dans cette position nouvelle, l'atlas se trouve placé dans le plan vertical ; l'apophyse odontoïde, à peu près dans le plan horizontal, et les cinq vertèbres qui suivent s'arrondissent en formant un quart de cercle. Les corps vertébraux s'écartent et au niveau des fibro-cartilages apparaît un sillon transversal. Il en résulte que la longueur totale de la colonne somatique augmente légèrement de longueur et passe de 8 centimètres à 8 centimètres et demi chez un enfant de 10 ans.

En arrière, les apophyses épineuses se rapprochent, les lames se superposent exactement et les espaces interlamaires disparaissent. Les ligaments jaunes font hernie, en quelque sorte, dans le canal médullaire.

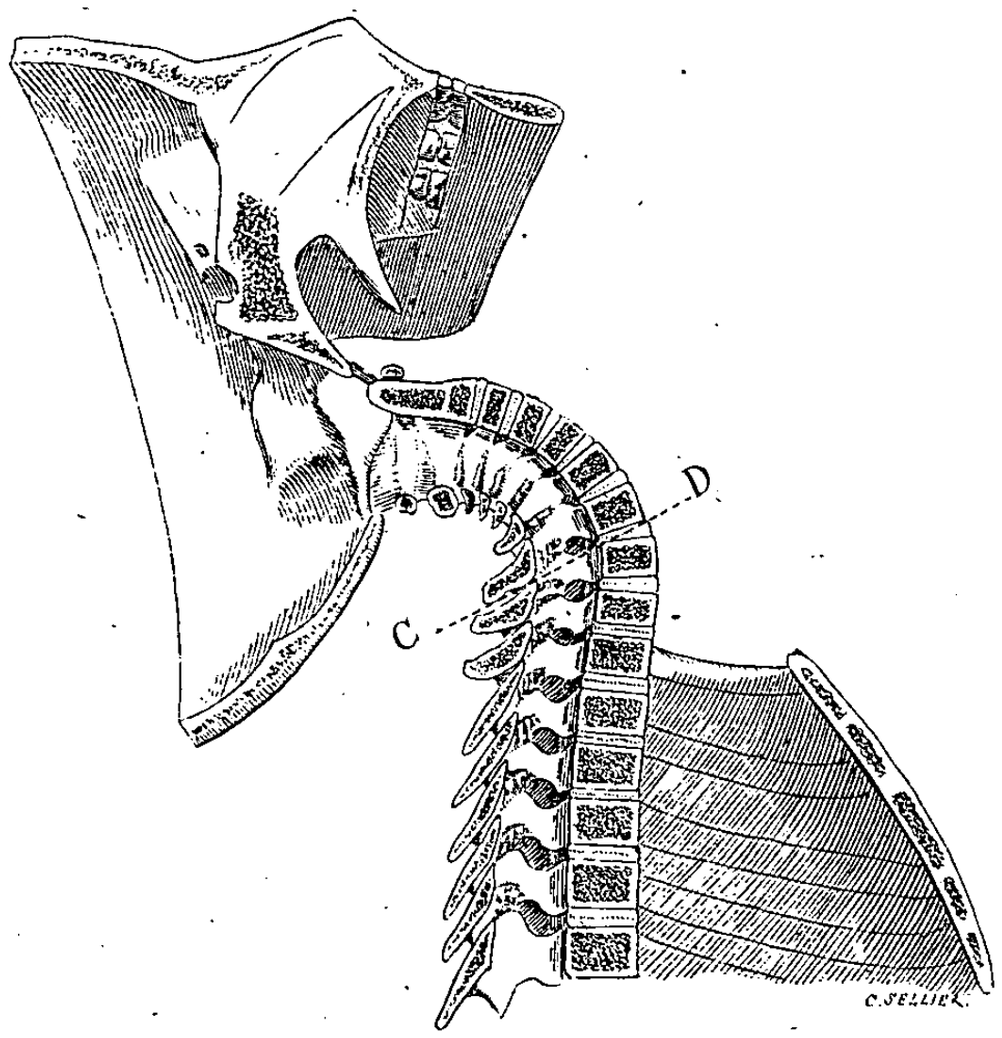


Fig. 6. — Extension forte de la tête et du cou. — Tassement des arcs postérieurs des vertèbres cervicales.

Sur le squelette préparé, c'est-à-dire débarrassé des parties molles, la faculté d'extension est si grande, au niveau du cou, que l'occipital arrive au contact de la colonne dorsale et que, le crâne enlevé, on peut presque amener la pointe de l'odontoïde à regarder en bas. Mais dans nos expériences comme dans les dessins, que nous représentons et qui en sont la reproduction exacte, nous n'avons recherché qu'une extension modérée : c'est

celle qui se produit même, avec une forte extension de la tête, sur le sujet vivant ou sur le cadavre intact. Dans ces conditions, les parties molles de la région antérieure du cou limitent la projection de la tête en arrière et empêchent cette exagération du mouvement d'extension.

Comment expliquer la possibilité d'une extension aussi considérable? Il faut faire intervenir le volume relativement considérable des fibro-cartilages, comparé à celui des corps vertébraux, d'une part; d'autre part, la faible hauteur des lames et l'atrophie des apophyses épineuses. On peut produire un tassement énorme des arcs postérieurs, tel que la distance, séparant les apophyses épineuses de l'atlas et de la septième cervicale, diminue d'un tiers de ce qu'elle est au repos.

2° *Extension de la colonne dorsale.* — Dans ce mouvement d'extension, la colonne dorsale, vue par devant, décrit une très légère convexité antérieure; les corps vertébraux s'écartent peu, le sillon répondant aux fibro-cartilages est peu prononcé.

En arrière, les apophyses épineuses s'imbriquent intimement, sans laisser entre elles aucun intervalle, et il devient, dans cet état, presque impossible de les compter sur le vivant. Les lames arrivent au contact, les ligaments jaunes perdent de leur hauteur, mais comme le rapprochement des lames est de faible importance, ils ne font pas saillie dans le canal rachidien, comme à la région du cou.

Cette limitation du mouvement d'extension, cet obstacle au tassement des arcs postérieurs doivent être attribués à l'engrènement étroit que présentent entre eux ces arcs postérieurs; les lames sont hautes et séparées par un minime intervalle; les apophyses épineuses sont longues, larges, presque verticales, au moins à la partie moyenne du dos, et chacune d'elles est étroitement serrée, presque emprisonnée entre ses deux voisines, lesquelles ne lui permettent que des déplacements modérés en flexion, comme en extension.

Dans l'extension, la colonne dorsale augmente de hauteur, en avant, et passe de 17 à 18 centimètres, chez un enfant de 10 ans; en arrière, le tassement des arcs postérieurs la raccourcit et elle passe de 17 centimètres et demi à 15 centimètres et demi chez le même sujet.

Extension de la colonne lombaire. — La série des corps forme une convexité antérieure très régulière; la flèche, qui est de 15 millimètres au repos, passe à 30 millimètres chez un enfant de 14 ans. Les corps, en s'écartant, laissent entre eux, au niveau de chaque disque, un large sillon intervertébral.

En arrière, les apophyses épineuses se rapprochent, arrivent au contact et limitent ainsi le mouvement d'extension; les lames se juxtaposent et

les ligaments jaunes forment un bourrelet saillant dans le canal rachidien.

Ce tassement des arcs postérieurs est considérable, et il diminue la hauteur de la colonne lombaire, en arrière, d'un quart environ.

MOUVEMENT D'INCLINAISON LATÉRALE

Au cou, ce mouvement est très étendu et il amène presque l'oreille au contact de l'épaule correspondante.

Pour qu'il se produise, les disques intervertébraux sont refoulés du côté opposé et font saillie à ce niveau. Ce qui le bride, c'est la résistance des disques, le contact des apophyses transverses du côté de l'inclinaison, la résistance, du côté opposé, des fibres latérales du ligament commun vertébral antérieur (Cruveillier).

En pratique, la conservation de l'inclinaison latérale et de l'extension est le meilleur signe de l'intégrité de la colonne cervicale. Le début du mal de Pott, comme le début de toute arthrite, est marqué par la contracture musculaire qui immobilise les surfaces articulaires malades. Au cou, le mal de Pott provoque la rigidité absolue et l'impossibilité de produire à son niveau, soit la flexion, soit l'extension, soit l'inclinaison latérale.

Au dos, l'inclinaison latérale est moins étendue. Elle est limitée par le contact des apophyses transverses et des côtes. Nous savons d'ailleurs que l'extension est presque nulle à l'état normal, et qu'il faut éviter de considérer cet état comme pathologique. Néanmoins, un bon signe du mal de Pott dorsal, à son début, sera encore la raideur de la colonne dorsale et l'impossibilité de la flexion latérale. Pour la reconnaître, l'enfant est couché sur le ventre, ses deux bras reposant sur le bras gauche du chirurgien, dont la main droite fixe et immobilise les lombes. Portant son bras gauche et avec lui les épaules du malade, à droite et à gauche successivement, le chirurgien cherche à produire l'inclinaison latérale du rachis dorsal. Si elle se produit facilement, on conclura à l'intégrité de la colonne dorsale.

Aux lombes, l'inclinaison latérale est très accentuée et elle rapproche la crête iliaque des fausses côtes correspondantes : moins marquée qu'à la région du cou, plus étendue qu'à la région dorsale.

MOUVEMENT DE ROTATION OU DE TORSION

C'est au niveau des vertèbres cervicales que ce mouvement est le plus étendu ; de la première à la septième dorsale, il est presque nul ; de la huitième à la douzième dorsale, il est très accentué ; de la onzième à la cinquième lombaire, il est à peine constatable.

Si d'ailleurs son étude est importante en ce qui concerne les affections non inflammatoires du rachis, son intérêt est moins considérable pour ce qui a trait au mal de Pott.

RÉSUMÉ

De tout ce qui précède, on peut tirer quelques propositions générales. Nous les avons comparées avec les résultats obtenus par E.-H. Weber (1). Les différences sont peu considérables et doivent tenir aux conditions différentes dans lesquelles ont été poursuivies ses expériences et les nôtres; tandis qu'il les a faites sur des sujets adultes, nous les avons pratiquées sur des colonnes vertébrales d'enfants âgés de moins de 16 ans.

La flexion est faible au niveau des cinq premières cervicales, de la sixième à la dixième dorsale; au niveau des trois dernières lombaires.

Elle est forte à la région cervico-dorsale, de la sixième cervicale à la sixième dorsale; à la région dorso-lombaire, de la dixième dorsale à la deuxième lombaire inclusivement.

Weber trouve, chez l'adulte, le maximum de flexion de la quatrième à la sixième cervicale. Malgaigne reconnaît qu'il y a de grandes variétés, touchant les points où la flexion est la plus forte. Lui et Chassaignac ont trouvé souvent que le principal mouvement de flexion, au cou, siégeait de la cinquième à la septième cervicale.

Plus bas, pour les mêmes auteurs, la flexion est très forte de la onzième dorsale à la troisième lombaire et au niveau de l'articulation sacro-lombaire.

La pathologie confirme les résultats de l'expérimentation; c'est sur la région où les mouvements de flexion sont le plus prononcés, à cause de la laxité plus grande des ligaments et des moyens de contention en général, qu'on observe le plus souvent la luxation des vertèbres, soit simple, soit compliquée de fractures articulaires.

La statistique rapportée par Malgaigne établit qu'on peut ainsi les grouper par ordre décroissant de fréquence :

Luxation de la 5e cervicale sur la 6e.
— de la 6e — sur la 7e.
— de la 7e sur la 1re dorsale.
— de la 12e dorsale sur la 1re lombaire.
— de la 10e dorsale.
— de la 1re lombaire.

La luxation des dorsales moyennes est exceptionnelle.

(1) E.-H. Weber, Recherches anatomo-physiologiques sur quelques dispositions particulières dans le mécanisme de la colonne vertébrale chez l'homme (*Journal complémentaire*, t. XXIX).

L'extension est faible au dos ; elle est forte au cou et aux lombes. L'inclinaison latérale est très grande au cou, à la région dorsale moyenne et aux lombes.

La rotation est surtout considérable au cou, à la région dorsale inférieure ; nulle à la région dorsale et moyenne aux lombes.

En examinant successivement chaque région, nous voyons que le cou est la portion de la colonne vertébrale la plus mobile : il se fléchit peu, sauf à son extrémité inférieure ; il s'étend beaucoup et le tassement des arcs postérieurs y est énorme. L'inclinaison latérale et la torsion y sont très accentuées.

Le dos s'étend médiocrement sur toute son étendue ; il se fléchit très peu à sa partie moyenne et beaucoup plus à ses extrémités supérieure et inférieure ; la torsion y est très prononcée en bas et l'inclinaison latérale peu appréciable.

Les lombes se fléchissent peu, s'étendent beaucoup ; l'inclinaison latérale y est marquée et la torsion à peu près nulle.

La connaissance de ces notions physiologiques nous sera utile dans la suite ; elle sert, en pratique, à dépister de très bonne heure l'existence d'un mal de Pott : au cou, par la limitation ou l'abolition de l'extension et de l'inclinaison latérale ; au dos, par l'abolition de l'inclinaison latérale ; aux lombes, par l'impossibilité de l'inclinaison latérale et de l'extension.

GIBBOSITÉS EXPÉRIMENTALES

Bonnet, de Lyon, a essayé de reproduire les gibbosités vertébrales, en enlevant un segment triangulaire de vertèbre par un trait de scie : comme lui, pour produire expérimentalement le mal de Pott, nous enlevons un et plusieurs corps vertébraux successivement, en respectant les pédicules.

Nous nous rapprochons ainsi des conditions que crée la tuberculose. Elle s'attaque, en effet, au tissu spongieux, ulcère, creuse, cavernise, détruit les corps vertébraux, tandis qu'elle respecte le tissu compact, dont sont formés les pédicules, ou ne les atteint que secondairement.

Les modifications, résultant de l'absence d'un ou de plusieurs corps vertébraux, ont été étudiées, comme précédemment, sur la colonne vertébrale entière et sur des coupes médianes.

Qu'arrive-t-il d'une manière générale, quand la série des corps vertébraux a été interrompue ? Le segment vertébral supérieur s'infléchit sur le segment inférieur, sous la pression du poids du corps et des contractions musculaires, remplacé, dans nos expériences, par la main qui presse plus ou moins fortement sur lui ; le dernier corps vertébral du segment supérieur tend à s'approcher du premier corps du segment inférieur, à prendre contact avec lui.

Ce rapprochement, que nous appelons inflexion, est variable, selon qu'un seul ou plusieurs corps vertébraux ont été supprimés, selon aussi certaines particularités anatomiques que nous apprendrons à connaître.

L'inflexion est complète, quand les deux segments vertébraux arrivent au contact ; incomplète, quand ils restent séparés par un intervalle de hauteur variable.

En s'infléchissant, le segment supérieur s'incline en avant et s'éloigne de sa position primitive ; le chemin ainsi parcouru peut être mesuré par un angle, l'angle d'inflexion, dont les côtés sont représentés par le segment supérieur en position normale et par le même en position infléchie.

Une fois l'inflexion produite, les deux segments limitent entre eux un angle rentrant intersegmentaire, qui est supplémentaire, de l'angle d'inflexion ; pour chaque nouvelle position du segment supérieur, ces deux angles varient en raison inverse l'un de l'autre.

GIBBOSITÉS EXPÉRIMENTALES A LA RÉGION CERVICALE.

Si nous supprimons un seul corps vertébral du cou, le quatrième par exemple, et que nous pressions sur la série des corps du segment supérieur, celui-ci se porte en avant, s'infléchit et la convexité en avant de la colonne cervicale cesse d'exister ; l'angle d'inflexion, c'est-à-dire celui qui mesure la distance de la position primitive du segment supérieur à sa position nouvelle est de 15 degrés environ ; l'angle rentrant intersegmentaire est, par contre, très grand, mesurant 165 degrés environ.

Les corps extrêmes des deux segments n'arrivent pas au contact. Ils restent séparés par une hauteur qui égale à peu près la moitié du corps vertébral disparu. Pourquoi l'inflexion est-elle incomplète ? Il faut faire intervenir ici une disposition anatomique propre à la région cervicale. On sait que les pédicules et les apophyses transverses s'attachent sur les côtés des corps des vertèbres cervicales et non pas sur leur face postérieure, comme au dos et aux lombes. Lorsque le corps cervical a disparu, les apophyses transverses et les pédicules peuvent en tenir lieu en partie, car ils restent coincés entre les deux segments et s'opposent à l'inflexion du segment supérieur.

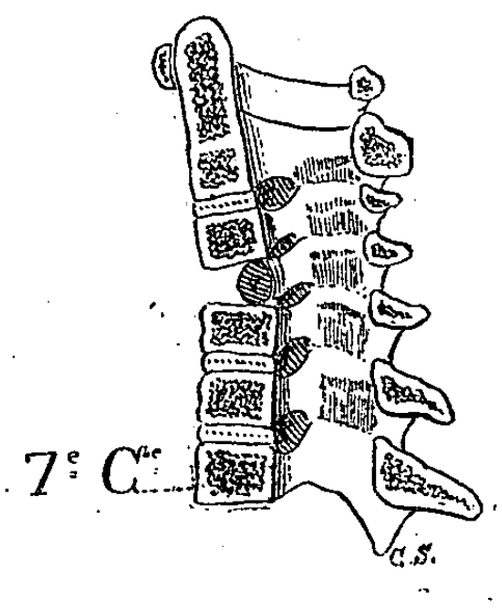


FIG. 7. — Ablation des corps de la quatrième vertèbre cervicale. — Inflexion consécutive, sans tassement des arcs postérieurs. — Inflexion incomplète par suite du coincement intersegmentaire des apophyses transverses.

En arrière, les apophyses épineuses des troisième et cinquième cervicales s'écartent de la quatrième ; elles sont, dès lors, toutes trois situées sur le même

plan vertical. Le creux normal, que forme la série des épines cervicales, disparaît.

Un mouvement de bascule des vertèbres se produit autour de leurs apophyses articulaires, devenues points d'appui : il a pour résultat de rapprocher les corps, tandis que les arcs postérieurs divergent en éventail.

L'écartement des arcs postérieurs est en grande partie limité par la tension des ligaments jaunes et interépineux *(fig. 8)*.

Enlevons deux corps vertébraux, les quatrième et cinquième et exerçons une pression sur le segment supérieur ; il s'incline en avant et il s'infléchit. L'inflexion est incomplète et une hauteur de corps vertébral sépare les deux segments. La cause qui empêche le contact est la même que dans la première expérience : interposition des apophyses transversales. L'angle d'inflexion mesure 25 degrés environ ; l'angle rentrant intersegmentaire diminue d'autant, il est moins obtus que tout à l'heure. La distance de la pointe de la dent à la première dorsale diminue d'un quart environ.

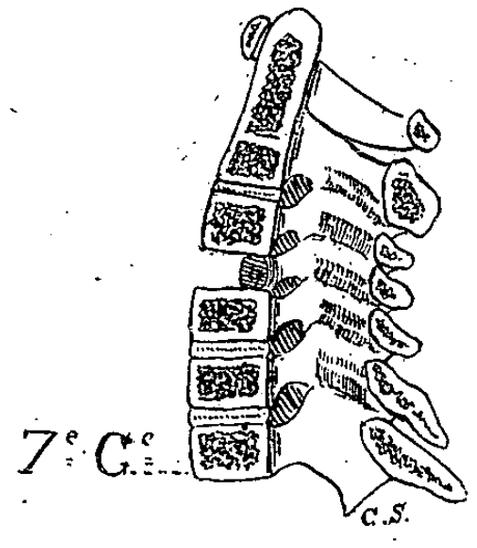


FIG. 8. — Même expérience que dans la figure 7. — Inflexion corrigée par le tassement des arcs vertébraux postérieurs. — Coincement intersegmentaire des apophyses transverses.

En arrière, les apophyses épineuses des troisième, quatrième, cinquième, sixième cervicales s'écartent fortement et elles forment, par leur ensemble, une ligne légèrement convexe en arrière, un rudiment de gibbosité *(fig. 9)*.

Avec trois corps vertébraux détruits (3e, 4e, 5e), les choses se présentent de même et tous les signes déjà cités s'exagèrent : agrandissement de l'angle d'inflexion, diminution de l'angle intersegmentaire, accroissement de la gibbosité.

Cependant, ces expériences, si on les considérait comme définitives, ne représenteraient pas les choses telles qu'elles se passent en réalité. La solution de continuité produite dans la série des corps vertébraux, soit expérimentalement, soit par le mal de Pott, empêche la transmission du poids de la tête de se faire dans les conditions normales, c'est-à-dire par l'intermédiaire de la colonne somatique elle-même. Cette transmission se fait, au niveau du foyer expérimental ou tuberculeux, par la série des arcs postérieurs restés intacts.

Aussi, par l'effet de l'attitude que prennent instinctivement les malades et de la contracture musculaire, ces arcs postérieurs se rapprochent, se superposent de manière à former une colonne osseuse continue, susceptible de remplacer la colonne somatique disparue : il se produit un tassement des arcs postérieurs.

L'étude des mouvements du cou nous a appris que la colonne cervicale possède une faculté d'extension considérable, que les arcs postérieurs peuvent subir un tassement énorme, tel que la hauteur totale des arcs postérieurs, dans l'extension forcée, diminue d'un tiers.

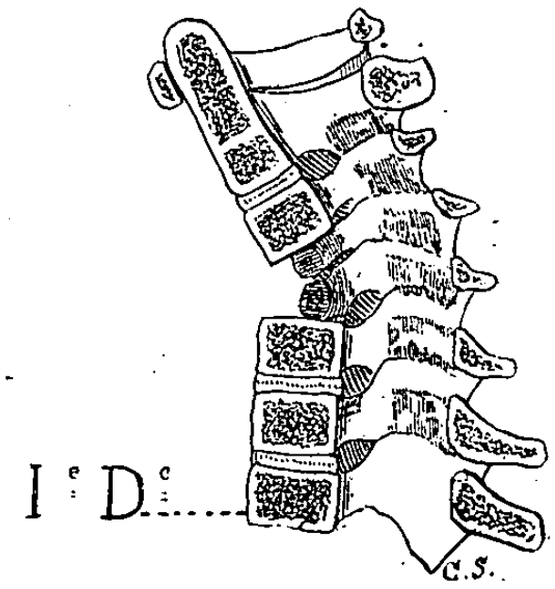


Fig. 9. — Ablation des corps des quatrième et cinquième vertèbre cervicales. — Inflexion incomplète par suite du coincement intersegmentaire des apophyses transverses. — Inflexion produite sans tassement des arcs postérieurs.

Si nous reprenons nos expériences et si nous produisons le tassement sur les pièces déjà étudiées, nous voyons apparaître, à leur niveau, des modifications très importantes. Sur la première, celle dont un seul corps était enlevé *(fig. 8)*, l'angle d'inflexion disparaît, le segment supérieur se remet en place et la colonne cervicale redevient, dans son ensemble, convexe en avant.

Les deux segments restent séparés par une petite distance ; les arcs postérieurs se rapprochent fortement et se tassent en raison des causes déjà connues : faible hauteur des lames et des pédicules, faible volume des apophyses épineuses moyennes. La saillie des apophyses épineuses forme une ligne droite verticale au lieu d'une ligne convexe en arrière : le tassement corrige donc la gibbosité ; de plus, de concert avec le rapprochement des segments en avant, il raccourcit la hauteur de la colonne cervicale.

La production du tassement, après ablation de deux corps *(fig. 10)*, donne des résultats identiques aux précédents : effacement de l'angle d'inflexion, remise en place du segment vertébral supérieur, qui se redresse et forme avec l'inférieur une ligne convexe en avant ; correction de la gibbosité, car les épines forment une ligne droite et verticale au lieu d'une ligne convexe en arrière ; enfin, raccourcissement en hauteur de la colonne cervicale, mesurant près d'un centimètre.

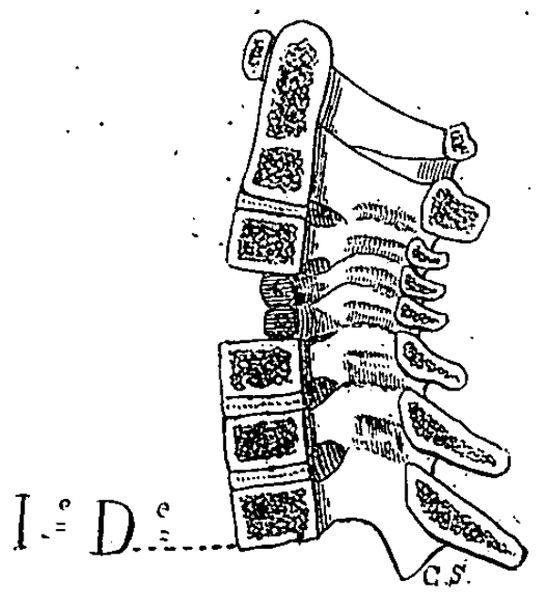


Fig. 10. — Effet du tassement des arcs postérieurs dans l'expérience de la figure 9.

Après l'ablation de trois corps, le tassement ne laisse persister qu'un angle d'inflexion modéré ; il corrige en grande partie la gibbosité, mais non complètement ; le raccourcissement de la colonne cervicale augmente.

En résumé, nous voyons que, au cou, l'inflexion est presque toujours incomplète. Le tassement des arcs postérieurs, fort étendu, a pour résul-

tats de superposer les apophyses épineuses, sans intervalle appréciable, de sorte qu'il est difficile de les compter sur le sujet vivant ; de raccourcir en hauteur la colonne cervicale ; de corriger ou d'atténuer sensiblement la gibbosité due à l'écartement et à la saillie en arrière des arcs postérieurs.

L'étude des pièces pathologiques confirme la plupart de ces propositions ; la figure 11 représente un mal de Pott cervical très étendu : les cinq derniers

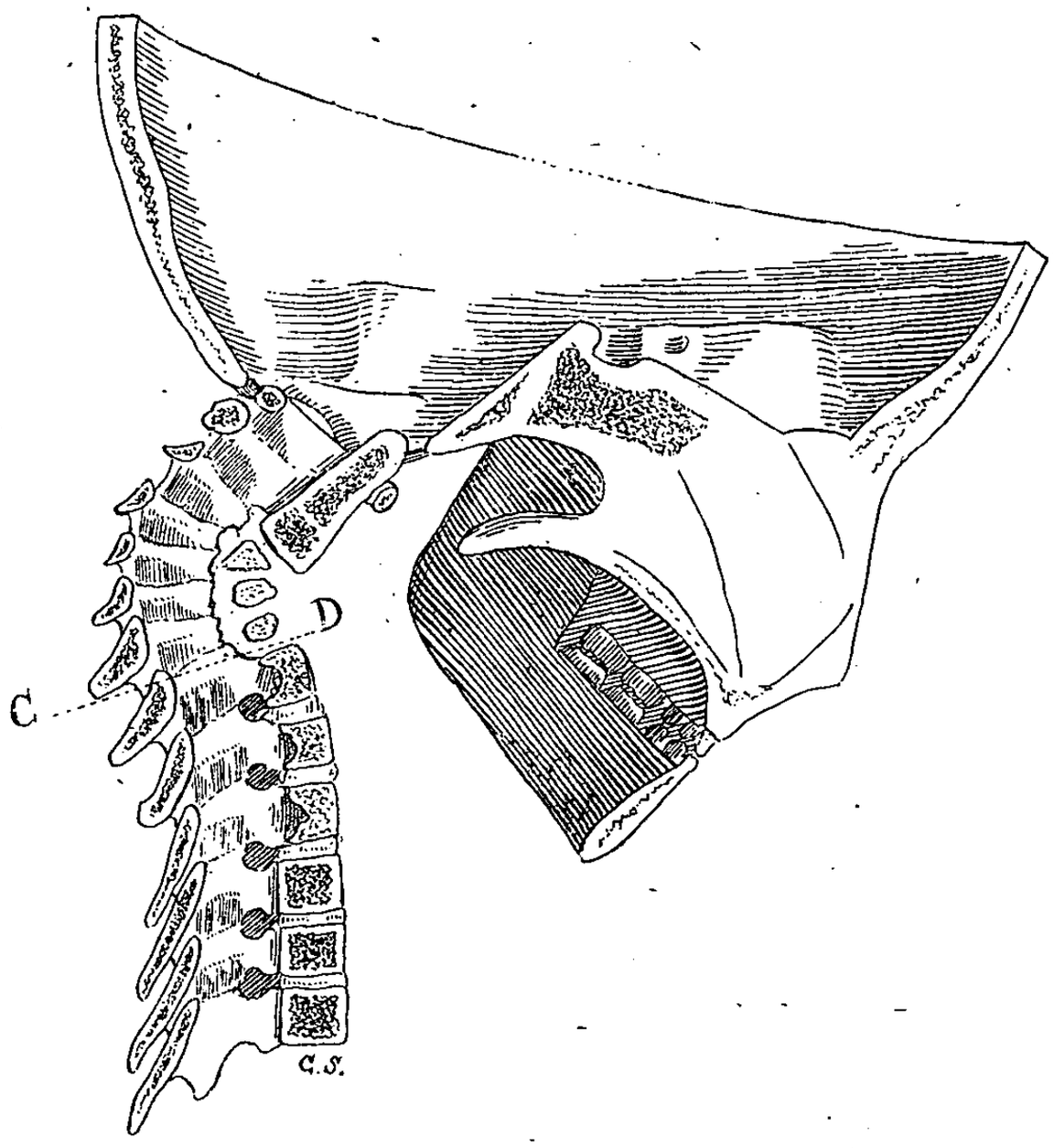


Fig. 11. — Mal de Pott cervical. Destruction de cinq corps vertébraux. — Inflexion incomplète.

corps vertébraux sont détruits en grande partie, les deux premières dorsales sont altérées. On voit que l'inflexion est incomplète et que les deux segments sont restés à une distance considérable l'un de l'autre ; que la gibbosité est peu accentuée, malgré le nombre considérable de vertèbres détruites, et cela grâce au tassement des arcs postérieurs, au redressement du segment supérieur et au raccourcissement de la colonne cervicale.

GIBBOSITÉS EXPÉRIMENTALES A LA RÉGION DORSALE

Nous étudierons d'abord la colonne dorsale, débarrassée de ses connexions thoraciques.

Si nous enlevons un seul corps vertébral, le neuvième, par exemple, le

segment supérieur s'infléchit sur l'inférieur et les deux arrivent au contact, moyennant une pression modérée : l'inflexion est complète. Sous ce rapport, la région dorsale diffère de la région cervicale ; car, au dos, les pédicules sont attachés à la face postérieure des corps vertébraux et n'opposent pas d'obstacle à l'inflexion. Le segment supérieur se porte en avant et le chemin parcouru depuis la position de repos jusqu'à la position nouvelle se mesure par l'angle d'inflexion ; il est de 25 degrés environ. L'angle intersegmentaire se ferme d'autant.

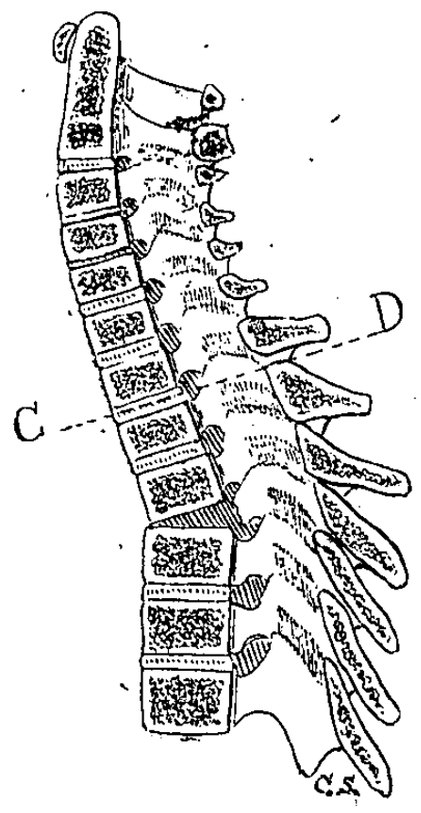


Fig. 12. — Ablation du corps de la troisième dorsale. — Inflexion consécutive.

L'arc postérieur de la huitième dorsale s'écarte de celui de la neuvième et il s'élève ; la huitième apophyse s'éloigne de la neuvième. Le doigt s'insinue facilement entre elles.

La neuvième apophyse, appartenant à un arc privé de ses attaches somatiques, est enucléée, chassée en arrière par la pression d'en haut et d'en bas, comme un noyau de cerise entre les doigts. Il se forme ainsi une gibbosité légère due à la saillie de la neuvième apophyse, d'une part, et, d'autre part, à l'élévation de la huitième apophyse, dont le corps a basculé en avant.

Bonnet pose la question de savoir quelle est l'apophyse épineuse dont la saillie forme la gibbosité : « Est-ce l'apophyse épineuse de la vertèbre malade, est-ce celle de la vertèbre supérieure ou de la vertèbre inférieure à la lésion ? » Il pense que c'est celle de la vertèbre malade et nous le croyons comme lui. En effet, l'arc postérieur, dont le corps est détruit, glisse en arrière, par suite de la direction de ses apophyses articulaires inférieures qui glissent sur celles de l'arc sous-jacent. Les apophyses articulaires supérieures, qui regardent en haut et en arrière, pourraient être retenues par celles de l'arc sus-jacent. Mais il n'en est rien, à cause de l'élévation et de la bascule en l'air de cet arc, élévation qui a pour effet de libérer une grande partie des apophyses articulaires supérieures de l'arc malade et de découvrir son apophyse épineuse, par conséquent de rendre sa taille plus appréciable.

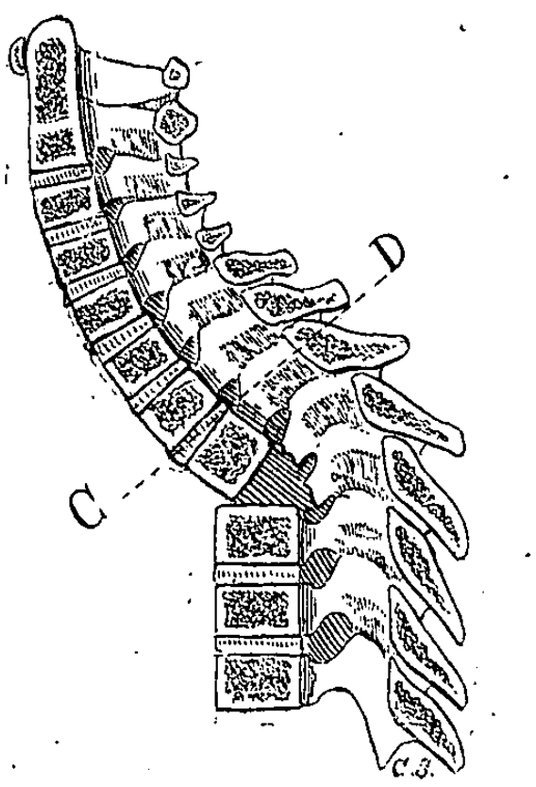


Fig. 13. — Ablation des corps des deuxième et troisième vertèbres dorsales. — Inflexion consécutive.

Avec deux corps vertébraux enlevés, les deuxième et troisième, l'inflexion est complète, l'angle d'inflexion grandit, il mesure 45 degrés; l'angle rentrant intersegmentaire diminue.

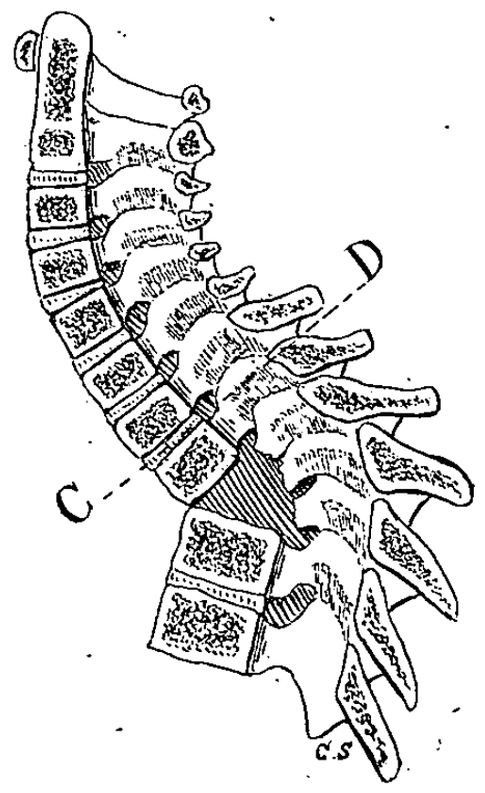


Fig. 14. — Ablation des corps des deuxième, troisième, quatrième vertèbres dorsales. — Inflexion consécutive.

Les apophyses épineuses des première, deuxième, troisième dorsales s'écartent en éventail et l'encoche, qui normalement les sépare, augmente de dimension. Les deux arcs postérieurs, détachés de leurs corps respectifs, sont chassés en arrière. La gibbosité, déjà fort appréciable, est causée par les deux déformations suivantes : énucléation en arrière des deux arcs détachés, élévation des arcs immédiatement sus-jacents qui découvrent les apophyses épineuses luxées.

L'ablation de trois corps, septième, huitième et neuvième, exagère encore ces signes. L'angle d'inflexion augmente et dépasse 45 degrés. L'angle intersegmentaire diminue d'autant. L'inflexion est complète, puisque les deux segments se touchent. Mais le segment supérieur n'arrive pas seulement au contact de l'inférieur. Il se luxe encore en arrière de lui. La dernière vertèbre du segment supérieur repose, par sa face antérieure, sur la face supérieure de la première vertèbre du segment inférieur resté en place.

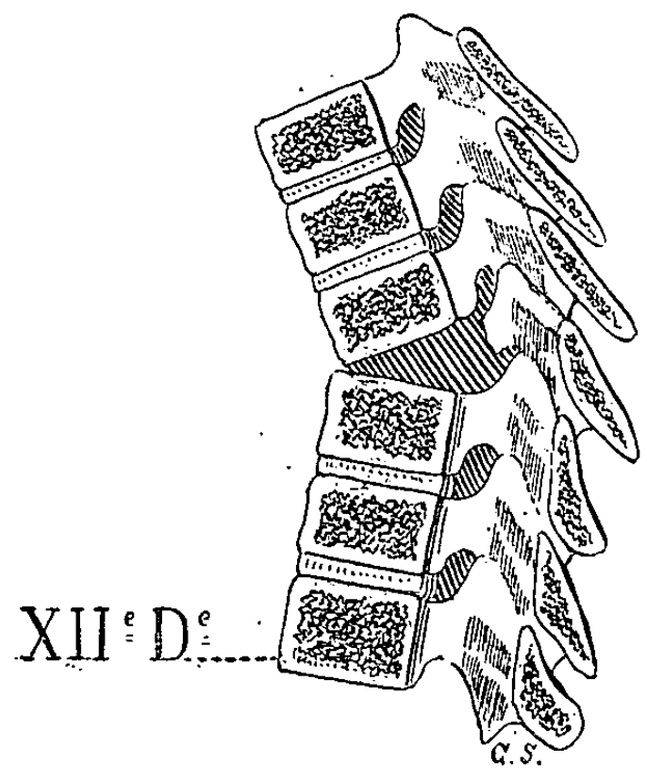


Fig. 15. — Ablation du corps de la neuvième vertèbre dorsale. — Inflexion.

Avec un plus grand nombre de vertèbres détruites, le fragment supérieur s'appuie sur l'inférieur par la face antérieure de deux de ses vertèbres; les plus inférieures peuvent passer même en arrière du segment inférieur. Dans ce cas l'angle d'inflexion atteint ou dépasse 90 degrés.

Quel sera au niveau du dos le degré du tassement? Nous avons dit que le tassement et l'extension sont deux termes différents exprimant la même chose : la faculté, pour les arcs postérieurs, de se rapprocher, de se juxtaposer étroitement, de manière à diminuer la hauteur totale de la colonne qu'ils forment par leur superposition. Au dos, l'extension est très faible et le tassement ne modifie

nullement ce que nous avons dit *(fig. 12 et suivantes)*. Après ablation de deux corps *(fig. 13)*, le tassement essayé, même avec force, ne rapproche pas sensiblement les arcs postérieurs. La gibbosité est, de ce fait, très marquée. Le tassement aurait eu pour résultat, comme on l'a vu, de diminuer l'angle d'inflexion, d'atténuer la saillie en arrière des apophyses épineuses. Il est aisé de prévoir, dès maintenant, que le dos sera le siège des gibbosités considérables.

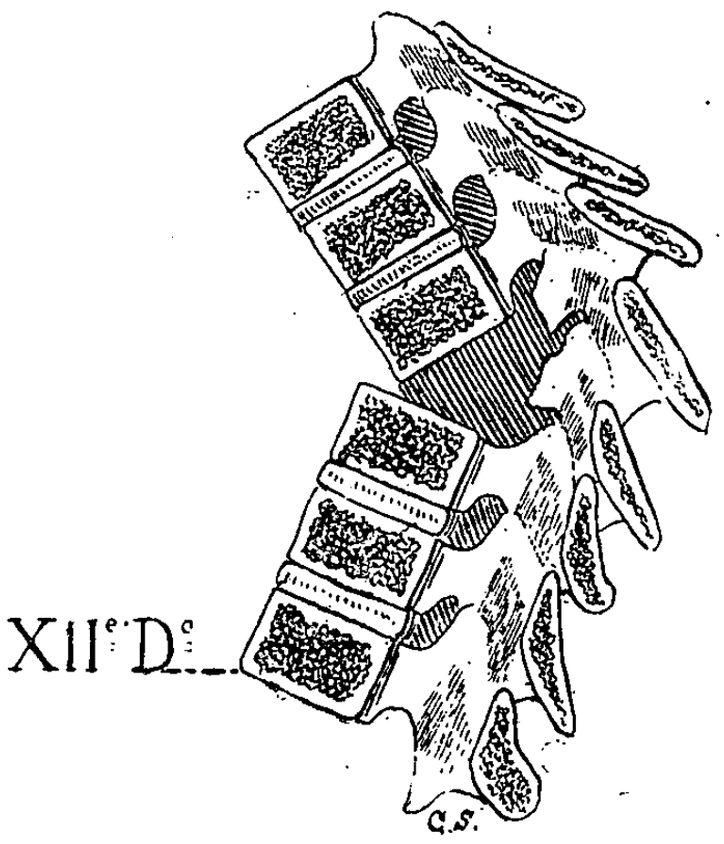


Fig. 16. — Ablation des corps des huitième et neuvième vertèbres dorsales. — Inflexion consécutive.

Après la suppression de trois vertèbres *(fig. 14 et 17)*, le tassement en produit aucun changement : la gibbosité devient arrondie, la série des apophyses épineuses formant un arc de cercle à grand rayon.

En se rapportant à des pièces pathologiques, on voit se produire assez exactement les particularités que nous a révélées l'expérimentation. Si une seule vertèbre est détruite, l'inflexion est complète, au niveau du rachis antérieur ; l'arc postérieur, privé de ses attaches somatiques, fait saillie en arrière ; c'est lui qui est l'élément constituant de la gibbosité : celle-ci est petite et franchement angulaire.

Quand deux ou trois vertèbres ont disparu, du fait de la tuberculose, le segment supérieur se porte en avant et l'angle d'inflexion se rapproche plus ou moins de l'angle droit qu'il peut atteindre et quelquefois même dépasser. L'inflexion est, en général, complète et les deux segments arrivent à se toucher ; les surfaces de contact ne sont pas régulières, le plus souvent, mais anfractueuses, irrégulières, baignant dans le pus d'abcès froid.

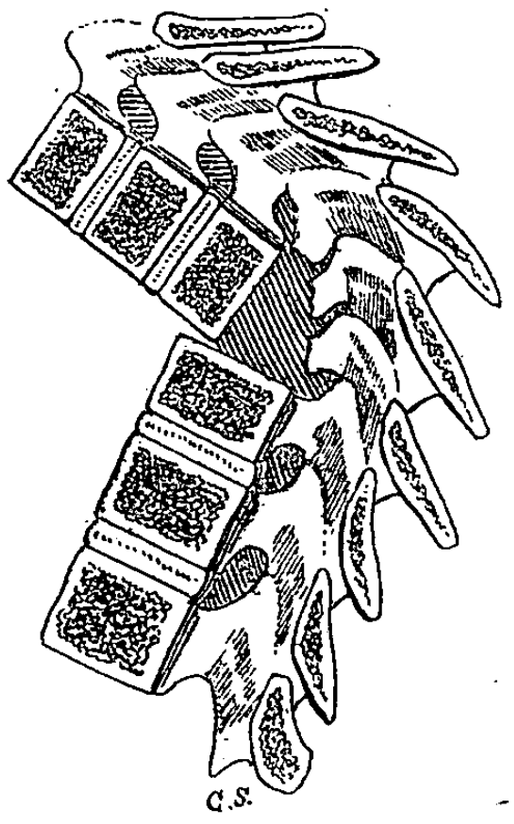


Fig. 17. — Ablation des corps des septième, huitième, neuvième vertèbres dorsales. — Inflexion consécutive.

Si l'inflexion s'exagère, le dernier corps du segment supérieur passe en arrière du segment inférieur et fait saillie dans le canal rachidien. Les deux corps, situés immédiatement au-dessus, répondent, par leur face antérieure, à la face supérieure du segment inférieur.

Cette disposition est celle que l'on observe en général sur les pièces pathologiques, celle qu'on réalise toujours par la production expérimentale du mal de Pott.

Cependant, on observe quelquefois la luxation du segment supérieur en avant de l'inférieur. Mais ce n'est pas la position primitivement occupée par le segment supérieur. Les corps vertébraux qui s'appuient sur le segment inférieur sont détruits par ulcération compressive. Que cette destruction soit complète et le segment supérieur se luxe, mais secondairement, en avant de l'inférieur.

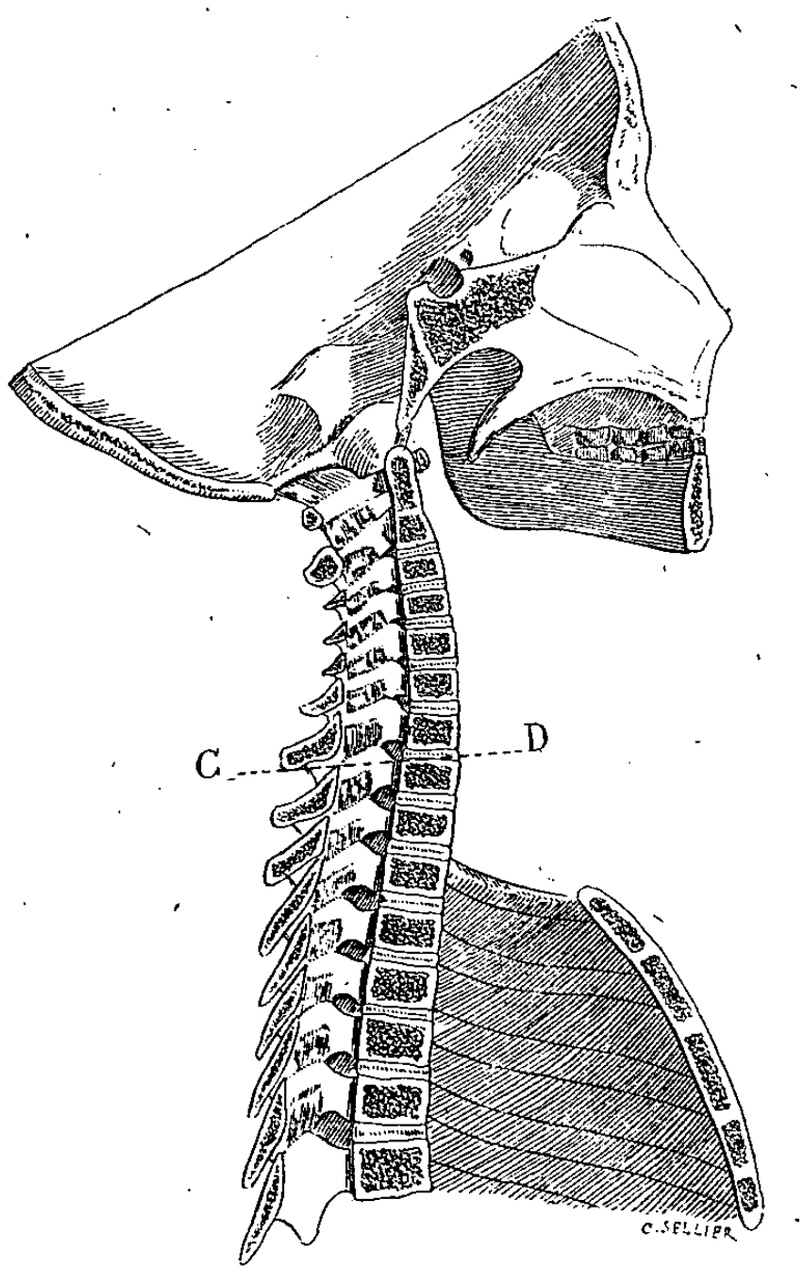


FIG. 18. — Rapport normal de la poignée du sternum avec le rachis.

Au niveau du rachis postérieur, les pièces pathologiques permettent de voir qu'il n'y a pas de tassement. La gibbosité est considérable, même si la destruction ne porte que sur trois ou quatre vertèbres. Elle est due à la disposition radiée des pédicules, dont les corps vertébraux ont basculé en avant, à l'énucléation et à la saillie en arrière des arcs postérieurs correspondant aux corps vertébraux détruits.

Si l'on suit avec le doigt, de bas en haut, la crête épineuse, on sent, en arrivant sur la gibbosité, une saillie nette, surplombant le reste, une marche d'escalier que le doigt devra gravir ; cette apophyse, chassée en arrière, répond au premier arc dont le corps est détruit. Au-dessus, les épines forment une série arrondie et divergente en éventail ; le doigt s'insinue facilement entre elles. Cette épine saillante, cette marche d'escalier, sert à marquer en bas le niveau où s'arrête la destruction totale des corps vertébraux. Il est plus difficile de le déterminer en haut.

La disposition radiée des apophyses épineuses peut ne pas se montrer au niveau de la gibbosité. Elles se retournent, s'arrondissent et regardent en bas par leur pointe : il faut faire intervenir ici l'action des ligaments interépineux qui infléchissent les apophyses et les attirent en bas.

Quand le nombre de vertèbres détruites est considérable, les gibbosités dorsales deviennent très volumineuses à cause de la facilité qu'éprouve le segment supérieur à s'infléchir sur l'inférieur, et à cause aussi du défaut de tassement. Le dos est le siège de prédilection des grosses bosses.

Rôle du thorax. — Le thorax joue un rôle très important dans la morphologie de la colonne vertébrale au cours du mal de Pott. L'expérimentation et les pièces pathologiques nous ont donné, au sujet de ce rôle, des résultats concordants.

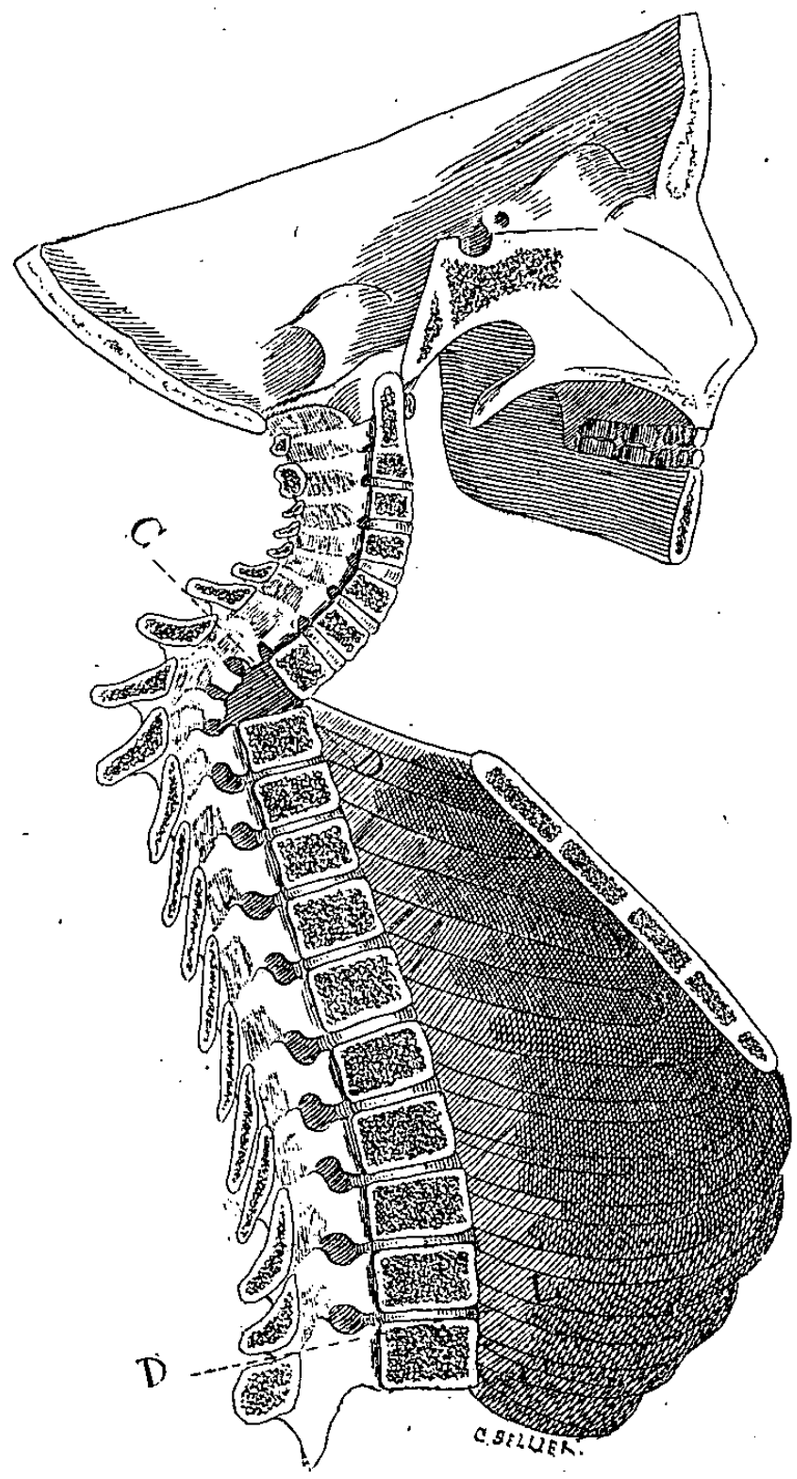


FIG. 19. — Abaissement de la poignée du sternum et rétrécissement antéro-postérieur du thorax, en haut, dans la gibbosité dorsale supérieure.

Si deux ou trois vertèbres sont enlevées au milieu du dos, le thorax lutte contre l'affaissement du segment supérieur sur l'inférieur ; il empêche l'inflexion complète de se produire, et les deux segments restent un certain temps séparés par un intervalle de hauteur variable. Le sternum est porté en avant et le thorax devient globuleux.

Si la destruction porte sur les vertèbres dorsales supérieures, l'abaissement du segment supérieur n'est pas empêché. Les premières côtes s'abaissent avec lui et entraînent la fourchette du sternum qui descend en regard de la quatrième ou de la cinquième vertèbre dorsale, alors qu'à l'état normal elle est en regard de la deuxième. En outre, les côtes inférieures implantées sur le segment inférieur s'opposent à l'abaissement des côtes supérieures, mais dans une faible mesure.

De ce conflit résulte la projection forte de l'extrémité inférieure du sternum et de l'appendice xyhoïde; cette déformation, coïncidant avec une gibbosité interscapulaire, généralement aiguë, donne lieu à la poitrine de polichinelle.

GIBBOSITÉS EXPÉRIMENTALES A LA RÉGION LOMBAIRE

On sait que l'extension du rachis lombaire est très accentuée, que le tassement qui s'y produit est du quart de sa hauteur; on peut prévoir ce qui va se passer, quand nous enlèverons un ou deux corps vertébraux.

Si c'est le troisième corps qui est détruit, la convexité en avant de la colonne lombaire disparaît, quand nous pressons sur le rachis antérieur. L'angle d'inflexion mesure 40 à 45 degrés. L'inflexion est complète et les deux segments arrivent en contact.

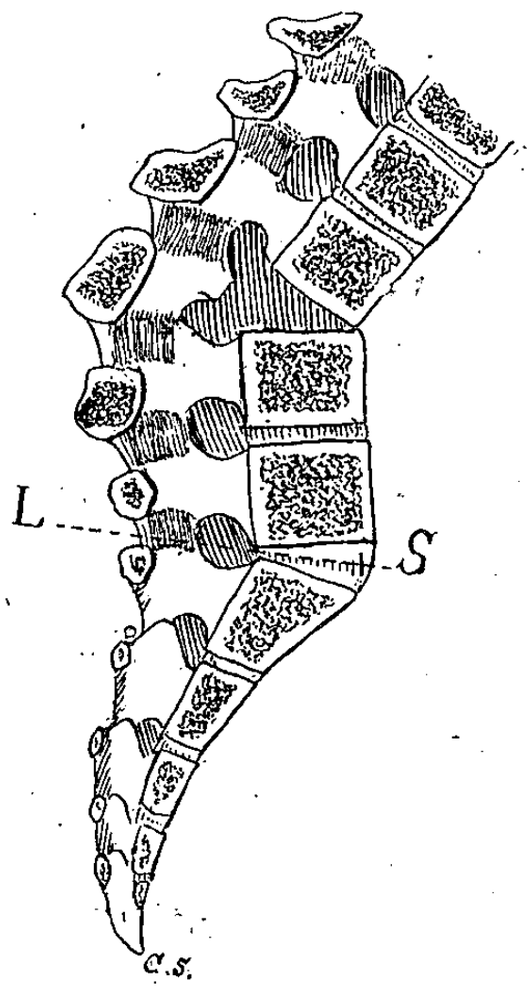


FIG. 20. — Ablation du corps de la troisième vertèbre lombaire. — Inflexion complète sans tassement des arcs postérieurs.

Les apophyses épineuses s'écartent fortement et divergent en éventail, l'espace interépineux augmente, les ligaments jaunes se tendent, comme dans nos expériences de flexion forte de la colonne lombaire.

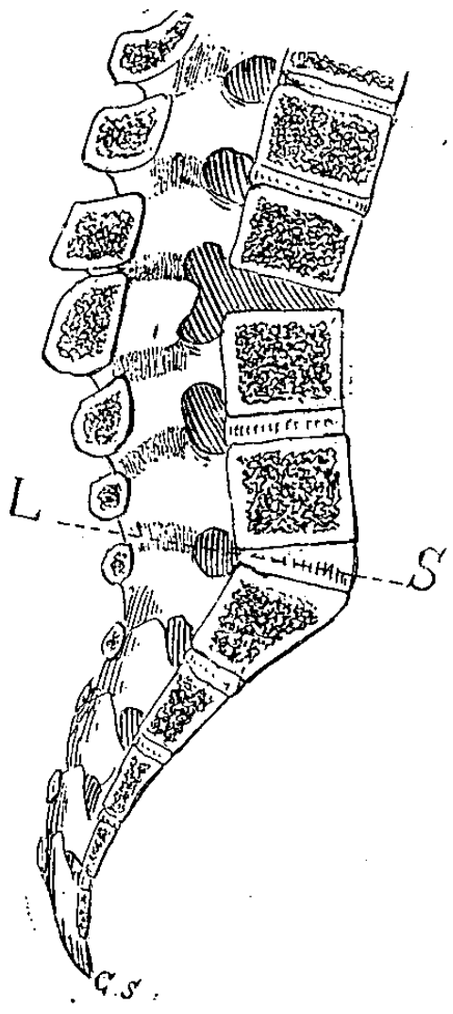


FIG. 21. — Ablation du corps de la troisième vertèbre lombaire. — Inflexion diminuée par le tassement des arcs postérieurs.

L'apophyse épineuse de la vertèbre mutilée fait saillie en arrière; elle est le point culminant d'une ligne régulièrement courbe, formée par la série des tubercules épineux lombaires.

En supprimant deux vertèbres (deuxième et troisième), l'angle d'inflexion augmente encore et dépasse 45 degrés, l'angle rentrant intersegmentaire diminue; l'inflexion est complète.

L'écartement des tubercules des deuxième, troisième, quatrième vertèbres est encore plus grand. La convexité que forme la ligne des apophyses épineuses appartient à une circonférence de plus court rayon,

Le tassement corrige en partie ces déformations. Après destruction d'une seule vertèbre, il décomplète l'inflexion et écarte légèrement l'un de l'autre les deux segments; il redresse le segment supérieur, l'angle d'inflexion diminue et l'angle rentrant intersegmentaire s'agrandit. Le rapprochement des arcs postérieurs raccourcit en hauteur le rachis postérieur et atténue fortement la gibbosité. En effet, la ligne des apophyses épineuses dessine une convexité en arrière à peine appréciable, que l'on distingue difficilement à travers les parties molles, sur le sujet, de la ligne droite qu'elles forment normalement.

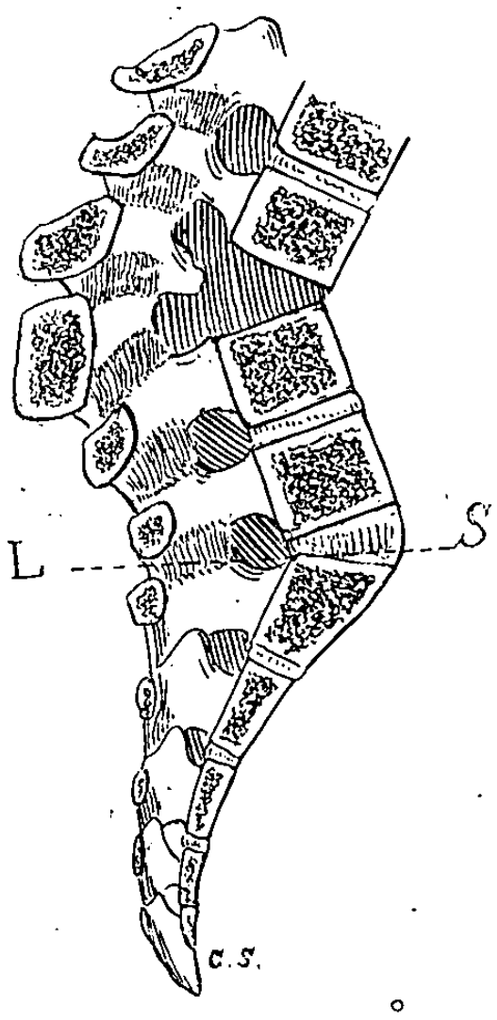


Fig. 22.—Ablation du corps des deuxième et troisième vertèbres lombaires.—Inflexion complète sans tassement des arcs postérieurs.

A ce stade, le seul signe net du mal de Pott lombaire, c'est la rigidité, la non-flexibilité, l'impossibilité d'imprimer des mouvements d'extension ou d'inflexion latérale à cette région normalement très mobile.

Après suppression de deux vertèbres, le tassement donne des résultats analogues : redressement du segment supérieur et diminution de l'angle d'inflexion; l'inflexion reste en général complète.

Au niveau du rachis postérieur, les arcs, en se rapprochant, raccourcissent la hauteur de la colonne lombaire et diminuent la saillie de la gibbosité, qui demeure appréciable, mais faible.

La comparaison des pièces pathologiques et de nos pièces d'expérimentation révèle entre elles les plus grandes analogies.

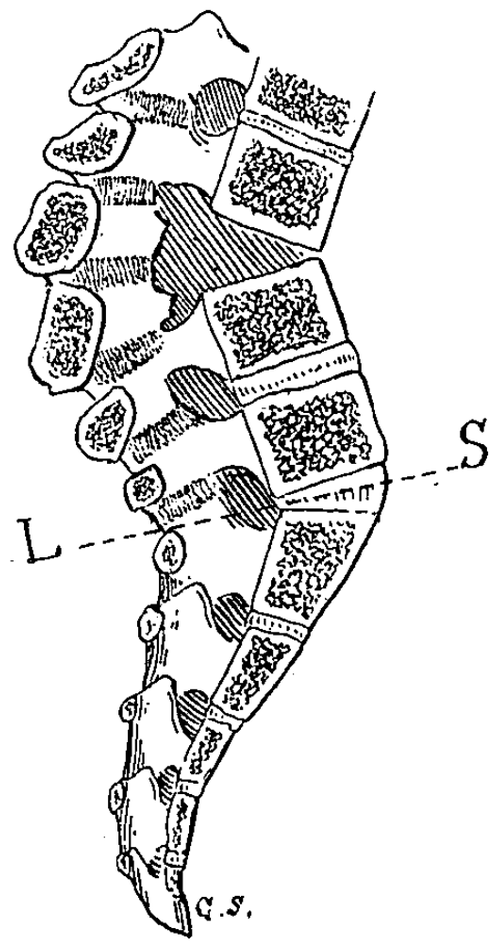


Fig. 23.— Ablation du corps des deuxième et troisième vertèbres lombaires. — Inflexion diminuée par le tassement des arcs postérieurs.

Dans un cas de mal de Pott avec destruction de deux vertèbres qui égalent, en hauteur, trois dorsales au moins, la gibbosité est presque nulle. Il faut attribuer ce fait au tassement des arcs postérieurs : c'est lui qui a redressé le segment supérieur et presque annulé l'angle d'inflexion ; c'est lui qui a rapproché les apophyses

épineuses et raccourci le rachis postérieur. Tous ces faits ont eu pour conséquence l'atténuation de la gibbosité.

Un autre élément intervient à la longue dans le mal de Pott ancien, pour diminuer la hauteur du rachis postérieur et, de ce fait, est contraire à la gibbosité : c'est l'atrophie des arcs postérieurs dont les corps vertébraux sont détruits complètement ou en partie ulcérés. Elle diminue leur hauteur d'un quart, d'un tiers ou d'une moitié.

Cette atrophie peut être expliquée soit par la compression des arcs postérieurs entre les deux segments vertébraux supérieur et inférieur, après destruction des corps, soit par une influence atrophique analogue à celle qui amène l'atrophie du fémur dans la coxalgie.

RÉSUMÉ

L'expérimentation nous a démontré que la conformation des arcs vertébraux postérieurs et la mobilité propre du rachis exercent, dans chaque région, une influence notable sur le mécanisme, la forme et le degré de la gibbosité pottique.

Nos expériences ont consisté à supprimer au cou, au dos, aux lombes, un, deux, trois corps vertébraux, afin de reproduire aussi exactement que possible les conditions physiques du mal de Pott dans sa variété habituelle.

Au cou, région la plus mobile du rachis, lorsqu'on produit l'inflexion vertébrale, après avoir enlevé un ou plusieurs corps, une double particularité attire l'attention. L'inflexion est incomplète : le segment supérieur du rachis ne peut être abaissé jusqu'au contact avec le segment inférieur. Les pédicules et les apophyses transverses, placés latéralement de chaque côté des corps vertébraux, et non en arrière d'eux, comme au dos et aux lombes, se trouvent coincés entre les deux segments, que l'on presse l'un sur l'autre et s'opposent à leur rapprochement complet.

D'autre part, on constate en même temps que les arcs postérieurs, sous l'influence de la pression qu'ils supportent, se tassent les uns sur les autres à un degré tel, que le rachis postérieur peut perdre un tiers environ de sa hauteur, dans la partie sur laquelle on expérimente.

L'inflexion est incomplète par suite de la présence des apophyses transverses qui suppléent partiellement au rôle des corps vertébraux disparus ; de plus, elle est corrigée par le tassement du rachis postérieur. Pour ces deux raisons, l'inflexion du rachis à la région cervicale est beaucoup moindre que ne le fait prévoir la perte de substance produite dans la série des corps vertébraux.

Au dos, rien de pareil. Le mouvement d'extension y est très limité. Les lames et les apophyses épineuses ne laissent entre elles, d'une vertèbre à

l'autre, que des intervalles insignifiants, elles s'appliquent directement. Elles ne subissent aucun tassement appréciable.

En outre, on voit, après la suppression d'un ou deux corps vertébraux, l'inflexion s'effectuer assez complètement, malgré un certain obstacle opposé par la cage thoracique. Les deux segments viennent au contact à la partie supérieure du dos ; plus bas, ils ne se rapprochent que sous une pression forte.

L'absence de tassement en arrière et le caractère complet de l'inflexion en avant concourent à cette conclusion simple : au dos, le degré de la gibbosité est en rapport direct avec l'étendue de la destruction des corps vertébraux.

A la région lombaire, les résultats obtenus sont intermédiaires à ceux du cou et à ceux du dos.

Le tassement des arcs postérieurs, en rapport avec le degré du mouvement d'extension, atteint le cinquième ou le quart de leur hauteur. Il est loin d'être nul comme au dos, il est moindre qu'au cou. Quant à l'inflexion, elle est facile et complète après la destruction d'un seul corps vertébral ; on l'obtient difficilement si l'on a enlevé plus de deux ou trois corps vertébraux : ce qui tient à la longueur et à la direction horizontale des apophyses épineuses, solidement attachées entre elles.

On prévoit ainsi qu'aux lombes, la gibbosité sera notablement atténuée, surtout par le tassement des arcs postérieurs.

La comparaison faite entre les résultats de nos expériences et les pièces recueillies dans le mal de Pott nous a montré une parfaite concordance. Aux lombes et surtout au cou, la gibbosité n'est pas en rapport avec l'étendue de l'altération des corps vertébraux : elle est atténuée. Au dos, région des grandes bosses, il y a rapport direct entre les deux termes : destruction somatique et inflexion rachidienne.

M. le Dr P. BETTREMIEUX

(de Roubaix)
ancien interne des hôpitaux de Paris.

DES NÉVRALGIES ET TICS DE LA FACE CONSIDÉRÉS DANS LEURS RAPPORTS AVEC UN ÉTAT PATHOLOGIQUE DES VOIES LACRYMALES [616.87]

— Séance du 18 septembre —

Le but de ma communication est de présenter un certain nombre de faits cliniques établissant, suivant moi, la possibilité d'une relation pa-

thogénique entre des altérations de la muqueuse lacrymo-nasale et les névralgies et les tics de la face existant soit isolément, soit associés.

Le premier fait qui a attiré mon attention sur ce point a été relaté en grande partie dans les *Archives d'ophtalmologie;* voici cette observation résumée et complétée.

Observation I. — M. V..., 57 ans, me consulte en avril 1897, il est atteint d'un tic douloureux du côté droit de la face, dont le début remonte à 1891; les douleurs faciales furent attribuées à de mauvaises dents à la mâchoire supérieure, le point le plus douloureux correspondait à l'émergence du nerf sous-orbitaire droit; progressivement les douleurs s'aggravèrent et se compliquèrent de contractures des muscles de la joue au moment des paroxysmes, les mouvements de mastication provoquaient des crises très pénibles, le malade dormait mal, était gêné pour son travail.

En janvier 1896, l'ablation d'une partie du bord alvéolaire pratiquée par le Dr Alfred Leplat avait amené une amélioration presque immédiate et la disparition progressive de tous les phénomènes pénibles. Pendant neuf mois environ, M. V... n'avait rien éprouvé ou presque rien. Les douleurs et le tic ont repris fin octobre 1896 et vers mars 1897, ils étaient presque aussi marqués qu'avant l'opération.

Quand M. V... me consulte en avril 1897, il attire mon attention sur un larmoiement datant d'environ deux ans, et surtout prononcé à droite; l'injection lacrymale ne passe ni à droite, ni à gauche, le cathétérisme est assez facile. Le traitement des voies lacrymales amène en quelques jours une amélioration qui s'accentue progressivement; après quelques semaines, M. V... est absolument débarrassé de son tic douloureux.

La guérison se maintient depuis près de deux ans et demi; par précaution, je fais le cathétérisme lacrymal toutes les deux ou trois semaines.

Dans les premiers jours de mars de cette année, M. V... a eu une rechute de quelques jours qui a cédé facilement et complètement à deux ou trois cathétérismes suivis d'injections de nitrate d'argent.

Dans le cas de M. V..., le cathétérisme est sensiblement plus facile à droite qu'à gauche, et pourtant dans le côté gauche de la face, il n'y a jamais eu ni douleurs ni contractions.

Observation II (1). — Amédée C... a subi l'amputation de l'œil gauche, il a eu un abcès de l'orbite, cette cavité est comblée par des exostoses qui soulèvent les paupières; il souffre beaucoup dans le côté gauche de la face, douleurs frontales irradiées, douleurs au niveau de l'articulation temporo-maxillaire principalement lors des mouvements de mastication, point névralgique sous-orbitaire très sensible à la pression.

Le traitement par les sondes et les injections lacrymales mis en œuvre il y a un an environ, amena la cessation des douleurs. L'injection lacrymale a toujours bien passé, la sonde rencontre dans la moitié inférieure du canal une sorte d'épine osseuse.

Depuis quelque temps, C... accuse de nouveau quelques douleurs dans le

(1) Cette observation comme celle qui précède et celle qui suit a été publiée par les Archives d'ophtalmologie (avril 1899). Je n'en donne ici qu'un résumé et la complète en quelques mots.

front, le reste de la face demeure indemne, je suis revenu au cathétérisme que j'avais abandonné, limitant le traitement aux injections. La sonde est serrée, cause une certaine douleur, le patient fait quelque difficulté à l'accepter.

Observation III. — Charles M..., 62 ans, est atteint de tic facial non douloureux, tous les muscles du côté gauche sont le siège de contractures, l'œil se ferme.

M..., qui est cocher, se trouve dans l'impossibilité de travailler. Léger degré de larmoiement et de conjonctivite, perméabilité du canal lacrymo-nasal imparfaite.

Le traitement par les sondes et les injections de nitrate d'argent a pour résultat une amélioration très notable toutes les fois que le patient accepte de s'y soumettre.

M... cesse de se soigner dès que l'amélioration obtenue lui permet de reprendre son métier; il ne vient réclamer mes soins que quand son tic, surtout en raison du blépharospasme le rend incapable de tout travail. A trois ou quatre reprises depuis deux ans, le traitement lui a procuré, en un temps qui a varié de quelques jours à plusieurs semaines, une amélioration qui chez un malade plus constant fût vraisemblablement devenue une guérison.

Observation IV. — M. D..., 36 ans, me consulte en mars 1899. Depuis un an et demi environ, il éprouve dans la paupière inférieure de l'œil gauche des contractions très gênantes; quand ces contractions se produisent, la peau de la paupière est soulevée par des mouvements fibrillaires; dans la paupière supérieure, il y a quelquefois un petit mouvement rapide passager. M. D... n'a jamais souffert en même temps que se produisaient ces contractions palpébrales, mais celles-ci l'empêchent d'être bien attentif à son travail, elles sont encore gênantes parce qu'elles impriment aux objets fixés une sorte de vacillation allant quelquefois, d'après le malade, jusqu'à la diplopie; l'œil ne se ferme jamais involontairement.

Tous les jours vers 6 ou 7 heures le matin, les mouvements commencent à se produire, précédés de mouvements plus faibles, non perceptibles pour l'entourage, sorte d'*aura* qui dure une demi-heure environ et que le patient désigne sous le nom de mouvements intérieurs; jusque vers midi, les mouvements vont en augmentant, puis diminuent progressivement et cessent vers 5 heures; quelquefois ils cessent brusquement.

Depuis le début de l'affection jusqu'au moment où je commence le traitement, les mouvemements ont été s'aggravant de plus en plus comme intensité et comme durée.

M. D... a quelquefois un peu de larmoiement, quand il sort par un temps froid, mais il n'y attache pas d'importance, c'est uniquement pour son tic qu'il me consulte. La vision de l'œil gauche est un peu moins bonne que celle de l'œil droit, les deux yeux sont légèrement hypermétropes, l'œil gauche paraît l'être un peu plus que le droit.

Je fais des injections lacrymales antiseptiques (acide borique, bleu de méthylène, nitrate d'argent), le canal lacrymal est perméable. Dès les premières injections il se produit une amélioration, le malade, après quelques semaines de traitement, a, ce qu'il n'avait jamais auparavant, des périodes de plusieurs jours sans mouvements de la paupière.

Vers la mi-avril, n'ayant obtenu qu'une amélioration insuffisante, j'ajoute le

cathétérisme aux injections lacrymales antiseptiques; vers le haut du canal la sonde est serrée, son passage est un peu pénible, il semble qu'elle rencontre des rugosités.

Le traitement continué donne pour résultat une amélioration de l'état du canal lacrymo-nasal et parallèlement, quoique avec des alternatives de mieux et de moins bien, un résultat très satisfaisant en ce qui concerne le tic.

Le tic palpébral de M. D... a été s'aggravant depuis son début jusqu'au moment où j'ai commencé à le soigner; il va s'améliorant très sensiblement depuis que j'ai commencé le traitement visant un état défectueux des voies lacrymales compatible avec la perméabilité à l'injection et entraînant à peine à de rares intervalles un larmoiement si faible qu'il n'attire en aucune façon l'attention du patient.

Observation V. — Mme B..., 27 ans, éprouve depuis deux ans environ des mouvements convulsifs qui se sont produits d'abord dans l'orbiculaire gauche; elle me consulte fin mars 1899. Son tic se produisit d'abord à d'assez longs intervalles, mais depuis six mois il est beaucoup plus fréquent et s'étend à la joue; depuis environ un mois les mouvements gagnent le front et la lèvre supérieure. Mme B... éprouve à certains moments une douleur lancinante au-dessus du sourcil gauche. Elle n'a jamais eu de larmoiement, rien n'attire l'attention du côté des voies lacrymales.

Je fais des injections lacrymales antiseptiques; le liquide passe bien. Il se produit presque immédiatement une amélioration, la patiente a des rémissions qu'elle n'avait pas auparavant, les douleurs cessent, les mouvements sont beaucoup moins prononcés et toujours limités à la paupière.

Trois semaines environ après le commencement du traitement, Mme B... me signale que depuis un jour ou deux, le bleu de méthylène instillé dans l'œil passe dans le nez et dans la bouche, colorant en bleu la sécrétion nasale et la salive expectorée; en même temps il s'est produit une notable amélioration des phénomènes morbides, et à partir de ce moment il y a eu un parallélisme à peu près constant entre la perméabilité plus ou moins parfaite du canal lacrymo-nasal et l'état de la malade; elle va généralement bien quand le bleu de méthylène passe de l'œil dans le nez, moins bien dans le cas contraire.

Au mois de juin, pour différentes raisons, Mme B... cesse de venir à ma consultation et réduit son traitement à des instillations de bleu de méthylène, les injections antiseptiques étant supprimées, le canal lacrymo-nasal devient vraisemblablement moins perméable, le bleu de méthylène instillé ne franchit plus ce canal et en même temps le tic redevient plus fort; Mme B... a de nouveau quelques douleurs.

Au mois d'août elle se remet à son traitement, je recommence à lui faire des injections antiseptiques, son état s'améliore progressivement, elle est quelquefois plusieurs journées sans sentir le moindre mouvement, elle ne souffre plus, son œil gauche, qui était ordinairement un peu plus petit que le droit, s'ouvre aussi bien que son congénère.

La perméabilité du canal lacrymo-nasal redevient parfaite, ce dont témoigne le passage du bleu de l'œil dans le nez, les quelques mouvements passagers et très espacés qui se produisent sont beaucoup moins forts qu'avant le traitement et de moins en moins prononcés.

Outre ces cinq cas qui sont des guérisons ou de très notables améliora-

tions, j'ai observé quatre autres sujets atteints de névralgies ou de tics de la face :

1° Un homme atteint de névralgie faciale vraisemblablement d'origine dentaire, chez qui j'ai pratiqué un cathétérisme lacrymal très facile, puis que j'ai perdu de vue.

2° Une femme souffrant beaucoup et depuis longtemps de névralgie faciale ayant résisté à toutes les médications mises en œuvre et n'ayant cédé que très peu de temps à de multiples sections nerveuses; cette femme n'attache aucune importance au larmoiement qui existe chez elle; pourtant ses voies lacrymales ne laissent pas passer l'injection; le cathétérisme est pénible et la patiente, après deux ou trois séances, ne veut plus s'y soumettre.

3° Un homme atteint de larmoiement et de tic facial non douloureux, chez lequel les injections de nitrate d'agent amènent assez vite une amélioration, mais qui ne continue pas le traitement en me donnant comme raison que ces injections produisent une irritation de l'œil qui le gêne pour ses occupations.

4° Un sujet atteint de douleurs faciales, liées à un zona ophtalmique, chez qui j'ai fait sans résultat appréciable quelques injections lacrymales de nitrate d'argent.

Je n'ai trouvé mentionnée dans aucun traité la relation que je signale entre les névralgies et tics de la face et un état pathologique des voies lacrymales; quelques ouvrages d'oculistique, notamment le traité du professeur Panas, indiquent le mauvais état des voies lacrymales comme une cause possible de blépharospasme. Somme toute, la notion pathogénique qui résulte des faits que j'ai observés est, je crois, sinon tout à fait neuve, au moins très insuffisamment connue; je ne crois pas que jusqu'ici il serait venu à la pensée d'aucun médecin de chercher du côté des voies lacrymales le point de départ d'une névralgie ou d'un tic de la face, surtout dans le cas sinon ordinaire, au moins possible où les lésions génératrices du réflexe, du trouble nerveux, n'entraînent pas de larmoiement gênant et reste compatible avec la perméabilité à l'injection du canal lacrymo-nasal.

CONCLUSIONS

Les névralgies et les tics de la face peuvent avoir leur point de départ dans une lésion de la muqueuse lacrymo-nasale.

Cette lésion peut être superficielle, ne pas s'accompagner de larmoiement, permettre le passage de l'injection de sorte que la relation entre la cause et l'effet n'apparaît pas dans certains cas, il faut la chercher.

La meilleure conception des névralgies et des tics de la face est, à mon avis, celle qui consiste à les considérer comme des réflexes pathologiques, et avant de recourir aux moyens chirurgicaux, ayant pour but d'interrompre le circuit réflexe, il me paraît indiqué de rechercher avec soin, notamment du côté des voies lacrymales, le point de départ de ce réflexe.

M. le Dr LE NOIR

à Paris.

DEUX CAS DE PHLÉBITE DES MEMBRES OBSERVÉS DANS LA PÉRIODE SECONDAIRE DE LA SYPHILIS

[616.951]

— *Séance du 19 septembre* —

Jusqu'à ces dernières années, la syphilis des veines a peu attiré l'attention des cliniciens. Pour ne pas présenter l'intérêt qui s'attache à l'étude des lésions artérielles, les manifestations veineuses de la syphilis n'en méritent pas moins d'être signalées. Elles peuvent s'observer soit à la période secondaire, soit à la période tertiaire.

Mendel (1) en 1894 et Proksch (2) en 1898, ont réuni dans un travail d'ensemble, les faits épars dans la littérature. Quelques cas de phlébite syphilitique de la période secondaire ont été récemment publiés par MM. Thibierge et Mouthis, Fournier et Lœper.

Le nombre des faits connus n'est cependant pas considérable et le type clinique de cette affection ne peut encore être regardé comme définitivement établi. Aussi ne croyons-nous pas inutile de rapporter deux nouveaux exemples de syphilis secondaire des veines qui nous paraissent présenter quelque intérêt.

La première de ces observations a trait à un homme de trente ans, gardien de la paix, qui avait eu, trois mois avant son entrée à l'hôpital, un chancre à la verge, et, un mois et demi après ce chancre une roséole assez légère suivie d'angine et d'ulcérations buccales.

Quelques jours avant son admission le malade avait ressenti, sans cause appréciable, une douleur dans le membre inférieur gauche, douleur assez vive et prédominant à la cuisse et au genou.

L'examen révèle l'existence, sur le trajet de la saphène interne, d'un cordon dur, douloureux, étendu depuis le milieu du mollet jusqu'à l'union du tiers inférieur avec le tiers moyen de la cuisse, sur une longueur de 35 à 40 centimètres; il y a peu de rougeur de la peau, peu de gonflement du membre et l'on ne peut constater un œdème appréciable. Les ganglions inguinaux aussi bien à gauche qu'à droite sont volumineux.

Comme accidents syphilitiques actuels on note l'existence de nombreuses

(1) Mendel, *Archives générales de médecine*, 1894.

(2) J.-K. Proksch, *Ueber Venen-Syphilis*. Rome 1898.

ulcérations buccales au niveau de la langue, des piliers du voile du palais, et du sillon gingivo-labial inférieur. Il n'y a pas de fièvre; les urines sont normales.

Le traitement antisyphilitique est institué; le membre inférieur gauche est immobilisé et en quelques jours les douleurs disparaissent; le cordon induré diminue peu à peu et nous n'avons à signaler qu'un seul incident survenu dans le cours de la maladie : c'est l'existence d'une hydarthrose du genou gauche.

Le malade sort au bout de cinq semaines en conservant encore une légère claudication.

Dans la seconde observation il s'agit d'une jeune fille de vingt-trois ans, servante dans un bar, qui entre à l'hôpital pour des douleurs dans la jambe gauche. Ces douleurs auraient débuté huit jours auparavant et auraient été accompagnées de gonflement de la jambe. Le tout aurait disparu par un repos de deux jours et serait reparu après une journée de travail.

A l'examen on constate l'existence d'un œdème qui occupe les deux tiers inférieurs de la jambe gauche et l'on provoque de la douleur au niveau de la ligne médiane du mollet.

En raison de quelques varicosités superficielles et en l'absence de toute autre cause, on porte le diagnostic de phlébite variqueuse.

Au bout de douze jours la douleur et le gonflement ont complètement disparu, mais il survient une éruption d'apparence roséolique sur la poitrine et dans le dos. La malade sort le lendemain et le diagnostic reste en suspens.

Quatre jours après la malade rentre à l'hôpital avec de l'œdème des deux jambes, le gonflement ayant, cette fois, débuté par le côté droit. La roséole est maintenant très nette; il n'est pas possible de constater la trace de l'accident primitif, mais l'apparition ultérieure de plaques muqueuses à la vulve et à l'anus et de syphilides cutanées ne laissent aucun doute sur la nature de l'infection.

L'œdème des membres inférieurs diminue rapidement, mais on note, à gauche, sur le trajet de la saphène externe, l'existence d'un cordon dur.

La malade sort définitivement au bout d'un mois; toute trace d'inflammation des veines avait disparu, il n'y avait jamais eu de fièvre et les urines n'avaient jamais contenu d'albumine.

Ces deux observations ont présenté, avec la majeure partie des cas antérieurement connus, de nombreuses analogies.

Comme cela a été signalé, nous avons noté la précocité de la phlébite, sa bénignité, sa fugacité, l'absence de fièvre, la prédominance marquée pour les veines des membres inférieurs. Dans la deuxième observation nous retrouvons aussi cet autre caractère, également connu, la fréquence des récidives et la bilatéralité.

Il est cependant quelques points particuliers que nous voulons signaler. C'est, chez l'homme, la coexistence de la douleur arthralgique et de l'hydarthrose du genou avec la phlébite. A propos de la deuxième malade, c'est d'abord la rareté des cas observés chez la femme. Sur vingt-trois observations réunies dans le mémoire le plus récent, on n'en relève que trois cas. C'est encore le fait que la phlébite a précédé l'éruption, fait qui n'a été jusqu'à présent indiqué qu'une fois, croyons-nous.

Dans les deux observations il y a peut-être également lieu de remarquer l'influence étiologique de la fatigue et de la profession, ces deux malades étant obligés de rester debout chaque jour pendant de longues heures.

La phlébite syphilitique de la période secondaire nous paraît être un accident beaucoup moins rare qu'on ne le pensait autrefois; il suffira vraisemblablement de le rechercher pour en découvrir de nombreux exemples. C'est un accident très léger, de peu de durée; enfin il peut être extrêmement précoce, toutes raisons qui expliquent qu'il ait pu passer souvent inaperçu ou que, tout au moins, son origine ait été méconnue.

M. le Dr Ch. BREUILLARD

à Saint-Honoré-les-Bains.

UN NOUVEAU MODE D'EXCITATION CUTANÉE. — LE MASSAGE PNEUMATIQUE

[615.82]

— Séance du 19 septembre —

J'ai eu l'honneur de présenter, à la section des Sciences médicales, un nouvel appareil permettant de pratiquer une nouvelle manipulation thérapeutique, ayant pour unique champ d'action la peau. J'ai donné à cette nouvelle manipulation le nom de *massage pneumatique.*

Le but principal de cette communication, après la description sommair de l'appareil, que mes collègues ont vu fonctionner après la séance, est de comparer ce nouveau mode d'excitation cutanée à ceux produits par l'électrisation faradique, l'hydrothérapie et le massage manuel.

J'espère ainsi montrer que, par suite d'un progrès dans la technique mécanothérapique, certaines théories courantes semblent devoir être modifiées pour la compréhension plus complète et plus large des effets thérapeutiques obtenus par l'excitation de la peau.

J'espère également montrer que ces effets thérapeutiques sont plus facilement, plus grandement et plus sûrement acquis.

L'appareil, son maniement. — La pièce essentielle de l'appareil est un bloc creux, en gomme élastique pure et molle, auquel j'ai donné le nom d'*ampoule cursive*, et qui a la forme d'un ovoïde facilement contenu dans la main. Un tube flexible, également en gomme, aboutit, d'une part à cette ampoule, et d'autre part à un appareil à vide, constitué essentielle-

ment par un éjecteur à eau actionné par une sorte de petite pompe à incendie. Le tout est monté sur un socle-réservoir contenant un litre d'eau environ, dont la circulation est continue.

Cet appareil peut offrir un certain intérêt aux physiciens et aux ingénieurs. Il permet d'obtenir un vide continu et suffisant, qui peut atteindre 65 centimètres de mercure.

Dès que l'appareil est en marche, l'air de l'ampoule est aspiré et si cette dernière est appliquée sur le corps, la peau est aussitôt happée par une sorte de succion énergique, et on la voit s'insérer dans l'ampoule, où elle est en même temps pincée, par suite du rapprochement des parois élastiques.

C'est alors que si, tenant à la main l'ampoule, à la façon d'une brosse, on la promène sur le corps, en l'appuyant à peine, on produit une forte traction de la peau, et il subsiste, aux endroits où l'on vient de passer, une traînée rouge plus ou moins intense, selon le vide produit. Ce vide peut d'ailleurs varier entre 30 et 60 centimètres de mercure, selon les indications à remplir.

Dans tous les cas, aucune lésion de la peau et aucun accident ne sont à redouter. C'est à peine si l'on peut produire chez certains sujets à vaisseaux fragiles, une légère traînée ecchymotique, et l'on doit savoir que plus l'ampoule est traînée rapidement, moins le vide a le temps de se produire entre le commencement et la fin de l'application.

D'ailleurs, le maniement de l'appareil est très vite acquis, et il est inutile d'insister ici sur certaines manœuvres très simples qui viennent naturellement à l'esprit de chacun. En outre, c'est le cas de spécifier que le massage doit être centrifuge et non centripète, contrairement aux règles inflexibles du massage manuel ; car la manœuvre centrifuge favorise mieux la circulation générale, en raison de la pleine activité donnée à la circulation collatérale des veines et des lymphatiques toujours munis de valvules, et elle favorise également la traction des filets nerveux sous-cutanés.

Action mécanique et physiologique. — L'action mécanique du massage pneumatique peut être résumée en quatre mots : succion, friction, expression et traction de la peau. Il m'est impossible de décrire ici ces divers modes d'excitation cutanée ; l'essentiel est de savoir que toute la surface du corps peut être influencée par ces actions multiples et complexes en quatre ou cinq minutes ! La sensation produite est toute spéciale et vraiment nouvelle, à tel point qu'il est difficile de la décrire et qu'on ne la connaît qu'après l'avoir ressentie. Si le vide ne dépasse pas 25 à 30 centimètres de mercure, la sensation perçue n'est pas douloureuse et, pour certains sujets, est plutôt agréable ; mais si le vide est plus considérable

et atteint 40 à 60 centimètres de mercure, ce qui est souvent nécessaire, la douleur se fait sentir et est assez comparable à celle produite par la faradisation d'intensité moyenne. Cependant, elle est moins agaçante que cette dernière et s'évanouit aussitôt, pour faire place à une sensation agréable de chaleur et d'excitabilité neuro-musculaire qui persiste..

D'ailleurs, cette manipulation ne donne jamais lieu à l'excitation nerveuse qui se produit fréquemment à la suite de l'emploi des courants induits, lesquels se diffusent toujours et ne peuvent être supportés par de nombreux sujets, surtout s'ils sont appliqués sur une grande surface.

J'ai coutume de faire apprécier cette action du massage pneumatique à ceux de mes confrères auxquels je présente l'appareil, en leur massant un bras, par exemple. Il suffit, dans ce cas, de faire cinq ou six traînées sur toute la longueur du membre pour donner lieu à cette sensation nouvelle et singulière qui survient après une minute environ et que chacun décrit de la même façon : « Le membre est plus chaud, il semble plus léger, il éprouve le besoin d'agir, etc. », et cet effet observé dans un seul membre dure plus ou moins longtemps, mais rarement moins d'une heure!

On se rend compte que si le massage est exercé sur toute la surface du corps, ou au moins sur le tronc et les membres supérieurs, la même sensation se généralise, un certain degré de bien-être et d'alacrité se manifeste, qui a beaucoup d'analogie avec ce que l'on éprouve pendant la réaction qui suit la douche froide ; mais le résultat est plus accentué, plus certain et plus durable.

C'est bien d'ailleurs une véritable réaction qui se produit, ainsi que me l'ont confirmé de nombreux maîtres en hydrothérapie, parmi lesquels je suis heureux de citer le professeur Winternitz de Vienne. Inutile d'ajouter qu'on n'observe rien de semblable après l'application des courants continus ou interrompus.

Donc, si le massage pneumatique est comparable à la faradisation au point de vue de la sensation produite et de la rapidité de la manipulation, ce qui est à considérer, comme on va le voir, l'analogie est beaucoup plus grande encore entre ce nouveau mode d'excitation cutanée et l'hydrothérapie, puisque les effets physiologiques ultimes sont presque semblables.

Mais il est essentiel de remarquer que l'hyperémie périphérique active, obtenue à la suite de la douche froide, exige plus d'efforts de la part de l'organisme que le même effet obtenu par le massage pneumatique.

Sans doute, dans certains cas, cet effort de l'organisme peut être considéré comme utile et être recherché pour produire l'endurcissement au froid ou encore pour rétablir l'équilibre dans le système nerveux central. Mais dans d'autres circonstances nombreuses, où l'état général des forces

est amoindri ou déprimé, la réaction hydrothérapique est nulle ou insuffisante. et peut, par cela même, présenter des dangers en ce sens que, la soustraction de calorique d'une part et aussi le choc nerveux provoqué par l'eau froide, dépassent les forces du sujet qui reste refroidi et affaibli.

Tandis qu'après le massage pneumatique, la réaction se fait toujours facilement et d'emblée pour ainsi dire, et ce résultat est dû en grande partie à l'appel mécanique du sang à la peau, et en partie à l'absence de l'action réfrigérante, immédiate et secondaire, produite par l'eau froide. D'autre part, le massage étant pratiqué de proche en proche, ne peut pas produire l'action perturbatrice de l'eau froide projetée à la fois sur toute la surface du corps, et qui donne lieu à la sensation d'angoisse fort pénible et parfois dangereuse que l'on connaît.

Du reste, on tend de plus en plus, aujourd'hui, à dissocier en théorie et en pratique, les actions réactionnelle et réfrigérante de l'hydrothérapie.. Comme on le sait, l'action réactionnelle est recherchée dans les maladies chroniques pour augmenter les actes réflexes et par suite activer la nutrition, tandis que l'action réfrigérante est de plus en plus employée pour combattre l'hyperthermie dans les pyrexies et principalement dans la fièvre typhoïde, selon la méthode de Récamier et de Brand.

Il semble à peine besoin de faire ressortir ici la grande analogie qui existe, au seul point de vue physiologique, entre le massage pneumatique et le massage manuel, et par ce dernier, j'entends seulement le massage général, en laissant de côté nombre de pratiques massothérapiques, qui comportent des manipulations spéciales (massage abdominal, utérin, oculaire, etc., massage dans le traitement des entorses et des fractures). Le point important à signaler est que le massage pneumatique produit une réaction beaucoup plus considérable que le massage manuel, en raison de l'appel mécanique du sang par l'ampoule et aussi en raison de la traction plus énergique et plus régulière des filets nerveux sous-cutanés.

D'ailleurs, la pratique démontre que la prétention qu'ont les professionnels de masser les muscles est vaine et inutile : vaine, parce que la plus grande partie des muscles sont inaccessibles à la main, et inutile, parce que les muscles, presque entièrement dépourvus de nerfs sensitifs, ne sont pas influencés par le massage et que c'est *toujours et avant tout*, par l'intermédiaire des nerfs sensitifs de la peau, qu'au moyen d'effleurages et de pétrissages plus ou moins accentués, on agit sur l'excitabilité neuro-musculaire..

Il est bon de rapprocher ici ce fait, qu'en Chine, où le massage est en honneur depuis de nombreux siècles, c'est à la peau seule que s'attaquent les professionnels, qui lui font subir de multiples manipulations, dont la

principale, le sciage, se rapproche beaucoup, quant à la douleur et aux effets thérapeutiques, du massage pneumatique.

Il me resterait maintenant à décrire les effets du massage pneumatique sur les grandes fonctions organiques, c'est-à-dire sur la respiration, la circulation, la calorification et la nutrition. Qu'il me suffise de dire ici que les résultats de mes recherches concordent avec ceux de tous les physiologistes qui ont étudié les effets des excitations cutanées. J'ai eu, à cet égard, la bonne fortune d'obtenir le concours du professeur François Franck, qui, en mettant libéralement son laboratoire du Collège de France à ma disposition, a bien voulu, en outre, expérimenter lui-même l'action du massage pneumatique sur la respiration et la circulation, avec ses appareils enregistreurs : pneumographe, sphygmographe et sphygmomanomètre.

Les résultats observés sur un sujet bien équilibré ont été une respiration plus ample, et un pouls prenant immédiatement les caractères du dicrotisme, ce qui est le fait d'une diminution sensible dans la pression artérielle, laquelle pression, mesurée directement, est tombée de 17 à 14 centimètres de mercure, pour se relever d'ailleurs assez vite ensuite.

Quant aux effets produits sur la calorification, on peut les résumer en deux mots : augmentation de la température périphérique et diminution de la température centrale, soit 1° d'augmentation d'une part et 0°,36 de diminution d'autre part.

Quoi qu'il en soit, il faut bien admettre que ces modifications apportées dans les grandes fonctions, à la suite du massage pneumatique, sont le fait de beaucoup d'autres actions physiothérapiques et mécanothérapiques, et n'expliquent pas suffisamment les changements remarquables qui se manifestent dans l'activité des forces nerveuses.

On est alors obligé, pour satisfaire plus complètement l'esprit, d'avoir à considérer l'aptitude que possèdent les nerfs de la peau de renforcer l'activité sensitive et motrice du système nerveux central, sans le secours immédiat de la circulation, ni même de la nutrition. On entre alors dans l'ordre d'idées et les théories si génialement conçues et exposées par Brown-Séquard, à propos de la dynamogénie et de l'inhibition.

On connaît la belle expérience de Volkmann et Ch. Richet, qui consiste à empoisonner une grenouille par la strychnine, après lui avoir dénudé partiellement la cuisse. Si, dans ce cas, on n'excite que le sciatique, aucune convulsion ne paraît ; mais si l'on vient à effleurer la peau, la tétanisation se montre immédiatement.

Cette expérience n'est-elle pas décisive pour montrer clairement le rôle primordial et nécessaire de la peau dans le mécanisme des actes réflexes? En reprenant la comparaison si souvent faite entre la force nerveuse et l'électricité, comparaison qui paraît être de plus en plus juste, à la suite

des nouvelles notions acquises récemment dans la physiologie du système nerveux, il semblerait que le centre cérébro-spinal représente l'usine où se produit l'influx nerveux, tandis que la peau peut être envisagée comme un accumulateur chargé d'emmagasiner une partie de la force créée, de façon à satisfaire aux demandes des organes, dont les fonctions ne peuvent se manifester sans son consentement ou plutôt sans sa coopération. La peau serait donc un véritable centre d'élaboration de la force nerveuse!

On entrevoit alors qu'en excitant la sensibilité d'une peau fonctionnant mal ou incomplètement, au point de vue nerveux principalement, on puisse exagérer ou rétablir des réflexes susceptibles de donner lieu à des actions curatives.

C'est guidé par cet ordre d'idées que j'ai imaginé et employé le massage pneumatique, pour le traitement de certaines maladies chroniques. Je ne puis ici que résumer très brièvement un travail depuis longtemps en préparation et qui va bientôt paraître.

DÉDUCTIONS ET INDICATIONS THÉRAPEUTIQUES

Des faits et des considérations qui viennent d'être exposés, on peut admettre qu'au point de vue physiologique, le massage pneumatique participe de l'électrisation faradique, de l'hydrothérapie et du massage manuel général. Il paraît donc, en principe, assez légitime de conclure que cette nouvelle manipulation peut satisfaire aux mêmes indications thérapeutiques que ces trois médications, en admettant certaines réserves et certaines nuances que je n'ai pas à énumérer pour le moment.

Mais cette conclusion, pour être admise, demande des preuves directes, que je crois être à même de fournir en grand nombre par les observations que je vais publier et qui ont été faites, tant dans différents services des hôpitaux de Paris que chez des malades observés dans la clientèle de ville.

J'ai cru devoir prendre pour première et meilleure base de comparaison une affection bien nette, de mieux en mieux définie et dont le champ d'observation s'élargit chaque jour : la névrite. Je pense avoir ainsi évité beaucoup d'objections et de critiques qui pourraient être de mise à propos de certaines autres affections chroniques et en particulier les maladies de la nutrition.

La névrite type que j'ai eu à traiter le plus fréquemment par le massage pneumatique est la sciatique. Il s'agit, bien entendu, de la sciatique chronique, invétérée, datant de plusieurs mois et même de plusieurs années, et ayant résisté à la plupart des traitements les plus en vogue.

Après des succès constants et inespérés obtenus dans ma clientèle privée, je fis mes premières tentatives de traitement public à l'hôpital

Andral, dans le service du professeur Debove, qui voulut bien me confier plusieurs de ses malades. Quatre d'entre eux, dont la sciatique avait résisté aux meilleures pratiques électrothérapiques et hydrothérapiques, aux médications internes les mieux indiquées, et enfin aux pulvérisations de chlorure de méthyle, auxquelles ils étaient venus se soumettre dans ce service, furent soulagés considérablement après quelques séances de massage pneumatique et obtinrent une guérison complète après quinze à vingt applications. Ces faits étonnèrent le maître et les élèves et les mots de « coïncidence heureuse » et de « suggestion » furent naturellement prononcés.

Mais la série des succès continua partout où de nouvelles tentatives furent faites, et la plus remarquable de ces observations authentiques fut faite à la Salpêtrière, il y a trois ans, à la clinique Charcot, dans le service de M. le professeur Raymond.

Je puis d'ailleurs fournir cent autres observations semblables ayant trait à des névrites périphériques variées, disséminées un peu partout et de nature toxique, infectieuse ou traumatique, dont tous les symptômes, y compris la crampe de l'écrivain, aussi bien que certaines amyotrophies, ont été très vite amendés et finalement guéris. Dans ces conditions, on ne peut vraiment plus invoquer une série heureuse, et on est fatalement amené à constater les effets remarquables du massage pneumatique et à essayer d'expliquer des résultats aussi flagrants.

En analysant les effets physiologiques et thérapeutiques des principales médications externes employées dans le traitement des névrites et en éliminant ceux de ces effets qui sont communs à plusieurs d'entre elles, on arrive à voir que l'action maîtresse du massage pneumatique consiste avant tout, ainsi qu'on l'a déjà vu, dans les tiraillements et vraisemblablement dans l'élongation consécutive des filets nerveux sous-cutanés, et cela, par un procédé mécanique spécial, avec lequel le massage manuel le plus soigné ne peut pas rivaliser comme simplicité et comme promptitude. Cependant, quand ce dernier est pratiqué par les rares professionnels qui possèdent bien leur art, les résultats obtenus, quoique plus tardifs, sont sensiblement les mêmes, principalement quand les manipulations sont faites sous l'eau chaude, comme à Aix-les-Bains et dans d'autres stations thermales. Mais cette médication, beaucoup trop compliquée, ne pourra jamais, à beaucoup de points de vue, entrer dans la pratique courante, et constituera toujours un traitement d'exception et de luxe !

On conçoit que le massage pneumatique, qui synthétise les principales actions thérapeutiques de la faradisation cutanée, de l'hydrothérapie et du massage manuel, et qui agit si merveilleusement dans le traitement des névrites périphériques, soit également indiqué dans un grand nombre de maladies chroniques relevant de dystrophies constitutionnelles.

En soumettant les malades à ce traitement, appliqué d'une façon générale, j'ai toujours constaté ce que l'on observe souvent, dans le cours d'un traitement hydrothérapique bien conduit et bien supporté : augmentation de l'appétit, accroissement des forces, diminution de la sensibilité au froid et, en fin de compte, restauration constitutionnelle. Un résultat intéressant et spécial à remarquer, c'est l'arrêt presque instantané des vomissements, dans beaucoup de cas que je ne puis pas indiquer ici.

Des résultats non moins remarquables sont observés dans le traitement des affections broncho-pulmonaires et cardiaques chroniques. Chez nombre de dyspnéiques, qu'il s'agisse de malades atteints de catarrhe bronchique, d'emphysème, d'asthme ou d'affections cardiaques, le massage pneumatique produit un soulagement presque immédiat, en relevant le taux respiratoire et en activant la circulation cardio-pulmonaire, tout en facilitant le travail du cœur par l'augmentation de la circulation périphérique. Les effets sont comparables à ceux qu'on observe après les inhalations d'oxygène ; mais ils sont plus durables. On peut dire, dans ce cas, que pratiquer le massage pneumatique, c'est faire de l'oxythérapie, mais d'une façon plus sérieuse et plus continue, en raison de l'activité donnée aux différents muscles respiratoires.

Les mêmes bons effets sont obtenus dans la tuberculose pulmonaire apyrétique. La toux est très vite modifiée, l'expectoration est grandement facilitée, l'appétit et les forces renaissent, ce qui facilite singulièrement la mise en œuvre de la cure hygiéno-diététique, qui consiste avant tout dans le repos, l'alimentation et la cure d'air. On sait que, dans ces affections, l'hydrothérapie donne parfois de très bons résultats, mais que dans de nombreux cas, elle peut être dangereuse, en raison de son action réfrigérante. Rien à craindre de semblable avec le massage pneumatique, qui remplace toujours avantageusement, dans ces cas, le massage manuel le mieux appliqué et qui l'emporte de beaucoup sur l'usage des pointes de feu et des autres révulsifs.

Contre-indications. — Le massage pneumatique est nettement contre indiqué dans tout état inflammatoire aigu et, d'une façon générale, dans le cours de la fièvre qu'il augmente toujours, beaucoup plus même que les révulsifs les plus actifs, ce qui montre bien sa grande vertu réactionnelle.

Par la même raison, il est également nuisible dans toutes les cachexies vraies, et en général, dans tous les cas où l'organisme est dans un tel état de déchéance, qu'il ne peut plus subvenir à un nouvel appel de forces. Cette contre-indication d'ordre général est d'ailleurs commune à toutes les pratiques physiothérapiques puissantes.

Conclusions. — Cet aperçu très court de ce que j'ai observé depuis douze

ans en employant le massage pneumatique, peut être résumé dans les conclusions suivantes :

1° Le massage pneumatique est une nouvelle manipulatian thérapeutique qui s'exerce exclusivement sur la peau au moyen d'une ampoule molle en caoutchouc, dans laquelle se produit constamment le vide, et que l'on promène sur tout ou partie de la surface du corps.

2° Les actions mécaniques produites sont la succion, la friction, l'expression et la traction de la peau.

3° Les effets physiologiques obtenus sont une douleur analogue à celle de la faradisation cutanée d'intensité moyenne, et une hypérémie périphérique, d'ordre réactionnel, analogue à celle de l'hydrothérapie, mais plus accentuée et plus durable.

4° Les effets thérapeutiques observés dans le traitement des névrites périphériques dépassent nettement ceux que l'on obtient à l'aide de la faradisation cutanée et de l'hydrothérapie, et ne peuvent être comparés qu'à ceux que l'on obtient par l'emploi du massage manuel le mieux pratiqué, sous la douche chaude, tout en leur étant supérieurs à plusieurs titres.

5° Les mêmes résultats peuvent être signalés à l'actif du massage pneumatique, dans les dystrophies constitutionnelles, aussi bien que dans les affections cardiaques et pulmonaires chroniques.

6° Enfin, il y a lieu d'insister sur la commodité et la facilité d'application du massage pneumatique que tout médecin peut pratiquer en quelques minutes, sans fatigue et sans la moindre connaissance de la technique délicate et absorbante du massage général traditionnel.

M. le Dr PIERRE

à Berck-sur-Mer.

THÉORIE ET TRAITEMENT DE LA SCOLIOSE [617.39]

— Séance du 19 septembre —

Avant d'être une maladie localisée à la colonne vertébrale, la scoliose fait partie d'un ensemble morbide, d'une dystrophie constitutionnelle intéressant à des degrés variables tous les segments du squelette.

Si l'on prend une scoliose à son début, il est facile de constater avec

l'inflexion du rachis, l'asymétrie du sternum et du thorax, l'inégal développement des deux moitiés du bassin et à peu près constamment l'inégalité de longueur des membres inférieurs.

Pour moi, cette inégalité statique est, dans la grande majorité des cas, la cause première de la scoliose. Je l'ai constatée environ neuf fois sur dix. Elle peut varier de 4 à 5 millimètres dans les scolioses légères jusqu'à 2 centimètres dans les scolioses graves.

C'est généralement la jambe gauche qui est la plus courte. Elle est aussi moins épaisse de 2 à 3 centimètres environ. La différence porte à peu près exclusivement sur la cuisse; la jambe est ordinairement égale à celle de l'autre côté; mais le pied est plus petit en longueur et en largeur. Ce raccourcissement entraîne une courbure lombaire gauche primaire et une courbure dorsale droite secondaire compensatrice de la première. C'est là et non dans la prépondérance du bras droit qu'est la cause de la localisation à droite de la courbure principale.

Mais il arrive qu'on peut avoir une courbure principale droite avec une jambe droite plus courte, et inversement, une courbure principale gauche avec une jambe gauche plus courte. La raison de cette anomalie est dans l'existence de deux courbures lombaires qui se compensent l'une l'autre et qui sont suivies d'une courbure dorsale tertiaire qui sera forcément du côté homologue à la jambe plus courte. Voilà la seule explication qui me paraisse plausible de la scoliose dorsale gauche chez les droitiers, inexplicable pour les partisans de la théorie de la prépondérance du bras droit.

Je ne nie pas que la scoliose ne puisse pas être tantôt vertébrale d'emblée et tantôt consécutive à des lésions des organes des sens ou des muscles du cou. Mais je crois fermement que dans la majorité des cas elle a sa cause première dans l'inégalité statique des membres inférieurs. Bien entendu, l'inégalité statique ne fait qu'amorcer la scoliose. Pour qu'elle devienne une difformité, une bosse, il est nécessaire que la cause première, encore ignorée, de la dystrophie générale qui, dès le début, a frappé tout le squelette, persiste longtemps, qu'il y ait en outre des causes accidentelles d'aggravation comme une maladie aiguë, des fatigues précoces, un traitement mal approprié, comme il faut que les jeunes rachitiques continuent à souffrir de leur genre d'alimentation, de leurs mauvaises conditions d'hygiène pour que leurs jambes, qui ne demanderaient qu'à se redresser, restent définitivement bancales ou cagneuses.

Traitement. — A chacun des trois degrés de la scoliose s'oppose un un traitement particulier qui se résume :

Pour le premier degré : dans le repos relatif; seize heures de décubitus par jour, au grand air, la mer de préférence; dans l'hygiène de l'estomac, toujours plus ou moins souffrant, plus ou moins dilaté.

Pour le deuxième degré : dans le port de l'appareil plâtré, jusqu'à ce que l'attitude générale soit suffisamment modifiée, c'est-à-dire ramenée du deuxième au premier degré.

Pour le troisième degré : dans une série de redressements progressifs obtenus par les divers modes de suspension verticale et latérale, d'extension et de pressions, et dans le port d'appareils plâtrés successifs ne prenant fin que le jour où la scoliose est passée du troisième au deuxième degré.

Le redressement squelettique obtenu doit être consolidé pour chacun des trois degrés par les exercices de la gymnastique suédoise.

Pour l'appareil plâtré j'emploie la technique primitive de Sayre — corset sans ouate sur jersey — avec cette différence que l'appareil de Sayre s'arrêtait aux aisselles et que je prolonge le mien jusqu'à la base de la tête, jusqu'à la nuque en arrière, jusqu'au-dessus du cartilage hyroïde en avant, de façon à annihiler le plus complètement possible le poids de la tête.

M. le Dr BERTHOLON

à Tunis.

ENQUÊTE SUR LA TUBERCULOSE EN TUNISIE [616.995(61.1)]

— Séance du 19 septembre —

L'auteur a fait une enquête auprès de ses collègues français et étrangers, sur la fréquence de la tuberculose en Tunisie. Cette enquête était placée sous le patronage de la Section des *sciences médicales de l'Institut de Carthage*. Les principaux résultats de cette enquête peuvent se résumer ainsi :

La tuberculose selon les sexes. — Les réponses des médecins et statistiques de l'hôpital italien montrent que sur cent phtisiques, on trouve en Tunisie, soixante-six hommes, trente-quatre femmes. En France, la proportion est de cinquante-quatre phtisiques hommes, pour quarante-six femmes.

La tuberculose selon les âges. — A partir de seize ans, la tuberculose est plus fréquente. De seize à vingt ans la proportion des tuberculeux est deux fois plus considérable que chez l'homme. De vingt et un à vingt-cinq ans, la proportion est encore plus forte chez la femme. A partir de vingt-six

ans, et aux âges suivants l'homme est plus touché. Dans la période de trente-six à quarante ans, l'homme arrive à être atteint deux fois plus souvent que la femme.

Rareté de la tuberculose pulmonaire en Tunisie.— Armée. La proportion est de 0,69 décès par tuberculose pour mille hommes sur les troupes de Tunisie (1882-1886). En Algérie, la proportion a été de 0,88 décès, pendant cette même période. Dans la période de 1892-1896, la proportion des décès par tuberculose en Tunisie a été dé 0,62. Il y aurait tendance à la diminution.

Hôpital italien de Tunis (1891-1898), sur cent entrées 1,20 pour tuberculose pulmonaire, sur cent décès 13,8 par cette cause. On compte le nombre de décès par tuberculose pulmonaire, dans les proportions suivantes, aux hôpitaux de Philadelphie 29, Paris et Marseille 25, Londres 23, New-York 19, Bordeaux 16, Copenhague 13, comme Tunis.

Les médecins italiens de Tunisie indiquent dans leur clientèle une proportion de deux à trois phtisiques pour cent malades.

Les médecins français donnent une proportion de 3 à 5 0/0. Cela tient à ce que beaucoup de tuberculeux français viennent en Afrique dans l'espoir d'y rétablir leur santé. On en trouve une très forte proportion dans les administrations et chez les colons.

La clientèle des médecins italiens de Tunisie s'adresse à des natifs, ou à des gens non venus en Tunisie pour raison de santé. Aussi leur statistique représente-t-elle plus fidèlement la proportion de la tuberculose pulmonaire, née sur le territoire. Elle complète parfaitement les statistiques militaires avec lesquelles elles concordent.

Causes de la rareté de la tuberculose pulmonaire. — Rareté des cas de tuberculose chez les bovidés tunisiens, comme l'a signalé le docteur Loir. En 1892, sur 20.247 bovidés abattus, deux étaient tuberculeux — en 1893, sur 26.992 un était tuberculeux — en 1894, sur 27.618, quinze. Vie en plein air. L'été, on vit avec les fenêtres ouvertes jour et nuit. L'hiver peu de confinement. Croyance à la contagion de la tuberculose, d'où mesures de désinfection.

La tuberculose pulmonaire selon les races. — La tuberculose, assez fréquente chez le Maure des villes, est presque inconnue chez le Bédouin, vivant sous la tente. Une cause de tuberculose chez les musulmans des villes, est la possession d'esclaves soudanais, très prédisposés à la phtisie.

L'armée perd plus de soldats indigènes que de français par tuberculose. En 1892-1896, sur mille zouaves, on relève 0,59 décès par tuberculose, sur mille tirailleurs indigènes, 1,75 décès, soit trois fois plus. Sur mille chasseurs d'Afrique, 0,30 décès par tuberculose, sur mille spahis indigènes,

1,17, soit quatre fois plus que chez les cavaliers français. Comme terme de comparaison, disons que dans l'armée française, on a relevé, pendant la même période, une proportion de 1,09 décès par tuberculose pulmonaire, pour mille hommes.

L'élément israélite paraît jouir d'une immunité relative. Sur cent habitants de Tunisie, quinze sont israélites, sur cent cas de tuberculose relevés par les divers médecins de Tunisie, sur cent tuberculeux, dix-sept sont Israélites. Les Israélites tunisiens vivent, cependant, entassés, dans de mauvaises conditions hygiéniques d'air, de nourriture, de boissons.

Les Italiens sont rarement tuberculeux, d'après la statistique de leur hôpital.

Les Maltais sont presque réfractaires à cette maladie ; sur cent habitants de Tunis, 30 sont Maltais ; sur cent tuberculeux ; 11 sont Maltais, proportion infime.

Les Français sont plus souvent tuberculeux, mais par suite d'immigration de tuberculeux venus de France.

Durée de la tuberculose en Tunisie. — Sur cent tuberculeux, 6 durent six mois, 34 un an, 25 jusqu'à deux ans, 17 de deux à quatre ans, 12 de cinq à dix ans, 4 de onze à vingt ans, 1 plus de vingt ans.

En d'autres termes, sur cent tuberculeux tunisiens, quarante disparaissent dans la première année.

Le quart survit deux ans, un sixième parvient jusqu'à la quatrième année, un sixième enfin, représente les formes à évolution lente, et survit de cinq à vingt ans, avec des chances de succomber avant la onzième année. Si l'on compare avec la statistique de Louis, on constate en Tunisie une proportion de tuberculoses à évolution lente, plus accusée que celle observée en France.

Époque des décès par tuberculose. — On meurt le moins pendant les mois chauds et le plus pendant le quatrième trimestre par tuberculose pulmonaire.

Cause déterminante du décès.— Consomption 52 0/0, hémoptysie 19 0/0, phtisie aiguë 6,8.

Le climat tunisien, sa valeur thérapeutique. — Le climat de la ville de Tunis est défavorable aux tuberculeux par suite des brusques variations de température. La Kroumirie reçoit trop de pluie ; par contre, la côte orientale de Tunisie et surtout la région du Cap Bon, merveilleusement située entre les deux bassins de la Méditerranée, recevant une quantité modérée de pluie, ayant les avantages d'un climat marin, avec un écart de

3 degrés entre la saison chaude (10°,6) et la saison fraîche (7°,6), paraissent un des points connus les mieux situés pour l'installation de sanatoria pour les tuberculeux.

M. le Dr LOIR

Directeur de l'Institut Pasteur de Tunis.

LA BICYCLETTE DANS LE TRAITEMENT DES HERNIES [616.34]

— *Séance du 19 septembre* —

Au mois d'octobre 1898, dans le premier numéro du *Bulletin de l'hôpital civil français de Tunis*, je publiais une observation de guérison d'une hernie inguinale par la bicyclette.

Ce travail, présenté à l'Académie de médecine par M. le professeur Gariel, fut l'objet d'un rapport de M. le Dr Lucas-Championnière, rapport qu'il intitula « Guérison de la hernie par l'usage de la bicyclette. Les exercices chez les hernieux. — Usage de la bicyclette chez les hernieux et pour la complication des hernies. »

Dans notre observation, un homme, chez lequel une hernie inguinale datait de quatre ans, avait été soumis sans succès à divers bandages. Il essaya de monter à bicyclette : peu à peu sa hernie sortit moins facilement ; au bout de trois mois la hernie ne sortait plus, après quatre mois elle paraissait guérie. Le ventre avait maigri et la paroi semblait plus solide. M. Lucas-Championnière dit dans son rapport : « L'auteur conclut de là que la hernie est guérie, et que c'est l'usage de la bicyclette qui a produit la guérison.

» Il pense que ce fait n'a pas de précédent, puisqu'on défend la bicyclette aux hernieux plutôt que de la conseiller ; et lui-même l'a depuis conseillée à un autre hernieux, et cela avec succès.

» Il y aurait beaucoup à dire sur les différents points touchés par l'auteur, sur la guérison des hernies par le repos et l'application du bandage, sur ces faits trop facilement admis.

» Une hernie peut être masquée sans être guérie, et c'est là le fait habituel.

» C'est un fait de ce genre qui nous a été rapporté. Mais tout en n'ad-

mettant pas une guérison au vrai sens du mot, le fait de M. Loir n'en est pas moins intéressant à cause de la très grande amélioration du hernieux. »

Plus loin, M. Lucas-Championnière continue : « Quand on étudie avec soin et d'un esprit indépendant la prodigieuse phalange des hernieux, on reconnaît bien vite que le mouvement ne leur est pas nuisible. Les efforts de violence extrême ont pour eux de réels inconvénients ; mais l'usage coutumier de leurs forces pour des travaux réguliers est loin de causer fatalement des accidents.

» Le mouvement est pour le hernieux, comme pour tous les hommes, une cause de santé.

» Cherchant à instituer un exercice spécial pour le hernieux, on n'aurait certainement rien trouvé de mieux et de plus approprié que l'exercice de la bicyclette.

» On peut donc nettement formuler le conseil pour les gens si nombreux qui sont atteints de hernies, qu'ils soient protégés par un bandage ou qu'ils puissent habituellement s'en passer. »

M. Lucas-Championnière ajoute même qu'il ne craint pas, le cas échéant, de conseiller la bicyclette à ses opérés de cure radicale ; il en a vu qui, un mois après leur retour chez eux, usaient de la bicyclette et n'avaient qu'à s'en louer.

Dans une thèse soutenue le 6 juillet 1899 devant la Faculté de médecine de Paris et intitulée : « La bicyclette chez les hernieux », M. Mignon dit « que nombre de médecins avaient été au moins surpris par la communication de M. Lucas-Championnière et que, consultés par des hernieux sur l'opportunité de faire de la bicyclette, ils étaient encore hésitants et décidés plutôt à la proscrire ».

M. Mignon dans sa thèse cite neuf observations de hernies traitées par la bicyclette.

Il signale une amélioration notable de la hernie dans quatre cas : la hernie ne sort plus ; les malades étaient âgés de 18, 35, 36, 40 ans ; une légère amélioration dans trois cas, chez des hommes âgés de 28, 34, 40 ans ; aucune influence dans deux cas, chez des sujets âgés l'un de 56 et l'autre de 58 ans.

Il n'a pas pu relever une seule observation dans laquelle l'usage de la bicyclette ait causé, augmenté, aggravé ou simplement rendu plus gênante une hernie. Il conclut que si l'on a jusqu'à présent proscrit chez les hernieux toute espèce d'exercices physiques, il en est un, au moins, pour lequel on a eu tort, c'est le cyclisme.

Que tout au contraire, les hernieux trouvent dans le cyclisme, en même temps que la disparition morale, pour ainsi dire, de leur infirmité, un relèvement de leur état général, un meilleur fonctionnement de leurs

organes et souvent une diminution de leur hernie elle-même. La bicyclette, ajoute-t-il, est pour les hernieux l'exercice de choix.

Je puis aujourd'hui citer une nouvelle observation dans laquelle la bicyclette a amélioré l'état d'une hernie, jusqu'à faire disparaître le choc viscéral chez un homme de trente-deux ans.

En somme, l'usage de la bicyclette est un mode de traitement mécanique de la hernie qui mérite d'entrer dans la pratique, en dépit d'un préjugé qui existe trop souvent.

La bicyclette n'arrive du reste à améliorer la hernie que parce qu'elle oblige le cycliste à faire un exercice continu et facilement soutenu.

Tous les moyens qui tendent à faire faire une gymnastique analogue peuvent donner le même résultat.

Nous n'en citerons pour exemple que l'observation suivante :

M. X., âgé de vingt-deux ans, a eu une hernie inguinale droite, observée dès les premières années de sa vie.

On n'avait rien fait pour la contenir, et la hernie devenait de plus en plus gênante ; on considérait l'enfant comme un véritable infirme.

A l'âge de quinze ans seulement on lui procure un bandage ; mais gêné par cet appareil il le quitte au bout de quelques jours pour ne plus jamais avoir recours à aucun bandage. Vers l'âge de seize ans il devient apprenti tourneur en bois ; il est obligé, pour mettre en action son tour de faire le même mouvement qu'un bicycliste en pédalant ; et encore faut-il plus de force pour actionner un morceau de bois de quinze à vingt kilos que pour actionner une bicyclette. Dès qu'il se mit à tourner il se sentit sensiblement et graduellement mieux. Plus il se fatiguait au tour, plus sa hernie se maintenait facilement dans l'abdomen.

Au bout de dix-huit mois il constate la disparition complète de la hernie.

Il est aujourd'hui âgé de vingt-deux ans, fait son service militaire dans un régiment d'infanterie, et à l'examen on ne trouve plus le choc viscéral.

Au XVIII^e^ siècle la chirurgie avait déjà reconnu l'efficacité de l'exercice pour amener chez le hernieux l'amaigrissement si utile dans le traitement de sa maladie. Pour arriver à ce résultat la thérapeutique d'alors employait des moyens tellement violents qu'ils ont fini par tomber en désuétude.

Au contraire la bicyclette réalise l'exercice d'élection du hernieux et réunit toutes les conditions pour servir de traitement rationnel à cette maladie.

M. le Dr OVION

Chirurgien de l'hôpital de Boulogne.

DE L'OPÉRATION CÉSARIENNE PRATIQUÉE EN TEMPS D'ÉLECTION ET SUIVIE DE LA LIGATURE DES TROMPES [618.86]

— Séance du 20 septembre —

J'ai eu dans le cours de ces dernières années l'occasion d'intervenir dans trois cas de dystocie pelvienne pour lesquels j'ai eu recours à l'opération césarienne pratiquée en temps d'élection et suivie de la ligature des trompes. C'est la discussion à la suite de laquelle j'ai pris ce parti que je désire soumettre au Congrès aujourd'hui.

Lorsque dans la pratique on se trouve en présence d'une femme enceinte dont le bassin est nettement infranchissable pour un enfant à terme, la question se pose de savoir à laquelle des interventions possibles on s'adressera :

Accouchement prématuré provoqué ;

Accouchement à terme avec symphyséotomie ou opération césarienne.

Dans chacune de ces hypothèses il y a lieu d'envisager le sort de l'enfant et celui de la mère.

Dans l'accouchement prématuré provoqué, c'est évidemment l'enfant qui court les plus gros risques. Il y a toujours un calcul très délicat à faire dont les éléments (mesures et conditions du rétrécissement, dimensions et âge de fœtus) manquent de précision et dont, cependant, dépend la viabilité de ce fœtus ; mais, à supposer qu'aucune erreur n'ait été commise et que les conditions de viabilité soient excellentes, qu'en outre l'accouchement se soit fait vite, bien, et sans dommage pour l'enfant, il n'en reste pas moins que cet enfant est né trois semaines, un mois, six semaines, peut-être même davantage avant terme et qu'il va, par ce fait seul, être exposé à de grands dangers et nécessiter des soins très spéciaux. A ces risques s'ajoutent, bien entendu, les aléas de l'accouchement même (procidence du cordon, décollement placentaire, mauvaise présentation) et ceux d'une intervention si elle a été jugée nécessaire.

En ce qui concerne la mère, les exemples ne sont pas rares où la provocation de l'accouchement a été difficile ou seulement longue et par conséquent fatigante. Le traumatisme utérin et vaginal est inévitable, les manœuvres répétées rendent l'infection facile et en multiplient les chances.

Et encore, il faut tenir compte de ce fait que, dans la pratique ordinaire, l'accoucheur aura bien du mal à s'immobiliser auprès de sa patiente pendant des heures et même des journées. Et cependant, s'il ne le fait pas, il lui fera courir le risque de ne pas être assistée au moment utile, ou, ce qui serait beaucoup plus grave, d'être assistée par des mains d'une asepsie problématique.

Supposons donc que nous laissions notre femme arriver à terme. La première idée qui vient à l'esprit actuellement est celle de la symphyséotomie quand elle est applicable. Je n'en ai pas personnellement l'expérience, n'ayant pas eu l'occasion d'en trouver les indications nettement posées. Je n'en parlerai donc que par ce que j'en ai vu et lu, et je dois dire qu'elle ne me tente pas. En mettant même de côté la question de la mutilation du squelette, qui pourtant a son importance, il est hors de doute que le terrain gagné par cette ouverture du bassin est limité ; que reparaît ici la question de mesures plus ou moins exactes ; que, lors des manœuvres d'extraction si souvent indispensables, l'accoucheur aura vite dépassé les limites permises, et que de fait les blessures vésicales et uréthrales et les diastasis sacro-iliaques sont loin d'être inconnues. Mais le gros danger est l'infection. Nous savons tous combien est difficile à réaliser, je ne dis pas l'asepsie, mais le minimum de sepsie compatible avec les forces de résistance des tissus traumatisés. Si ces difficultés sont déjà grandes en chirurgie, elles le sont bien autrement en obstétrique et, pour ma part, je me méfie beaucoup des orifices naturels comme voisins immédiats des plaies opératoires. Et il s'agit ici d'une plaie articulaire ouvrant largement le tissu cellulaire pelvien et des voies veineuses et lymphatiques si considérablement actives à cet endroit et à ce moment.

Ceci dit pour la mère, je ne vois pas non plus que le sort de l'enfant soit particulièrement sûr dans la symphyséotomie. Tous les dangers d'un passage ralenti et difficile se retrouvent avec, au bout, le plus souvent, le forceps ou la version.

Quant à l'embryotomie, elle est ici hors de discussion. Elle ne peut être qu'une ressource ultime dans l'une quelconque des opérations dont nous venons de parler et ne saurait en aucun cas être préméditée.

C'est pour ces différentes raisons que je me suis décidé à l'opération césarienne dans les trois cas qui sont l'occasion de cette communication.

La première de mes opérées était une ancienne coxalgique guérie avec ankylose totale coxo-fémorale en adduction et rotation en dedans, présentant une atrophie marquée du membre correspondant et de la moitié du bassin. Son diamètre P. S. P. mesurait bien près de 10 centimètres, mais la moitié de son bassin était seule utilisable pour l'expulsion. Elle avait d'ailleurs déjà eu un enfant qui avait dû être sacrifié au moment de l'accouchement.

La deuxième était une petite femme d'une taille inférieure à 1m,45, avec un bassin atrophié dont le diamètre P. S. P. mesurait 9cm,5 environ et qui avait aussi subi antérieurement une embryotomie.

La troisième était une petite femme, rachitique à jambes torses de 40 centimètres de long, et à grande ensellure lombaire avec un bassin à courbure sacrée exagérée et un diamètre P. S. P. inférieur à 9cm,5. C'était une primipare.

La technique a été la même dans les trois cas, et je n'ai rien à en dire de particulier. L'opération m'a paru facile et sans imprévu. Je n'ai rencontré le placenta sur ma route qu'une fois et je me suis conduit alors comme en cas de placenta prévia. Je n'ai jamais eu d'hémorragie notable. La délivrance a été faite de suite par la plaie utérine et sans la moindre difficulté. Je me suis assuré de la perméabilité du col, et j'y ai placé une mèche iodoformée dans le seul des trois cas où il m'a paru un peu rigide et étroit. J'avais d'ailleurs, chaque fois, attendu le début du travail pour intervenir.

Comme suites opératoires les choses se sont passées le plus simplement possible et les suites de couches ont été idéales. Jamais la température des opérées n'a dépassé 37°. J'ai eu trois succès complets.

L'involution utérine m'a semblé se faire aussi vite que dans l'accouchement le plus normal.

La cicatrice et la réparation de la paroi abdominale ont été plus belles et plus intégrales que dans aucune des laparatomies que j'ai faites, et je me demande si cette perfection de la restauration n'est pas spéciale à l'état puerpéral.

J'ai terminé chaque fois l'intervention par la ligature des trompes ou leur section, et sur ce point particulier je veux dire mon sentiment.

La crainte d'un malthusianisme scientifique doit-elle l'emporter sur celle de laisser courir à la patiente les dangers d'une fécondation ultérieure, en d'autres termes faut-il laisser à la femme, chez laquelle l'opération césarienne a été jugée nécessaire, la possibilité d'une grossesse future? La question est discutable et les avis sont partagés. Mais j'ai pour ma part, appliqué à la solution de ce problème, les raisons qui font attacher par les modernes en général à la vie de la mère, une valeur environ triple de celle de l'enfant à terme.

J'ai donc chaque fois et, de parti pris, pratiqué la ligature des trompes ou leur section entre deux ligatures, respectant l'ovaire dont nous avons appris à connaître la valeur, que celle-ci soit due à ce qu'on a appelé la sécrétion interne ou à toute autre raison de physiologie générale. Sur les trois femmes que j'ai opérées, cette petite intervention complémentaire n'a en aucune façon gêné la fonction menstruelle qui s'est toujours accomplie régulièrement et normalement. Et je puis donner ce renseignement comme

certain, ayant revu de temps en temps et tout dernièrement encore les femmes dont la première a été opérée il y a plus de trois ans.

CONCLUSIONS

En chirurgie et en obstétrique, comme dans toutes les sciences appliquées, où interviennent des éléments personnels de détermination tels que l'interprétation des phénomènes, la discussion des décisions à prendre et par conséquent les aptitudes, l'adaptation, les habitudes et même les goûts de celui qui raisonne, il ne saurait y avoir de conclusions absolues. La seule chose permise est de prévoir que telles circonstances étant données, la façon de se conduire de celui qui parle ou qui écrit sera telle ou telle.

Je dirai donc que, pour ma part, lorsqu'une femme portant un rétrécissement des os du bassin infranchissable pour un enfant à terme se présentera à mon observation au cours de sa grossesse, si cette femme est d'ailleurs bien portante, si j'ai le choix du moment et les conditions matérielles opératoires, je conseillerai et je pratiquerai l'opération césarienne à terme suivie de ligature des trompes.

Je trouve à cette conduite les avantages suivants :

1° Enfant à terme aussi sûrement vivant que dans l'accouchement le plus normal ;

2° Suites opératoires aussi simples et certainement beaucoup moins aléatoires que dans aucune des autres interventions possibles ;

3° Suites de couches extraordinairement simples ;

4° Impossibilité de grossesses futures.

Quant à l'opération, elle est parfaitement réglée et facile à pratiquer.

MM. le Dr RAPPIN

Professeur à l'École de Médecine de Nantes.

ET

L. FORTINEAU

Préparateur au Laboratoire de Bactériologie.

LES FERMENTS FIGURÉS DU TUBE DIGESTIF ET LA GLYCOGÉNIE

— Séance du 20 septembre —

L'année dernière, lors du Congrès de l'Association pour l'Avancement des sciences, à propos de la discussion sur le diabète, l'un de nous, M. Rappin

a attiré l'attention sur l'intérêt qu'il y aurait à étudier, au point de vue de la pathogénie de cette maladie, la flore intestinale du diabétique. Je m'efforçai de démontrer qu'il n'est guère possible, en présence de la relation si étroite qui unit la nature de l'alimentation à la production du glucose, de ne pas attribuer aux ferments figurés qui peuplent l'intestin, une part active dans la production de ce phénomène, et j'inférais de ces aperçus que peut-être la pathogénie de cette affection recevrait un certain jour de recherches entreprises de ce côté.

J'ai, depuis ce temps, avec le concours dévoué de M. L. Fortineau, préparateur du laboratoire de bactériologie, poursuivi sur ce sujet quelques recherches, qui nous ont amenés à établir un certain nombre de constatations dont je désirerais, en notre nom commun, exposer ici les résultats.

D'après les théories admises sur la production du sucre dans l'organisme, cette production est placée sous la dépendance de l'action de ferments solubles sécrétés en différents points, et la propriété saccharifiante appartient en particulier à la salive, au ferment sécrété par le pancréas, et peut-être aussi, en dehors de la fonction hépatique, à d'autres enzymes.

Lorsque, à ce propos, on relit les traités de physiologie, on est frappé par certaines remarques, en particulier sur l'action de la salive. Pour certains auteurs, et entre autres Kuss et Duval, cette propriété saccharifiante appartiendrait plus spécialement au mélange des différentes salives, sous-maxillaires, sub-linguales, etc., chacune de celles-ci, au moins chez certaines espèces animales, demeurant sans action, prise isolément.

Dans la cavité buccale même, cette action sur les substances amylacées des salives ainsi mélangées, tiendrait surtout aux éléments figurés qui s'y trouvent contenus, et en particulier aux corpuscules salivaires observés pour la première fois par Leeuwenhoek.

Nous souvenant de notre premier travail, et des observations faites à ce moment et depuis sur la flore de la cavité buccale, nous avons pensé qu'en dehors des ferments solubles sécrétés par les cellules de l'organisme, quelques-unes des nombreuses espèces bactériennes du tube digestif, pouvaient posséder la propriété de sécréter un ferment saccharifiant l'amidon.

Il existe fort peu de travaux, du moins à notre connaissance, sur l'étude de la propriété que posséderaient certaines bactéries de produire du sucre en présence des matières amylacées. Nous ne pouvons citer seulement qu'une note publiée en 1894, par Maumus, et préparée dans le laboratoire de Straus, sur la production du sucre par la bactéridie charbonneuse, et surtout, l'excellente thèse pour le doctorat ès sciences de notre regretté ami Vignal, dans laquelle, étudiant en dehors de toute idée d'application spéciale, la biologie du Bacillus mesentericus vulgatus, l'auteur montre que cette bactérie décompose l'amidon en produisant du glucose.

Nous avons en quelque sorte repris ce travail, en cherchant à en appliquer

les conséquences, sinon à la pathogénie même du diabète, tout au moins à la production de la glycogénie animale.

Pour nous rapprocher autant que possible des conditions dans lesquelles une étude semblable pouvait être intéressante à ce point de vue spécial, nous avons étudié l'action de ce bacille sur les substances ou aliments que l'observation nous montre naturellement comme les sources principales du glucose et que l'on proscrit ou réduit tout au moins dans le régime alimentaire du diabétique à cause de leur teneur en amidon, et nous avons choisi les types les mieux classés sous ce rapport :

1° La fécule, telle qu'on la rencontre dans le commerce ;

2° Le pain ;

3° Enfin la pomme de terre.

Avant de commencer les expériences, nous avons éprouvé différents échantillons de ces substances au point de vue de leur action sur la liqueur de Fehling.

Nous avons ainsi remarqué que la fécule, étudiée directement, demeurait sans action sur ce réactif. Au contraire, sur deux échantillons de pain expérimentés, l'un nous a donné une réduction très marquée de cette liqueur. Enfin, de même, tandis qu'avec certaines espèces de pommes de terre nous obtenions rapidement la réduction, avec d'autres, au contraire, la recherche du sucre demeurait négative.

Les variétés de ce tubercule sont, comme l'on sait, fort nombreuses, et la composition de chacune est très variable. Les conditions d'espèce, d'âge, et aussi de culture, etc., font varier dans des proportions très notables, non seulement la réaction plus ou moins acide de chacune d'elles, mais encore leur richesse en cellulose, en amidon, etc., et partant en sucre produit.

C'est la remarque que nous faisions l'année dernière au Congrès, et ce sont ces variations dans la constitution, qui entraînent naturellement aussi les variabilités observées dans les cultures microbiennes obtenues sur ce milieu. Il était intéressant de retrouver cette variabilité dans la réaction produite dans la recherche du sucre.

Après avoir choisi dans ces divers produits des échantillons donnant une absence complète de toute réduction, nous avons cherché à composer pour le microbe à étudier, un milieu suffisamment nutritif pour obtenir une végétation abondante, et d'une composition assez bien déterminée pour permettre de suivre chaque jour la marche du phénomène en étude. A cet effet, nous nous sommes servis, à l'exemple de Vignal, d'un bouillon faible, formé d'une partie de bouillon peptone ordinaire pour deux parties d'eau.

Nous avons ainsi préparé un certain nombre de ballons, contenant chacun 200 grammes de ce mélange, et nous avons fait, de ces ballons, trois

séries : l'une additionnée de fécule ; l'autre de mie de pain, réduite en pâte homogène et filtrée ; la dernière de pomme de terre cuite, chacune de ces substances dans la proportion de 4 0/0 par rapport au bouillon.

Afin d'éviter toute transformation de la fécule de ces différents échantillons par la chaleur élevée de l'autoclave, nous avons employé, pour la stérilisation, la méthode de Tyndall, en maintenant la température à 80°, et nous avons ensemencé nos différentes séries de ballons de culture.

Cette expérience nous a conduits d'abord à faire une première remarque.

Pour l'ensemencement, nous avions pris un bacille de pomme de terre, conservé comme type souche dans notre laboratoire.

Ce bacille possède, en effet, toutes les réactions de l'espèce des mesentericus : il en a la morphologie, les réactions de coloration ; il liquéfie la gélatine, se cultive en nappe sur gélose et donne sur la pomme de terre une abondante culture étalée en couche mince, plissée, en produisant à la surface des gouttelettes d'eau de condensation qui font reconnaître généralement cette culture spéciale.

Mais la culture sur pomme de terre, du type que nous avions entre les mains prend bientôt une teinte un peu rougeâtre qui n'est pas celle de la culture du mesentericus vulgatus : c'est plutôt la variété connue sous le nom de bacillus mesentericus fuscus que nous avions ici.

Or, avec cette variété, nous n'avons rien obtenu. Malgré un séjour prolongé de nos ballons à l'étuve, à une température de 37-38°, et une abondante végétation en voile à la surface du milieu, nous n'avons pu déceler, même après plusieurs jours, aucune trace d'action saccharifiante dans nos ballons, de quelque échantillon de fécule qu'ils fussent composés.

Cette variété de bacillus mesentericus ne produit pas de sucre. Pour isoler un bacille de la pomme de terre autre, nous avons eu alors recours au procédé ordinaire indiqué par Koch, et qui consiste à exposer pendant quelque temps à l'air un peu de pomme de terre cuite. Cette fois, nous avons obtenu un bacille possédant toutes les réactions du mesentericus vulgatus et dépourvu de tout pouvoir chromogène.

C'est cette variété que nous avons étudiée et qui nous a servi à ensemencer nos différents types de ballons. Ensemencés exactement dans les mêmes conditions, ceux-ci étaient placés en même temps à l'étuve à 37-38°, et chaque jour, nous prélevions purement, dans chacun d'eux, une quantité déterminée de liquide de culture destinée à être étudiée par la liqueur de Fehling.

Dans ces conditions, ces expériences nous ont fait voir que ce bacille possédait la propriété de décomposer l'amidon en produisant du sucre, même en un temps relativement court.

Voici, très rapidement exposés, les résultats que nous avons obtenus.

Dans les ballons renfermant la fécule du commerce, les chiffres se sont montrés constamment les plus élevés :

Le 12 août, après 24 heures d'étuve, on trouve déjà une petite quantité de sucre dans le ballon préparé avec la pomme de terre cuite ; les autres n'en contiennent pas ;

Le 14, le ballon de pommes de terre donne 2 grammes 30 de sucre par litre ; le pain n'en contient pas encore ; la fécule donne 5gr,30 par litre ;

		Grammes.
Le 16.	Pomme de terre	2,27
	Pain	3,30
	Fécule	10 »
Le 18.	Pomme de terre	plus rien
	Pain	7 »
	Fécule	8,30
Le 19.	Pomme de terre	rien
	Pain	4 »
	Fécule	16,60
Le 21.	Pomme de terre	rien
	Pain	3,80
	Fécule	10 »
Le 22.	Pomme de terre	rien
	Pain	3,03
	Fécule	7 »

Comme on le voit, ce sont les bouillons préparés à la fécule qui ont, ainsi que, du reste, on pouvait s'y attendre, fourni le taux le plus élevé de sucre.

Viennent ensuite les bouillons au pain et enfin ceux à la pomme de terre. Ici, l'expérience de laboratoire vient confirmer l'observation clinique, à l'appui de laquelle M. le professeur Mossé, de Toulouse, présentait récemment un certain nombre de faits qui lui permettaient d'établir que chez le diabétique alimenté comparativement avec le pain et avec la pomme de terre, le taux de sucre éliminé est toujours supérieur dans le premier cas.

Concurremment, nous avons recherché l'action de la même bactérie sur le glycogène animal. A cet effet, nous l'avons cultivée dans des bouillons additionnés de cette substance, mais, ici, l'effet a été nul. Il est juste d'ajouter que les doses de glycogène mises en présence des cultures étaient très faibles.

Nous avons tenu à étudier les mêmes phénomènes avec deux autres micro-organismes, la bactérium coli commune et le staphylocoque, à vrai dire, sans grand espoir de voir les mêmes réactions se produire.

Le premier de ces deux organismes, au moins, réduisant les sucres, devait, *a priori*, n'avoir pas d'action sur leur production : c'est ce que l'expérience a montré.

Ensemencés dans les mêmes conditions que précédemment, ni l'un ni l'autre de ces deux organismes n'a présenté d'action, même au bout de plusieurs jours de mise en culture, au point de vue de la saccharification de l'amidon.

Par contre, ensemencés l'un et l'autre dans des bouillons additionnés de proportions déterminées de glycose, ces deux organismes consomment celui-ci et en amènent plus ou moins rapidement la disparition.

Nous avons, même de ce côté, fait avec le coli, une constatation qui nous paraît devoir être retenue. Nous avons, en effet, étudié à ce point de vue particulier, deux échantillons de ce genre. Le premier, que nous avions isolé des eaux de la Loire, possédait toutes les réactions d'un coli bacille type et un pouvoir fermentatif très accusé. Ensemencé dans des bouillons titrés à 4 0/0 de glycose, on ne trouvait plus, dès le lendemain, que des traces de celle-ci, et le troisième jour, la disparition en était complète.

Nous avons de même étudié un coli bacille retiré des selles d'un diabétique, afin de voir comparativement si le pouvoir réducteur était aussi actif, mais, dans cette expérience, même après le huitième jour de mise en culture, la proportion de sucre contenue dans le bouillon atteignait encore $1^{gr},70$ 0/0.

Le staphylocoque agit dans le même sens : il amène la disparition graduelle du sucre dans des délais un peu longs, et il a fallu quatre jours pour que cette disparition fut totale.

Ici, comme en clinique, nous retrouvons cette propriété du staphylocoque de végéter en milieux sucrés; mais il ne faut pas, comme quelques auteurs l'ont pensé, attribuer à sa végétation l'augmentation du taux du sucre chez le diabétique, au moment d'une poussée de furonculose ou de l'évolution d'un anthrax. D'après ces expériences, le staphylocoque, favorisé dans son développement par la présence de la glycose, tendrait plutôt à en amener la diminution.

Loin donc de produire du sucre en présence des substances amylacées, le staphylocoque et le coli bacille consommeraient plutôt le sucre produit par d'autres espèces, et sous ce rapport, ils sembleraient devoir agir dans l'intestin à la façon de la levure de bière expérimentée, comme l'on sait, par Cassaët, dans le traitement du diabète.

Il n'entre pas dans notre pensée de chercher à tirer de ces quelques faits des déductions hâtives au point de vue de la pathogénie du diabète : il nous a paru seulement intéressant de montrer, ou tout au moins de rappeler, qu'à côté de l'action des zymases produites par les cellules de

l'organisme amenant la transformation en sucre des substances amylacées, certains microbes, ou au moins une espèce microbienne, parmi celles que l'on observe communément dans le tube digestif, possède la même faculté, tandis que d'autres, au contraire, semblent avoir une action inverse et qu'à ce double titre, pour la pathogénie du diabète, l'étude des ferments figurés de l'intestin s'impose, si l'on veut bien se rendre un compte exact du déterminisme si complexe de cette maladie de la nutrition.

MM. les Drs P. LE NOIR et Henri CLAUDE

à Paris.

EXULCÉRATIONS DE LA MUQUEUSE GASTRIQUE AU COURS D'UNE CIRRHOSE HÉPATIQUE CHEZ UNE DIABÉTIQUE. — MORT PAR GASTRORRAGIE

[617.24 : 611.33]

— *Séance du 20 septembre* —

La fréquence des hémorragies dans les maladies du foie est une notion classique : on les attribue généralement à un trouble circulatoire d'origine mécanique ou à une altération du sang. A côté des dilatations variqueuses des réseaux veineux du système porte, M. Bouchard a montré la fréquence de certaines angiectasies de la peau et des muqueuses, véritables tumeurs érectiles veineuses, ayant une réelle valeur séméiologique et susceptible de donner lieu à des hémorragies abondantes. Le fait que nous rapportons a trait à une gastrorragie survenue chez une femme cirrhotique et diabétique et causée par des exulcérations de l'estomac. Ce cas a un double intérêt : il met en lumière une nouvelle cause d'hémorragie dans les maladies du foie en même temps qu'il vient à l'appui de la théorie de « l'origine artérielle » des ulcérations gastriques.

Il s'agit d'une femme de 48 ans, entrée dans le service de M. Bouchard le 2 juillet 1897, avec les signes d'une cirrhose hypertrophique. La maladie paraît avoir débuté un an auparavant. On ne peut lui attribuer nettement aucune cause. L'alcoolisme est nié par la malade et l'on n'en trouve aucun stigmate. Hématémèse en mars 1897, épistaxis répétées. En juin 1897, le foie débordait de trois travers de doigt les fausses côtes, la rate mesurait dans son diamètre vertical 10 centimètres. Les urines ne présentaient ni albumine, ni sucre. En octobre 1897, des symptômes généraux de diabète apparaissent, et l'on constate la glycosurie. L'ascite diminue, les épistaxis sont toujours fréquentes.

En octobre 1898, recrudescence des phénomènes douloureux dans l'hypochondre droit, foie gros et douloureux.

Les urines sont toujours abondantes : 8 litres en moyenne, et la quantité de sucre est d'environ 25 grammes par litre. On constate de temps en temps un peu d'albumine.

A la fin de janvier 1899, congestion pulmonaire de la base gauche au cours de laquelle la malade meurt rapidement pendant la nuit en rejetant quelques gorgées de sang. L'autopsie montre l'estomac rempli de sang ainsi que l'intestin. L'œsophage offre quelques varicosités dans son tiers inférieur, et l'on en distingue également autour du cardia. Le sang provient d'exulcérations occupant la face postérieure de l'estomac : l'une d'elles est arrondie, du diamètre d'une pièce de 50 centimes, l'autre est plutôt allongée et a une longueur de 1 centimètre sur 3 ou 4 millimètres de largeur.

Ces exulcérations sont caractérisées par une légère dépression de la muqueuse, qui descend en pente douce vers le fond de la perte de substance constitué par un magma noirâtre de sang coagulé. Le foie pèse 2kg,270 et la rate 430 grammes.

L'examen histologique d'une des ulcérations nous montre au niveau de la principale exulcération les lésions suivantes : les glandes sont abrasées à peu près complètement; on ne constate plus au-dessus de la musculaire muqueuse que le fond de quelques culs-de-sac glandulaires dont les éléments nécrosés ne prennent plus les réactifs ; toute cette partie est infiltrée de globules sanguins et de coagulations fibrineuses. Dans le tissu conjonctif, on constate l'existence de ramuscules artériels thrombosés et dont les parois sont rompues par place. Ces rameaux émanent vraisemblablement d'un plus gros tronc qui traverse la muscularis mucosæ et offre des lésions caractéristiques d'endartérite avec thrombose. Les altérations ne déforment pas la muscularis mucosæ. La couche cellulaire non muqueuse est indemne. A la périphérie de l'artère malade un petit nombre de leucocytes disséminés se voient çà et là, ainsi qu'aux environs du foyer hémorragique. De nombreux corpuscules lymphoïdes sont répandus dans la muqueuse et la sous-muqueuse, quelques-uns traversent la muscularis mucosæ.

En dehors du foyer hémorragique, les éléments glandulaires sont remarquablement conservés, grâce à la présence du sang qui a empêché la production de l'autodigestion par le suc gastrique ; les autres artérioles de la muqueuse visibles sur les coupes, sont un peu épaissies uniformément, sans qu'on trouve de véritables localisations d'endartérite ni dégénérescence hyaline ou amyloïde. Nous n'avons pu colorer aucune espèce microbienne sur les coupes de la paroi au niveau des lésions.

L'étude histologique du foie montre qu'il existe une cirrhose très développée des espèces périlobulaires avec proliférations néocanaliculaires. Les cellules hépatiques sont en général assez bien conservées, les altérations se voient plutôt au pourtour des zones périsushépatiques.

Dans les reins on constate des lésions très marquées des épithélium des tubes contournés.

En somme, il s'agit d'une cirrhose, dont nous ne pouvons préciser l'origine, au cours de laquelle ont apparu les symptômes d'un diabète très prononcé. Mais les deux points de l'histoire de cette malade sur lesquels nous voulions attirer l'attention sont :

1° La possibilité d'une hémorragie de la muqueuse gastrique au cours

d'une cirrhose par une artérite thrombosante de la paroi, fort rare comparativement aux nombreux cas de gastrorragie dans la cirrhose par rupture de varices stomacales ;

2° Le rôle de l'artérite dans la production de l'exulcération de la muqueuse de l'estomac en dehors de tout processus inflammatoire local (Tripier). Quant à la cause même de cette lésion vasculaire, on pourrait la chercher dans l'infection broncho-pulmonaire présentée par la malade, mais s'il s'était agi d'une artérite infectieuse aiguë, nous aurions trouvé vraisemblablement dans le foyer hémorragique, au voisinage de l'artère, les microbes agents du processus inflammatoire. Il semble plus rationnel de rapporter la lésion vasculaire à l'intoxication générale engendrée chez cette femme par la cirrhose et le diabète, favorisée peut-être par l'affection pulmonaire et les altérations du sang survenues dans les derniers jours de la vie.

M. le Dr Henri CLAUDE

HÉMORRAGIES DE LA MUQUEUSE STOMACALE DANS L'INANITION EXPÉRIMENTALE

— Séance du 20 septembre —

Au cours d'expériences sur l'inanition expérimentale, j'ai rencontré chez deux cobayes et un lapin des hémorragies de la muqueuse de l'estomac. Les cobayes avaient succombé au bout de dix à onze jours, le lapin après dix-huit jours de jeûne sans privation d'eau.

Le sang était épanché dans la cavité stomacale en assez grande abondance, coagulé, mêlé à du mucus, et à des débris alimentaires solides (cellulose surtout) dont la présence a été souvent constatée dans le jeûne, chez les rongeurs et les herbivores. Avant d'ouvrir l'estomac, en distinguait nettement, chez les cobayes, des taches noirâtres, visibles par transparence de la paroi. Ces taches sont arrondies, de dimensions variables, disséminées sur la muqueuse ; tantôt l'épanchement sanguin est recouvert par l'épithélium et les glandes, tantôt l'hémorragie s'est fait jour au dehors, et l'on trouve un caillot adhérent à la muqueuse et se détachant sous un filet d'eau.

L'examen histologique permet de constater l'intégrité des glandes et du revêtement muqueux en dehors des foyers hémorragiques.

Au niveau de ceux-ci, au contraire, les glandes sont en partie détruites ; il en résulte une dépression de la surface de la muqueuse.

Les parties qui subsistent sont nécrosées, les cellules sont desquamées et la cavité des glandes est remplie de globules rouges. Les espaces inter-tubulaires conjonctifs sont infiltrés par les éléments du sang, ainsi que le tissu cellulaire sous-glandulaire et en partie détruites. Au voisinage de l'épanchement sanguin ou au milieu des parties nécrosées on distingue des artérioles et des capillaires dilatés et thrombosés. A la périphérie du foyer hémorragique, il s'est produit un afflux leucocytique considérable. Dans quelques cas le tissu conjonctif sous-muqueux, lui-même, est envahi par le sang, et ses éléments se montrent en voie de nécrobiose. Les artères de la tunique cellulaire sont remplies de sang, dilatées et ne paraissent pas altérées. Au voisinage d'une de ces érosions hémorragiques, une petite veine de la sous-muqueuse contenait un petit caillot fibrineux et une grande quantité des leucocytes.

Ajoutons que dans tous ces cas, le foie des animaux est très malade ; il est diminué de volume et le microscope y décèle une stéatose très prononcée des cellules des travées, des foyers disséminés en plus ou moins grand nombre de nécrose cellulaire, sous forme de tuméfaction transparente, vitreuse, enfin des hémorragies intraparenchymateuses.

Nous pensons qu'il faut rapporter ces gastrorragies au processus d'auto-intoxication engendré par l'inanition, ayant pour intermédiaire peut-être l'altération profonde du foie. En effet, on ne peut attribuer la rupture des vaisseaux à une inflammation primitive des glandes ou de la muqueuse, provoquée par la vacuité de l'estomac, l'hyperacidité, ou une infection gastrique quelconque. L'intégrité de la muqueuse en dehors des foyers hémorragiques va à l'encontre de cette hypothèse. Il faut donc admettre une altération primitive du sang ou des vaisseaux comme cause de l'hémorragie, mais il nous est difficile de préciser la nature des lésions, car on ne trouve dans ces foyers que de petits vaisseaux peu distincts au milieu des globules et de la fibrine.

Enfin cette lésion, quelle qu'en soit la nature, relève de l'état d'auto-intoxication provoqué chez les animaux par le trouble de la nutrition. L'intoxication nous est prouvée dans nos expériences par les études cryoscopiques du plasma sanguin et des urines, par l'analyse chimique de celles-ci. D'ailleurs cette notion a déjà été mise en relief par M. Bouchard, qui, en 1873, dans une leçon clinique au sujet d'un cas de cancer du cardia, étudia les modifications des processus de désassimilation dans l'inanition, et insista sur l'élévation du taux des matières extractives dans des urines.

Quant au facteur hémorragie, il est peut-être plus particulièrement sous

la dépendance des lésions toxiques du foie qui sont de règle dans ces cas, et à ce point de vue l'auto-intoxication de l'inanition serait comparable à certaines intoxications où toxi-infections hémorragiques, dont l'action sur le foie est bien connue.

M. le Docteur LEDUC

Professeur à l'École de Médecine de Nantes.

EFFETS PSYCHIQUES DE LA CAFÉINE [615.761]

— Séance du 20 septembre —

J'ai eu l'occasion d'observer une dame de quarante-cinq ans, sans aucun antécédent pathologique, dont les organes étaient parfaitement sains et dont toutes les fonctions s'accomplissaient régulièrement. Cette dame était, sans cause apparente, tombée dans un état psychopathique extrêmement pénible : elle était constamment obsédée d'idées tristes, ce qui lui causait une mélancolie insurmontable et une tristesse profonde ; elle était sujette à des accès de désespoir et à des crises de larmes, éprouvait de l'aversion pour tout ce qui attache à la vie, et était effrayée par les idées de suicide qui l'assiégeaient sans cesse. Elle ne présentait, d'ailleurs, aucun trouble du raisonnement, aucune altération du sentiment à l'égard des personnes et se rendait compte que rien autour d'elle ne justifiait son état psychique. Les conditions matérielles et affectives dans lesquelles elle se trouvait étaient des plus favorables au bonheur. Malgré cela elle sentait l'angoisse de la solitude et de l'abandon, l'étreinte de la misère, le désespoir de la ruine : « Les faits et les raisonnements ne peuvent rien, disait-elle, contre ces idées et ces impressions qui m'assiègent et m'obsèdent avec toute la puissance de la réalité. »

Cet état persista pendant huit mois avec des alternatives d'amélioration et d'aggravation résistant complètement à toutes les médications morales, physiques ou pharmaceutiques. Or, pendant toute cette période, cette dame avait contracté l'habitude de prendre à peu près chaque jour, comme tonique et comme excitant, quinze à trente centigrammes de caféine sous forme granulée. Après huit mois, ayant abandonné cette habitude, les crises psychopathiques devinrent moins intenses et plus rares, et trois mois après elles avaient entièrement disparu.

Cinq à six mois plus tard cette dame voulut recommencer à prendre de la caféine, mais elle fut épouvantée en voyant revenir, avec ses idées tristes et obsédantes, ses souffrances et son désespoir. Elle cessa l'usage de cette substance : la quiétude et la santé reparurent.

Une autre tentative faite quelque temps plus tard pour recommencer l'usage

de la caféine, eut exactement le même résultat : réapparition des accidents psychopathiques, puis disparition lente des mêmes accidents après que l'on eut cessé l'usage de la caféine.

Il est difficile, dans cette observation, de contester la relation de cause à effet entre l'ingestion de la caféine et les troubles psychiques. Il n'existe là, en effet, aucune affection concomittante à laquelle on puisse attribuer les accidents, il ne semble y avoir aucune cause prédisposante, héréditaire ou acquise aux désordres névropathiques : qu'il existe, dans ce cas, une susceptibilité spéciale à l'égard de la caféine, cela est possible, probable même. Toujours est-il que trois fois les accidents décrits ont apparu avec l'usage de la caféine, ont disparu lorsque l'on a cessé cette substance.

Faisant part de cette observation à un collègue auquel je demandais s'il avait observé des faits analogues, il me signala le cas d'une dame, de tempérament nerveux, que nous avions soignée ensemble pour une bronchite grippale grave, et qui, après sa guérison, prenait comme tonique, avant ses repas, un verre à bordeaux de vin contenant environ vingt centigrammes de caféine ; cette dame fut bientôt sujette à une vive agitation causée par des inquiétudes sans motif. Quoique ayant une large et solide fortune, elle craignait la ruine, se trouvait abandonnée, était sujette à de fréquentes crises de larmes et de désespoir. Pour remédier à cet état, on l'envoya à la campagne où elle cessa le vin de caféine. Les troubles psychiques et nerveux disparurent alors rapidement et la santé redevint excellente.

Ces observations me rappelèrent à la mémoire des accidents analogues dont j'avais été témoin, mais que je n'avais pas eu l'idée alors d'attribuer à la caféine.

J'avais, pendant une dizaine d'années, donné des soins à une vieille dame à laquelle, à l'âge de soixante-dix ans, son médecin avait fait prendre, pendant plusieurs semaines, soixante centigrammes de caféine par jour sous forme pilulaire pour combattre un état de faiblesse générale. Les forces se ranimèrent, mais la malade devint très agitée, le sommeil disparut, les idées surgirent simultanément en foule dans le cerveau, idées désagréables, obsédantes, que rien ne pouvait chasser. Sous l'influence de l'obsession, causée par ces idées multiples et changeantes, la malade devint mélancolique, inquiète, elle se crut ruinée, dépouillée, dépourvue de tout ; indigne, attendant les gendarmes pour l'emmener en prison ; elle devint indifférente à tout ce qui, jusque-là, l'attachait à la vie, vivant exclusivement avec ses convictions de désespérée.

La cessation de la caféine n'amena point, dans ce cas, la cessation des troubles mentaux qui persistèrent, en diminuant cependant, jusqu'à la mort de la malade survenue dix ans plus tard.

Dans l'opinion de la famille de cette malade, c'était une conviction absolue que les troubles mentaux, qui, sans autre cause apparente, avaient éclaté avec

leur maximum d'intensité à l'époque ou l'on avait administré la caféine, étaient dus à cette substance.

Nous trouvons également dans nos notes le cas d'un homme de quarante-cinq ans, riche propriétaire, qui, pendant plusieurs mois, pour combattre les effets d'une endocardite rhumatismale avec insuffisance mitrale, prenait chaque jour quarante centigrammes de caféine, vingt centigrammes le matin et vingt le midi. Bientôt il souffre d'agitation, d'insomnie, trouve la situation de propriétaire intolérable, éprouve du dégoût pour tout ce qu'il aimait avant, essaie vainement de se suicider avec de la colchicine, et finit par se pendre dans son jardin.

Un autre malade, albuminurique, avait eu plusieurs fois de l'œdème généralisé que la caféine seule empêchait de se reproduire ; il en prenait cinquante centigrammes par jour, vingt-cinq centigrammes le matin, même dose le midi. Cet homme, de caractère gai et jovial, perdit le sommeil, devint obsédé par des idées tristes, prit la vie en dégoût et, jusqu'à sa mort qui survint par urémie quelques mois après l'apparition de ces accidents, il fallut le surveiller pour l'empêcher d'attenter à ses jours.

Un autre malade, asystolique, prenait d'une façon permanente de la caféine à cause de ses bons effets sur le fonctionnement de son cœur, il devint bientôt très agité, perdit le sommeil, tomba dans une mélancolie profonde, déclarant continuellement qu'il voulait en finir avec l'existence. Il succomba par l'asystolie.

Un autre cas est celui d'un albuminurique qui ne pouvait combattre l'œdème et combattre la diurèse que par la caféine; il perdit le sommeil, devint très agité et très mélancolique et se tua d'un coup de revolver.

Tous ces malades, atteints d'affections diverses, ont donc pris, d'une façon prolongée, des doses faibles de caféine, tous ont eu des troubles psychiques identiques, identiques aussi à ceux du premier cas mentionné dans cette note, cas dans lequel l'influence causale de la caféine ne paraît pas douteuse.

En 1893, M. le Dr Faisans communiqua à la Société médicale des Hôpitaux plusieurs observations de délire caféinique chez des malades auxquels on administrait chaque jour plus d'un gramme de caféine. C'était un délire violent de parole et d'action, à caractère hallucinatoire, pouvant, dit M. Faisans, comme tous les délires de cet ordre, conduire à des tentatives de suicide !

A la suite de la communication de M. Faisans, des cas semblables furent signalés par MM. Juhel-Rénoy, Rendu, Vergely et Siredey.

Dans les faits que nous avons observés, les malades étaient moins violents et ne présentaient pas d'hallucinations, ce qui est attribuable à ce que les doses du médicament étaient moindres, quarante à cinquante centigrammes par jour au lieu d'un gramme ; dans ces conditions la psychopathie parut un temps variable de quelques jours à plusieurs semaines après que les sujets eurent commencé l'usage de la caféine; la disparition complète des accidents fut toujours lente et progressive.

Ceci confirme la proposition de M. Faisans : « La caféine semble s'accumuler dans l'organisme quand elle est administrée pendant plusieurs jours consécutifs, de sorte que, si elle produit de l'excitation cérébrale et du délire, ces accidents deviennent chaque jour plus intenses et se prolongent pendant quelque temps après que l'on a supprimé la médication. » M. Faisans explique ainsi la raison pour laquelle de faibles doses de caféine, prises d'une façon prolongée, doivent produire et produisent des effets toxiques.

Il est résulté de la discussion à la Société médicale des Hôpitaux que, contrairement à l'opinion exprimée par M. Vergely, les altérations rénales cardiaques ne semblaient pas favoriser les accidents toxiques produits par la caféine. Nos observations sembleraient indiquer que ce sont les effets de la caféine et non la caféine elle-même qui s'accumuleraient par un usage prolongé.

Il m'a semblé que les sujets maigres supportaient beaucoup moins bien la caféine que les sujets gras et obèses ; ce qui, théoriquement, se comprendrait par ce fait que la caféine, activant la désassimilation doit être avantageuse aux sujets ayant la nutrition ralentie, et préjudiciable, au contraire, aux sujets dont les cellules désassimilent normalement leur substance.

Il semble donc que la caféine n'est pas seulement susceptible de produire un délire aigu et violent chez des malades auxquels on l'administre à hautes doses, mais, employée à doses faibles et prolongées, elle peut produire un état très pénible de mélancolie à forme spéciale, avec crises de désespoir et de larmes, pouvant conduire au suicide, et susceptible de persister longtemps après la cessation du médicament.

M. le Dr LEDUC

Professeur à l'École de médecine de Nantes.

BADIGEONNAGES DE GAIACOL CONTRE LA FIÈVRE TYPHOIDE HYPERPYRÉTIQUE

[615.778 : 616.927]

— Séance du 20 septembre —

Nous employons, depuis quelques années, le gaïacol en badigeonnages, suivant la méthode de MM. Linossier et Lannois dans le traitement de la fièvre typhoïde hyperpyrétique.

Ce traitement nous a donné d'excellents résultats. Pour les faire con-

naître, nous renonçons à employer la méthode des statistiques. La valeur de cette méthode est extrêmement relative, elle est d'autant moindre que les faits et les phénomènes auxquels elle s'applique sont moins objectifs, et que la part subjective du statisticien pour les établir et les classer est plus grande. Or, dans l'appréciation des effets des divers traitements de la fièvre typhoïde par la mortalité, on compare des malades et des cas très différents, la part d'appréciation de l'observateur est très grande, et la valeur de la méthode statistique appliquée à ce sujet très réduite.

Pour faire connaître l'action des badigeonnages de gaïacol dans la fièvre typhoïde nous apportons une seule observation, mais une observation prise spécialement à cet effet, grâce au concours du père de la petite malade, collaborateur intelligent autant qu'instruit et dévoué. La température et le pouls ont été pris toutes les deux heures, pendant un mois à peu près qu'a duré la maladie. Différentes médications ont été employées et les courbes du pouls et de la température, dont les variations présentent un parallélisme remarquable, expriment les effets de chacune de ces médications.

Le cas observé est celui d'une petite fille de quatre ans sans passé pathologique; la marche de la température et l'évolution de la maladie terminée par la guérison, après un mois, suffirait pour établir le diagnostic, qui fut d'ailleurs contrôlé par l'épreuve de Vidal; l'agglutination fut très nette, jusqu'à une dilution au trentième, et s'obtenait quoique moins nettement jusqu'au soixantième.

La maladie d'ailleurs, comme dans tous les cas dans lesquels nous avons employé les badigeonnages de gaïacol, évolua sans complications, ne présentant pas d'autres symptômes inquiétants que celui de l'élévation de la température, qui atteignit 40°,8, et qui, du troisième au dix-neuvième jour tendit toujours à s'élever au-dessus de 40°.

La petite malade fut nourrie avec du lait, du bouillon, de légers tapiocas. Le traitement consista à assurer le fonctionnement régulier de l'intestin à l'aide de quelques purgatifs et de quelques lavements; on administra aussi du salol et du benzo-naphtol. Mais le ventre étant resté pendant tout le cours de la maladie souple et flasque, on s'appliqua surtout à combattre les élévations de la température qu'accompagnait toujours une grande dépression physique et nerveuse.

Nous croyons devoir justifier ici, par quelques considérations, la pratique de l'antithermie dans la fièvre typhoïde, et les traitements symptomatiques en général.

Certains auteurs prétendent que la fièvre est une réaction salutaire, qu'il faut par conséquent respecter. L'observation nous montre pourtant toujours que cette réaction, qualifiée de salutaire, lorsqu'elle s'exagère, a pour conséquence constante la mort. Nous voyons plus souvent l'élévation de la température favoriser qu'entraver l'infection.

Les symptômes qui accompagnent les maladies fébriles s'aggravent toujours lorsque la température s'élève et s'atténuent lorsqu'elle s'abaisse.

Enfin les histologistes ont montré récemment que l'élévation de la température suffit à altérer profondément les éléments anatomiques, et parmi ceux-ci les plus importants, les éléments des centres nerveux.

L'opinion qui dédaigne les médications symptomatiques est injuste; les traitements symptomatiques sont très souvent curatifs. Procurer le sommeil, supprimer la douleur, c'est souvent donner à l'organisme le plus puissant tonique et permettre aux éléments anatomiques de l'emporter dans leur lutte contre les influences morbides.

Réussir, par des moyens convenablement choisis de façon à être d'ailleurs inoffensifs, à abaisser chez les fébricitants la température qui s'élève trop, c'est ménager les forces du malade, augmenter et prolonger sa résistance à la maladie, et favoriser sa guérison. Il est bien certain que l'on doit s'abstenir d'employer les moyens antithermiques pouvant porter préjudice au malade.

Dans notre cas on employa des doses très modérées de quinine et d'antipyrine administrées par l'estomac et en lavement; neuf bains de 20 minutes progressivement refroidis jusqu'à 32°, vingt-trois lotions avec une éponge imbibée d'eau fraîche; enfin il fut fait cent un badigeonnages au gaïacol.

Les courbes de la température et du pouls nous montrent que la quinine et l'antipyrine semblent, dans ce cas, n'avoir exercé aucune action sur la fièvre.

Les quatre premiers bains, sans avoir un effet bien marqué, semblent avoir exercé une action favorable. Deux heures après le premier bain la température était tombée de 39°,9 à 38°,2, soit un abaissement de 1°,7, le pouls était passé de 128 à 116.

Le second bain pris le lendemain dans les mêmes conditions, ne détermina plus qu'un abaissement de 0°,6. Après le troisième et le quatrième bains il se produit un abaissement lent, mais durable, de la température; mais à partir du cinquième bain l'accoutumance semble établie, les bains n'exercent plus aucune action perceptible; la température s'élève régulièrement après eux sans qu'ils paraissent l'influencer en rien; on emploie alors d'autres moyens antithermiques et, en raison de leur inefficacité absolue, on cesse les bains après le neuvième.

Les lotions d'eau fraîche, pure ou additionnée de diverses substances, vinaigre de Pennès, vinaigre ordinaire, alcool, etc., ont une action très analogue à celle des bains. Les premières lotions abaissent régulièrement la température et le pouls, puis leur action devient moins marquée et irrégulière; il semble se produire une véritable accoutumance.

Les gouttes de gaïacol, comptées sur une soucoupe, sont étendues sur la peau à l'aide d'un pinceau; pour éviter les pertes par évaporation, on recouvre la région badigeonnée d'un taffetas gommé sur lequel on a fau-

filé une flanelle pour éviter le contact froid du taffetas. Les badigeonnages de gaïacol se sont montrés dans notre observation le moyen antithermique le plus efficace. Un badigeonnage de dix-sept gouttes nous a donné un abaissement de température de 2°,8, de 40°,6 à 37°,8. Le troisième badigeonnage, de 16 gouttes, nous donna un abaissement de 2°,9, le pouls tombait en même temps de 120 à 106. L'action antithermique du gaïacol est très courte, l'abaissement de la température se poursuit durant un temps qui varie de une heure à trois heures, puis la température s'élève avec la même vitesse pour atteindre un nouveau sommet.

La vitesse avec laquelle disparaît l'action du gaïacol fait supposer une très rapide élimination du médicament, et fait penser que cette substance volatile doit s'éliminer en grande partie par les poumons. Le goût que l'on perçoit aussitôt après un badigeonnage confirme cette supposition qui, si elle est exacte, confère à ce moyen antithermique une grande supériorité dans tous les cas dans lesquels, comme dans la fièvre typhoïde, il faut surveiller et ménager les fonctions éliminatrices des reins.

Dans notre cas il ne se produisit pas d'albuminurie, la diurèse resta satisfaisante; elle dut seulement être stimulée vers la fin de la maladie, alors que le myocarde ou le système nerveux du cœur commençait à faiblir, ce qu'indiquaient la faiblesse et la fréquence du pouls.

Pendant toute la durée de la maladie; il sembla ne s'établir aucune accoutumance à l'action du gaïacol, qui resta tout aussi efficace à la fin qu'au début du traitement. Toutefois, il fut facile d'observer que l'action diminuait manifestement lorsque les badigeonnages étaient répétés sur la même surface; il suffisait d'ailleurs de changer d'endroit pour que le médicament retrouvât toute son efficacité. Le pouvoir absorbant de la peau semble donc diminuer sous l'influence des badigeonnages répétés. Toutes les parties de la peau ne semblent pas absorber le gaïacol avec la même facilité et, comme pour les autres médicaments, c'est la peau des aisselles et des aines qui semble avoir la plus grande faculté d'absorption.

L'action du gaïacol est aussi constante sur le pouls que sur la température, ainsi que le montrent les courbes, et tous les autres symptômes s'améliorent parallèlement.

Dans le cas qui fait l'objet de cette observation, le parallélisme des variations des fonctions cérébrales et de la température était absolument frappant; dès que la température s'abaissait, l'enfant devenait enjouée, se mettait à babiller, demandait des jeux; aussitôt que la température s'élevait, l'enfant devenait acariâtre, puis retombait dans l'indifférence et l'assoupissement. Si nous mentionnons ces faits, nous ne voulons nullement en inférer que, dans la fièvre typhoïde, la stupeur n'est qu'un effet de l'élévation de la température. Nous savons trop bien que beaucoup d'autres malades, les tuberculeux par exemple, ont des températures très élevées

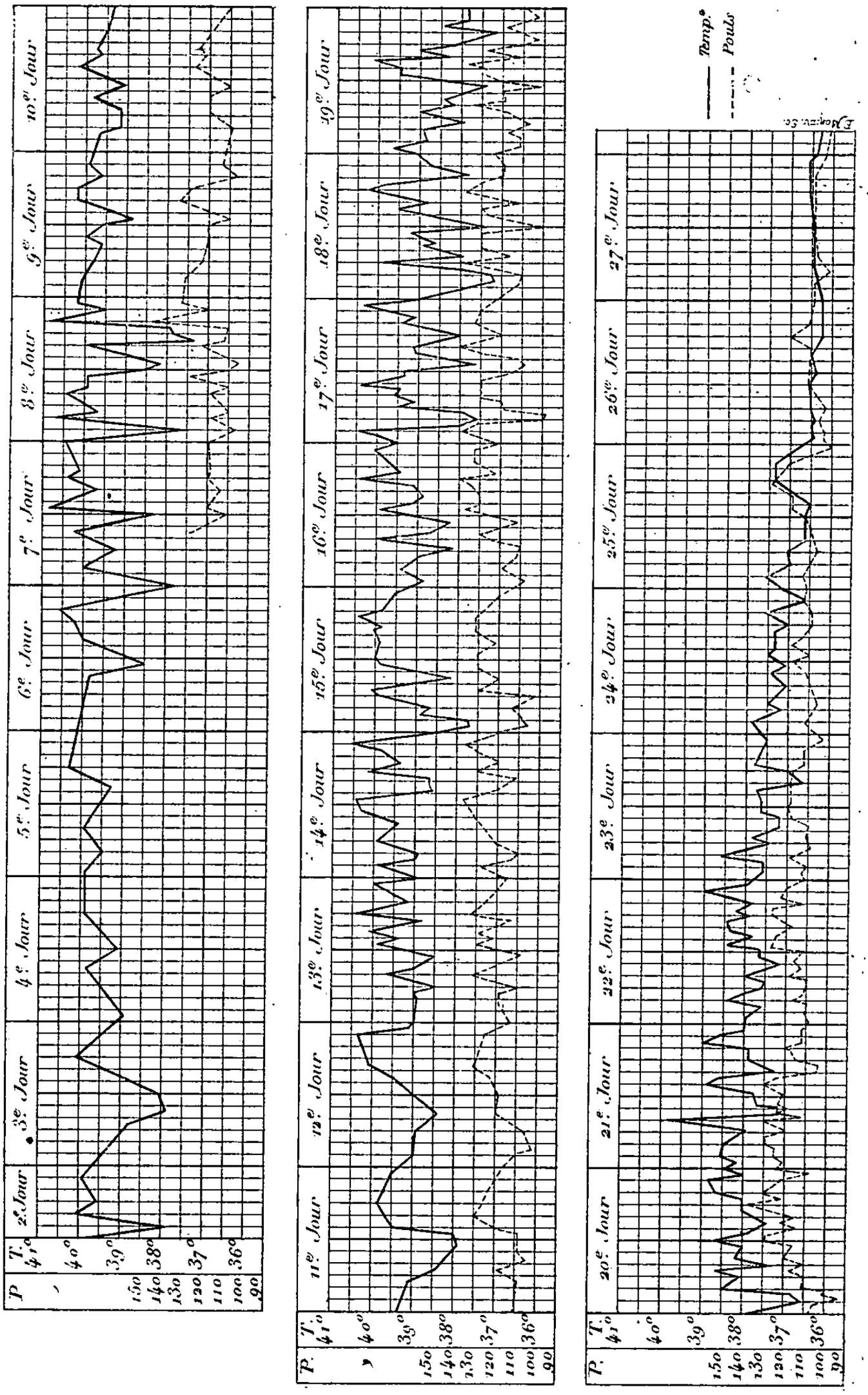

Temp.e
Pouls
P.
T.
41°
40°
39°
38°
37°
36°
150
140
130
120
110
100
90
1er Jour
2e Jour
3e Jour
4e Jour
5e Jour
6e Jour
7e Jour
8e Jour
9e Jour
10e Jour
11e Jour
12e Jour
13e Jour
14e Jour
15e Jour
16e Jour
17e Jour
18e Jour
19e Jour
20e Jour
21e Jour
22e Jour
23e Jour
24e Jour
25e Jour
26e Jour
27e Jour

FIG. 1.

sans aucun phénomène de stupeur. Nous ferons seulement remarquer que l'action du poison typhoïdal semble favoriser, renforcer, par l'élévation de la température.

L'abaissement rapide de la température sous l'influence du gaïacol provoqua de la transpiration, la rapidité de l'élévation thermique consécutive provoqua quelques frissons.

Pour éviter ces inconvénients, nous réduisîmes les doses de gaïacol pour chaque badigeonnage, ce qui nous permit de multiplier les applications sans faire absorber une plus grande quantité de médicament.

L'efficacité du gaïacol en badigeonnages est telle que de très faibles doses, deux ou trois gouttes produisent encore une action antithermique constante; cette action semble d'ailleurs bien exactement proportionnée à la dose employée.

En appliquant, à un enfant de quatre ans, trois ou quatre gouttes toutes les deux heures, trente-six à quarante-huit gouttes dans les vingt-quatre heures, nous avons pu maintenir la température aux environs de 39° alors qu'elle dépassait rapidement 40° dès que l'on suspendait les badigeonnages. Les doses doivent être à peu près doublées pour un adulte.

Les observations faites dans cette note ne s'appliquent évidemment qu'aux faits qui y sont mentionnés. C'est ainsi que nos remarques au sujet des bains peuvent fort bien n'être pas applicables à la méthode de Brand dans laquelle on donne, fréquemment répétés des bains refroidis à 22°.

Nous joignons aux courbes de la température et du pouls, établies par des mesures effectuées toutes les deux heures environ, les courbes des moyennes de vingt-quatre heures. On voit que ces courbes vont en s'écartant l'une de l'autre à mesure que la maladie se prolonge. L'allongement des ordonnées entre ces deux courbes est l'expression géométrique de l'altération, de la fatigue du myocarde ou du système nerveux moteur, alors même que l'infection s'atténue. C'est surtout de l'état des fonctions cardiaques que dépend le pronostic de la fièvre typhoïde; la fréquence et la petitesse du pouls sont des symptômes bien plus alarmants que l'élévation excessive de la température; mais l'altération des fonctions cardiaques semble être une conséquence de l'hyperthermie prolongée et c'est ce qui fait l'importance de la médication antithermique.

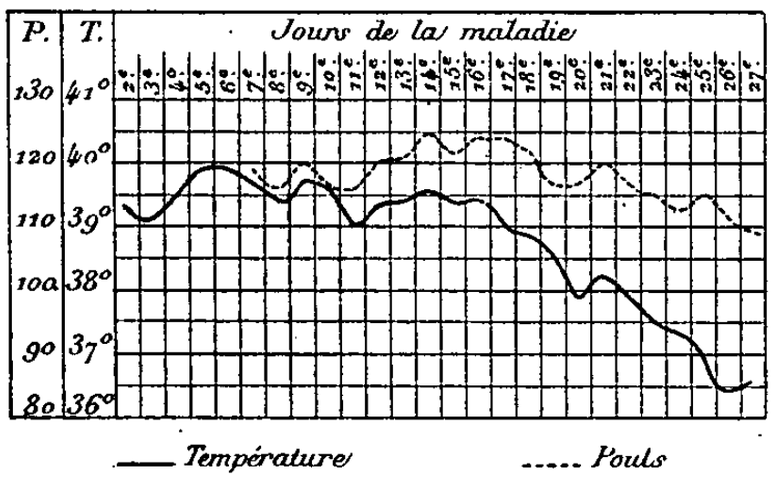


FIG. 2.

NOTICE EXPLICATIVE DU GRAPHIQUE CI-DESSUS

N. B. — Chaque trait de division correspond à une période de 2 heures en 2 heures. Par exemple pour le troisième jour, les traits extrêmes renforcés se rapportent à minuit du deuxième jour et à minuit du troisième jour, le trait renforcé intermédiaire à midi du troisième jour, les traits courants, à gauche de celui-ci, se rapportent à 2 heures, 4 heures, 6 heures, 8 heures, 10 heures, après minuit; les traits courants à droite à 2 heures, 4 heures, 6 heures, 8 heures, 10 heures, après midi; g. signifie gaïacol, P. pouls, T. température.

3e jour. { 10 h. après minuit, 0,15 quinine;
6 h. après midi, 0,15 —

4e — { 6 h. après minuit, 0,60 calomel;
6 h. après midi, 0,15 quinine;

5e — { 8 h. après minuit, 0,20 — 0,40 antipyrine;
6 h. après midi, une cuillerée potion analgésine:
minuit, — —

6e — { 4 h. après minuit, — —
10 h. — — — } lavement quinine et antipyrine;
4 h. après midi, — —
6 h. — —
8 h. — badigeon. de gaïacol, 17 gouttes;

7e — { entre 8 h. et 10 h. après minuit, g. 16 gouttes;
midi, lavement quinine et antipyrine non gardé ayant provoqué une selle abondante;
6 h. après midi, lotion vinaigrée (vinaigre de Pennès);

8e — { minuit, g. 16 gouttes;
4 h. après minuit, lotion;
10 h. — grand bain à 32°;
4 h. après midi, g. 16 gouttes;
8 h. — (grands frissons de fièvre) lotion;
entre 10 h. et minuit, lotion;

9e — { — 2 h. et 4 h. après minuit, —
10 h. après minuit. —
4 h. après midi, —
6 h. — grand bain à 32°;

10e — { 2 h. — lotion;
entre 4 h. et 6 h. après midi, grand bain à 32°;

11e — { 2 h. après midi, lotion;
4 h. — —
6 h. — grand bain à 32°;

12e — { entre 8 h. et 10 h. après minuit, lotion;
2 h. après midi, —
entre 4 h. et 6 h. après midi, grand bain à 32°;
10 h. après midi, g. 10 gouttes;

13e — { entre 4 h. et 6 h. après minuit, g. 16 —
8 h. après minuit, lotion;
entre 8 h. et 10 h. après minuit, grand bain à 32°;
— midi et 2 h., lotion;
— 2 h. et 4 h. après midi, g. 10 gouttes;
6 h. après midi, grand bain à 32°;
entre 10 h. et minuit, g. 10 gouttes;

14e jour (g.32 gouttes)	2 h. après minuit,	lotion ;
	6 h. —	—
	entre 10 h. et midi,	grand bain à 32° ;
	— midi et 2 h.	g. 4 gouttes ;
	— 2 h. et 4 h.,	g. 4 —
	— 4 h. et 6 h.,	g. 4 —
	— 6 h. et 8 h.,	lotion ;
	— 8 h. et 10 h.,	g. 4 gouttes, lotion
	10 h.,	g. 6 gouttes ;
	minuit,	lotion ;
15e jour (g.34 gouttes)	entre 2 h. et 4 h. après minuit,	g. 3 gouttes
	— 4 h. et 6 h. —	g. 2 —
	— 6 h. et 8 h. —	g. 3 —
	— 10 h. et midi,	g. 3 —
	midi,	g. 3 —
	entre 2 h. et 4 h. après midi,	g. 3 —
	— 4 h. et 6 h. —	g. 3 —
	— 6 h. et 8 h. —	g. 5 —
	— 8 h. et 10 h. —	g. 3 —
	— 10 h. et minuit,	g. 3 —
16e jour. (g.40 gouttes)	entre minuit et 2 h.,	g. 3 gouttes ;
	— 2 h. et 4 h. après minuit,	g. 5 —
	— 4 h. et 6 h. après minuit,	g. 2 —
	à 8 h. après minuit,	g. 4 —
	entre 8 h. et 10 h. après minuit,	g. 4 —
	— midi et 2 h.,	g. 4 —
	à 2 h. après midi,	lotion, g. 2 gouttes ;
	entre 4 h. et 6 h. après midi,	g. 3 gouttes ;
	à 6 h. —	g. 4 —
	entre 6 h. et 8 h. —	grand bain à 32° ;
	— 8 h. et 10 h. —	g. 3 gouttes ;
	— 18 h. et minuit,	g. 6 —
17e jour. (g.43 gouttes)	minuit,	lotion ;
	entre minuit et 2 h.	g. 5 gouttes ;
	2 h. après minuit,	g. 5 — (sous les aisselles)
	6 h. —	g. 3 —
	8 h. —	g. 2 —
	entre 8 et 10 h.,	g. 6 —
	— 10 h. et midi,	lavement quinine et antipyrine ;
	midi,	g. 3 —
	entre 2 h. et 4 h. après midi,	g. 3 gouttes et eau de Carabana ;
	4 h. —	g. 5 —
	8 h. —	g. 5 —
	entre 10 h. et minuit,	g. 6 —
18e jour. (g.38 gouttes)	entre minuit et 2 h.	lotion et g. 3 gouttes ;
	— 4 h. et 6 h. après minuit,	g. 5 gouttes puis g. 2 gouttes ;
	8 h. —	lotion et g. 3 gouttes ;
	entre 8 h. et 10 h. —	eau de Carabana (vomie) ;
	— 10 h. et midi,	g. 5 gouttes théobromine 0.20 ;
	midi,	lavement glycérine, 125 grammes ;
	2 h. après midi,	g. 4 gouttes ;
	entre 2 h. et 4 h. après midi,	lotion et g. 3 gouttes ;
	6 h. —	lotion et g. 5 gouttes ;
	entre 6 h. et 8 h. —	g. 3 gouttes ;
	10 h. —	lotion et g. 2 gouttes ;

19e jour. (g.39 gouttes)	minuit,	g. 3 gouttes;
	entre minuit et 2 h.,	lotion et g. 4 gouttes;
	4 h. après minuit,	g. 3 gouttes;
	entre 6 h. et 8 h. après minuit,	g. 4 —
	8 h. —	lotion et g. 2 gouttes;
	entre 8 h. et 10 h. —	g. 3 gouttes;
	10 h. et midi,	théobromine 0.920, lavement glycérine;
	entre midi et 2 h. après midi,	g. 3 gouttes;
	2 h. —	g. 5 gouttes puis g. 6 gouttes;
	entre 4 h. et 6 h. —	g. 5 —
	6 h. —	lavement 0.20 quinine, 0.40 antipyrine;
	entre 8 h. et 10 h. —	g. 4 gouttes;
20e jour. (g.33 gouttes)	minuit,	g. 2 gouttes;
	entre 2 h. et 4 h. après minuit,	g. 2 —
	4 h. —	g. 4 —
	entre 6 h. et 8 h. —	g. 3 —
	— 8 h. et 10 h. —	g. 3 —
	— 10 h. et midi,	théobromine et lavement glycériné;
	midi,	g. 4 gouttes;
	2 h. après midi,	lavement quinine et antipyrine;
	entre 4 h. et 6 h. après midi,	g. 3 gouttes;
	— 6 h. et 8 h. —	g. 4 —
	— 10 h. et minuit, —	lotion et g. 2 gouttes;
21e jour. (g.33 gouttes)	minuit,	g. 4 gouttes;
	2 h. après minuit,	g. 5 —
	4 h. —	g. 3 —
	8 h. —	g. 6 gouttes, théobromine;
	10 h. —	lavement glycériné;
	midi,	g. 2 gouttes;
	2 h. après midi,	g. 4 —
	entre 2 h. et 4 h. après midi,	lavement, quinine et antipyrine;
	6 h. —	g. 4 gouttes;
	8 h. —	g. 2 —
	entre 8 h. et 10 h. —	g. 5 —
	10 h. —	g. 2 —
22e jour (g.36 gouttes)	entre minuit et 2 h.,	g. 4 gouttes;
	4 h. après minuit,	g. 4 —
	8 h. —	g. 4 —
	10 h. —	théobromine;
	entre 10 h. et midi,	lavement, quinine et antipyrine;
	— midi et 2 h.,	g. 6 gouttes;
	— 2 h. et 4 h. après midi,	g. 4 —
	— 4 h. et 6 h. —	g. 4 —
	— 6 h. et 8 h. —	g. 4 —
	— 8 h. et 10 h. —	g. 6 —
23e jour (g.16 gouttes)	— 2 h. et 4 h. après minuit,	g. 4 —
	10 h. après minuit,	théobromine 0,20;
	entre 10 h. et midi,	g. 4 gouttes;
	— midi et 2 h.,	lavement, quinine et antipyrine;
	2 h. après midi,	g. 4 gouttes;
	entre 6 h. et 8 h. après midi,	g. 4 —
24e jour	2 h. après minuit,	g. 3 —
	entre midi et 2 h.,	lavement, quinine et antipyrine;
	8 h. après midi,	g. 4 gouttes;

25e jour	2 h. après minuit,	g. 3 gouttes
	6 h. après midi,	g. 4 —
	entre 8 h. et 10 h. après midi,	g. 4 —

En résumé, les badigeonnages de gaïacol constituent, pour combattre l'hyperthermie de la fièvre typhoïde, un moyen efficace, d'une action constante, et d'une grande facilité d'application.

Pour éviter la transpiration et les frissons et pour obtenir malgré la courte durée de l'action du médicament, un effet persistant avec des doses minima, il faut employer pour chaque application un petit nombre de gouttes, quatre à huit pour un adulte et répéter les badigeonnages toutes les trois heures environ si la température l'exige.

En suivant ces préceptes, il ne saurait y avoir d'accidents d'hypothermie.

Cette médication semble exempte de toute action sur les reins et sur la diurèse.

M. le Dr DELORE

Ancien chirurgien en chef de la Charité de Lyon.

ENCHONDROME DU PLACENTA [612.992 : 618 : 36]

(Môle vésiculaire).

— Séance du 20 septembre —

Cette singulière tumeur, unique dans son genre, a été considérée comme *homologue* par Robin qui l'attribuait à une hydropisie des villosités et par Virchow qui, admettant une hyperplasie du tissu fondamental de la villosité, lui donna le nom de *myxome* du placenta, dont le point de départ, suivant lui, est le tissu conjonctif du chorion, ou des villosités, apporté par l'allantoïde. Pour Cayla, qui a fait une étude approfondie du sujet, le siège est la caduque (1). Je souligne une citation, que je lui emprunte et qui montre, suivant moi, qu'il avait entrevu la véritable nature de la môle : « Sous l'influence de l'imprégnation (morbide), il se fait une production par poussées successives, par un travail exogène de vésicules indépendantes, adhérentes les unes aux autres, revêtues

(1) Ce point de départ est évident dans les môles observées en dehors de la grossesse.

d'une membrane commune, *tendant à s'isoler* à mesure qu'elles se développent ».

On remarquera par la suite, que je ne ferai que paraphraser ce qu'avait si bien vu et dit Cayla !

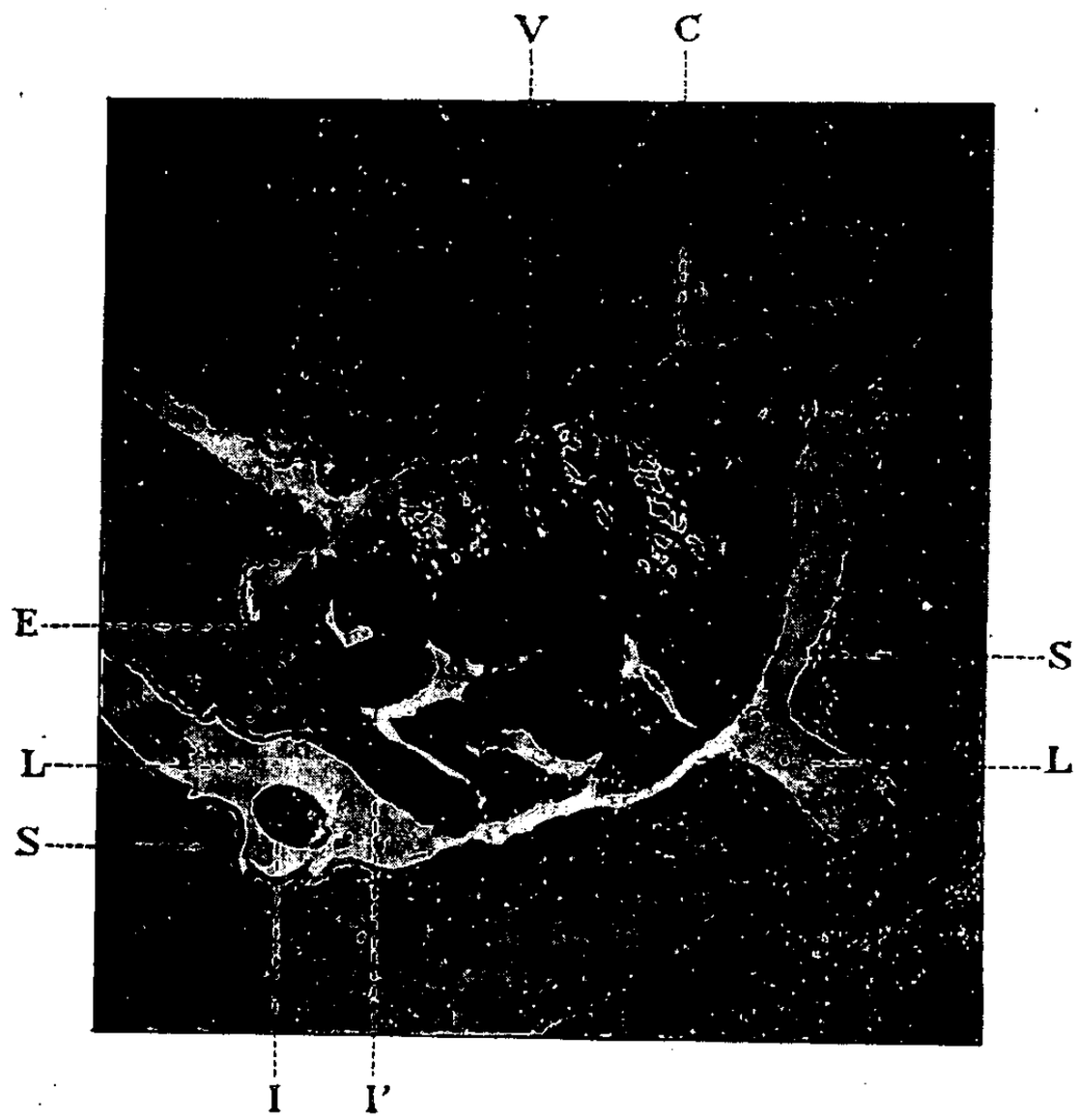


FIG. 1. — Vue d'ensemble du tissu de la môle. — L, lacunes. — S, syncitium. — E, substance fondamentale, piquetée de fusiformes. — C, réseaux de conjonctif. — I, I', V, *îlots* libres ou adhérents à la végétation altérée.

Selon Franqué, la môle hydatiforme serait due à une activité anormale des cellules de Langhans, qui prolifèrent et sécrètent de la mucine en abondance.

Je me sépare nettement des auteurs que je viens de citer ; je ne puis admettre l'homologie. En effet, dans deux môles vésiculaires que je viens d'examiner avec une longue attention, je n'ai pas retrouvé *trace* du placenta normal, tout avait disparu ; la caduque et le chorion n'existaient plus ; les villosites étaient remplacées par des *végétations* allongées, déformées, bossuées. Quand je dis que tout avait disparu; je vais trop loin, car toutes les villosités morbides étaient bordées d'un magnifique liséré, de cellules sphériques du *syncitium* et elles étaient séparées les unes des autres par de belles lacunes sanguines *(fig. 1, 2, 3, 4)*. N'est-ce pas là le secret de ces prolongements villiformes qui existent dans les môles et qu'on retrouve dans les *déciduomes* malins ?

Il est digne de remarque que le processus qui a détruit de fond en comble tous les éléments anatomiques fœtaux du placenta, ait respecté à peu près partout le *syncitium* et les *espaces lacunaires*, c'est-à-dire les éléments qui représentent le placenta maternel, d'après l'opinion non unanime, mais générale.



Fig. 2. — Végétations chondromateuses. 2 lobules avec golfes communiquant avec les lacunes intervilleuses, dont les rives sont bordées de syncitium. En haut est une massue crénelée.

Il y a incontestablement un élément morbide *hétérotopique* qui s'est implanté sur le *placenta fœtal* et l'a désorganisé. Quel est-il ?

Déjà en 1896, Durante avait entrevu les *môles vivaces* avec bourgeonnements syncitiaux, et qui lui paraissaient en train de donner naissance à un déciduôme malin, affection qui, suivant lui, est un *épithélioma ectoplacentaire*, provenant d'une évolution maligne du *syncitium*, qui envoie des prolongements protoplasmiques.

Aschoff, qui, à l'instar de MM. Duval et Durante, admet que le syncitium est d'origine fœtale, professe que la môle est un *choriome* malin.

Pour Marchand, c'est un *épithéliome* malin de la couche de Langhans ; lequel, au dire de Fraenkel, est venu de dehors en dedans!... Cet auteur avait constaté déjà d'énormes *vides*, et Langhans, que le protoplasma était remarquablement *clair*, en même temps que les cellules *isolées* étaient douées d'une vitalité extraordinaire.

En constatant les assertions caractéristiques d'hommes aussi compétents, on est étonné qu'ils ne soient pas arrivés à la conclusion qui s'est imposée à mon esprit, après l'étude réfléchie de plusieurs coupes. Pour moi, la *néoplasie* est évidente, et la môle est un *enchondrome du placenta*.

Je puiserai les arguments, pour soutenir cette assertion, dans l'étude récente de deux môles sur lesquelles j'ai pratiqué des coupes dont je donne ici neuf représentations photographiques (1).

Voici les résultats obtenus :

1° Le tissu morbide est renfermé dans des *végétations* qui n'ont, avec les villosités normales, qu'une similitude grossière *(fig. 2)*. Le *stroma* hyalin est solide, élastique et d'une transparence remarquable.

(1) Je les dois à l'obligeance désintéressée de MM. Lumière et Bellier, elles n'ont pas subi la *moindre* retouche.

2° Des réseaux de *conjonctif*, à mailles fines et transparentes *(fig. 1, C)*, enserrent le stroma, entre les lamelles duquel elles s'insinuent. Elles sont destinées à jouer un rôle important.

3° De grandes *capsules*, se rencontrent dans presque toutes les coupes

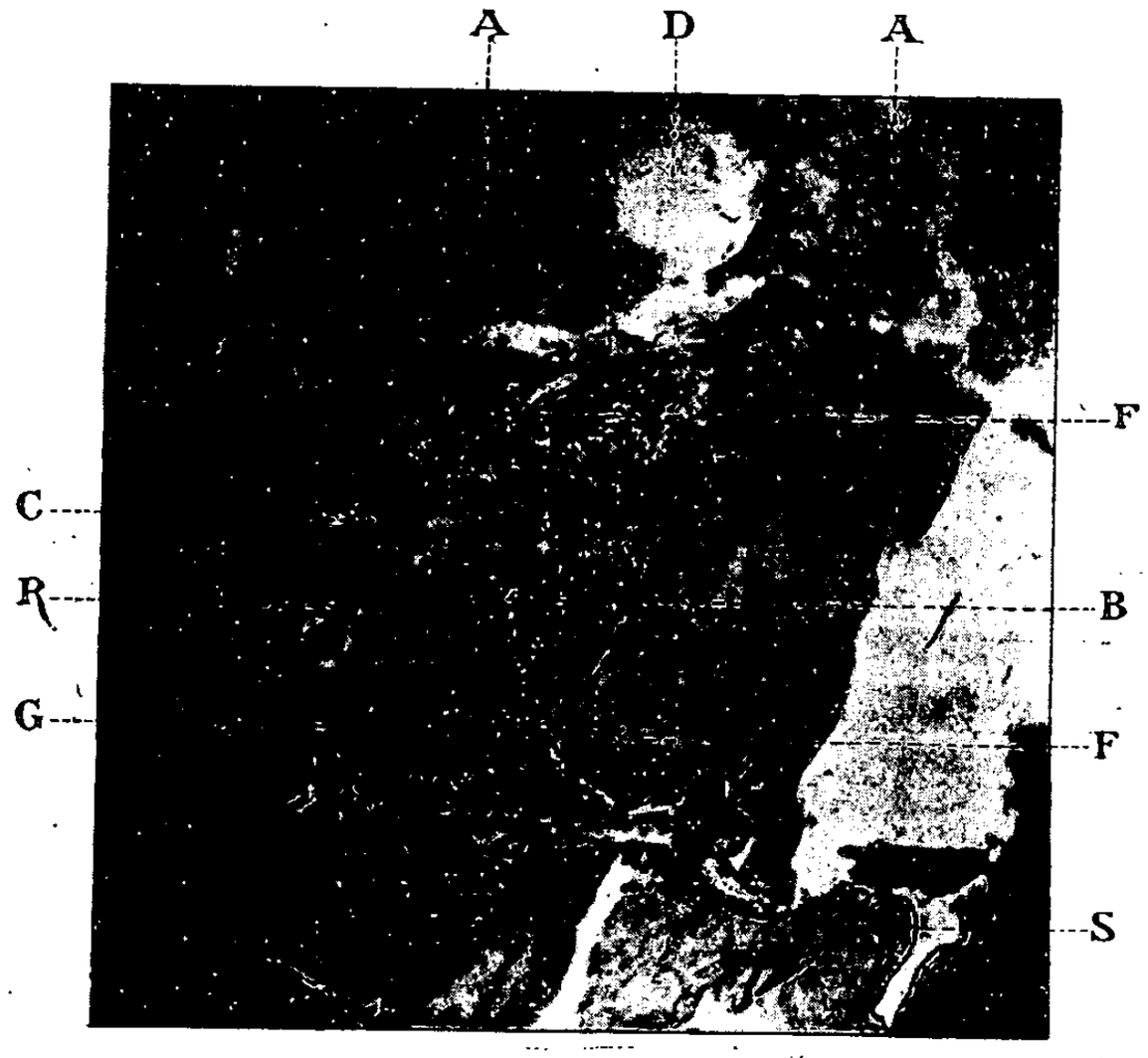


FIG. 3. — AA, substance fondamentale. — C, capsule *cartilagineuse*, ou cellule mère. — B, cellules filles, plusieurs *trous vides*. — D, grand *trou vide*. — F, F, sillons. — G, stroma plein de fusiformes. — S, syncitium et lacune. — R, conjonctif entourant la capsule.

(fig. 3 et *4)*. Ce sont des cellules mères, qui renferment un grand nombre de cellules filles, disposées par *groupes isogéniques*.

4° Des *îlots* ou *chondroblastes* se remarquent à l'état de liberté dans les lacunes *(fig. 1, 6)*. D'autres sont reliés à la végétation d'où ils émanent par une queue *(fig. 1, 2. 5, 7)*. Ils sont d'une teinte plus foncée *(fig. 5)*. Cela tient à ce qu'ils sont infiltrés de cellules syncitiales chromatiques.

Dans tous les *îlots* où l'on voit un pédicule, il est aussi coloré que l'*îlot* lui-même ; ceci ferait penser qu'au moment où il est sorti de la végétation villiforme, il s'est revêtu de syncitium en voie de prolifération. Cette idée se rapprocherait de celle de Durante qui fait jouer un rôle important au bourgeonnement du syncitium. Je suppose que le processus *chondromateux* active cette prolifération morbide.

La vitalité des *îlots* est très grande, même lorsqu'ils sont isolés. Tous

les observateurs sont unanimes à cet égard. Du reste, la netteté de leurs cellules à noyaux le prouve.

La figure 7, malgré son imperfection, démontre le mécanisme de l'exode du *chondroblaste* de la substance fondamentale de la végétation. On voit manifestement sa progression dans la *lacune* voisine, dont les rives, en bas et à gauche, possèdent l'inévitable collerette syncitiale. Déjà la moitié du lobule est libérée.

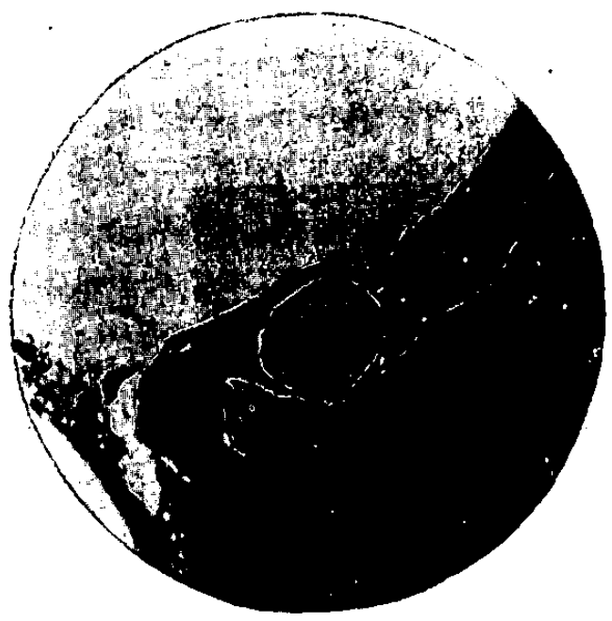


Fig. 4. — Capsule pleine de stroma hyalin, développée au milieu d'un épaississement syncitial chromatique.

5° *Aréoles ou chondroblastes*. Leur forme est généralement arrondie *(fig. 1, 3, 8, 9)*. Quelques-uns cependant représentent un canal allongé ; d'autres ont l'aspect de déchirures *(fig. 1, 8)*. Leurs dimensions varient. Dans une seule coupe, on en distingue des grands ou des petits. Ils sont disposés d'une façon très irrégulière dans les végétations, suivant l'évolution plus ou moins avancée du processus morbide.

Dans plusieurs *îlots (fig. 6* et *7)*, on voit des cellules à double contour qui résident dans leur loge.

Quand la cellule s'est évadée, elle laisse un *trou*, ou vide, ou rempli plus ou moins de sang *(fig. 9)*.

Après l'étude de ces signes morphologiques, j'ai conclu que les tumeurs soumises à mon examen étaient un *enchondrome* et comme, d'autre part, tous les histologistes ont donné la même description que moi, je pense que la *môle hydatiforme* est un *néoplasme cartilagineux*.

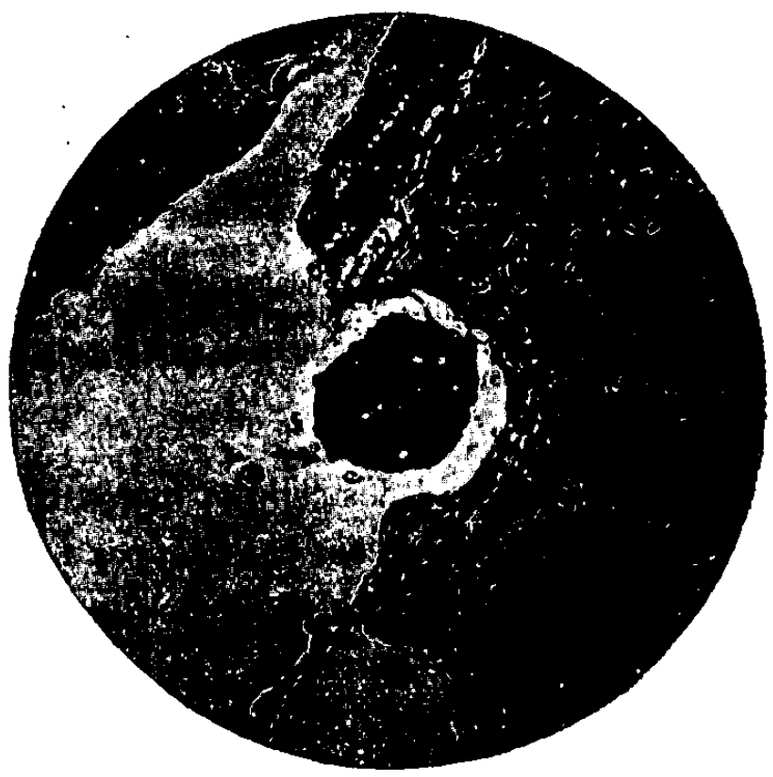


Fig. 5. — *Ilot* sorti. — Chromatique. — Golfe. — Deux promontoires. — Grand espace lacunaire vide. — Belle substance fondamentale hyaline. — Le conjonctif la divise en lamelles.
Le *chondroblaste* est percé de 8 trous.
Sous l'arc syncitial qui détermine l'adhérence de l'îlot et du stroma, la bordure chromatique fait défaut ; c'est le point où le chondroblaste semble sorti.

Virchow, à mon avis, est celui qui a le mieux compris la marche évolutive de l'*enchondrome*. Il admet que les éléments cellulaires déplacent le stroma résistant et sortent

de leur loge. Ce départ se fait *brusquement*, dans un tissu élastique et met en contact la cavité qui ne s'affaisse pas, avec le sang des lacunes, qui l'envahit.



FIG. 6. — *Ilot* recouvert d'une couche de syncitium déchiré, faisant une queue. — Au milieu, cellules cartilagineuses pâles, avec noyaux. Au microscope, toutes ont un *double contour*, que la figure laisse deviner. — A gauche, végétation déchirée.

Ce phénomène secondaire est nécessairement empreint d'irrégularité.

C'est par la production abondante des *lobules* pédiculés, qui végètent comme de véritables polypes, que s'expliquent ces singulières *grappes vésiculeuses*, qui ont si fort intéressé les accoucheurs et les anatomo-pathologistes. Elles sortent les unes après les autres de la région qui évolue, elles entraînent du conjonctif, sous forme de ces chapelets, si bien dépeints par Cayla. Cet auteur a clairement démontré que cette disposition suffisait à elle seule pour les différencier des *villosités normales*.



FIG. 7. — *Chondroblaste* sortant de la gangue du stroma à laquelle il adhère encore dans une partie de sa périphérie. A sa partie inférieure, on voit un prolongement incurvé de la gangue. Ainsi s'expliquent les golfes avec promontoires ; les cellules du lobule cartilagineux sont manifestement à double contour.

Les caractères singuliers que je viens d'énumérer n'avaient pas échappé

aux plus avisés, comme Cayla et Durante ; aussi étaient-ils restés dans une prudente indécision. En admettant la nature *enchondromateuse* de la Môle, on élucide toute l'histoire pathogénétique de l'affection ; on conçoit clairement la formation des grappes en chapelet ; les môles tardives comme celles consignées dans la thèse de Bellin et surtout celles observées en dehors de la grossesse (1) ; ainsi, Bock cite une môle chez une petite fille vierge, de douze ans et demi ; Stricker, chez une fille de neuf ans ; Schrœder, chez une fille de dix-sept ans et chez des femmes de cinquante et cinquante-trois ans, après la ménopause ; ces quatre derniers faits sont rapportés par Jacobs.

Il est important, je crois, de remarquer combien la différence est grande entre la *môle* et le *déciduome*. La môle n'a point de vaisseaux. Le fœtus n'existe pas, et dans la tumeur il n'y a pas de *vaisseaux maternels*. Les végétations et leurs *îlots* vivent donc maigrement, aux dépens des hémorragies et des sucs utérins. Il en est bien autrement pour le *déciduome* qui prolifère au milieu des tissus richement vascularisés par les sinus utérins. Cette différence de nutrition n'est-elle pas la cause du développement exagéré des masses plasmodiales, si bien décrites par Durante, et dont j'ai observé, dans mes coupes, de nombreux vestiges ?



FIG. 8. — Cette magnifique figure est une végétation chondromateuse, percée comme un crible, de *trous*, dont la plupart sont ronds, et où on voit aussi des formes irrégulières. Du sang en quantité variable occupe les cavités. Ce sont des *chondroblastes*.

Je remarquerai encore que la forme bizarre qu'affecte l'*enchondrome placentaire* tient probablement à son implantation dans la cavité utérine. Ce siège suffit pour le différencier de tous les autres, car là, il est en contact avec des hémorragies journalières ; il est soumis à des contractions incessantes et il peut proliférer ses *ballons* en toute liberté.

Je dirai encore que dans mes deux môles et dans toutes celles dont j'ai dépouillé la description histologique, on ne retrouve pas les caractères *classiques* de l'enchondrome embryonnaire, puisque la *substance hyaline* abonde partout où l'évolution est peu avancée.

(1) *Semaine gynécologique*, Paris, 29 août 1899.

Un mot sur la *chondrine*. Il eût été intéressant de rechercher l'existence de ce produit complexe, trop discrédité par la chimie moderne. Malgré certaines critiques dont il a été l'objet, la réaction que donne l'*alun* me paraît, quand elle est nette, un excellent moyen de reconnaître les *enchondrômes* et d'authentiquer ainsi les données histologiques. Malheu-



FIG. 9. — Chondroblaste au milieu d'une végétation dénuée de syncitium. Un caillot polypiforme occupe une partie du vide. On aperçoit : 4 surfaces circulaires d'aspect gaufré ; des *fusiformes* fortement teintés et très nombreux ; des cellules pâles avec noyau. Leurs formes sont diverses. Amas irrégulier de cellules dans la lacune, en haut, à droite.

reusement, des obstacles se sont présentés à moi. En premier lieu, on pouvait supposer le *néoplasma* de nature *embryonnaire;* or, dans cette variété, il n'y a pas de *chondrine*, d'après Kollicker. A vrai dire, telle n'était pas mon opinion puisque la *substance hyaline* abondait partout et que c'est elle et non les cellules qui donne la chondrine. Mais, en second lieu, ayant soumis à l'ébullition, pendant plus de vingt heures, des portions du tissu de la môle, je constatais que l'immersion qu'elle avait subie pendant douze jours, dans le formol, avait rendu les principes *collagènes* complètement insolubles et inattaquables.

Si donc on veut déceler ces principes dont la *chondrine* fait partie, il importe d'éviter avec soin le contact du *formol*.

M. le Dr G. PERRIER

Docteur ès sciences, Maître de conférences à l'Université de Rennes.

SUR LA COMPOSITION DU LIQUIDE D'UN KYSTE HYDATIQUE [616.994]

— Séance du 20 septembre —

Le liquide que j'ai soumis à l'analyse provenait d'un kyste, inclus dans le parenchyme hépatique, renfermant trois litres de liquide et de nombreuses vésicules. Le porteur de ce kyste, un homme de trente ans, opéré le 9 mars 1899 par le docteur A. Dayot, à l'hôpital de Rennes, est actuellement guéri.

Le liquide, ponctionné avant la résection de la poche kystique, était incolore, inodore, neutre au tournesol, de densité 1002. Il ne réduisait pas la liqueur de Fehling et ne donnait qu'un léger trouble sous l'action de la chaleur.

EXTRAIT SEC

50 centimètres cubes évaporés au bain-marie et desséchés ensuite à l'étuve à 120° ont donné $0^{gr},664$ de résidu.

1.000 centimètres cubes renferment donc $13^{gr},28$ de matière fixe, et par suite, $988^{gr},72$ d'eau, la densité étant 1002. Pour déterminer les quantités respectives de matière organique et minérale qui entrent dans la composition de cet extrait sec, on le calcine au-dessous du rouge sombre, afin de ne pas volatiliser le chlorure de sodium qu'il renferme en assez grande quantité. Le produit charbonneux obtenu est soumis à l'action de l'eau bouillante, qui dissout les sels minéraux solubles et laisse un résidu de charbon et de matière minérale insoluble. Ce résidu calciné au rouge vif donne $0^{gr},0222$ de cendres solubles dans l'acide chlorhydrique et essentiellement formées de *carbonate de calcium*, *phosphate de calcium* et de *phosphate de magnésium*.

La partie minérale soluble est formée de chlorure de sodium, de carbonate de sodium, provenant en grande partie des sels de sodium à acide organique renfermés dans le liquide du kyste, et de traces de phosphate de sodium. Après évaporation de la solution aqueuse et fusion légère du résidu, on obtient $0^{gr},41$ de produit.

Le poids de la matière minérale totale contenue dans les 50 centimètres cubes est donc $0^{gr},0222 + 0^{gr},41 = 0^{gr},4322$, celui de la matière organique $0^{gr},664 - 0^{gr},4322 = 0^{gr},2318$, ou, en rapportant le tout à 1.000 centimètres cubes :

Matière minérale	$8^{gr},644$
Matière organique	$4^{gr},636$

Le dosage du chlorure de sodium et du sodium total dans la partie minérale a fourni les nombres suivants, rapportés au litre de liquide :

Chlorure de sodium	$5^{gr},733$
Sodium total	$3^{gr},034$

dont $2^{gr},255$ entrent dans la composition du chlorure et $0^{gr},779$ se répartissent entre les acides carbonique, phosphorique et organiques qui existent dans le liquide.

EXTRAIT CHLOROFORMIQUE

25 centimètres cubes de liquide ont été évaporés au bain-marie en présence de kaolin granulé, et la matière sèche obtenue a été épuisée à chaud par le chloroforme dans un appareil à déplacement. La solution chloroformique a abandonné par évaporation $0^{gr},0154$ d'extrait formé de graisses et de cholestérine, ce qui correspond à $0^{gr},616$ 0/00.

MATIÈRES ALBUMINOÏDES

La chaleur, en présence d'un peu d'acide acétique, donne un coagulum ne renfermant que de la sérine et de la globuline, dont le poids s'élève à à $1^{gr},208$ par litre.

La précipitation de la globuline, d'un nouvel échantillon, par le sulfate de magnésium indique $0^{gr},401$ de cette matière par litre, et par suite, $1^{gr},208 - 0^{gr},401 = 0^{gr},807$ de sérine.

AUTRES PRODUITS CARACTÉRISÉS DANS LE LIQUIDE ÉTUDIÉ

400 centimètres cubes de liquide évaporés dans le vide et à la température de 35° ont abandonné du gaz carbonique que j'ai retenu par la potasse et dont le poids correspond à 150 centimètres cubes par litre mesurés à 0° et 760 millimètres.

Cet anhydride carbonique maintenait en dissolution le carbonate de calcium déposé sur les parois du ballon où s'est effectuée l'évaporation.

Lorsque le liquide a été réduit au 1/20e de son volume, je l'ai additionné d'une grande quantité d'alcool à 95°. Cet alcool a donné naissance à un précipité que j'ai recueilli après vingt-quatre heures de repos et que je nommerai A, la liqueur filtrée sera désignée par B.

Précipité A. — L'eau, agissant sur ce précipité, ne le dissout plus que partiellement. La partie insoluble est formée de matières albuminoïdes (réactions du biuret et xantho-protéique). La partie soluble additionnée d'alcool à 95° donne un précipité blanc dans lequel j'ai caractérisé :

La leucine par la coloration bleue qu'elle donne avec un mélange de phénol et d'hypochlorite de sodium ;

La tyrosine par la réaction de Piria (coloration violette avec le Fe^2Cl^6 après action de SO^4H^2 et neutralisation par CO^3Ba) ;

La créatine par sa forme cristalline examinée au microscope ;

La créatinine (forme cristalline et combinaison avec le chlorure de zinc).

Liqueur B. — Cette liqueur, privée d'alcool, a été agitée avec de l'éther, qui s'est emparé des graisses et de la cholestérine y existant en petite quantité. Par évaporation, elle a donné ensuite des cristaux blancs de chlorure de sodium imprégnés d'un liquide sirupeux jaunâtre. Ce liquide sirupeux renfermait des traces d'*a. succinique* que j'ai caractérisé par le Fe^2Cl^6 et de l'*urée*, que j'ai dosée au moyen d'hypobromite de sodium. La quantité d'urée ainsi trouvée s'élevait à 0gr,021 par litre.

Voici réunis, sous forme de tableau, les résultats de cette analyse, rapportés à 1.000 centimètres cubes de liquide :

Eau				988gr,72
Extrait sec	Matière organique		4gr,636	13gr,28
	Matière minérale	insoluble dans l'eau : Carbonate Ca, Phosphate Ca, — Mg	8gr,644	
		soluble dans l'eau : Carbonate Na, Phosphate Na, Chlorure Na		
Chlorure de sodium				5gr,733
Extrait chloroformique	Graisse cholestérine			0gr,616
Matières albuminoïdes	Sérine			0gr,807
	Globuline			0gr,401
Urée				0gr,021
Anhydride carbonique				150cmc
Matières non dosées	A. succinique			
	Leucine			
	Tyrosine			
	Créatine			
	Créatinine			

M. le Dr CARTAZ

Ancien interne des hôpitaux de Lyon et de Paris.

ÉLÉPHANTIASIS DU NEZ

— Séance du 20 septembre —

Les tumeurs éléphantiasiques du nez ne constituent pas une affection bien rare. Depuis le nez piqué, bourgeonné, fortement acnéique jusqu'aux éléphantiasis hypertrophiques énormes envahissant tout, recouvrant les lèvres, la bouche, les joues, il est des variétés nombreuses. Arrivé à un degré considérable, l'éléphantiasis constitue une difformité fort pénible, car elle ne peut-être dissimulée et donne au visage un aspect repoussant.

Plus fréquente dans les climats chauds, les Indes, où elle coïncide parfois avec l'éléphantiasis des extrémités, cette affection se rencontre encore assez souvent dans nos pays d'Europe et on pourrait en collectionner un assez bon nombre d'observations depuis le travail d'Ollier (1), dans lequel ce chirurgien préconisait une méthode de traitement, la décortication du nez, qui a été souvent employée, depuis, par d'autres opérateurs.

Il me suffira de rappeler, parmi les principales et les plus curieuses au point de vue du volume et des beaux résultats de l'intervention les cas de Delie (2), Matignon (3), Le Dentu (4), Lucas-Championnière (5), Pozzi (6), de Péraire et Pilliet (7), Doubre (8), et le cas récemment opéré par Poncet

(1) De l'éléphantiasis du nez et de son traitement par la décortication de cet organe. *Lyon médical*, 1876, p. 398.

(2) *Revue de laryngologie*, 15 juillet 1892.

(3) *Journal de méd. de Bordeaux*, 6 décembre 1891.

(4) *Bull. Soc. de chir.*, XIV, p. 786.

(5) *Bull. Acad. de méd.*, 14 mai 1895.

(6) *Bull. Soc. de chir.*, XXIII, p. 729.

(7) *Bull. Soc. anat. de Paris*, 6 mai 1888.

(8) *Arch. de méd. mil.*, 1898.

qui offre cet intérêt particulier d'une forme nouvelle, l'éléphantiasis cartilagineuse dont son élève Briau (1) a donné la description détaillée.

Longtemps on a reculé devant l'ablation au bistouri de ces masses énormes; les dangers d'hémorragie, les dangers encore plus grands, avant l'ère antiseptique, de l'érysipèle retenaient les chirurgiens; cependant, au siècle dernier, il s'en est trouvé d'assez hardis pour entreprendre la cure de semblables difformités et la mener à bonne fin.

Quand il ne s'agit que de tumeurs nettement pédiculées, de petit volume, la solution est simple; un coup de ciseau, à la rigueur, une section à l'anse caustique débarrassent le malade sans danger.

Mais pour les tumeurs sessiles, non pédiculées, comprenant toute la partie proéminente des lobules et de la pointe du nez, on pouvait appréhender des hémorragies secondaires.

A l'exemple d'Ollier, qui pratique la décortication à l'aide du fer rouge, quelques chirurgiens emploient également le cautère. D'autres, et c'est aujourd'hui le plus grand nombre, n'hésitent pas à pratiquer l'exérèse avec le bistouri; dégageant méthodiquement les parties hypertrophiées de la charpente fibro-cartilagineuse du nez et faisant suivre, s'il en est besoin, comme dans le cas de Pozzi, l'ablation d'une autoplastie et d'une restauration immédiate.

Dans le cas que j'ai observé, j'ai dû faire choix de la cautérisation; le malade se refusait à une opération importante et d'autre part repoussait d'une façon absolue l'adjonction d'aides ou d'assistants, par crainte d'avoir plusieurs personnes témoins de sa difformité. Voici son observation :

M. X..., âgé de cinquante-cinq ans, commerçant, ayant mené une vie des plus mouvementées, voyageant beaucoup et ayant fait à maintes reprises des séjours de trois et quatre mois dans les colonies hollandaises, Java, Sumatra. Il avoue sans réticences avoir commis d'assez nombreux excès, nourriture abondante, usage un peu immodéré des boissons alcooliques, du vin de champagne. Jamais de syphilis. Dispositions, dès le jeune âge, à des manifestations arthritiques, acné de la face et du dos; plus tard eczémas des mains et des pieds. Pas traces de diabète; pas d'albuminurie. Tendance marquée à l'obésité.

Depuis l'adolescence, par suite de pustules acnéiques très grosses, il a eu la pointe du nez marquée de cicatrices assez profondes. Le nez commença à devenir un peu rouge il y a six ans; le malade appliqua quelques pommades qu'on lui avait conseillées et c'est à l'application de ces pansements qu'il attribue l'origine de l'affection actuelle.

Toujours est-il que depuis quatre à cinq ans, le nez s'est mis à bourgeonner, une petite excroissance se forma sur l'aile gauche et grossit petit à petit. Le lobule du nez fut à son tour envahi et peu à peu se formèrent deux masses rouges, charnues, de consistance assez résistante, parsemée de sortes de vacuoles

(1) Briau. Eléphantiasis cartilagineuse du nez. (*Gaz. hebd. de méd.*, 20 juin 1897.)

comme des cicatrices de variole ou de larges pustules d'acné. Ces deux masses retombent un peu sur la lèvre supérieure, mais ne l'obstruent pas du tout.

Il y a trois ans, le volume du nez étant, dit le malade, un tiers moindre, il consulta un médecin qui conseilla l'ablation. Le malade s'y refusa et se confina dans une retraite presque absolue à la campagne, se soumettant au régime le plus sévère, aux dépuratifs de toute sorte. N'osant plus sortir, plus se montrer, le malade est devenu névropathe, dort mal ; il reste toujours dans la journée le nez couvert d'une sorte de masque ajusté à une paire de lunettes noires.

Cédant aux sollicitations d'un parent que j'avais soigné autrefois, le malade vient me consulter en mars 1898 ; je lui conseillai une opération radicale, une décortication. Il me répondit qu'il ne subirait aucune opération s'il fallait qu'il soit vu par des aides, des infirmiers ou gardes-malades ; qu'il voulait que je fusse seul à le traiter et que lui-même ferait tous les pansements nécessaires. Il exigea de plus que je ne prisse jamais ni par surprise ni autrement sa photographie. Je lui demandai de photographier le nez, le reste de la tête devant être recouvert d'un voile noir ; il s'y refusa péremptoirement. Comme il n'avait pas proscrit un dessin, je le fis à son insu et toute ressemblance, à défaut de l'inexpérience du dessinateur, a été volontairement exclue.

Devant ces mises en demeure un peu bizarres, j'étais tenté de renoncer à toute tentative ; mais le malade paraissait si désespéré que lui proposais de faire un traitement en quelque sorte palliatif et en séances multiples. Je pensais que des cautérisations profondes, dans l'épaisseur des tissus, bien limitées comme étendue et faites à assez longs intervalles, pourraient amener une rétraction inodulaire et diminuer sinon faire disparaître le bourgeonnement nasal et ces grosses tubérosités.



FIG. 1.

Avec son consentement je commençai presque aussitôt ; après nettoyage du nez avec la liqueur de Van Swieten étendue et large cocaïnisation, je fis une cautérisation verticale suivant la direction de la cloison ; cette incision au galvano-cautère, mesurait 4 centimètres de long, sur un demi de profondeur ; puis par cette ligne d'incision je fis sur les côtés en dessous une sorte de cautérisation sous-cutanée, à un centimètre de l'écartement des lèvres de la première incision, par une série de coups d'aiguille pointure dans la profondeur des tissus. Les badigeonnages à la cocaïne renouvelés pendant l'intervention la rendirent à peu près indolore. Je lavai la surface cautérisée avec la solution de sublimé, la poudrai largement avec de l'aristol et appliquai un bandage aussi occlusif que possible avec la gaze stérilisée.

Les suites furent des plus simples ; le malade faisait lui-même les pansements en constatant les résultats heureux de cette cautérisation. Je la renouvelai à

plusieurs reprises espaçant les séances de deux à trois semaines. A la cinquième le résultat était déjà fort appréciable : les tumeurs s'affaissaient, se réduisaient et le malade ne demandait qu'à hâter la solution. Je fis environ douze séances de cautérisations profondes et étendues, plus une série de petites cautérisations légères à la surface, pour réduire des points un peu saillants. Bref, au bout de huit mois le malade pouvait être considéré comme guéri ; la surface du nez est zébrée de cicatrices comme après la variole la plus confluente et la plus intense ; mais le volume est revenu à peu de chose près à la normale. Le malade n'a plus de difformité ; malgré sa satisfaction, il s'est refusé comme avant à laisser reproduire le résultat par la photographie. Le croquis ci-joint en donne une idée aussi exacte que j'ai pu (*fig. 1* et *2*).



FIG. 2.

En somme, j'ai fait dans ce cas une sorte de destruction par bandes sans décortiquer les masses hypertrophiées ; je dessinais sur l'éléphantiasis des sillons caustiques comme les côtes d'un melon, poursuivant en dessous la destruction des tissus. Le résultat plastique eût été sans contredit plus parfait, plus complet en faisant d'un coup une opération radicale, mais je me suis heurté à l'opposition formelle, non raisonnée d'un homme rendu maniaque par sa maladie.

Mon ami le professeur Poncet et un de ses chefs de clinique, M. le docteur Tellier, ont bien voulu me communiquer deux observations d'éléphantiasis du nez, avec photographies qui montrent les beaux résultats obtenus par la méthode de la décortication sanglante ou caustique.

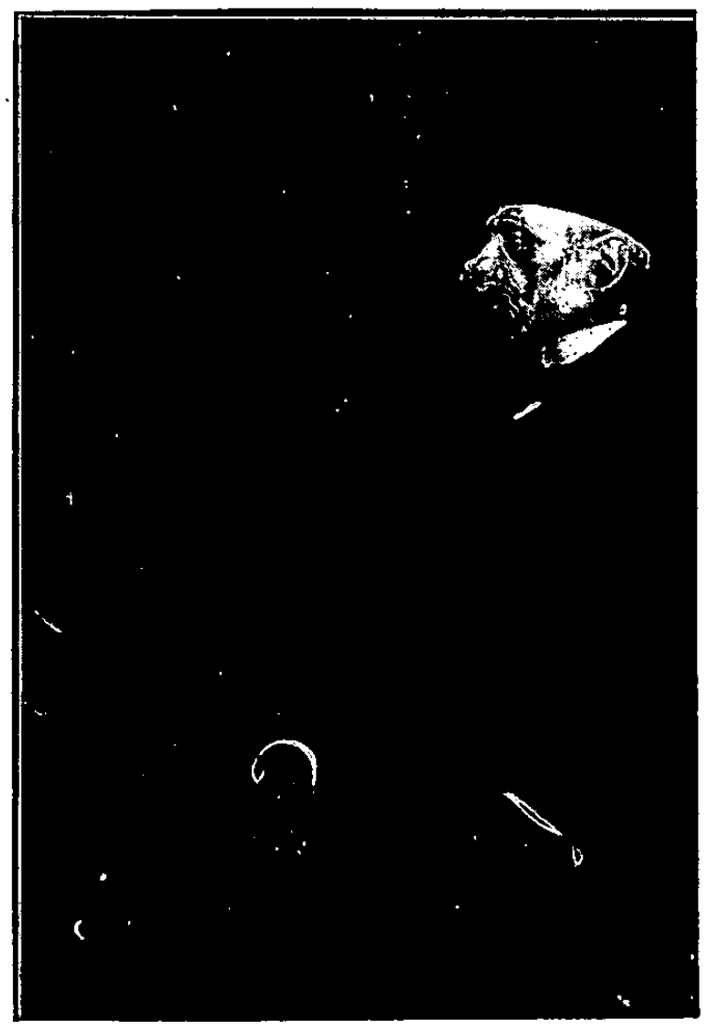


FIG. 3.

OBSERVATION COMMUNIQUÉE PAR LE PROFESSEUR PONCET, DE LYON

M. G..., soixante-seize ans, capitaine de frégate en retraite. Début il y a une quinzaine d'années. Hypertrophie progressive, nez en trompe d'éléphant. 1° Grosse tumeur du volume d'un œuf, descendant presque jusqu'au menton. Nécessité de la soulever pour manger, pour parler ; implantation pédunculée de la largeur d'une pièce d'un franc ; péduncule de 4 à 5 millimètres.

2° Tumeur du volume d'une petite noix, occupant l'aile du nez et la narine droite.



FIG. 4

État général excellent ; jamais d'excès alcooliques ; aucune cause appréciable ; teint coloré ; les tumeurs charnues sont mollasses, de coloration blanchâtre.

30 octobre 1897. — Opération après éthérisation. — Ablation facile ; hémorragie pour la grosse tumeur, facilement arrêtée par application de pinces hémostatiques et compresses avec tampons de gaze.

On prend sur la grosse tumeur un assez large lambeau pour recouvrir la surface cruentée, puis on suture (*fig. 3* et *4*).

Guérison sans incident.

Le malade quitte la maison de santé le 15 novembre 1897, quinze jours après l'opération ; il est photographié à cette date ; depuis lors, il a écrit plusieurs lettres à M. Poncet ; il est enchanté, le résultat s'est maintenu parfait.

L'observation de M. Tellier se rapproche de la mienne, en ce sens qu'il eut recours à l'exérèse par le thermocautère au lieu du bistouri. Le résultat, comme on peut le voir, est des plus remarquables et s'est maintenu sans changement.

OBSERVATION COMMUNIQUÉE PAR LE DOCTEUR TELLIER

G. V..., âgé de soixante-quatre ans, commissionnaire, entre à l'Hôtel-Dieu, salle Sainte-Marthe n° 10, dans le service de M. Gangolphe, professeur agrégé, suppléé par M. Julien Tellier, au mois d'août 1896.

Rien de bien particulier à noter dans les antécédents personnels ou héréditaires. Bonne santé habituelle ; habitudes modérées d'alcoolisme. Emphysème pulmonaire. Le malade présente de l'éléphantiasis du nez, qui a débuté depuis plusieurs années, et s'est accru peu à peu, sans qu'il ait éprouvé de symptômes bien particuliers. Mais depuis quelques mois, la tumeur a acquis des proportions telles que le malade est l'objet de la curiosité indiscrète des passants et des plai-

santeries des petits polissons de son quartier : c'est la seule raison qui lui fait demander l'intervention chirurgicale.

La base du nez étant relativement saine, plutôt que de procéder à la décortication totale avec autoplastie, M. Tellier pratique l'excision des portions hypertrophiées au thermo-cautère. Intervention simple, ne présentant rien de particulier à noter.



Fig. 5.

Suites opératoires excellentes.

La photographie (*fig. 5* et *6*) montre le résultat deux mois après l'opération. Le malade est venu le 5 janvier 1900, près de trois ans et demi après. Il n'y a pas de récidive et la forme du nez est restée la même qu'au moment où le malade a été photographié pour la dernière fois. On note cependant sur le côté gauche du nez une petite plaque hypertrophique de quelques millimètres de diamètre, dont la coloration violacée tranche un peu sur la coloration blanchâtre du tissu cicatriciel. Le volume de cette plaque, au dire du malade, n'augmente pas.

Les observations d'éléphantiasis du nez ne sont pas rares; elles avaient dû frapper les chirurgiens du siècle passé. On trouve en effet des exemples de ce genre, opérés avec une grande hardiesse et avec succès, comme en témoignent les observations célèbres d'Imbert Delonnes et Theulot.

L'observation publiée par Delonnes (1) a trait au citoyen Périer de Gurat (2). Le portrait peint par le citoyen Boze a été reproduit dans la notice « Progrès de la chirurgie »; le dessin fait après l'opération se trouve dans un autre mémoire (3) édité à Avignon, où l'auteur se trouvait à ce moment comme chirurgien en chef de la succursale impériale des militaires invalides d'Avignon.

(1) A. B. Imbert Delonnes. *Progrès de la chirurgie en France ou phénomènes du règne animal guéris par des opérations nouvelles sur la fin du* XVIII^e^ *siècle.* Paris, nivôse an VIII.

(2) Dans la notice le malade se nomme Périer de Gurat; dans la mention au bas du portrait il est simplement Périer-Gurat.

(3) Imbert Delonnes. *Considérations sur le cautère actuel.* Avignon 1812.

Voici le texte de cette observation, qui débute par des considérations préliminaires sur les sarcomes.

« ... Tels ont été l'origine et le développement des sarcomes du citoyen Périer de Gurat, ancien maire de la ville d'Angoulême, agé de cinquante-neuf ans, homme frugal et jouissant d'une santé parfaite. Ces tumeurs, très saillantes, étaient élastiques, quoique compactes et du poids d'environ deux livres ; elles occupaient la surface externe du nez et se prolongeaient sans adhérence sur le muscle buccinateur et sur le menton, qu'elles cachaient presque en entier ; elles fermaient hermétiquement les narines et la bouche.



FIG. 6.

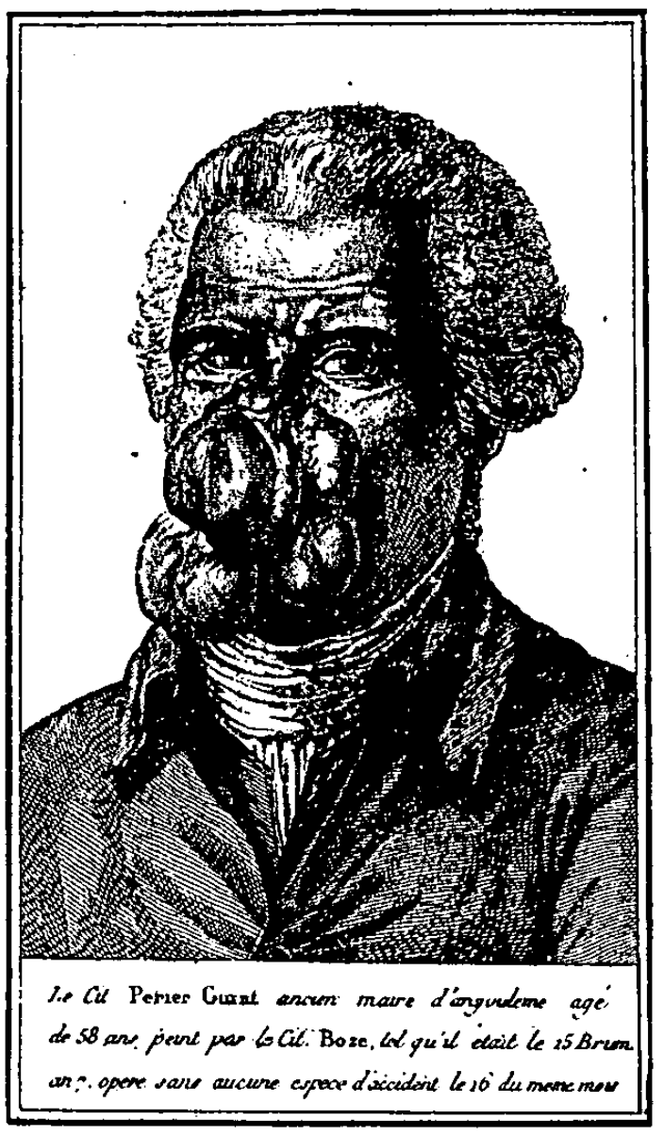
» Pour respirer et parler le citoyen Périer était obligé de pencher la tête en avant et n'avait d'autre point de vue que la terre. Pour manger et boire il relevait, mais toujours avec peine des masses lourdes qui semblaient lui interdire l'usage des aliments et des boissons. Pour jouir des douceurs du sommeil ou se procurer le calme heureux du repos qu'on trouve toujours si parfait dans une position horizontale il fixait à son bonnet de nuit une fronde avec laquelle il isolait, en le suspendant, un ennemi qui l'aurait étouffé sans cette précaution.

» .... Cette affreuse maladie, qui, en donnant un aspect hideux au citoyen Périer, l'obligeait de se soustraire aux yeux même de ses amis, avait commencé environ douze ans avant sa guérison. Les progrès en avaient paru très rapides pendant une détention de vingt-deux mois dans la tour d'Angoulême sous la tyrannie de Robespierre *(fig. 7 et 8)*.

» Le citoyen Robin l'aîné, chirurgien d'Angoulême, avait voulu guérir ou rendre moins dangereuses des tumeurs qui, chaque jour, menaçaient le malade d'un carcinome ou d'une attaque d'apoplexie. Pour remplir ce louable objet il avait employé la ligature, mais la douleur et l'inflammation,

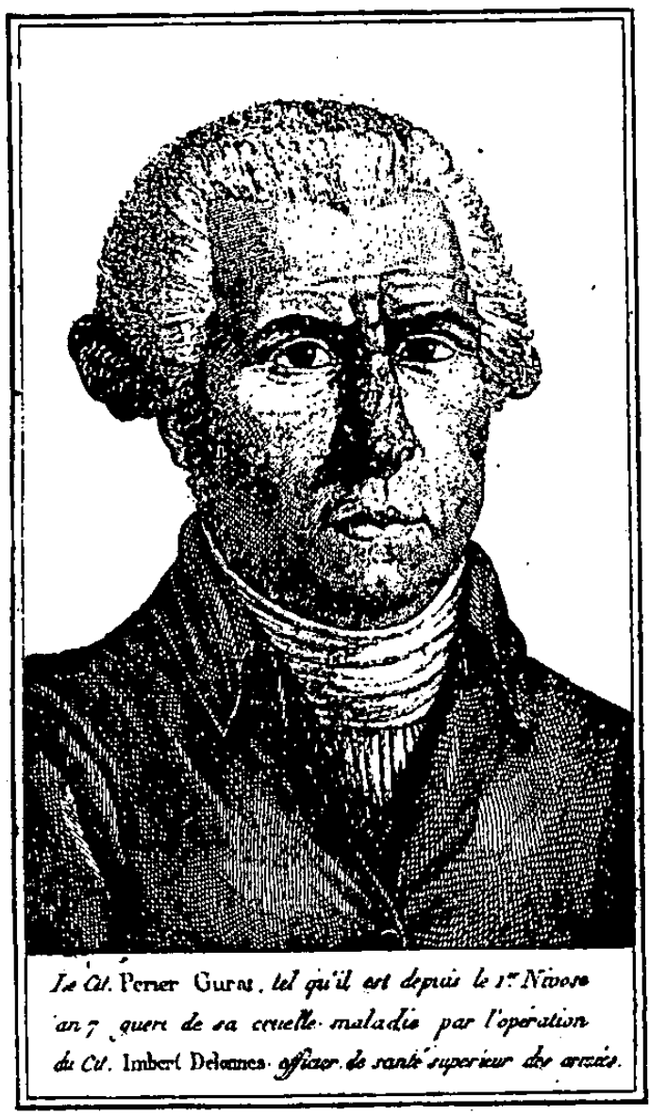
suites ordinaires de ce faible moyen, lui imposèrent bientôt l'obligation d'y renoncer.

» Consulté alors par lettre, je répondis que le citoyen Périer ferait bien de se rendre à Paris, où il vint en effet, et, après avoir examiné les tumeurs avec attention, je crus à l'urgente nécessité de les détruire avec l'instrument tranchant.



Le Ct. Perier Gurat *ancien maire d'angoulême agé de 58 ans peint par le Ct.* Boze, *tel qu'il était le 15 Brum. an 7. opere sans aucune espece d'accident le 16 du meme mois*

FIG. 7. (1).



Le Ct. Perier Gurat, *tel qu'il est depuis le 1^r^ Nivose an 7 guери de sa cruelle maladie par l'operation du Ct.* Imbert Delonnes *officier de santé superieur des armées.*

FIG. 8.

» La dissection nécessaire pour extirper ces sarcomes mit à nu toute la surface externe du nez depuis sa racine jusqu'à la membrane pituitaire qui s'unit à ses différents cartilages... La suppuration s'établit sans peine le cinquième jour; la cure fut parfaite le quarantième.

» ... Le citoyen Boze voulut bien la prendre (la figure) la veille de l'opération; je fis ensuite graver cette figure par le citoyen Godefroid.

J'aurais désiré que le citoyen Périer eût été peint rendu à son état naturel pour le faire voir tel qu'il est, quatorze mois après sa guérison, mais les circonstances s'y sont refusées. »

Imbert Delonnes reproduit ce texte dans sa brochure « Considérations sur le cautère actuel » et à la fin, au lieu de la note précédente, il met : « A cette preuve bien extraordinaire, j'ai ajouté, par les mêmes moyens, celle de

(1) Ces deux clichés nous ont été obligeamment prêtés par M. le professeur Poncet.

M. Périer de Gurat guéri, afin qu'on pût voir qu'après avoir perdu pendant bien longtemps la figure humaine, il a pu la retrouver par une opération qu'aucun auteur n'avait décrite encore. »

Deux observations tout aussi curieuses ont été publiées par Civadier (1) ; la première, qui lui est personnelle, n'a jamais, que je sache, été reproduite ; la seconde est celle de Theulot, maître chirurgien à Chalon-sur-Saône. Une planche annexée au mémoire de Civadier donne le dessin des deux malades de Civadier et de Theulot. Je dois à l'obligeance et à l'habile crayon de M. Vincent, chef du laboratoire de la clinique du professeur Raymond, à la Salpêtrière, la reproduction de ces curieuses tumeurs (2).

« Un voyage que je fis au Quesnoy en 1753 me procura l'occasion d'y voir M... qui avait au visage cinq tumeurs représentées dans la planche XIII *(fig. 9)*.

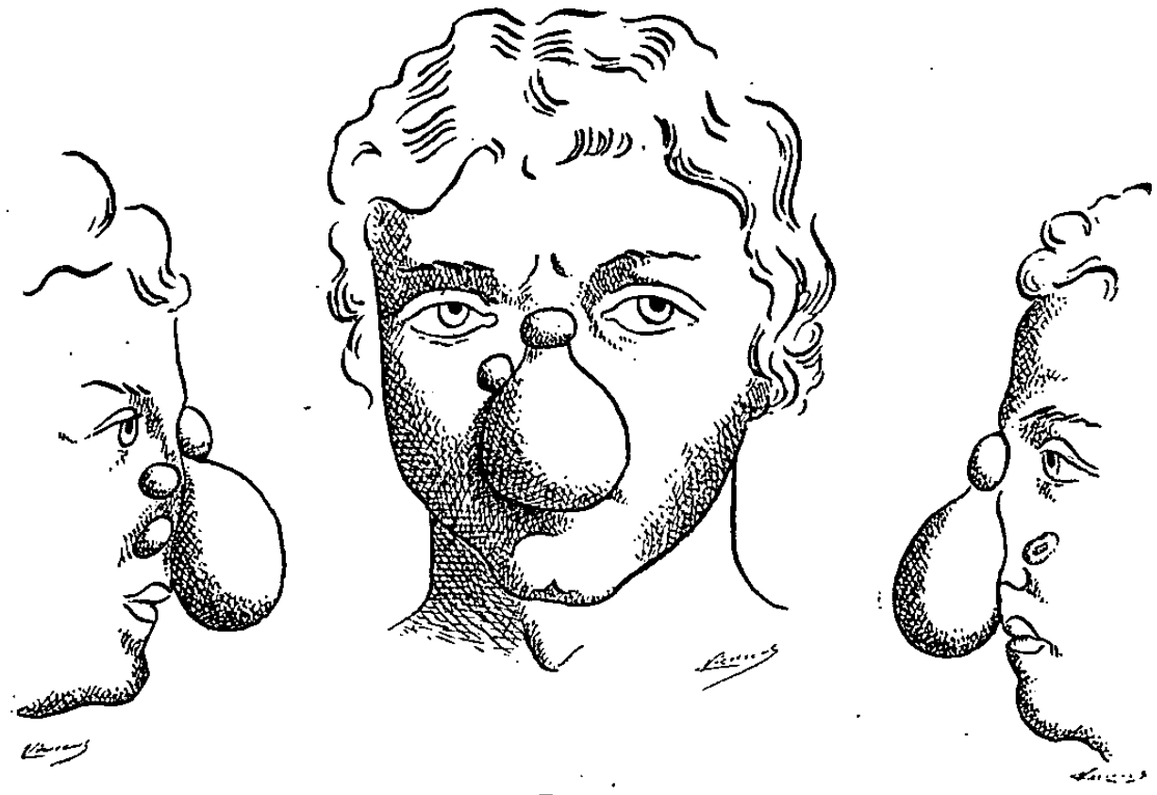


FIG. 9.

» La plus considérable prenait naissance à la racine et à la partie un peu latérale du nez, pendant jusque sur la lèvre inférieure, en sorte que, quand il voulait prendre des aliments, il était obligé de la relever à chaque fois. Cette tumeur qui, dans son origine, c'est-à-dire il y a dix-huit ou dix-neuf ans, était grosse comme une noix, le devint enfin comme une grosse poire ; une seconde, formée depuis six à sept ans et grosse comme une noix, était située au-dessus du nez et presque entre les deux yeux ; la troisième, un peu moins grosse, était placée au-dessous du grand angle de l'œil droit ; la quatrième, attachée à l'aile droite du nez, ressemblait en grosseur et en figure à une amande dans sa coque ; la cinquième, située

(1). *Description de plusieurs tumeurs carcinomateuses situées sur le nez et aux environs.* (*Académie royale de chir.*, 1757, t. III, p. 511.)

(2). Une des figures a été reproduite dans le *Traité* de Follin et Duplay. — Article nez.

un peu au-dessus de l'aile gauche du nez, avait la grosseur d'une petite aveline et la forme d'une crête de coq.

» M... était âgé de cinquante-trois ans, d'un tempérament vif et sanguin, ayant le visage couperosé, ayant souvent des érysipèles au visage et né d'une famille à peu près sujette aux mêmes infirmités.

» Le 11 octobre, j'extirpai la plus grosse. Le tout pesait environ six onces. Survint un érysipèle...

» Après ablation de la tumeur située au-dessus du nez, nouvel érysipèle qui n'eut pas de suite.

» J'emportai ensuite la tumeur située sous le grand angle de l'œil droit et successivement les deux autres.

» Les cicatrices sont si bien faites, qu'il n'en restera presque point de traces. Tous les amis du malade, après son rétablissement, avaient peine à le reconnaître.

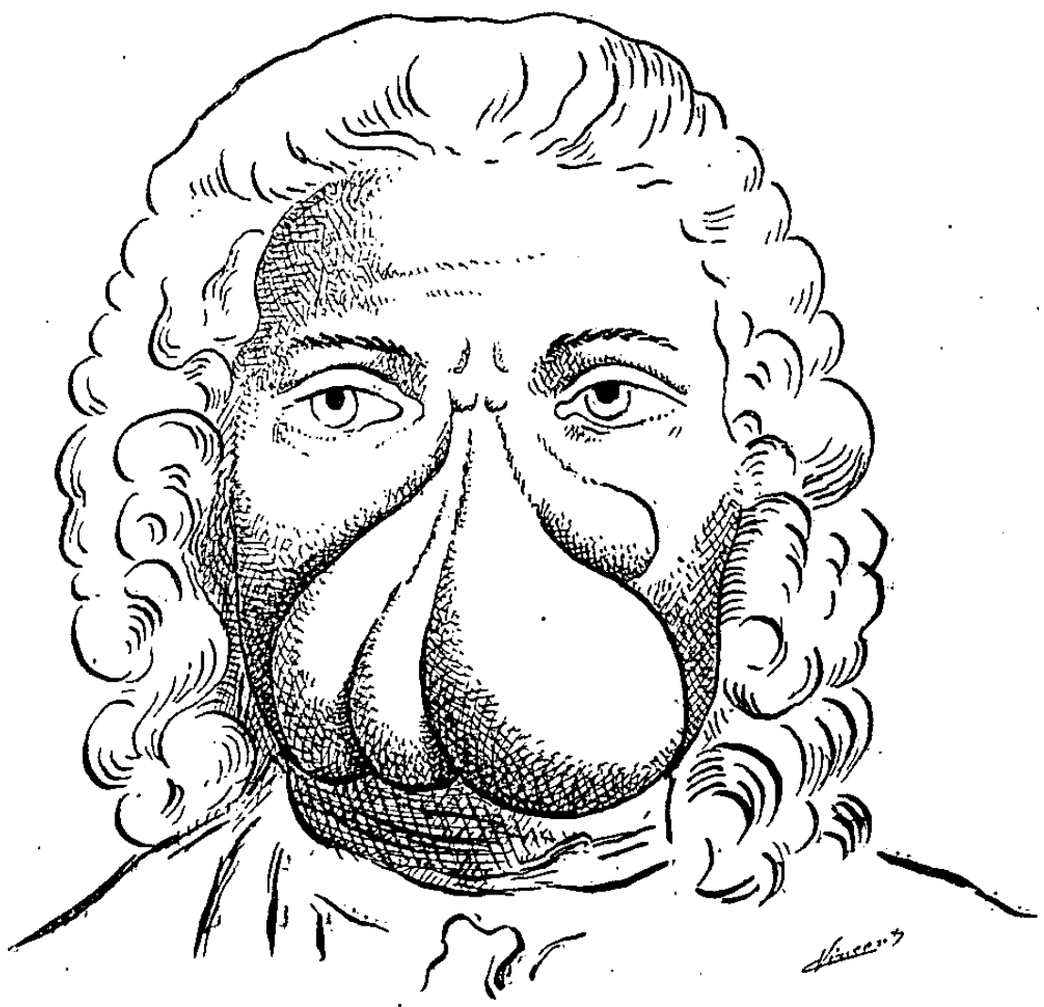


FIG. 10.

» Je joindrai à mon observation celle que M. Theulot a communiquée à l'Académie. La voici :

» En 1732, un particulier, âgé pour lors de soixante-huit ans, se trouvait porter à la partie supérieure des deux ailes du nez quatre tumeurs qui, ayant commencé à se former depuis trente ans, avaient acquis, surtout depuis cinq ans, un accroissement si prodigieux qu'elles lui fermaient les narines, couvraient entièrement la bouche et tombaient jusqu'au bas du menton *(fig. 10)*.

» Dans cet état, il ne pouvait respirer et prendre ses aliments qu'avec une peine extrême et le volume de ces tumeurs était si considérable qu'elles semblaient menacées d'une mortification prochaine. Une de ces tumeurs était grosse comme un œuf de poule, deux autres chacune comme le poing et la plus grosse avait le double de ce volume. Dans celle-ci, la colonne du nez était confondue et descendait jusqu'au menton ; elle couvrait du côté gauche toute la base de la mâchoire inférieure. Je crus devoir préparer le malade à l'opération par des remèdes convenables ; ensuite je me déterminai à emporter les deux tumeurs moyennes, je les fis environner d'un cordonnet plat que je crus commode pour rétrécir un peu la base des tumeurs et pendant l'effusion du sang, lors de l'opération, en reconnaître la circonférence un peu plus aisément. Huit jours après, je fis l'amputation de la plus grosse et, à pareil intervalle de temps, j'ôtai la plus petite. Après les deux premières opérations, je garnis les narines de canules courtes et propres à former un point d'appui opposé à la compression extérieure ; j'arrêtai l'hémorragie qui arriva, à chaque opération, avec de l'eau styptique ; je ne pansai les plaies qu'avec un digestif ordinaire et j'eus le plaisir de voir le malade exactement guéri en vingt jours et débarrassé de quatre masses monstrueuses dont le poids au total se trouva de cinq livres lorsque l'extirpation en fut faite. »

De pareilles difformités n'ont pu manquer d'attirer l'attention des peintres et des artistes du moyen âge qui ont reproduit si fidèlement, à titre réel ou à titre de caricature, diverses maladies, les convulsées, les crises hystériques, les pieds-bots, les pierres de tête, etc. Les belles études de Charcot et Richer, de Meige ont mis en relief la valeur de ces documents pour l'art médical.

Souvent, on retrouve, surtout dans les tableaux des maîtres hollandais, des figures d'ivrognes avec nez rubiconds, trognonnés ; mais les tumeurs éléphantiasiques leur ont échappé, ou, pour mieux dire, il est probable qu'ils n'ont pas voulu reproduire des difformités aussi répugnantes. Il existe cependant au Louvre un tableau où le sujet principal a une tumeur hypertrophique éléphantiasique ; malgré mes recherches, je n'en ai pas trouvé d'autre exemple.

C'est le tableau étiqueté au catalogue sous le numéro 1322, du Guillandajo, dit Il Ghirlandajo, 1449-94, tableau intitulé : Portrait d'un vieillard et d'un enfant *(fig. 11)*.

Le vieillard, à tête garnie de cheveux blancs qui commencent à se raréfier, est habillé d'un vêtement rouge bordé de fourrure grise. La figure demi-béate attire les yeux par la proéminence du nez, qui porte au lobule droit une véritable tumeur bourgeonnante. La coloration de cette tumeur

n'est pas très différente de celle de la peau de la racine du nez, un peu plus rouge cependant. Sur le front, on voit une petite verrue.

L'enfant, à chevelure blonde s'échappant du béret rouge, est vêtu d'une



FIG. 11

sorte d'étole cramoisie sur une robe à manches noires; de loin, le costume rappelle celui d'un de nos enfants de chœur (1).

(1) Peut-être existe-t-il dans les musées étrangers d'autres exemples de ce genre; mes recherches ne m'en ont fait connaître aucun. Je serais heureux si quelque confrère ou amateur de peinture, connaissant des tableaux avec personnages à gros nez, pouvait me les signaler.

Dans les ouvrages didactiques sur les maladies du nez, on ne trouve pas de dessins nombreux d'éléphantiasis ; pour le lecteur que cette question pourrait intéresser, et dans l'impossibilité où je suis de les reproduire tous, je signalerai ceux de l'ouvrage de Spencer Watson, décrit comme un lipome du nez opéré par Swift Walter (*tumour pendulous and lobulated*) et qui consistait en une hypertrophie de toute les parties du nez, sans contenir, à proprement parler, de graisse.

Dans leur ouvrage « Exposé critique de la chirurgie plastique », d'Ammon et Baumgarten donnent deux dessins de tumeurs volumineuses du nez qu'ils désignent sous le nom de fongus et qui ne paraissent pas être, en effet, de véritables éléphantiasis. Enfin, les mémoires d'Ollier, Poncet, Briau, Bogdan, Jonnesco, la thèse de Nedeltcheff (Lyon 1897) contiennent des dessins curieux de tumeurs opérées par ces chirurgiens.

M. le Dr A. LOIR

Professeur à l'école coloniale d'Agriculture de Tunis

VINIFICATION. — VINS OBTENUS EN TUNISIE APRÈS STÉRILISATION DE LA VENDANGE [663.212]

— Séance du 15 septembre —

L'an dernier, au congrès de Nantes, j'ai déjà eu l'honneur de parler de la vinification faite après stérilisation préalable de la vendange; j'ai indiqué que des expériences faites en Tunisie avec le procédé de M. Rosenstiehl, en 1897, devaient se continuer pendant les vendanges de 1898. Elles ont été faites chez un grand colon des environs de Tunis, opérant sur des foudres de 300 hectolitres, et en même temps à l'école coloniale d'Agriculture de Tunis.

Rappelons d'abord que le procédé Rosenstiehl repose sur l'emploi rationnel de la chaleur. Il a pour effet d'empêcher les ferments naturellement déposés sur le raisin, ainsi que les germes de maladie d'entrer en activité. En outre; il permet d'obtenir, avant toute fermentation, des moûts rouges renfermant toute la matière colorante du raisin, de sorte que, dès le début, on peut éliminer la matière solide de la vendange et se mettre à l'abri des inconvénients divers, provenant de la présence du « chapeau », dans les

cuves à fermentation. Disons encore que les moûts, après la chauffe, sont refroidis et ensemencés de levures pures, et, à partir de ce moment, on laisse la vinification s'achever selon les procédés traditionnels.

Nous avons rendu compte, l'année dernière, des améliorations obtenues. Mais il n'était pas permis d'affirmer que ces vins continueraient à gagner en vieillissant, et qu'ils conserveraient avec le temps l'avance qu'ils possédaient alors sur le témoin. Aujourd'hui, il est possible de constater cette amélioration; ainsi que le prouve le procès-verbal de la dégustation qui a eu lieu à Mâcon, par l'initiative de MM. Piguet frères. La compétence et la notoriété des dégustateurs, ainsi que la méthode suivie, excluant toute possibilité de suggestion, donnent à cette consultation un cachet de sincérité indiscutable, et permettent de considérer comme acquis les résultats constatés.

La comparaison des vins faite en 1897 dans la ferme Pilter, à Ksar-Tyr, montre que la supériorité du vin d'expérience sur le vin témoin, constatée en octobre 1897, s'est accentuée, surtout par ce fait que le premier est resté sain et a supporté d'une manière normale l'évolution qu'y apporte le temps, tandis que le vin témoin a perdu sa couleur et sa fraîcheur, par suite de la maladie de la tourne, fléau constant des vins rouges d'Afrique, et aussi, malheureusement, d'un grand nombre de vins français.

La couleur des vins d'expérience est plus belle que celle des vins témoins faits avec les mêmes raisins, avec les procédés ordinaires, sans stérilisation préalable des moûts.

Les vins n'ont pas de goût de terroir, sont absolument francs, très bien constitués, et sans aucune trace d'acidité due aux maladies du vin.

Tout le sucre a été employé et transformé en alcool, si bien que le rendement est pour ainsi dire théorique, et que ces vins sont beaucoup plus alcooliques que les vins témoins.

Enfin, la macération de la grappe permet au pressurage d'obtenir un plus grand rendement en vin de presse. Le marc, après ce pressurage, présente un aspect absolument sec, ce qui n'arrive pas d'ordinaire. Pourtant, nous avons employé les pressoirs qui sont actuellement en usage. Nous avons eu une plus-value de 15 0/0 supérieure aux rendements ordinaires obtenus par les méthodes courantes.

Ce rendement plus élevé tient à ce simple fait que la vendange entière ayant été chauffée, les parties solides du raisin sont fanées, les cellules sont désorganisées par la chaleur, et l'élasticité de ces organes végétaux est détruite. Les matières solides offrent moins de résistance à l'action du pressoir. Ce rendement est, avec la dissolution de la matière colorante, le phénomène qui frappe le plus la vue des personnes qui voient ces opérations pour la première fois.

En *résumé*, on voit par ce qui précède que le chauffage de la vendange

met à l'abri des aléas résultant des maladies du vin, et procure à la fois une quantité et une qualité supérieures à celles que donne la vinification traditionnelle.

M. L. MALPEAUX

Professeur d'agriculture à l'École pratique d'agriculture du Pas-de-Calais

LES CULTURES DÉROBÉES [338.122]

— *Séance du 15 septembre* —

Historique. — Lorsque, dans un domaine, on compare les quantités d'azote enlevées par les récoltes à celles qui sont apportées par les fumures, on trouve des différences considérables. Il semble, au premier abord, que le sol doive s'enrichir et qu'on pourrait, sans inconvénient, restreindre les dépenses qu'entraîne l'achat des engrais azotés. Il n'en est rien cependant, car, malgré les apports du fumier de ferme, on n'obtient de copieuses récoltes qu'à la condition d'employer des engrais complémentaires.

Cette nécessité des fortes fumures azotées est due à l'activité de la nitrification. Sous l'influence des ferments dont les belles recherches de Schlœsing, Berthelot, Winogradsky, etc., nous ont fait connaître l'existence, la matière organique azotée du sol se transforme successivement en ammoniaque, en nitrites et enfin en nitrates. La nitrification est plus ou moins active ; généralement insuffisante au printemps, elle augmente en été et atteint son maximum à l'automne, à une époque où, loin d'être utile, elle détermine des pertes considérables, surtout dans les années pluvieuses.

Ces pertes sont dues exclusivement à l'écoulement des eaux chargées de nitrates qui traversent le sol au moment où la plupart des récoltes sont enlevées.

Les quantités d'azote nitrique qui peuvent ainsi disparaître sont plus ou moins considérables : elles varient avec l'abondance des récoltes et la répartition des pluies. Quand les pluies sont fréquentes à l'arrière-saison, les pertes sont très fortes. Elles sont notables encore dans les années ordinaires pour les terres non emblavées ou portant une faible récolte. M. Dehérain les a évaluées en moyenne à 40 kilogrammes par hectare, ce qui correspond à 250 kilogrammes de nitrate de soude, c'est-à-dire une

dépense comprise entre 60 et 70 francs par an et représentant le loyer d'un grand nombre de terres passables de notre pays.

De ses nombreuses recherches sur les eaux de drainage, M. Dehérain a été amené aux constatations suivantes :

« 1° Les pertes par drainage sont, au maximum, dans les terres en jachère ; non seulement les eaux qui s'écoulent de ces terres sont plus abondantes, mais aussi plus chargées que celles qui proviennent des terres emblavées.

» 2° Les pertes sont réduites au minimum dans les terres couvertes de végétaux : en effet, les eaux qui arrivent aux drains pendant l'été sont très peu abondantes ; souvent même quand la pluie n'arrive pas par violentes ondées, les drains ne coulent pas, toute l'eau tombée est rejetée dans l'atmosphère par la transpiration végétale ; pendant l'hiver, il est vrai, les eaux traversent les terres de prairies ou les terres couvertes de blé d'hiver, mais, les racines ayant la propriété de retenir les nitrates, les pertes sont réduites au minimum. »

Le remède est donc facile à appliquer : il suffit de pratiquer des *cultures dérobées* afin de maintenir les terres couvertes le plus longtemps possible.

Quand le blé succède aux betteraves, le sol reste garni du mois d'avril au mois d'août de l'année suivante et, pendant ce long espace de temps. les pertes sont très faibles ; elles deviennent considérables, au contraire, dans les huit mois qui séparent la moisson des semis de betteraves, mais elles sont diminuées dans une forte proportion quand, aussitôt après la récolte des céréales, on installe une *culture dérobée*. Il ne faut pas que la terre reste découverte à l'automne, et, aussitôt après la moisson, il faut remplacer la récolte abattue par des plantes à végétation rapide qui utiliseront à leur profit les nitrates qui se forment si abondamment à cette époque de l'année.

On accorde surtout une grande importance aux plantes appartenant à la famille des légumineuses.

LES CULTURES DÉROBÉES DANS LE PAS-DE-CALAIS

Dans le Pas-de-Calais, on sème plus avantageusement en cultures dérobées des plantes destinées à la nourriture des animaux. Ce n'est qu'exceptionnellement qu'on fait de la sidération. Aux environs de Montreuil, cependant, la culture du lupin a pris une certaine importance, de même que la vesce ou la moutarde blanche dans quelques localités des arrondissements de Béthune, de Saint-Pol et d'Arras.

Quelle que soit, du reste, la destination des produits, le but que l'on se propose, en faisant les cultures dérobées, est atteint : éviter les pertes considérables de nitrates que les eaux entraînent à l'automne de toutes les

terres découvertes. Certes, beaucoup de cultivateurs qui font aujourd'hui les cultures dérobées n'en comprennent pas les avantages au point de vue de la conservation des nitrates ; ils envisagent tout simplement l'augmentation des ressources fourragères. Mais n'est-ce pas déjà un beau résultat que d'obtenir une récolte sans avoir à sacrifier une saison ? C'est comme si l'on augmentait d'un tiers l'étendue du sol exploité ; au lieu d'obtenir les produits d'un hectare on obtient ceux de 130 à 150 ares. « C'est, comme le dit si bien M. de Laveleye, une merveilleuse conquête faite à force de soins, de travail et d'avances. »

Le navet, la carotte, le choux fourrager, le trèfle incarnat cultivés en récoltes dérobées sont destinés à la nourriture des animaux. Ils servent à procurer au bétail, pendant l'hiver et au commencement du printemps, une nourriture plus favorable à la production du lait que le fourrage sec qu'on lui donne ailleurs. On fait également des semis associés de colza, de sarrasin, de pois, dans les années de pénurie fourragère. Ces plantes à croissance rapide couvrent rapidement le sol et le protègent contre la dessiccation.

La moutarde blanche, le sarrasin et le colza sont employés plus spécialement comme engrais vert.

Nous allons entrer dans quelques détails à propos de ces différentes cultures, en indiquant la pratique suivie par les cultivateurs du Pas-de-Calais.

Culture du navet.

En Belgique, le navet est la principale plante de la culture dérobée. Son importance ressort des chiffres suivants : En 1880, la statistique lui assigne une étendue de 137.500 hectares, dont 86.000 pour les deux Flandres. Dans le Pas-de-Calais, le navet de culture dérobée occupe une surface de près de 1.000 hectares.

En général, cette culture n'est économiquement possible que dans les terres meubles, bien pourvues de matières organiques et depuis longtemps en bon état de culture.

Mieux vaut, en effet, une culture destinée à être enfouie en vert, qu'une culture de navets mal soignée, qui durcit et surtout salit le terrain et nuit considérablement aux produits de la récolte suivante.

Aussitôt la céréale enlevée, on procède au déchaumage du champ, soit avec une charrue légère, soit au moyen d'un scarificateur. En Flandre, on n'attend même pas que les gerbes soient enlevées pour mettre la charrue dans les champs, et les cultivateurs n'auraient garde d'oublier ce dicton : *Qui veut semer des navets doit atteler sa charrue derrière son chariot de récolte.*

Le navet se sème souvent après le seigle d'hiver fumé dans cette prévi-

sion, après le colza, le lin, le trèfle incarnat, etc. Leur récolte enlevée, on donne un labour superficiel et l'on achève l'ameublissement à la herse et au rouleau ; les mauvaises herbes sont recueillies et souvent brûlées sur le champ. La graine, distribuée à la volée à raison de 2 à 3 kilogrammes par hectare, est enterrée par un léger hersage, souvent suivi, en terre meuble, d'un roulage. Une pluie suffit parfois pour l'enfouir.

Bien souvent les navets ne reçoivent pas de fumure directe. Ils sont obligés de se contenter de ce que la première récolte leur a laissé. Cependant, il y aurait grand profit à ne pas les rationner aussi rigoureusement. On pourrait répandre avantageusement, avant de déchaumer, 100 à 150 kilogrammes de superphosphate. L'emploi des engrais liquides dilués se fait sur une grande échelle dans beaucoup de localités du Pas-de-Calais.

Pour les semis on ne choisit pas indifféremment une variété quelconque. Parmi celles qui existent, il en est quelques-unes qui conviennent plus particulièrement à cet effet. Le *navet blanc plat hâtif*, le *navet rouge plat hâtif*, le *navet hâtif d'Auvergne* et le *navet turneps* sont classés au nombre des variétés les plus résistantes. C'est dans le courant d'août que l'on effectue les semailles.

Les soins d'entretien sont limités à deux ou trois hersages qui remplacent les binages. On les donne d'autant plus énergiques que le semis est plus dru. On ne doit pas craindre d'arracher trop de plantes, car le navet souffre extrêmement d'un état trop serré. En Flandre, on connaît le dicton : *Celui qui herse des navets ne doit pas regarder derrière lui.*

Dans les années de pénurie fourragère on fait quelquefois, dans le milieu de l'été, après une plante qui laisse le sol libre de bonne heure, comme le lin, le colza, le trèfle incarnat ou la lupuline, un semis associant le sarrasin, le navet et le colza. On répand environ 80 litres du premier et 1 à 2 kilogrammes de graines de chacune des deux autres espèces. Quand le sarrasin a acquis tout son développement, on le fauche haut pour ne pas blesser les navets. Le produit peut être séché en petites moyettes, puis emmeulé jusqu'à la consommation. Le navet continue à se développer et livre ses produits dans le courant de décembre, en même temps que le colza.

Dans quelques localités, on sème aussi des navets dans les houblonnières. On fait généralement des semis successifs jusqu'à la fin d'août, et tandis que, dès la fin d'octobre, on peut déjà récolter les variétés les plus hâtives, on continue d'arracher pendant tout l'hiver celles qui mûrissent plus tardivement. Les racines occupent les espaces de $1^{m},50$ à 2 mètres de largeur que laissent entre elles les rangées de houblon, sans nuire aucunement à la production de la plante principale. On commence à livrer les navets de culture dérobée en novembre aux vaches laitières et aux moutons. Voici une ration adoptée par un cultivateur de nos amis : foin 10 kilogrammes, paille 5 kilogrammes, navets 25 kilogrammes, tourteau 1 kilogramme.

En Angleterre, la récolte est souvent consommée sur place par les moutons. On enlève d'abord les feuilles, puis on arrache, à la fourche ou à la charrue, le nombre de rangées de racines nécessaires aux besoins journaliers des animaux renfermés dans un parc. Dans nos conditions, l'hiver est trop rigoureux pour adopter l'économique système anglais. Il faut souvent emmagasiner une partie de la récolte en silos peu volumineux élevés près de la ferme ou sous un hangar et recouverts de paille.

La récolte varie nécessairement avec la nature du sol et surtout avec les conditions atmosphériques. En Belgique la statistique agricole accuse pour les navets de la culture dérobée un rendement moyen de 11.000 kilogrammes de racines à l'hectare. Ce sont sensiblement les produits que l'on obtient dans le Pas-de-Calais.

En manière de conclusions, nous croyons pouvoir dire que la culture du navet en récolte dérobée est une pratique excellente, mais elle n'est économiquement possible que dans les terres meubles, bien pourvues d'humus et mises de longue main en bon état.

Culture de la carotte.

Le cultivateur des Flandres sème parfois la carotte dans une terre portant une autre plante, à l'abri de laquelle elle végète pendant quelque temps. Nous ne saurions préciser l'importance de ce mode de culture dans le Pas-de-Calais, mais nous l'avons vu pratiquer dans quelques localités. On sème la carotte en mai dans le colza, l'avoine ou le pavot, à raison de 4 à 5 kilogrammes de graine par hectare. On associe aussi la carotte au lin. Après l'enlèvement de la plante principale, on herse pour ameublir la surface du sol et détruire les chaumes ; la carotte est alors bien enracinée et ne souffre pas de ce travail, qu'au besoin l'on répète et complète par des sarclages à la main. Afin d'activer la végétation, on répand des engrais liquides.

La culture dérobée de la carotte réussit généralement moins bien que celle du navet ; ce n'est, du reste, qu'en terre bien pourvue d'éléments fertilisants que l'on peut compter sur des produits satisfaisants.

On peut représenter les produits moyens par les chiffres suivants :

Récolte très bonne. . . .	15 à 20.000	kilogrammes.
— bonne	12 à 15.000	—
— assez bonne. . . .	9 à 10.000	—
— médiocre.	5 à 6.000	—

Culture des choux fourragers.

La culture du Pas-de-Calais accorde une place croissante au chou fourrager. C'est dans l'arrondissement de Saint-Pol qu'on le rencontre

surtout ; partout ailleurs, la place qu'on lui accorde serait plus grande si cette excellente crucifère n'était pas exposée aux conséquences des sécheresses survenant à l'époque des repiquages. D'après la dernière statistique officielle décennale, les choux feuillus s'étendent dans le Pas-de-Calais sur une surface de près de 1.000 hectares.

Les choux fourragers sont élevés en pépinière, car ils supportent très bien le repiquage.

L'élevage en pépinière est plus efficace contre les insectes : lui seul permet, du reste, de faire la culture en second fruit après des plantes laissant le sol libre de bonne heure, et notamment après le colza, le lin, le trèfle incarnat, les fourrages coupés en vert, et le seigle. Les semis en pépinière sont échelonnés de mars en mai ; ils sont toujours proportionnés à la sole à emblaver. La terre destinée aux choux est ameublie profondément comme pour la betterave. On fume à raison de 20.000 à 30.000 kilogrammes de fumier par hectare. Les engrais phosphatés, les engrais liquides complètent heureusement le fumier.

On ne repique que des plantes ayant la grosseur du petit doigt. Généralement l'extrémité des racines trop longues est enlevée afin qu'elle ne se courbe lors de la transplantation. Le repiquage a lieu en lignes écartées de $0^m,60$ à 1 mètre et de $0^m,60$ à $0^m,80$ sur rang, selon le développement de la variété, au plantoir. Lorsque le travail est bien conduit, trois ouvriers garnissent, par jour, une étendue de 30 à 35 ares. En grande culture, l'opération est exécutée plus rapidement à la charrue, mais la reprise est moins assurée, surtout en temps de sécheresse.

Les repiquages doivent, autant que possible, être terminés fin juillet.

Dans le Pas-de-Calais, on cultive surtout le *chou Caulet de Flandre*, dans certains cas, on emploie le *chou Mœllier*. Lorsqu'on a plusieurs variétés, il est nécessaire de livrer le chou Mœllier le premier à la consommation du bétail, car il est plus sensible aux gelées.

Pendant la végétation les choux reçoivent un ou deux binages, parfois même un buttage.

La récolte des parties alimentaires des choux fourragers a lieu en plusieurs fois. On enlève, quelques semaines après le repiquage, ordinairement dans le courant d'octobre et de novembre, chaque jour et à chaque pied, deux ou trois feuilles en commençant vers la base, en ayant soin de les couper à 2 ou 3 centimètres du tronc. En procédant par arrachement, on enlèverait l'œil latent existant à l'aisselle et qui fournit parfois en se développant un supplément de récolte. Il ne faut cueillir que la quantité qui peut être consommée par les animaux dans les vingt-quatre heures qui suivent l'effeuillage. Cette récolte cesse avec les froids. Pendant l'hiver, et même avant, lorsqu'il s'agit des variétés peu rustiques, on coupe les tiges rez terre au fur et à mesure des besoins.

Les choux fourragers donnent des produits abondants et hygiéniques, très favorables à l'engraissement et à la lactation, et dont la plupart des ruminants sont avides. Alliés au foin, ils peuvent être considérés comme des aliments rafraîchissants et substantiels.

La quantité de feuilles de choux que l'on récolte par hectare est considérable. Nous avons obtenu, en 1898, avec plusieurs variétés, les rendements suivants :

Mœllier blanc.	52.000 kilogrammes.
— rouge.	53.300 —
Caulet.	62.000 —
Cavalier	58.000 —
Branchu du Poitou.	42.000 —
Géant des Flandres.	44.000 —

On a pu constater des rendements s'élevant à plus de 100.000 kilogrammes de fourrage vert par hectare, mais seulement lorsque la culture du chou était faite en récolte principale, ce qui n'est pas le cas ici.

Culture du trèfle incarnat.

Le trèfle incarnat, cultivé dans le Pas-de-Calais sur une grande échelle, présente quelques avantages sérieux à signaler. Il constitue une précieuse ressource fourragère à une époque de l'année où généralement la pénurie de nourriture pour le bétail se fait le plus vivement sentir, on peut le semer sur trèfle ordinaire manqué, après une céréale, après le colza, etc.

Étant fauchable de bonne heure, on peut lui faire succéder le maïs, le rutabaga, les choux, le haricot, etc. Il est peu exigeant au point de vue de la préparation du sol et se sème tôt; dans des conditions favorables, il fournit presque autant de fourrage que deux coupes de trèfle ordinaire réunies ; de plus, il n'exige presque aucun soin de culture. Mais ce qui lui donne une valeur particulière, c'est *sa précocité*, qui le rend fauchable une quinzaine de jours avant le trèfle violet.

On peut faire du trèfle incarnat une plante de sidération lorsque la nourriture ne manque pas à la ferme. En Flandre, maints agriculteurs s'empressent, après la récolte des blés ou même des avoines, de semer du trèfle incarnat sur déchaumage. La plante pousse vigoureusement à la sortie de l'hiver et elle est enfouie avant la plantation des betteraves ou des pommes de terre. Dans les terres légères, cette pratique donne toujours d'excellents résultats, supérieurs à ceux que peut produire l'emploi du sulfate d'ammoniaque ou du nitrate de soude, parce que, outre l'humidité donnée au sol par la plante verte, sa matière organique est très favorable à la production.

Dans le rayon de Saint-Omer, on sème fréquemment du trèfle incarnat dans les céréales. Après l'enlèvement de la récolte principale, le trèfle se développe vigoureusement et donne une bonne fumure verte avant l'hiver. Le trèfle incarnat semé à l'automne peut être récolté en mai, aussitôt l'apparition des premières fleurs. C'est dans les terres de moyenne consistance qu'il donne ses plus hauts rendements. Ses exigences en acide phosphorique et en potasse étant assez grandes, on emploie avantageusement 100 à 200 kilogrammes de chlorure de potassium en terres légères et 300 à 350 kilogrammes de superphosphate que l'on enfouit par un labour de déchaumage. Celui-ci n'est même pas absolument nécessaire, car le trèfle incarnat redoute les terres ameublies. Sa réussite n'est assurée qu'autant que le sol est bien tassé. La semaille précède, autant que faire se peut, une légère pluie; c'est le défaut d'humidité à cette époque qui compromet le plus fréquemment les ensemencements de trèfle incarnat. On emploie 15 à 30 kilogrammes d'une semence bien jaune, exempte de cuscute, achetée avec *garantie de l'année*.

Pour soutenir le trèfle incarnat, les cultivateurs du Pas-de-Calais lui associent fréquemment du seigle dans la proportion de 15 à 20 kilogrammes par hectare. D'aucuns prétendent que le mélange d'un peu de vesce d'hiver au trèfle incarnat donne un produit plus abondant et en tout cas plus assuré.

Le trèfle incarnat est utilisé pour la consommation en vert; le foin qu'il fournit, en effet, par le fanage est grossier et peu appété du bétail. Comme le fourrage durcit rapidement, on commence la récolte avant la floraison.

Il est préférable, lorsqu'on a récolté plus de trèfle incarnat que le bétail ne peut en consommer, de recourir, pour sa conservation, à l'ensilage. On évalue le rendement moyen à 18.000 kilogrammes de fourrage vert par hectare. A Berthonval nous avons obtenu jusqu'à 40.000 kilogrammes de produits.

Culture de la vesce.

Dans le Pas-de-Calais, la vesce n'est guère cultivée en récolte dérobée pour l'enfouissement en vert; c'est regrettable, car lorsque cette légumineuse est semée à l'automne, l'azote de l'air fixé par les bactéries des nodosités vient s'ajouter à l'azote des nitrates, et l'opération devient ainsi plus profitable.

La vesce est cultivée en mélange pour servir de nourriture au bétail; le mélange, *seigle-vesce d'hiver*, est bien connu. La semaille a lieu à la fin d'août ou au commencement de septembre. Le produit, fauchable au printemps avant la première coupe de trèfle, donne un fourrage très nutritif. Lorsque le sol est fertile, on associe en poids un tiers de seigle

et deux tiers de vesce ; s'il est plutôt pauvre, un tiers de vesce et deux tiers de seigle.

A la suite de la pénurie fourragère survenue après les sécheresses qui ont caractérisé l'été de 1892, on a essayé, dans le Pas-de-Calais, la *vesce velue*. Cette plante, que l'on recommandait en raison de sa rusticité, de sa précocité, de son rendement et de sa valeur nutritive, est aujourd'hui à peu près délaissée, sauf peut-être dans l'arrondissement de Montreuil, où la nature du sol se prête admirablement bien à sa culture.

C'est dans les terres sablonneuses, légèrement calcaires, qu'elle réussit le mieux. Ses tiges atteignent parfois $1^m,25$ et même $1^m,50$ de hauteur en situation favorable. Sa culture est la même que celle de la vesce d'automne. Les engrais potassiques et les scories de déphosphoration lui sont très favorables. A l'hectare, dans les terres siliceuses, on ajoute 400 à 500 kilogrammes de scories et 200 kilogrammes de chlorure de potassium. Le semis est effectué au commencement de septembre, en lignes, plus souvent à la volée, en employant, par hectare, environ 80 kilogrammes de vesce et 20 kilogrammes de seigle ; au besoin on sème encore dans le courant d'octobre.

M. Reisenthel a cultivé la vesce velue à Bernieules, près Montreuil, et il a remarqué qu'en général elle ne possédait ni la résistance au froid, ni la précocité, ni la productivité qu'on lui a reconnues ailleurs. De l'avis de nombreux cultivateurs, il n'y aurait pas profit à l'introduire dans la culture du pays.

Au champ d'expériences de l'École d'agriculture du Pas-de-Calais, où nous avons cultivé la vesce velue pendant plusieurs années, les rendements ont varié de 12.000 à 18.000 kilogrammes de fourrage vert par hectare. L'analyse du fourrage nous a donné les résultats suivants :

Eau.	80,71
Matières azotées.	1,75
Matières grasses.	0,80
Cellulose.	5,18
Amidon et sucres.	5,93
Autres matières organiques.	4,17
Matières minérales.	1,43
	100 »

Culture de la moutarde.

La culture de cette plante a pris, depuis quelques années, beaucoup d'extension dans la région du nord. Elle réussit très bien dans les sols siliceux pourvu qu'ils soient profonds et de bonne qualité.

Lors du déchaumage, on sème de 12 à 14 kilogrammes de graines par hectare ; celles-ci sont enterrées à l'aide de la herse. La levée est très rapide, quand les conditions sont favorables, et six à sept semaines après la plante est prête à fleurir, c'est-à-dire bonne à être enfouie. A ce moment on fait passer sur le champ un rouleau pesant dans le sens de la marche de la charrue et on obtient de ce fait une récolte variant de 12.000 à 25.000 kilogrammes de produits verts par hectare. L'azote est ainsi restitué au sol et en outre le carbone puisé dans l'atmosphère par la plante contribue à augmenter la réserve en humus.

M. Hanicotte, distillateur à Béthune, fait la culture dérobée de la moutarde depuis plusieurs années. Voici, d'après les résultats d'une analyse effectuée en 1897 à la station agronomique d'Arras, les éléments restitués au sol, par hectare, par une culture de moutarde ayant donné un produit vert de 10.150 kilogrammes.

	Composition 0/0.		Éléments restitués. Kilogrammes.
Eau.	82,24	azote correspondant.	78,15
Matières azotées. . . .	4,82		
— organiques . .	0,20		934,40
Silice	1,88		191,4
Fer et alumine	0,56		56,06
Chaux.	0,33		33,59
Potasse	0,39		39,12
Magnésie.	0,07		7,19
Soude.	0,16		16,80
Acide phosphorique. .	0,22		23,07
Acides divers.	0,13		
	100 »		

On voit quel supplément considérable de fumure apportent les cultures dérobées.

La moutarde a encore un autre avantage qui est peut-être moins connu. Elle donne naissance, en se décomposant, à un principe âcre, surtout en présence de l'humidité, et ce principe possède la propriété d'éloigner les insectes. Cette particularité n'est pas à négliger. M. Hanicotte nous écrivait récemment à ce sujet. Chaque année, ses cultures d'avoine sont ravagées par le taupin ; il espère que la moutarde semée sur déchaumage de blé et enfouie en décembre contribuera à éloigner ce dangereux insecte, qui cause des dégâts considérables dans les cultures de printemps.

La moutarde blanche reçoit parfois une autre destination, on l'utilise

dans quelques localités comme fourrage vert d'arrière-saison et, comme telle, elle est non moins précieuse, surtout en raison de la rapidité de sa végétation et de ses qualités alimentaires.

Elle convient spécialement aux bêtes bovines. On lui donne communément le nom de *plante ou herbe au beurre*. Elle est saine, rafraîchissante et nutritive. On évite d'en faire la nourriture exclusive des animaux, car non seulement elle est laxative, mais encore les vaches qui en consomment beaucoup donnent un lait abondant, c'est vrai, mais fournissant un beurre d'une saveur un peu âcre.

En Belgique, la moutarde est associée au sarrasin et à l'avoine dans la proportion, par hectare, de 25 kilogrammes de moutarde, 25 kilogrammes de sarrasin et 80 kilogrammes d'avoine. Ce mélange convient particulièrement aux terres légères, fraîches et en bon état de fertilité.

Cultures diverses.

Le *Lupin*, qui constitue le principal agent de fertilisation de l'immense plaine du nord de l'Allemagne, a été introduit, il y a quelques années, dans le Pas-de-Calais, dans les arrondissements de Boulogne et de Montreuil, et notamment chez M. Courtois, à Audinghem, M. Minet, à Tubersent.

Il a déjà fourni quelques résultats intéressants. On le sème jusqu'à la fin de juillet; aussi sa culture est-elle possible après le seigle, le lin ou toute autre plante laissant le sol libre de bonne heure. L'emploi d'une fumure minérale (300 à 500 kilogrammes de superphosphate ou de scories, 150 à 300 kilogrammes de chlorure de potassium) lui est très favorable. On répand 80 à 120 kilogrammes de semence par hectare. Le produit est généralement enfoui à la floraison. Le lupin jaune est le plus généralement cultivé: A Berthonval, le lupin blanc nous a donné, par hectare, une fumure verte évaluée à 10.000 kilogrammes.

Le *sarrasin* est rarement seul en culture dérobée. On le sème jusqu'à la fin de juillet, à raison de 100 à 120 litres de semence par hectare. On fauche ou on enterre à la floraison, suivant que l'on en fait un fourrage ou un engrais vert.

Dans les années de disette fourragère on fait, vers le milieu de l'été, un semis associant le sarrasin, le navet et le colza, ou bien encore le sarrasin, l'avoine et le pois gris. Le *colza* et la *navette* sont cultivés depuis longtemps comme plantes fourragères ou comme engrais vert. Le colza d'hiver se sème au mois d'août sur les terres qui ont porté une céréale et que l'on a préparées au moyen d'un labour de déchaumage et d'un ou plusieurs hersages. Les semis se font à la volée à raison de 4 à 6 kilogrammes de graines par hectare. Vers la fin de mars, le colza semé en

août commence à épanouir ses fleurs. C'est à ce moment là qu'on le fauche, lorsqu'on le cultive comme plante fourragère. Le rendement s'élève à 12.000 ou 15.000 kilogrammes de fourrage vert par hectare.

Lorsqu'on veut enfouir le colza en vert, le rendement est généralement un peu moindre, car on l'incorpore plus tôt au sol. Il suffit alors de faire passer le rouleau sur la récolte et de l'enfouir par un labour. La navette d'hiver se cultive dans les mêmes conditions.

Quelquefois on sème le colza en juin, après un seigle coupé en vert, pour avoir du fourrage en septembre. Alors on l'associe au pois gris ou au maïs.

Nous terminons ici l'étude des cultures dérobées dans le Pas-de-Calais. On a pu se rendre compte, par la rapide description que nous en avons faite, que les plantes fourragères récoltées dans le département semblent être toujours employées à la nourriture du bétail et non à l'enfouissement en vert; mais comme le fumier produit retourne au sol, les plantes retrouvent dans l'engrais qui leur est apporté l'azote provenant des nitrates qui, habituellement, sont entraînés à l'automne par les eaux s'infiltrant dans les profondeurs du sol. A ce point de vue seulement, les cultures dérobées, telles qu'on les pratique dans le Pas-de-Calais, sont très avantageuses. Il serait à souhaiter cependant qu'elles se généralisent pour l'enfouissement en vert, car elles apportent aux récoltes qui les suivent un supplément de fumure très efficace, en même temps qu'elles introduisent une grande quantité de matière organique facile à décomposer, qui favorise la fixation de l'azote atmosphérique par action microbienne.

En résumé les cultures dérobées rendent les plus grands services. Il est vraisemblable que leur usage se répandra d'autant plus vite qu'on en comprendra mieux les avantages. « Nous semons, dit M. Dehérain, du blé sur 7 millions d'hectares; si, après la moisson, chacun de ces hectares portait une culture dérobée de vesce, elle fournirait la valeur de 105 millions de tonnes de fumier, et quand bien même la culture dérobée n'équivaudrait qu'à 10 tonnes de fumier, elle représenterait encore la valeur de 70 millions de tonnes de fumier; or, la statistique de 1882 estime la production annuelle de fumier à 100 millions de tonnes; il dépend donc uniquement des cultivateurs de doubler la somme de matières fertilisantes dont ils disposent chaque année. »

M. REGNAULT

Président du Tribunal civil de Joigny, agriculteur à la Folie, par Saint-Sauveur-en-Puisaye (Yonne).

A PROPOS DES CULTURES DÉROBÉES D'AUTOMNE [338.122]

— Séance du 15 septembre —

L'industriel qui voit se maintenir la baisse sur un ou plusieurs de ses articles s'efforce d'augmenter sa fabrication, afin de rétablir un bénéfice annuel en rapport avec son établissement.

L'agriculteur doit procéder de même et chercher dans une plus grande exportation de ses produits la rémunération de son labeur. Toute une pléiade de savants travaille, à l'étranger comme en France, à lui en faciliter les moyens; au point de vue qui nous occupe, nous ne relèverons, parmi les nôtres et au milieu de tant d'autres, que les belles expériences de MM. Berthelot et Dehérain, qui ont fait la lumière sur la faculté pour le sol, par action microbienne, d'absorber l'azote atmosphérique, sur l'entraînement des nitrates, en sol nu, par les eaux de drainage et sur l'influence des récoltes dérobées comme moyen d'y parer.

Ces notions nouvelles nous semblent commander une transformation des assolements; nous exposerons donc ci-après la succession de cultures par nous suivie pour les utiliser.

ASSOLEMENT. — CULTURES D'HIVER. — CULTURES D'ÉTÉ.

La nature très siliceuse du sol et du sous-sol de notre domaine nous a contraint de choisir un assolement à court terme pour reconstituer fréquemment l'humus. Nous avons donné la préférence à la rotation quadriennale, qui nous a paru, mieux que tout autre, pouvoir produire fourrages et grains au maximum.

Le domaine arable, divisé en quatre soles, présentait ainsi au début la composition suivante :

1	2	3	4
Betteraves.	Blé d'hiver.	Vesce.	Blé d'hiver.

Restait à choisir, parmi les plantes riches, abondantes et à évolution rapide, deux variétés capables, entre la vesce et le blé qui la suit, comme

entre ce même blé et les betteraves (repiquées dans notre région), d'occuper utilement la terre. Le moha vert de Californie et le colza d'hiver se prêtant merveilleusement à cet emploi, l'assolement fut définitivement constitué comme suit :

1	2	3	4
1 Colza d'hiver.	Blé d'hiver.	Vesce velue.	Blé d'hiver.
2 Betteraves.		Moha.	

c'est-à-dire que 4 hectares donnent, en récoltes, les étendues suivantes :

1re sole. . .	Colza.	1	hectare
	Betteraves.	1	—
3e sole . . .	Vesce velue	1	—
	Moha.	1	—
2e et 4e soles	Blé d'hiver (grain)	2	—
	Pailles	2	—
TOTAL.		8	hectares

Autrement dit : 6 hectares en fourrages et pailles devant grandement influencer les 2 hectares de grain.

PROCÉDÉS CULTURAUX. — RENDEMENTS.

A la récolte dérobée proprement dite, paralysant l'entraînement des nitrates à l'arrière-saison, et procurant au sol par l'enfouissement une fumure verte appréciable, nous avons substitué la pleine récolte hivernale, activée sur la première sole seulement par tout le fumier disponible à la fin d'août ; celui fabriqué de cette époque jusqu'en avril réservé à la betterave.

L'avantage consiste, pour un sol ultra-siliceux comme le nôtre, à sous-sol de même nature :

1° A retenir, en les utilisant, toutes les matières fertilisantes qui pourraient, dans cette période (septembre à mai), être soustraites par les eaux à l'action des récoltes ;

2° A profiter de l'humidité de l'arrière-saison et du premier printemps pour obtenir une nourriture verte, précoce et riche ;

3° A constituer par l'ensilage, vu l'impossibilité de faire tout consommer, d'importantes réserves qui suppléeront au défaut de parcours ou à l'insuffisance, pour les climats secs, des regains de prairies non arrosées ;

4° A utiliser, autrement que par la fumure directe, la forte somme d'éléments organiques et minéraux élaborés par la récolte.

C'est qu'en effet, si le blé d'hiver, dans un sol très léger, peu fertile, d'une valeur locative et vénale de 40 francs et 1.000 francs l'hectare, n'a pu encore produire au delà de 24 hectolitres, les soles fourragères, la première surtout, par suite de la double récolte hivernale et estivale, nous ont donné en poids et richesse des résultats comparables à ceux des plus fertiles régions.

Le colza d'hiver ordinaire, semé le 23 août 1897 (12 kilogrammes, coût 7 fr. 80) sur un blé n'ayant reçu que 300 kilogrammes de superphosphate minéral 14/16 et 100 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque 20/21, et après un seul labour, pesait à la coupe (15 mai 1898) $4^{kg},500$ au mètre superficiel moyen, soit 45.000 kilogrammes à l'hectare sur fumure au fumier de 15.500 kilogrammes.

Le même colza (variété parapluie), sur fumure de 21.500 kilogrammes, donnait (7 mai 1899), pour un semis du 29 août 1898, un poids de 57.500 kilogrammes, et de 52.500 kilogrammes (27 mai 1899) pour un semis du 19 septembre 1898.

Les résidus de ces deux récoltes, c'est-à-dire ce qu'il est possible de tirer à la main, lavés et ressuyés, pesaient au mètre moyen $2^{kg},330$ pour le premier semis et $0^{kg},970$ pour le second, soit 23.300 kilogrammes et 9.700 kilogrammes à l'hectare; la différence expliquée par les dates des semis et l'abondance des feuilles repoussées dans le premier.

Sans parler des radicelles et fibrilles correspondantes, ces résidus, qui contiennent en vert 1 0/00 d'azote et 1/5 de matière sèche, d'après Isidore Pierre (MM. Muntz et Girard, engrais, 1,486), constituent certainement une importante fumure verte que la betterave pourra ne pas utiliser, mais qui profitera aux récoltes ultérieures.

La betterave fourragère (Mammouth, Vauriac, demi-sucrière rose et blanche) repiquée en juin sur fumure de 37.500 et 35.500 kilogrammes, à $0^{m},35$ sur les lignes écartées de $0^{m},55$, sur un seul labour et un billonnage, a produit 40.500 et 35.700 kilogrammes à l'hectare; le poids moyen, à volume égal, a toujours été supérieur pour les deux dernières racines, la demi-sucrière blanche tenant la tête.

Nous observerons en passant que la betterave fourragère repiquée en sol très léger, infesté de plantes adventices, et notamment de la ravenelle jaune et blanche, exige impérieusement un ou deux binages à la houe à cheval entre les lignes, sans préjudice de la façon à la main dans les lignes; qu'un écartement suffisant est nécessaire pour le passage de l'instrument; que, d'ailleurs, l'eau contenue dans la récolte ci-dessus, dont les racines pesaient en moyenne $0^{kg},862$ et $0^{kg},760$, ne devait guère dépasser celle indispensable à la fermentation d'un mélange de betterave et d'aliments secs. Quant à la faiblesse relative de la récolte, elle doit être attribuée à la sécheresse de l'été 1898; nous n'obtenons de produits nota-

blement supérieurs qu'avec des saisons suffisamment équilibrées comme chaleur et humidité.

La vesce velue, semée le 21 septembre 1897 (75 kilogrammes vesce et 40 kilogrammes seigle, coût 42 fr. 50) sur blé ayant reçu même dose d'engrais que ci-dessus et après un seul labour, a fourni (4 juin 1898) un poids de 35.500 kilogrammes à l'hectare. Elle a donné cette année (30 mai 1899), avant floraison, 21.600 kilogrammes avec 3.800 kilogrammes de chaumes et racines de seigle seulement.

En 1897, le moha vert de Californie, soixante-trois jours après semis (20 kilogrammes, coût 9 fr. 60), donnait à l'hectare en vert 15.000 et 17.500 kilogrammes, qui se sont réduits par le fanage à 4.550 et 6.070 kilogrammes ; les résidus s'élevaient à 6.500 kilogrammes.

En 1898, malgré sa résistance à la sécheresse, cette plante a été grandement affectée par la chaleur extraordinaire des mois d'août et septembre et son rendement a été sensiblement diminué, sans toutefois descendre au-dessous de 9.000 à 10.000 kilogrammes.

C'est donc une production verte moyenne pour les première et troisième soles de

1re sole	51 tonnes	colza	88.000 kilogr.	
	37 —	betteraves		
3e sole	29 —	vesce velue	45.000 —	
	16 —	moha		

si l'on ajoute 16.000 kilogrammes (moyenne des résidus de colza) et 1/3 du poids des betteraves (M. Muntz admet moitié des racines-engrais, I-148) pour feuilles et collets à 3 0/00 d'azote, ainsi que 3.800 kilogrammes et 6.500 kilogrammes résidus de seigle et moha, on a :

1re sole	Pour l'étable.	88.000 kilogr.
	Pour le sol, 16.000 kilogr. + 12.000 kilogr. . .	28.000 —
		116.000 kilogr.
3e sole	Pour l'étable.	45.000 kilogr.
	Pour le sol, 3.800 kilogr. + 6.500 kilogr. . .	10.300 —
		55.300 kilogr.

La matière sèche digestible de la partie aérienne est (Wolff) d'environ 13.066 kilogrammes, sur lesquels le colza seul figure pour 1.020 kilogrammes de protéine digestible, et la fusion des deux soles donne par hectare { m. az. 1.060 kilogr. / m. n. az. 5.472 kilogr. } ou $\frac{1}{5.16}$ comme relation nutritive.

La matière sèche totale étant de 20,474 kilogrammes, et, pailles comprises, de 28.187 kilogrammes, le fumier produit par les bovins sera (×2) de 56.374 kilogrammes ou de 14.093 kilogrammes par an et par hectare de l'assolement.

RÉSULTATS FINANCIERS ET ÉCONOMIQUES

Il est toujours délicat d'évaluer en argent des denrées à transformer par l'étable ; cependant, comme d'éminents agronomes le font couramment, nous essaierons de présenter le produit brut de l'assolement ci-dessus, qui peut, sur 4 hectares, s'établir ainsi :

1re sole	Colza, 51 tonnes, à 10 fr.	Fr.	510 »
	Betteraves, 37 — à 10 fr.		370 »
		Fr.	880 »
2e sole	Blé, 24 hect. à 16 francs	Fr.	384 »
	Paille, 4.500 kilogr., à 30 fr. 0/00		135 »
		Fr.	519 »
3e sole	Vesce velue et seigle, 29 tonnes à 10 fr.	Fr.	290 »
	Moha, 16 tonnes à 12 fr. 50		200 »
		Fr.	490 »
4e sole	Blé et paille, comme 2e sole.	Fr.	519 »

Au total, 2.408 francs pour 4 hectares et 602 francs par hectare de l'assolement.

On cite des chiffres supérieurs obtenus sur des terres de 4 à 5.000 francs l'hectare, louées en conséquence, avec des rendements de 30 à 40 hectolitres de blé, et par la vente des betteraves et du blé à 20 francs la tonne et l'hectolitre, des fourrages secs à 60 et 70 francs les 1.000 kilogrammes (Barral-Masny) ; ces évaluations supposent une industrie annexe ou rapprochée et pour les denrées de consommation, un bétail largement amélioré et une grande habileté à le manier. Nous avons préféré des évaluations plus modestes qui répondent mieux, selon nous, à la généralité des situations.

Si maintenant, passant au côté économique du système, on totalise les produits en fourrages d'une part et les produits en grain d'autre part, pour les répartir ensuite sur chaque hectare de l'assolement, on constate que ledit hectare produit annuellement :

En équivalents de foin, $\frac{51^T + 37^T + 29^T + 16^T +}{4} = \frac{33^T,2}{4^h} =$ 8.300kgr

En paille (litière) $\frac{9.000^{kgr}}{4^h}$ . . . . . = 2.250kgr

En blé, 12 hectolitres à 78 kilogrammes . . . . . = 936kgr

TOTAL EN PRODUITS SECS. 11.486kgr

Que si l'on admet que 1.100 kilogrammes d'équivalents de foin dosant 93kgr,5 de protéine suffisent à la nourriture de 100 kilogrammes vifs, et la moyenne de 246 kilogrammes de blé ou de pain par habitant (st. déc. agr. de 1892), chaque hectare assolé produira, outre la litière, l'alimentation :

de $\frac{8.300}{1.100}$ kilogrammes. . . . . = 7qx,5 vifs.

et de $\frac{936}{246}$ kilogrammes. . . . . = 3,8 habitants.

En résumé, la pleine récolte hivernale, en colza d'hiver ou vesce velue, substituée à la récolte dérobée enfouie par les grands labours de novembre, assure plus complètement encore le maintien dans le sol ou dans la plante des nitrates ou autres matières premières de la production végétale. Si, pendant la morte saison et faute d'une chaleur suffisante, les réactions chimiques sont suspendues, le résultat de celles qui ont précédé n'a pas été totalement absorbé ; ce qui en reste, joint à ce qui peut se produire au premier printemps, sera retenu par la transpiration de ces plantes à grand développement, qui continueront d'ailleurs jusqu'en avril, mai et juin leur rôle de plantes étouffantes.

En plus de l'azote atmosphérique recueilli par la vesce et sans doute proportionnel au temps de végétation, les deux plantes envisagées régulariseront, plus encore que la betterave et le maïs, la production fourragère des pays secs ; le succès de ces dernières dépend d'un juste équilibre entre la chaleur et l'humidité ; le colza d'hiver et la vesce velue, qui résistent à des froids de 10 à 12° et même de 15 à 18° avec la neige pour abri (M. Heuzé), n'ont besoin, à des époques où l'eau ne fait jamais défaut, que d'une chaleur modérée qu'ils ont toute chance de rencontrer.

C'est ainsi que, dans une période où la terre reste généralement découverte, sur la moitié du domaine assolé, et sans y comprendre les récoltes estivales souvent aléatoires, les plantes en question, colza et vesce, après avoir paralysé l'entraînement des nitrates à l'automne et au printemps, enrichi gratuitement par la vesce le sol d'azote, et lui avoir laissé par le colza des résidus qui varient de 9 à 23.000 kilogrammes, mettront le cultivateur ou l'éleveur en face d'une production verte ou à conserver

représentant de 16 à 20.000 kilogrammes d'équivalents de foin $\left(\frac{51^T + 29}{5 \text{ ou } 4}\right)$ ou de 8 à 10.000 kilogrammes par hectare en fourrage d'hiver. C'est pour lui la sécurité assurée ; il peut alors sans crainte se livrer aux spéculations animales de son choix.

L'assolement proposé a, en outre des résidus de valeur très appréciable, l'avantage de doubler le fumier produit. Si nos 7 millions d'hectares en blé étaient suivis, moitié de colza, moitié de vesce velue, nous pourrions disposer, avec les cultures estivales, de $3.500.000^T \times 56 = 196.000.000^T$ à 10 francs, près de 2 milliards. C'est un capital-engrais d'un milliard pour ainsi dire trouvé dans l'air et le sol et que ne pourraient fournir les banques régionales de crédit.

Notre sol, si merveilleusement doué, réclame, en effet, pour donner son maximum, un capital d'au moins 20 milliards pour nos 25 millions d'hectares de terres assolées (800 francs par hectare) ; ce capital n'est actuellement que d'environ 6 à 7 milliards (stat. déc. agric. de 1892). On ne doit rien négliger pour combler une différence que l'apport par le propriétaire fortuné de tous ses moyens d'action pourra seul faire disparaître. Ce dernier trouvera d'ailleurs, et ce au grand avantage de nos institutions politiques, par les soins qu'il prodiguera à sa terre, et la condition meilleure qui en résultera pour nos 6.663.000 travailleurs agricoles (même stat.), la possibilité de reconquérir une influence dont il s'est trop désintéressé.

Avions-nous raison de dire que la fonction maintenant connue des légumineuses et les savants travaux de M. Dehérain sur les eaux de drainage et l'avantage des récoltes dérobées d'automne devaient conduire à une révolution dans les systèmes de culture ? De Morel-Vindé a dit excellemment pour son époque : « Les circonstances agricoles et économiques déterminent toujours les assolements. » Il nous sera permis de compléter la formule et de dire : « Les progrès de la science, non moins que les circonstances agricoles et économiques, déterminent les assolements. »

Espérons que le monde agricole, dans sa généralité, suivant les conditions de sol et de milieu, saura bientôt mettre à profit les bienfaisantes découvertes d'une science toujours en éveil quand il s'agit d'accroître les ressources alimentaires de la nation.

APPENDICE

L'assolement décrit n'aurait qu'une valeur relative s'il n'était accessible qu'aux seuls capitalistes.

L'exemple suivant démontre l'intérêt qu'aurait à le suivre le petit propriétaire ou fermier *aidé des siens*, sans grandes avances et sans plus de crédit.

Sur un sol de qualité moyenne, en bon état de culture, il procède ainsi :

DÉPENSES		RECETTES	
Fin août, sur 0h,50a, 6 kilogr. colza d'h. à 0 fr. 75. . Fr.	4 50	En avril, 25.000 kilogr. colza, à 10 francs 0/00. . . . Fr.	250 »
1er septembre, sur 0h,50a, 40 kilogr. vesce velue à 0 fr. 45.	18 »	1er juin, 15.000 kilogr. vesce, à 10 francs. . . .	150 »
20 kilogr. seigle.	2 »	1er août, 30 hectolitres de blé, à 16 francs. . . .	480 »
En octobre, sur 2 parcelles de 0h,50a, 2 hectolitres de blé de Bordeaux, à 16 fr.	32 »	6.000 kilogr. paille, à 30 francs.	180 »
avec chacune 150 kilogr. superphosphate, à 7 fr. . .	21 »	Fin août, 8.000 kilogr. moha, à 12 fr. 50. . . .	100 »
et 50 kilogr. sulf. d'am., à 28 fr.	28 »	En octobre, 25.000 kil. betteraves, à 10 francs. .	250 »
Au 15 mars, en pépinière, 3 kilogr. graine de betterave.	3 »		
15 juin, 10 kilogr. moha de Calif.. à 0 fr. 50	5 »		
Port des graines.	3 »		
Fr.	116 50	Fr.	1.410 »

Le travail du sol, la récolte, les transports et battage exécutés avec les ressources de l'exploitant, c'est sur 2 hectares, en fin d'année agricole, une dépense en argent décaissé de 116 fr. 50 pour un produit de 1.410 francs, sur lesquels 480 francs (blé) réalisables dès le 15 août.

S'il est satisfait, il double l'année suivante la surface ainsi traitée.

Il nous semble prouvé que c'est par cette voie seule que pourra être améliorée la condition de notre agriculture, c'est-à-dire de notre première et principale industrie.

M. D. DICKSON

Directeur de l'École pratique d'agriculture du Pas-de-Calais.

RICHESSE DU LAIT EN MATIÈRE GRASSE [637.11]

— Séance du 15 septembre —

Depuis des générations l'industrie laitière a été une des branches importantes de la production agricole de notre département. Peu menacée d'abord par la concurrence étrangère, elle fut au point de vue des amélio-

rations plus délaissée que les autres branches de notre agriculture. Sa progression fut donc lente, mais constante. Elle suivait paisiblement sa voie. Un jour vint cependant où à son tour elle fut atteinte. Un petit pays, le Danemark, prenait la tête du mouvement, inventait l'écrémeuse centrifuge et créait les sociétés coopératives de laiterie qui ont pris un développement considérable aujourd'hui. Le beurre danois, il est vrai, ne pénétrait pas encore chez nous, mais nous supplantait sur le marché anglais.

A son tour, l'Angleterre entrait en lutte ; la production du blé devenait ruineuse pour elle ; ne pouvant, libre-échangiste, mettre des droits sur une denrée de première nécessité, elle transforma petit à petit son système de culture, créa successivement douze écoles de laiterie et vint encore en aide aux cultivateurs en faisant pénétrer dans les endroits les plus reculés des laiteries ambulantes, conduites par un professeur qui expliquait les méthodes nouvelles. La science venait ainsi à ceux qui ne pouvaient l'aller chercher. L'Amérique poussait les choses encore plus loin. Elle élevait de vastes stations expérimentales chargées de renseigner les agriculteurs sur les meilleures méthodes d'alimentation, ainsi que sur la valeur des races et divisait celles-ci en deux catégories : les beurrières et les fromagères.

Enfin, pour aller plus vite, les éleveurs de ce pays n'hésitèrent pas à croiser les anciennes races avec les animaux qu'ils avaient reconnus comme répondant le mieux au but cherché. Ils réalisaient ainsi la théorie émise par le savant et regretté professeur de Lyon, M. Cornevin, qui disait que lorsqu'une race ne répond plus au besoin économique d'un pays, il faut la remplacer ou la croiser avec une race pouvant amener le résultat économique demandé.

En France, le Ministère de l'Agriculture ne restait pas en arrière du mouvement et un des premiers, créait des écoles de laiterie, de fromagerie et des écoles pratiques d'agriculture où l'on enseignait l'industrie laitière. Mais presque partout, si l'on s'occupait beaucoup de l'amélioration de l'outillage et des méthodes de fabrication, on négligeait l'amélioration des machines animales chargées de produire la matière première.

Le Conseil général du Pas-de-Calais, dans sa session d'août 1898, demanda à l'École d'agriculture de Berthonval de s'occuper de cette question. C'est ainsi que nous fûmes amenés à l'étudier. Avec le concours dévoué du professeur d'agriculture, M. Malpeaux, nous établîmes une série d'expériences pour rechercher les causes de la variation de la richesse du lait en matière grasse. Ces causes sont nombreuses; nous nous proposons de les examiner.

La principale est due à la différence des races : ainsi 15 litres de lait d'une vache jersiaise donnent 1 kilogramme de beurre, tandis qu'il faut

actuellement 32 litres de lait d'une flamande pour en produire une quantité égale. De plus, cette production est inégalement développée chez les animaux d'une même race.

A Berthonval, nous avons expérimenté sur des vaches flamandes placées dans des conditions d'habitat et de nourriture identiques. Ce lot de vaches comprenait neuf têtes, et l'expérience a duré un mois. Le lait le plus riche contenait 38 grammes de beurre par litre, le plus pauvre n'en contenait que 27^{gr},2. Soit une différence de 11^{gr},2. On pourrait nous objecter que ces écarts, bien que paraissant tenir de l'individualité, pouvaient être influencés par l'époque de la parturition. Nous avons étudié attentivement le rapport qui existe entre la date du vêlage et la richesse du lait produit par chaque vache, nous avons trouvé que ce rapport est en variation désordonnée, et que le temps de la lactation influe peu sur la richesse en beurre et n'est pour rien dans les écarts que nous avons observés. Nous avons noté toutefois que la proportion de matière grasse dépassait la moyenne dans les premiers temps après la parturition et diminuait régulièrement les mois suivants.

Ainsi, il est bien constaté que dans une même race, la quantité de matière grasse contenue dans le lait peut varier considérablement. Il en ressort comme conclusion pratique, à quel point il est important d'opérer une sélection sévère parmi les animaux de laiterie. Nous y reviendrons tantôt.

Pendant longtemps on a cru que le lait des vaches donnant beaucoup était moins riche que celui des vaches donnant moins.

D'après les expériences de Berthonval, ceci ne serait pas exact pour la race flamande ; en effet, une des vaches expérimentées a donné tout à la fois le lait le plus riche et une moyenne de 32 litres par jour dans le premier mois de son vélage. Son rendement en beurre s'élevait à 1^{kg},200, tandis qu'une autre vache ne donnait que 16 litres de lait par jour et 440 grammes de beurre.

Il y a donc un grand intérêt pratique à se renseigner sur la qualité du lait fourni par une vache. La recherche du beurre est une opération simple ne nécessitant ni l'emploi d'instruments compliqués, ni des connaissances étendues.

L'influence du moment de la traite.

La composition du lait se trouve modifiée par un séjour plus ou moins long dans la mamelle. Sanson l'explique ainsi : « Le lait obéit, en effet, aux lois physiques ; les globules butyreux, beaucoup moins denses que l'eau tendent à s'élever vers la surface supérieure où ils s'agglomèrent en s'attachant aux parois des conduits lactifères, abandonnant les conduits et les citernes galactophores. C'est ce qui explique que les dernières parties de la traite sont toujours plus riches en beurre. Cette augmentation peut

être considérable ; ainsi nous avons obtenu au commencement de la traite d'une vache 12 grammes et à la fin de la traite 49gr,5 par litre de matière grasse ».

Pratiquement, ce fait a une grande importance, car il montre la nécessité de la traite à fond.

La fréquence des traites a pour effet d'exciter l'activité glandulaire, elle augmente à la fois la quantité du lait et sa richesse en beurre. C'est ainsi qu'ayant mesuré pendant six jours le lait produit par une vache que l'on trayait trois fois par jour, puis pendant les six jours suivants le lait de la même vache traite deux fois seulement, nous avons obtenu dans le premier cas 82 litres de lait et dans le deuxième 76 seulement, soit une différence de 6 litres ou 1 litre en moyenne par jour. La richesse en matière grasse s'est élevée à 36gr,5 par litre pour le lait de deux traites.

La richesse du lait en matière grasse varie avec l'heure de la traite. Le lait le plus pauvre est celui du matin ; au moment de la première traite, la quantité de lait étant plus forte et celui-ci ayant séjourné plus longtemps dans la glande par suite du repos de la nuit, il n'est pas étonnant qu'on trouve un lait plus pauvre qu'aux autres traites de la journée ; l'écart est parfois très grand, comme on va le voir ; l'expérience a été faite sur huit vaches. Pour l'une d'elles, le lait du matin contenait 18 grammes de beurre par litre, celui du midi 27 et celui du soir 30. C'est le plus grand écart que nous avons constaté.

Si l'on considère les résultats indiqués dans l'expérience précédente au point de vue de la vente du lait, on est frappé de la faible quantité de matière grasse contenue dans certains laits provenant de la traite du matin. Ainsi, le lait de trois vaches ne contenant que 19, 18 et 23 grammes de beurre par litre pourrait être considéré comme frauduleux. Ce lait qui s'éloigne de la composition moyenne fixée à 30 grammes de matière grasse par litre est cependant authentiquement pur.

M. Pagnoul, le savant directeur de la station agronomique d'Arras, propose la solution suivante : « Au lieu de considérer comme frauduleux un lait contenant une faible partie de matière grasse, il serait mieux de convenir qu'il ne sera admis comme qualité marchande que des laits contenant au moins 30 grammes de beurre au litre, sans rien préjuger sur la cause d'une infériorité constatée ».

La sécrétion du lait étant comme toutes les autres sous la dépendance du système nerveux, beaucoup de laitiers affirment que le lait des vaches en rut est modifié tant au point de vue quantitatif qu'au point de vue qualitatif.

Dans nos expériences, les vaches ont montré à peine une diminution au moment du rut. La proportion de matière grasse a même augmenté chez

certaines vaches et diminué insensiblement chez d'autres. Les résultats sont donc contradictoires.

Influences atmosphériques.

On connaît l'influence que l'état hygrométrique de l'atmosphère dans laquelle vivent les vaches exerce sur la lactation. La quantité de lait obtenue est d'autant plus grande, le fonctionnement des mamelles est d'autant plus actif que l'on est plus près de la saturation par l'humidité, car l'élimination de l'eau par les poumons et par la peau au détriment de la sécrétion laiteuse est réduite au minimum.

Les pluies froides diminuent la production du lait ainsi que la matière grasse qu'il contient. Au delà d'un certain degré de chaleur, on constate également une diminution de la sécrétion lacteuse, mais la richesse du lait en matière grasse ne varie que dans des limites assez faibles. D'après nos expériences faites par temps froid, par temps doux et pluvieux et par temps chaud (température de 23 degrés), nous avons eu des écarts de 3 à 5 grammes de matières grasses par litre de lait.

Au printemps et en été le séjour des vaches au pâturage pendant la nuit a pour effet d'augmenter la sécrétion du lait chez certaines vaches seulement. Nous l'avons expérimenté sur cinq vaches; l'une d'elles après la nuit passée à l'étable donna 10 litres de lait contenant 30 grammes de beurre, tandis que, après la nuit passée au pâturage, elle en donna 10 litres ne contenant que $25^{gr},25$.

Par contre, une autre qui avait passé la nuit à l'étable ne donna que $8^{l},5$ de lait contenant $27^{gr},5$ de beurre et $10^{l},5$ avec 31 grammes de beurre après une nuit passée au pâturage.

L'alimentation donnée aux vaches laitières a-t-elle ou n'a-t-elle pas une influence manifeste sur la richesse du lait? Cette question présente pour le cultivateur une importance réelle. Nos recherches ne sont pas encore assez avancées pour que nous puissions nous prononcer d'une manière certaine. L'organisme animal est soumis à tant d'influences qu'il est difficile de se rendre compte du rapport d'un aliment à la composition du lait produit. Pour éviter ces causes d'erreur, il faut opérer sur un troupeau aussi nombreux que possible et continuer l'expérience pendant un certain temps, c'est ce que nous avons cherché à réaliser.

Il est difficile d'obtenir d'une vache donnant un lait pauvre en matière grasse un lait riche en cette matière, car l'aptitude laitière est inégalement développée chez les individus d'une même race; mais on peut au moyen de l'alimentation rechercher la limite extrême de cette aptitude.

Nous résumons dans le tableau ci-après le résultat de nos premières recherches en ce qui concerne l'influence de l'alimentation sur la richesse du lait en beurre :

	COMPOSITION DES RATIONS											
	P. DE TERRE 20 kilos FOIN 5 kil. TOURTEAU 1 k		P. DE TERRE 20 kilos FOIN 5 kil. TOURTEAU 1 k. Son de froment 2 k.		P. DE TERRE 20 kilos FOIN 5 kil. TOURTEAU 2 k.		RÉGIME au PATURAGE		RÉGIME au pâturage Tourteau kil.		RÉGIME au pâturage 2 k. son de froment	
	Lait	Beurre par litre	Lait	Beurre	Lait	Beurre	Lait	Beurre	Lait	Beurre	Lait	Beurre
		gr.		gr.		gr.		gr.		gr.		gr.
Escura	9.5	24.5	9.5	28	»	»	11	29	»	»	11.5	29
Stella	13	27.5	13.	35	»	»	14	35	»	»	13.5	38
Nina	18	20	»	»	18	27.5	19	29	17.5	32	»	»
Frisette. . . .	18.5	24	»	»	18.5	28,5	18	31.5	16.5	38	»	»

Si l'on examine les résultats indiqués dans ce tableau, on est frappé de l'influence du son de froment sur la teneur du lait en beurre.

Pour rechercher la quantité maxima de matière grasse que l'on peut obtenir du lait d'une vache, nous avons augmenté progressivement la ration de l'animal jusqu'à ce que la richesse de son lait ne variât plus avec l'augmentation de sa nourriture. Nous fûmes ainsi amenés à trouver pour cette vache une certaine limite de nourriture qui, lorsqu'on la dépassait, n'augmentait en aucune-façon la quantité de beurre produite.

Généralisons en disant que pour chaque vache il existe une limite de nourriture; cette limite est d'autant plus éloignée que la vache est de meilleure qualité. Il en résulte que les vaches de qualité supérieure sont souvent insuffisamment nourries, tandis que les vaches de qualité inférieure le sont trop.

Dans les deux cas, il résulte une perte pour le propriétaire. Il est donc évident que l'uniformité de ration est une grande erreur.

Par suite, il est indispensable pour le cultivateur laitier de s'assurer des qualités beurrières de chacune de ses vaches, et de ne donner à chacune d'elles que la quantité de nourriture en rapport avec sa valeur. Cette manière de procéder lui permettra de plus de former un troupeau de premier ordre en éliminant les bêtes ne donnant qu'une faible quantité de beurre.

Nous terminerons en disant que le cultivateur beurrier retirera de son industrie tout le profit désirable, s'il apporte autant de soin à l'élevage de son troupeau qu'à l'alimentation de celui-ci et qu'à l'amélioration de son terrain. Il ne devra pas chercher à réaliser un seul de ces facteurs, les trois sont indispensables.

M. le Dr A. LOIR

Professeur à l'École Coloniale d'Agriculture de Tunis.

NOTES SUR LA DIPHTÉRIE AVIAIRE [516·931 : 636.218]

— Séance du 15 septembre —

On rencontre souvent, dans les basses-cours, la diphtérie aviaire. Je viens, grâce à l'existence du service municipal du diagnostic de la diphtérie que je dirige à Tunis, de voir une épidémie de diphtérie chez l'homme, qui a eu pour point de départ une épidémie de diphtérie aviaire. Quoique le microbe de la diphtérie aviaire entraîne, en général, chez l'homme, une maladie moins grave que celle produite par le microbe de la diphtérie toxique de Klebs-Lœffler, il peut donner des angines qui causent la mort des personnes atteintes. Il est donc bon, pensons-nous, de rappeler à ceux qui soignent des bêtes malades, le danger qu'elles peuvent courir de ce fait, et les précautions à prendre pour éviter la contagion.

En 1894, nous avons, avec M. Ducloux, dans les *Annales de l'Institut Pasteur*, indiqué que la diphtérie aviaire était produite par un microbe spécial, que nous avons décrit et qui est tout à fait différent du microbe de la diphtérie classique humaine. Pourtant, nous avons publié l'observation suivante qui indique bien que ce microbe aviaire peut donner des angines chez l'homme :

Un enfant de sept ans, habitant dans une ferme où sévit la diphtérie aviaire depuis six mois, présente une angine grave à fausses membranes peu épaisses et peu adhérentes, dans lesquelles nous retrouvons, par la culture, un bacille offrant tous les caractères de celui de la diphtérie aviaire. Ce bacille, inoculé sous la peau d'une poule, entraîne la mort de cet animal en cinq jours, et l'autopsie révèle les lésions typiques de la diphtérie aviaire, après examen microscopique et culture sur la gélatine, gélose et pomme de terre.

Dans le même travail, nous avons montré qn'en chauffant ce bacille aviaire, on l'atténue et qu'on le rend inoffensif pour les poules, vis-à-vis desquelles il joue alors le rôle de vaccin. Malheureusement, l'immunité qu'il procure est de très courte durée.

Nous n'avons jamais rencontré, en Tunisie, de cas de diphtérie aviaire causé par le microbe de la diphtérie toxique de Klebs-Lœffler, comme cela a été signalé dans d'autres régions, par M. Ferré, entre autres, dans le Bordelais.

Quoi qu'il en soit, les mesures d'hygiène sont, comme toujours, le grand moyen de lutter contre la maladie. Il faut désinfecter soigneusement les basses-cours, n'y laisser entrer que des oiseaux ayant subi une quarantaine de façon à ne pas introduire de germes qu'il est difficile de détruire ensuite. Il est surtout nécessaire de disséminer dans les populations l'idée de la contagiosité possible de la diphtérie des oiseaux à l'homme.

M. Constant FURNE

Secrétaire de la Société d'Agriculture à Boulogn

DIVISION DE LA PROPRIÉTÉ DANS LE BOULONNAIS AU POINT DE VUE DES MODES DE CULTURE ET DES ORIGINES HISTORIQUE

[338.1 (44.27)]

— Séance du 18 septembre. —

Celui qui jette un coup d'œil sur la carte du Boulonnais ou qui parcourt nos campagnes est frappé du nombre considérable d'exploitations isolées qui s'y rencontrent, alors que le village lui-même a peu d'importance en tant qu'agglomération.

La population qui entoure le clocher est peu dense; nous laissons, bien entendu, de côté les centres où l'industrie est venue s'établir depuis moins d'un siècle et nous envisageons l'établissement de la propriété en tant que la forme qu'elle présente aujourd'hui remonte à une ancienne origine.

Ce coup d'œil jeté sur la carte permet de voir que dans la région immédiatement voisine, les plateaux de l'Artois et ceux de la Picardie, le phénomène inverse se produit; le village présente une agglomération importante, ce n'est plus seulement un amas de maisonnettes d'ouvriers agricoles ou de corps d'états, charrons, forgerons, aubergistes, ce sont les exploitations elles-mêmes dont les bâtiments dépendent du village et dont la culture rayonne à une distance parfois étendue.

Dans cette région, quand des exploitations se rencontrent isolées, elles ont souvent une origine abbatiale, dont la date de fondation peut être fixée approximativement.

Cette observation, qui est facile à vérifier, a été relevée par des écrivains qui ont décrit notre sol et étudié son histoire ; je citerai notamment le savant abbé Haigneré (*Étude sur le Portus Ilius*, p. 30), et M. Deseille dans son Introduction à l'*Histoire du Pays Boulonnais*, p. 40.

Ces deux auteurs émettent diverses hypothèses sur la cause de cette forme spéciale de la propriété, qui remonte aux temps les plus reculés et s'est perpétuée en grande partie jusqu'à notre époque, mais sans en apercevoir nettement la raison d'être.

J'ai eu l'occasion d'aborder ce problème dans une étude de géographie physique et économique, que la Société d'Agriculture a insérée dans le *Mémorial du Centenaire* qui vient de paraître.

Deux ordres de faits ont exercé ici une influence décisive :

1° Le milieu physique et les modes de culture qui en dérivent ;

2° Les origines historiques.

Le milieu physique est suffisamment décrit et exposé dans l'important ouvrage que la ville de Boulogne a mis entre les mains des congressistes.

Par son climat océanien favorable à la végétation herbacée ;

Par son sol accidenté, qui offre des pentes qui s'opposent aux labours ;

Par son sous-sol imperméable qui laisse couler les eaux à la surface et donne naissance à de nombreux ruisseaux et cours d'eau intarissables qui entretiennent la verdeur des gazons ;

Par son relief qui a mis longtemps obstacle aux communications avec les régions voisines, la culture du Boulonnais s'est trouvée naturellement dirigée vers l'élevage et la production animale. C'est donc un type de culture dérivé du type pastoral où se remarque l'élevage prédominant du cheval et auquel se juxtapose une moyenne culture pour l'alimentation en grains et fourrages des espèces chevaline, bovine et autres.

Les pâturages s'étendent dans les parties basses et humides et remontent les coteaux en pente, les labours s'établissent sur les plateaux intermédiaires ; les sommets dénudés par l'érosion des pluies sont abandonnés aux parcours des moutons ou sont boisés et fournissent le chauffage des habitants.

Il en résulte que chaque exploitation pour faire un tout et se suffire, doit comprendre une certaine étendue de chacune de ces parties ; de là la nécessité, dès les premiers établissements, de former un bloc spécial et à part, de s'isoler des autres pour se constituer.

L'influence historique doit être également signalée.

En effet, si l'état de la propriété avant la conquête romaine est incertain, on sait au moins que la forme communautaire était ordinaire aux tribus

celtiques. Il n'y avait donc pas encore appropriation individuelle du sol chez les Morins.

Le colonat romain a laissé des traces difficiles à déterminer, mais on sait que l'agglomération en village est la règle à raison des habitudes méridionales et des motifs de sécurité. Les désinences de ces villages en *ville* ou en *court* en indiquent l'origine.

Mais les noms beaucoup plus fréquents en *hem*, en *thun* (maison), en *acre* (champ), en *beke* (rivière), en *berg* (mont), donnés non seulement à des villages, mais à des hameaux, à des lieux dits et à de simples exploitations, prouvent suffisamment l'origine des établissements saxons qui ont suivi et acompagné la conquête franque.

Or, avec le type saxon, nous nous trouvons en présence d'une formation familiale différente du moule celtique et du moule gallo-romain.

Les Saxons vivant sur les rives de la Baltique et originaires eux-mêmes des côtes de la Norwège étaient issus de peuples pêcheurs habitués à la piraterie et aux expéditions maritimes.

Ils apportèrent dans leurs établissements à terre et dans leurs conquêtes de l'étranger leurs coutumes. Or, chez eux, la coutume de la transmission intégrale du domaine ou de la barque existait; le père de famille en disposait à son gré en faveur de l'un de ses héritiers ; les autres s'embarquaient à leur compte ou se créaient une exploitation agricole personnelle, sauf à la conquérir au dehors. Ces domaines forment un bloc non soumis aux partages.

Cette forme de la propriété saxonne, nous la retrouvons partout où se rencontrent les établissements ayant cette origine, notamment en Angleterre où la famille communautaire celtique a été refoulée en Irlande et en Écosse pour faire place aux établissements des conquérants.

Nous la retrouvons dans le Hanovre, où le régime successoral basé sur la transmission intégrale s'est maintenu.

Cette coutume c'est l'Anerberecht.

L'influence de cette forme familiale et des coutumes qui en résultent tend à maintenir l'intégrité du domaine et s'oppose à sa division.

Ce sont ces deux influences, celle dérivant des modes de culture, et celle dérivant des coutumes successorales, qui ont donné à la propriété dans le Boulonnais la forme qu'elle conserve encore en grande partie aujourd'hui.

En effet, les coutumes successorales, favorisant la transmission du domaine se sont perpétuées jusqu'à l'époque moderne, puisque nous voyons dans le coutumier du Boulonnais que tous les biens immobiliers, même de propriété roturière, y sont soumis au droit d'aînesse, alors qu'en Picardie, seuls, les domaines nobles ou tenus à titre de fiefs, y étaient astreints, les autres se partageant par parts égales.

La forme même de la propriété a résisté en grande partie de nos jours,

malgré le régime du partage égal qui est celui du Code civil ; mais ce n'est que au prix de l'aliénation totale du bien de famille qui passe en bloc en mains étrangères si les descendants sont trop nombreux.

La contre-partie de notre thèse sera démontrée par l'exemple de nos voisins d'Artois, de Picardie et de Champagne où domine le village aggloméré, avec banlieue morcellée.

Que voyons-nous dans ces pays ? Chez eux, les origines germaines de l'égalité des partages se sont maintenues de tous temps, même avant le Code civil pour les biens non tenus à fiefs ; d'autre part, le partage était facile, puisqu'il suffisait de tracer de nouvelles limites et prendre une part de plus en plus divisée dans la banlieue qui s'étend autour du village.

C'est là qu'on peut constater le morcellement continu qui pour certains pays, la Champagne notamment, est devenu une plaie légendaire.

Le village apparaît sur les plans comme le centre d'un vaste disque découpé dans le sens du rayon en tranches de plus en plus étroites.

Cette contre-épreuve vous paraîtra suffisante.

Il resterait à dire ce que devient la famille du propriétaire cultivateur soumis à un régime successoral contraire à ses traditions et aux conditions physiques du sol.

L'enquête faite par la Société d'Agriculture, en 1889, ne laisse aucun doute sur les résultats qui ont déclassé la famille du propriétaire cultivateur.

Je préfère renvoyer à ce travail ceux qui voudraient s'en convaincre.

Il est certain qu'une solution dans le sens de la liberté, ici comme ailleurs, aurait servi au développement harmonieux des ressources du sol et des traditions des habitants. Une législation de contrainte n'est pas plus justifiable quand elle s'impose au nom de la raison d'État, comme l'étaient les successions féodales, que celle qui s'impose à un point de vue unitaire, mais qui va à l'encontre de la stabilité de la famille.

Ce procès, déjà en partie gagné devant l'opinion publique, se réglera au siècle prochain.

Pour terminer, on peut se convaincre, que la question de la division de la propriété en domaines isolés ou en villages à banlieue morcellée s'élève au-dessus d'une curiosité archéologique. Elle atteint, par ses conséquences économiques et sociales, aux plus graves problèmes d'histoire et de législation. J'ajoute que la solution que j'ai tenté de lui donner est, avant tout basée sur l'observation des faits, la connaissance du milieu physique et les origines de la race.

M. TRIBONDEAU

Professeur départemental d'agriculture du Pas-de-Calais.

DES SEMAILLES EN LIGNES : INFLUENCE DE L'ÉCARTEMENT DES RAYONS SUR LE RENDEMENT, LA QUALITÉ DES GRAINS ET LA RÉSISTANCE A LA VERSE

[631.82]

— Séance du 18 septembre —

Les semailles en lignes sont plus particulièrement généralisées dans la région du Nord. Au commencement du siècle, cette méthode avait pris surtout une grande extension dans l'empire britannique et ne semblait pas devoir s'étendre en France.

Mathieu de Dombasle, dans son calendrier du bon cultivateur, publié en 1821, disait en effet que « la semaille des céréales en lignes semblait perdre des partisans et que le plus grand nombre des praticiens lui préférait la semaille à la volée. Il ajoutait que la semaille des céréales en lignes à l'aide du semoir deviendrait bien difficilement une pratique générale de l'agriculture, principalement parce qu'elle exigeait une préparation tellement parfaite du sol qu'on ne pouvait espérer l'obtenir que dans certains terrains d'une nature particulière et dans les circonstances atmosphériques les plus favorables.

Il y a longtemps déjà que le pessimisme du célèbre agronome est fortement condamné. La difficulté de trouver de bons semeurs, les progrès de la machinerie agricole, la perfection des semoirs eux-mêmes ont largement contribué à l'extension des semailles mécaniques. Elles réalisent, il est vrai, un ensemble de conditions propres à assurer un progrès sensible dans la culture des céréales.

Les avantages principaux, à part l'économie de semence dont je ne ferai pas état en la circonstance, résident principalement dans l'heureuse répartition de la semence dans le plan vertical comme dans le plan horizontal.

La profondeur des semis n'éveille pas assez l'attention du cultivateur. Il importe cependant que les grains soient placés dans des conditions telles, que la première feuille apparaisse à la lumière avant que les réserves de la plantule soient complètement épuisées. Alors la feuille verdit, la chlorophylle qui s'élabore, sous l'influence de la lumière, utilise l'acide carbonique de l'air pendant que les jeunes racines cherchent dans le sol les

matières minérales. Dès l'origine les plantes deviendront donc aussi vigoureuses que possible, elles talleront plus tard généreusement, et leur système radicellaire puissamment organisé recueillera au maximum les éléments de nutrition. Sous notre climat, et pour les terres généralement fortes du département, c'est la profondeur de 4 à 6 centimètres qui est la plus favorables aux céréales d'automne, et c'est le semoir qui permet de la réaliser avec le plus de régularité.

Dans le plan horizontal, les avantages que l'on retire de l'adoption des semailles en lignes sont encore plus accentués : c'est là précisément que je veux insister.

Poussée à l'extrême, cette méthode a du reste fait ses preuves de l'autre côté du détroit. N'est-ce pas en combinant la sélection généalogique du blé Victoria avec des semailles en lignes claires, puisque les grains étaient disposés un à un, que fut créé, à partir de 1857, le blé du major Hallett? Sans aucun doute ce travail minutieux ne peut-être proposé en culture ; s'il est excellent pour multiplier rapidement une espèce rare et méritante, il est insuffisant pour obtenir d'une surface déterminée le maximum de produits.

Il nous faut donc rechercher quelle est la distance la plus favorable qu'il convient d'adopter sous ce rapport.

Les premières semailles en lignes ont été faites à de faibles écartements : $0^m,12$, $0^m,15$, $0^m,18$. Ce dernier espacement est encore très adopté, quoiqu'il paraisse insuffisant pour les terres de la région industrielle du Pas-de-Calais. Ces terres, en effet, ont reçu depuis longtemps, dès le commencement du XIX^e, siècle, des fumures organiquess ous forme de tourteaux. Elles se sont par conséquent enrichies d'azote et d'après les analyses de M. Pagnoul, elles en contiennent en moyenne 1,33 0/00.

Les céréales sont donc appelées, sous l'influence de cette réserve et des apports culturaux, à se développer vigoureusement; l'abondance de l'alimentation favorise l'allongement des tiges, les mérithalles prennent un accroissement excessif, les feuilles deviennent longues et larges. Tout cet ensemble de circonstances concourt à priver les plantes de lumière, comme corollaire l'absence de chlorophylle empêche la fixation du carbone. Les parois des tiges sont alors peu épaisses, mal lignifiées, les longs entrenœuds restent blancs surtout inférieurement, et au moindre vent, à la plus légère pluie, se manifeste la *verse* amenant dans la récolte les plus fâcheuses conséquences.

Si nous supposons au contraire un intervalle plus considérable, permettant largement la pénétration des radiations lumineuses, la chlorophylle pénètre les chaumes de l'extrémité à la base, l'acide carbonique est utilisé au maximum pour l'absorption du carbone, qui incruste les cellules, et communique aux tiges une résistance élevée.

L'orientation des lignes dont on ne s'est jusqu'ici aucunement préoccupé, peut exercer certainement une action assez grande sur la formation de la chlorophylle, et conséquemment concourir encore à la fixation du carbone et à la rigidité des tiges. Nul doute qu'avec une orientation nord-sud, la lumière ne pénètre d'une façon plus parfaite et plus complète, qu'avec une direction est-ouest. Toutes les fois que la chose sera possible, c'est-à-dire, quand l'exiguïté des parcelles dans le sens nord-sud n'empêchera pas cette orientation, les praticiens ne devront pas hésiter à l'adopter. Il faut noter aussi que la puissance d'organisation de la plante est en rapport avec la quantité de carbone fixée. On doit donc rechercher pratiquement, quelle est la distance qu'il convient d'adopter dans les semailles, pour que ces phénomènes scientifiques aient leur effet absolu sur chacune des tiges de blé, par exemple, considérées à la surface d'un champ donné.

Autrement dit, le problème à résoudre consiste à trouver la quantité minimum de semence à répandre à l'hectare, avec des écartements différents permettant la lignification des tiges, et une abondante production de matière organique. Nécessairement, la limite doit varier avec la fertilité des terres, l'aptitude au tallage des variétés cultivées et c'est bien entendu, l'expérience qui doit prononcer en dernier ressort.

Il convient de faire remarquer que, la quantité de semence à répandre décroît avec la distance existant entre les lignes, mais qu'elle ne lui est pas proportionnelle. Dans tous les cas, il est nécessaire d'obtenir un nombre de de tiges suffisant pour que les épis, s'il s'agit de blé, soient unis, serrés, formant une table parfaitement régulière.

Tous ces points ont été admirablement observés par un agriculteur du Pas-de-Calais, M. Masclef, de Loison, près de Lens, qui depuis sept années fait des expériences sur la distance et la quantité de blé à semer à l'hectare. Il a constamment opéré sur la même variété, le Stand Up, et voici sommairement les résultats obtenus.

EXPÉRIENCES FAITES DE 1892 A 1899

SUR LA DISTANCE ET LA QUANTITÉ DE BLÉ A SEMER A L'HECTARE

Année 1892

	Centimètres.		Litres.			Hectolitres.		Centimètres.		Litres.			Hectolitres.
	—		—			—		—		—			—
Semis à	17	à	180	l'hectare.	Rendement	36	Semis à	17	à	180	l'hectare.	Rendement	35
—	22	à	180	—	—	40	—	22	à	170	—	—	38
—	25	à	180	—	—	41	—	25	à	150	—	—	38
—	33	à	180	—	—	41	—	33	à	130	—	—	34

Année 1893

	Centimètres.		Litres.			Hectolitres.		Centimètres.		Litres.			Hectolitres.
	—		—			—		—		—			—
Semis à	17	à	180	l'hectare.	Rendement	36	Semis à	17	à	180	l'hectare.	Rendement	36
—	22	à	180	—	—	44	—	22	à	170	—	—	43
—	25	à	180	—	—	45	—	25	à	155	—	—	42
—	33	à	180	—	—	46	—	33	à	140	—	—	41

Année 1894

—	17	à	180	—	—	30	—	17	à	180	—	Rend.(versé)	29 1/2
—	22	à	180	—	—	40	—	22	à	170	—	Rend.(faible)	39
—	25	à	180	—	—	43	—	25	à	160	—	Rend.(bon)	43
—	33	à	180	—	—	45	—	33	à	150	—	—	45

Les expériences, étant concluantes, ont été continuées comme suit :

Année 1895

Semis à 17 centimètres à 180 litres l'hectare. Rendement (faible) 34 hectolitres. Poids à l'hectolitre 77 kilogr.
— 22 — 170 — — — 42 — — — 78 —
— 25 — 160 — — — 42 hectol. 1/2. — 80 —
— 33 — 150 — — — 40 hectol. 1/2. — 80 —

Année 1896

— 17 — 180 — — — 37 hectolitres. — 78 —
— 22 — 170 — — — 45 — — 79 —
— 25 — 160 — — — 46 — — 80 —
— 33 — 150 — — — 46 hectol. 1/2. — 81 —

Année 1897

— 17 — 180 — — — 40 hectolitres. — 78 —
— 22 — 170 — — — 47 — — 79 —
— 25 — 160 — — — 45 — — 80 —
— 33 — 150 — — — 46 hectol. 1/2. — 81 —

Année 1898

— 17 — 180 — Rendement (versé) 22 hectolitres. — 75 —
— 22 — 170 — — — 46 — — 80 —
— 25 — 160 — — — 47 — — 80 —
— 33 — 150 — — — 48 — — 81 —

Année 1899

— 17 — 180 — Rendement (versé) 18 — — 74 —
— 22 — 170 — — — 40 — — 79 —
— 25 — 160 — — — 42 — — 80 —
— 33 — 150 — — — 42 — — 80 —

Il faut observer que les blés à $0^m,17$ ont presque entièrement versé, qu'ils ont fourni un rendement moindre et que le poids des grains a augmenté avec l'écartement des lignes.

M. de Wazières, à Foufflin-Ricametz, obtient en semant des avoines des salines par la méthode Derôme (deux lignes à 0m,20 et écartées ensuite de 0m,30 à 0m,33) un rendement de 98 hectolitres à l'hectare en terre de qualité très ordinaire. Le poids de l'hectolitre atteint 52 kilogrammes, ce qui est remarquable pour la variété des salines.

On doit considérer, dans les expériences de M. Masclef, que la quantité de semence ne descend pas au-dessous de 150 litres par hectare, même dans les semailles à 0m,33.

Il y aurait certainement inconvénient à pousser loin plus cet écartement, la diminution de rendement deviendrait très sensible. On s'en rend compte en examinant attentivement les chiffres fournis par les semis à 0m,25, ils accusent en effet une production presque aussi élevée que ceux à 0m33. Cela m'amène même à conclure, que pour les terres régulièrement fertilisées, dans lesquelles en cours d'assolement on incorpore le fumier produit par l'exploitation, et qui reçoivent d'autre part des compléments d'engrais chimiques, suivant la richesse initiale des sols et la composition des récoltes à obtenir, l'écartement des rayons doit osciller entre 0m,22 et 0m,28.

Ces distances permettent du reste facilement le binage à la houe mécanique. Ce binage devient le complément indispensable du semis à grands intervalles.

Toutes ces pratiques sont éminemment favorables à la grande production. Elles concourent vers un but commun auquel doit tendre le cultivateur : augmenter toujours ses rendements et la qualité de ses grains.

M. XAMBEU
à Saintes (Charente-Inférieure).

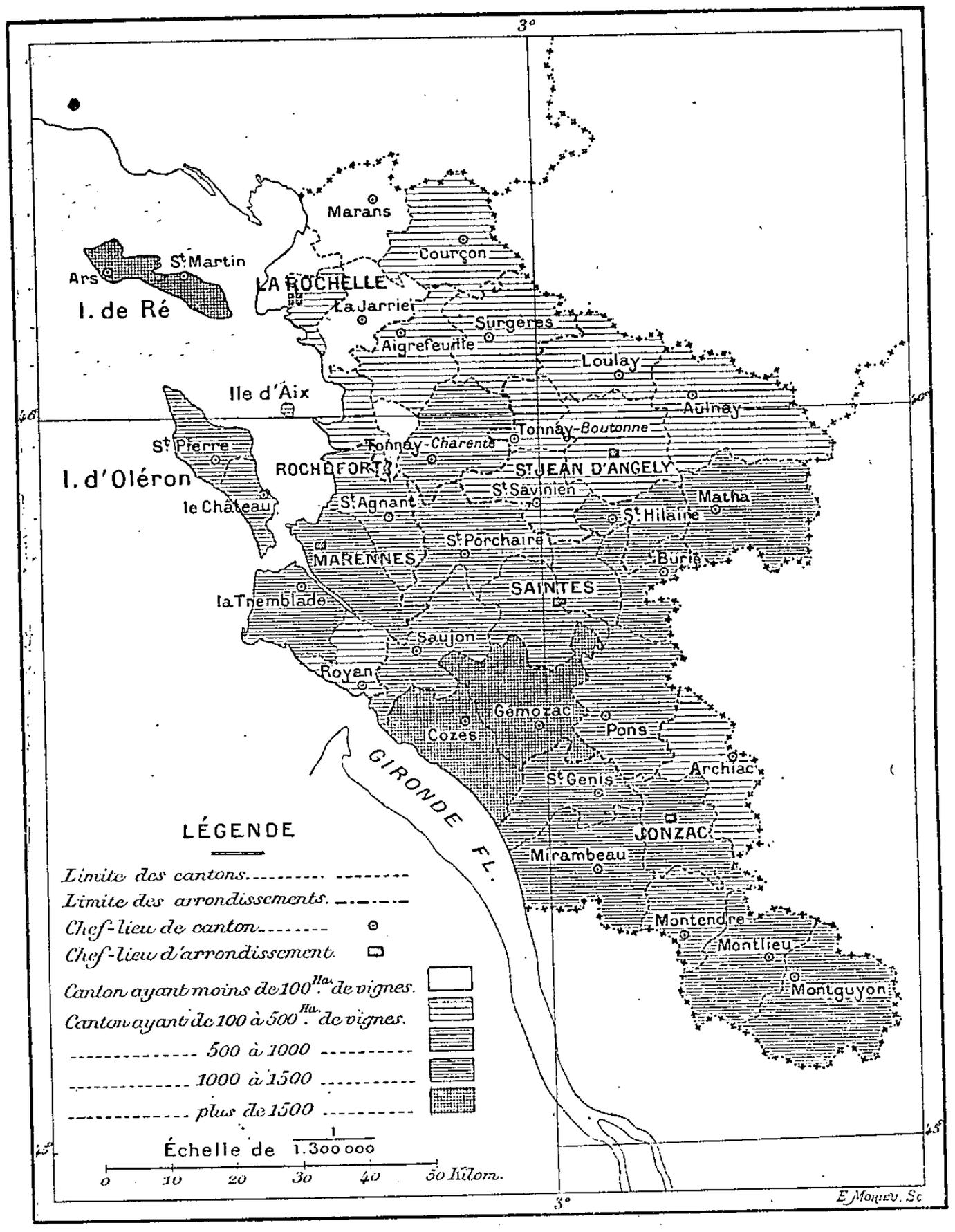
CARTE VITICOLE DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE [310.663.5]

— Séance du 19 septembre —

A la section d'agronomie (voir le 1er vol. des comptes rendus du congrès de Boulogne-sur-Mer), j'ai résumé la situation viticole actuelle de la Charente-Inférieure et les moyens d'arriver à une reconstitution du

vignoble. J'ai présenté, à cet effet, la cartes des zones d'égal calcaire de la commune de Saintes, la carte des terrains reconstitués dans la Charente-Inférieure, la carte des crus des eaux-de-vie à bouquet des Charentes.

La carte ci-dessous des terrains maintenus et reconstitués comprend :



— Étendue totale des vignes françaises de plus de cinq ans, 14.550 hectares ;

— Étendue totale des terrains plantés depuis cinq ans, en vignes françaises, 2.056 hectares ;

— Étendue des terrains plantés avec des cépages américains (producteurs directs). 1.428 hectares;

— Étendue des vignobles greffés sur cépages américains, 17.265 hectares.

Total d'hectares de vignes : 35.300 hectares.

Dans l'arrondissement de	Saintes	11.003
— —	La Rochelle	4.002
— —	Rochefort	1.488
— —	Saint-Jean-d'Angély. . .	4.238
— —	Marennes	4.827
— —	Jonzac	9.742
	Total.	35.300

Les porte-greffe varient selon la nature du terrain et la teneur en calcaire; les greffons sont en général pour les vins blancs destinés à la chaudière : Folle-Blanche, Colombar, Saint-Emilion.

L'expérience a démontré quels sont ceux de ces greffons qui s'adaptent le mieux à leur porte-greffe ; ainsi le Colombar s'adapte mieux au Riparia que la Folle.

Nature des cépages employés dans les terrains :

1° Contenant moins de 15 0/0 de calcaire;
Riparia greffé avec folle-blanche ou colombar,
Solonis dans les sols humides,
Vialla.

2° Contenant moins de 25 0/0 de calcaire;
Riparia gloire,
Rupestris sélectionnés.

3° Contenant moins de 35 0/0 de calcaire;
Rupestris du Lot et autres variétés sélectionnés ;
Taylor Narbonne,
Bourrisqou × Rupestris,
Riparia × Rupestris.

4° Contenant au-dessus de 35 0/0 de calcaire;
Toujours à l'étude ; essais souvent infructueux ;
Mourvèdre × Rupestris,
Chasselas × Rupestris;
Aramon × Rupestris,
Chasselas × Berlandieri,
Berlandieris sélectionnés.

Ces derniers cépages sont toujours très chers ; par suite la dépense est

considérable et la reconstitution est lente dans ces terrains fortement calcaires. C'est surtout dans ces terrains que les vins donnent les meilleurs eaux-de-vie à bouquet des Charentes.

M. Charles DEMIAUTTE

LA BETTERAVE A SUCRE DANS LE PAS-DE-CALAIS [633.533 (44.27)]

— Séance du 20 septembre —

La betterave a été importée d'Italie en France au XVI^e^ siècle, mais ce n'est qu'au cours du XVIII^e^ qu'elle fut cultivée comme plante fourragère puis, au début du XIX^e^, comme plante industrielle, après que le blocus continental eut empêché l'entrée en France du sucre de canne. Après les recherches d'Achard et de Delessert, Mathieu de Dombasle installa la première sucrerie. Son exemple fut suivi par M. Crespel, et c'est à son initiative que sont dues les premières usines construites dans notre département. Jusqu'en 1837, il n'y eut pas, à proprement parler, de sucre indigène ; nous ne cherchions qu'à protéger nos colonies contre leurs concurrentes étrangères ; mais les premières, abusant de la situation avantageuse qui leur était faite, obligèrent, par leurs prétentions exagérées, la métropole à se passer d'elles.

En 1843, cédant aux plaintes réitérées de nos producteurs coloniaux, le gouvernement eut l'idée singulière de vouloir entraver la culture de la betterave, en la contrariant par des taxes graduées, sorte d'échelle mobile, dont le résultat fut de faire rechercher de grandes économies dans la fabrication, de les réaliser ensuite, et d'assurer ainsi le triomphe définitif de la betterave. Et cette suprématie lui demeura, malgré les 110 millions de primes qu'ont absorbés les sucres coloniaux, de 1851 à 1870.

Pendant ce temps, les cultivateurs, unis dans la nécessité de faire face à la crise de céréales qui se faisait déjà sentir, ont fait marcher de front. dans le Nord de la France, le progrès agricole avec le progrès industriel ; les fortes fumures, les labours profonds, les soins d'entretien que demandent les betteraves, les ont amenés à fabriquer beaucoup de fumier, à améliorer leur sol par les amendements, et enfin à remplacer progressivement la jachère par les récoltes sarclées et fourragères.

La production dépassant bientôt les besoins de la consommation française nous obligea à déverser sur les marchés étrangers, le surplus d'une fabrication toujours grandissante. Mais l'Allemagne adopta successivement deux systèmes qui développèrent chez elle la culture de la betterave et en assurèrent le débouché au détriment des producteurs français. Ce fut le système fameux des primes à la production, puis à l'exportation. Pour soutenir une lutte que la surproduction rendait chaque jour plus pénible, la France adopta, en 1884, puis en 1897, les mêmes mesures que l'Allemagne ; mais comme elle les adoptait plus lentement, ses efforts n'aboutirent jamais qu'à de médiocres résultats, et ce sont actuellement les marchés étrangers de consommation qui bénéficient le plus de la situation. Il en résulte pour le producteur français la nécessité inéluctable de produire à bon marché de la betterave riche.

Nous allons donc examiner par quels moyens on peut arriver à ce résultat.

Il paraît superflu d'entrer dans une description détaillée d'une plante aussi commune que la betterave. Il suffit de rappeler qu'elle est bisannuelle, à racine pivotante, qu'elle fait partie, sous le nom de *Beta vulgaris*, de la famille des Chénopodiacées.

C'est à fin de la première année qu'on l'arrache pour extraire de sa racine le sucre qui s'y est accumulé en plus ou moins grande quantité.

Il est aujourd'hui reconnu que ce sucre est élaboré dans l'appareil foliacé dont la matière colorante verte, la chlorophylle, sous l'influence de la lumière solaire, utilise l'acide carbonique de l'atmosphère pour en former, par un processus encore incertain, un hydrate de carbone cristallisable, le saccharose. Il est donc logique d'en déduire que la quantité de sucre produite sera d'autant plus grande que la surface des feuilles sera plus considérable et qu'elle aura été plus vivement impressionnée par la lumière solaire. La chose a du reste été vérifiée par de nombreuses expériences : celle de Maercke, Péligot, et, plus près de nous, celle de M. Pagnoul, directeur de la station agronomique du Pas-de-Calais.

Le sucre ainsi produit est emmagasiné dans la souche et y persiste presque complètement, quelques soient les conditions météorologiques. Ce fait a été établi par M. Aimé Girard, et il a été bien constaté que l'appauvrissement relatif de la racine, quand une période de pluie succède à une longue sécheresse, n'est qu'apparent et que les nouvelles feuilles formées n'en enlèvent qu'une quantité insignifiante.

Les deux éléments : sucre et eau, entrent dans la composition de la racine pour une proportion qui est toujours très voisine de 94 0/0. Seule, la proportion relative peut varier sous l'influence des agents extérieurs, d'où la différence constatée dans la richesse de la betterave,

aux différentes périodes de la végétation. Il y a lieu, dans le même ordre d'idées, de tenir compte de l'influence très grande de la variété sur la richesse de la betterave ; le fait n'a jamais été contesté. La teneur en sucre, de même que le poids de la récolte peuvent augmenter jusqu'à la limite extrême de la végétation, comme le prouve la récolte de 1898. Les arrachages hâtifs doivent donc être évités, à moins que les industriels ne compensent, par une augmentation de prix, la perte qui peut en résulter pour le cultivateur.

La durée de végétation de la betterave peut donc être divisée en trois périodes :

1° Jusqu'à fin juillet, production des feuilles ;

2° En août et septembre, production du sucre, d'autant plus active que les jours sont encore longs et la lumière abondante ;

3° Dès le commencement d'octobre, sous l'influence des pluies habituelles dans notre région, l'augmentation de poids de la racine est hors de proportion avec le sucre formé. Il y a donc presque toujours diminution de la richesse.

Nous avons dit plus haut que le choix de la graine avait une influence considérable sur le produit de la récolte, en qualité comme en quantité. Nos agriculteurs ont donc tout intérêt à acquérir ou à produire eux-mêmes les variétés qui répondent le mieux à leurs besoins. Le moyen employé, par le fournisseur de graine aussi bien que par le cultivateur isolé, consiste dans une sélection très sévère et dans l'adoption de sujets qui, par leur poids, leur forme et leur teneur en sucre, se rapprochent le plus du but à atteindre. Ainsi accumulée pendant de nombreuses générations, l'hérédité a permis de fixer des races bien définies, capables d'offrir aux planteurs une quasi certitude sur le produit de la récolte.

Nous avons été tributaires de l'Allemagne pendant très longtemps, mais aujourd'hui, fatigués de laisser à nos voisins des bénéfices que notre indifférence leur procurait, nous sommes entrés dans la même voie qu'eux et, par des moyens analogues, produisons de la graine aussi bonne que la leur et qui apporte de plus, avec elle, l'appoint d'une acclimatation toute faite.

On recherche, au moment de l'arrachage, la racine de forme régulière, entrant complètement dans le sol. Ces racines sont conservées en silos pendant l'hiver et, le printemps venu, on replante celles d'entre elles qui ont accusé, à l'analyse, une richesse suffisante, qui est regardée comme telle quand elle atteint 15 0/0 de sucre.

Différentes méthodes permettent d'obtenir de ces betteraves une quantité de graine plus grande que si elles avaient été simplement replantées. Nous allons les passer rapidement en revue, et nous y atta-

chons d'autant plus d'importance qu'elles réduisent le nombre de pieds à choisir et, par suite, permettent d'être plus difficile sur leur choix.

Greffage et bouturage. — Vers le mois de février, les betteraves mères sont mises en terre dans une serre légèrement chauffée. Au bout de quelques jours, les collets poussent des œilletons que l'on détache aussitôt qu'ils ont atteint un ou deux centimètres de longueur, et qu'on greffe sur une betterave quelconque. Il va sans dire qu'il ne faut pas négliger de supprimer les pousses qui pourraient provenir de cette betterave et autres que celles qu'on y a greffées.

Dans le bouturage, l'œilleton est détaché avec le moins de chair possible et porté en terre humide, où il forme des racines.

Greffes et boutures sont placées en serre, pour la reprise, puis en pleine terre.

On arrive ainsi à prendre sur une seule betterave mère, jusqu'à trente greffes ou boutures, et par suite, une multiplication considérable.

La méthode du fractionnement est beaucoup plus simple, moins dispendieuse, mais donne des résultats moins complets. Elle consiste à diviser la betterave en deux, quatre ou six tranches formées par des plans verticaux, passant par l'axe de la racine et comprenant chacune une partie de son collet. Ces tranches sont plantées séparément et chacune d'elles produisant une certaine quantité de graines, le total obtenu est de beaucoup supérieur à ce qu'aurait donné la betterave plantée entière.

Ces méthodes de production de graines ont été mises en pratique depuis peu de temps par quelques grands industriels ou marchands de graines. Elles sont certainement d'un emploi difficile et obligent à des soins méticuleux, mais elles aident à l'obtention d'une très bonne graine, et c'est un point tellement important dans la culture de la betterave qu'on ne saurait trop souhaiter de voir l'exemple des grands suivi par les agriculteurs moins importants.

Montée en graine. — Dans tous les champs de betteraves se trouve un nombre plus ou moins grand de plantes montées à graine dès la première année, on doit considérer que leur proportion, par rapport aux autres racines, est forte quand elle atteint 5 0/0, et cependant, il s'est présenté des cas où elle atteignait 20 et même 30 0/0. Bien que les expériences de M. Pagnoul aient montré que ces betteraves étaient aussi riches que les autres, elles sont tellement ligneuses qu'elles sont d'un travail difficile et qu'on doit s'efforcer de les éviter.

Cette montée en graine paraît devoir être attribuée à trois causes :

1° Le semis hâtif ; mais ces semis offrent des avantages tellement considérables, au point de vue du produit de la récolte, qu'il semble qu'on doive passer outre, en pratique, à cet inconvénient.

2° Les soins apportés au choix des betteraves mères, et particulièrement à la forme du collet. C'est sur ce point seul que la volonté du cultivateur doit agir, par un choix judicieux des variétés employées.

3° Les conditions météorologiques ; les alternatives de temps chaud et froid, pendant lesquelles la végétation est tantôt active, tantôt lente. A cette troisième cause, aucun remède ne peut, bien entendu, être apporté.

Culture. — Il est bien difficile, sinon impossible, de donner en culture des règles à peu près fixes. La nature du sol, sa composition physique et chimique étant essentiellement variables, on ne peut donc parler qu'en général. Les bonnes terres franches sont toutes aptes à cette culture, et le sol de notre département remplit les conditions voulues presque partout ; l'exception doit porter principalement sur les terrains des collines du Boulonnais.

Pour que la racine soit pivotante et fusiforme, il est d'une grande utilité de pratiquer des labours profonds, il faut avant tout rendre le sol meuble, homogène et bien tassé. Les terrains argileux à sous-sol perméable sont ceux qui remplissent le mieux ces conditions.

D'autre part, les terres noires et riches en humus sont toujours les meilleures, parce que, s'échauffant plus vite au printemps, elles permettent de hâter l'époque des semailles ; ce qui, aux yeux de tous les praticiens, est une bonne condition de réussite.

Climat. — La question du climat est essentielle au point de vue qui nous occupe. La betterave, en effet, exige au début de sa végétation des pluies fréquentes et modérées et de la chaleur qui, favorisant un développement rapide, permettent à la jeune plante de résister d'une façon plus efficace à l'attaque des nombreux insectes. Cette première période passée, c'est un temps clair et chaud qui devient le plus avantageux.

Préparation du sol. — Les labours profonds de 25 à 35 centimètres, faits avant l'hiver, sont des plus utiles, parce qu'ils donnent au terrain les qualités de pénétrabilité aux racines et de fermeté qui sont presque indispensables. Les façons superficielles à donner au printemps ne peuvent être trop nombreuses, ni trop profondes quand la terre est suffisamment sèche et a été bien tassée pour les semailles.

Engrais. — Il est impossible de donner au sujet des engrais autre chose que des généralités ; seuls les champs d'expériences peuvent fournir des indications plus précises. M. Pagnoul, dans notre département, fut un des premiers à préconiser cette méthode d'analyse du sol.

D'après M. Muntz, une récolte de betteraves à sucre composée de

30.000 kilogrammes de racines et de 12.000 kilogrammes de feuilles exigerait :

84 kilogr. d'azote,
45 — d'acide phosphorique,
168 — de potasse,
58 — de chaux,
60 — de magnésie.

Ces divers éléments, quoique existant dans le sol, ne se présentent pas aux racines de la plante dans les proportions exigées par elles aux diverses époques de sa végétation. Le fumier de ferme, par sa décomposition variable et soumise à l'effet des agents atmosphériques, ne paraît devoir être employé qui si on le complète par l'apport d'engrais chimiques d'une assimilation plus certaine. Il est admis que le fumier, répandu sur le sol à l'automne, doit être enfoui par un labour profond. Son emploi au printemps ne se justifie que dans les terres froides et argileuses.

Quant aux engrais destinés à remplacer avantageusement le fumier, il est bon de les choisir à décomposition rapide. En effet, il est urgent de subvenir en peu de temps aux besoins d'une végétation rapide qui n'aurait que faire d'un engrais lent, prêt à agir seulement à la maturité de la plante.

Assolement. — La betterave est placée en tête d'assolement, généralement sur fumier, puis viennent les céréales. La méthode allemande, contrairement à la nôtre, applique le fumier à la céréale qui précède la betterave.

Semailles. — Elles se font toujours en lignes. Il est bien rare qu'on ait à se repentir de les avoir faites aussitôt que l'échauffement du sol le permet. On a beaucoup préconisé ces derniers temps les semailles en paquets, mais, sauf en ce qu'elles facilitent le démariage, le résultat n'est pas encore de ceux qui s'imposent.

Les binages doivent être commencés aussitôt qu'on aperçoit les lignes et répétés fréquemment. Les champs ne seront binés ni trop tôt, ni trop souvent quand le terrain n'est pas trop humide.

Le démariage doit également être effectué très tôt, l'expérience l'a prouvé. Quant au nombre des pieds à laisser par mètre carré, il semble que le chiffre de 8 ou 9 doive être considéré comme le plus pratique.

Récolte. — Le jaunissement des feuilles indique la maturité, mais les nécessités de l'industrie et de la main-d'œuvre ne permettent pas toujours au cultivateur d'attendre ce moment pour commencer leur arrachage.

Il est à désirer que les efforts des producteurs de graine, couronnés de

succès quand il s'est agi d'augmenter la richesse en sucre, se tournent aujourd'hui dans une autre direction : la production de la betterave hâtive.

L'arrachage se fait encore à la main, les machines n'ayant guère atteint la perfection nécessaire pour surmonter les difficultés dues aux variations atmosphériques si fréquentes à l'époque du travail. Cependant l'Allemagne paraît prête à tous les encouragements dans ce sens peut-être l'Exposition de 1900 offrira-t-elle aux planteurs français l'instrument dont ils n'aient qu'à se louer.

Nous n'avons fait qu'effleurer, dans cette étude rapide, les principales questions concernant la betterave sucrière. La culture de cette plante, se trouvant localisée dans quelques départements du nord de la France, y revêt nécessairement un caractère d'uniformité commandée par un même climat comme par un sol analogue. Il était par conséquent impossible de sortir des généralités pour faire de notre département du Pas-de-Calais l'objet d'une étude spéciale.

L'industrie sucrière française, malgré les sombres prédictions dont on se plaît à l'entourer ces derniers temps, forte de l'appui des hommes de science qui s'y sont consacrés, forte de l'énergie des populations qui en vivent et confiante dans la sagesse du législateur est décidée à se défendre dans la grande lutte économique plus âpre de jour en jour.

M. le Colonel MONTEIL

à Paris.

LES DALHOLS ET LA MER SAHARIENNE [551.58]

— Séance du 15 décembre —

Les dalhols sont des phénomènes naturels qui n'ont pas été étudiés jusqu'à ce jour.

Les deux principaux qu'il m'a été donné de voir et d'étudier, un peu superficiellement au cours de mon voyage de la côte occidentale au Tchad, sont compris entre le Niger et le Goulhi N'Sokkoto (rivière de Sokkoto) dans la partie de ma route entre Say et Sokkoto, ce sont : le dalhol Bosso et le dalhol Maouri — Le dalhol Bosso est dans les possessions qui nous sont reconnues par la délimitation de juin 1898, le dalhol Maouri sert en partie de frontière orientale à nos possessions. C'est une étude rapide que je vais en présenter, mais qui pourra être complétée.

Les caractéristiques des dalhols sont les suivantes.

A l'apparence ils semblent être des lits desséchés de rivière.

Or l'étude du sol démontre très rapidement que jamais une rivière n'a pu couler dans leur lit pour les raisons suivantes :

1° Ces lits de rivière ne sont pas des vallées — on constate en effet que leur direction est oblique, perpendiculaire même parfois aux lignes de plus grande pente du terrain.

2° Ces lits de rivière vont en diminuant de largeur depuis leur point de départ l'Immanny jusqu'à leur point d'aboutissement; le Niger à Boumba pour le dalhol Bosso, à Doli pour le dalhol Maouri.

3° L'apparence de leur lit présente des dénivellations, mais non une pente constante et uniforme; leur apparence donne l'idée d'un immense coup de rabot qui aurait entamé la surface du sol.

4° Enfin les indigènes n'ont jamais eu la notion que quelle que fût l'abondance des pluies il y ait eu écoulement d'eau dans les dalhols mais bien seulement des mares plus ou moins importantes.

D'autres données permettent d'établir que les dalhols sont des accidents géologiques.

Leur plafond, à peine à certains endroits de 1 mètre en contrebas avec le sol naturel, présente, au point de vue du terrain, des anomalies très frappantes. Alors que les terrains environnants sont des argiles argilo-ferrugineuses, — les terres du dalhol contiennent des sels de potasse et de soude exploités depuis de longues années par les indigènes.

La faune est absolument différente et très reconnaissable, les cultures de mil, d'arachides, ne peuvent s'y faire. Enfin l'hyphème (palmier à deux têtes), qui a son habitat normal aux abords du 24e parallèle dans la vallée du Nil particulièrement, s'y trouve à profusion.

De ces considérations nous avons déduit que peut-être les dalhos étaient les prolongements d'anciens sinus de la mer saharienne que celle-ci a créés à la surface du sol lors de son évacuation vers l'océan ou la Méditerrannée.

Cette idée nous a amené à concevoir que le fond primitif de la mer saharienne serait aujourd'hui représenté par deux versants qui s'appuient à la crête qui part du Maroc au nord-ouest pour atteindre au sud-est les hauts massifs où le Nil prend ses sources.

Cette crête est représentée par les massifs de l'Atlas, les monts au nord de Bhat, les monts Qunnuo, les monts du Tibesti, les monts de Borkou, la ligne de partage d'eau entre Chari-Oubanghi et Nil.

Dans le Tibesti, Nachtigal a signalé des cratères qui indiquent bien l'origine volcanique de cette partie de la chaîne.

Au cours d'un âge géologique dont la détermination reste à faire, une arête s'étendant des sources du Nil au Maroc s'est brusquement élevée qui

a relevé les fonds de la mer saharienne, déterminant deux versants : l'un vers le nord-est (désert de Lybie), l'autre vers le sud et le sud-ouest et le long de ces versants la mer saharienne s'est évacuée vers la Méditerrannée et l'océan. Entre les bords de la mer saharienne et les grandes artères fluviales existantes alors sur le continent africain les dalhols ont été les voies temporaires que les eaux se sont créées à la surface du sol pour arriver à la Méditerrannée et à l'océan.

Partout où l'hyphème existe il y a terrain de dalhol, c'est-à-dire des terres salifères; nous les retrouvons sur les bords du Komadougan Yobé, affluent du Tchad sur les bords du Niger, sur les bords du Sénégal.

En résumé la mer saharienne ne s'est pas desséchée sur place, sauf en certains points du fond primitifs de cette mer marquée aujourd'hui par les grands dépôts salins du Tichit, du Oualata, etc.; la mer saharienne s'est évacuée au contraire lorsque son équilibre a été bouleversé par une convulsion géologique qui a fait surgir l'arête montagneuse qui traverse le Sahara des sources du Nil au Maroc.

Nous avons la démonstration évidente qu'il s'est bien formé un versant sud dans ce fait que j'ai relevé au cours de mon voyage que le terrain monte de manière ininterrompue de M'Guégui, pointe septentrionale du Tchad, où j'ai relevé la cote *370*, aux monts Tunnuo, où j'ai relevé la cote *800*.

Donc vouloir reconstituer la mer saharienne était une utopie irréalisable.

Cette étude étendue au bassin du Sénégal, démontre qu'autrefois l'embouchure du fleuve se trouvait à hauteur de Richaud Toll, les lacs de Guiers et Cayard étaient de lacs côtiers, sortes de réservoirs situés de chaque côté de l'embouchure.

Les terres sablonneuses de la côte entre le cap Blanc, et le cap Vert ont été constituées par les sables entraînés par les eaux de la mer saharienne, qui sont venues se heurter à ceux de l'océan.

M. GRISON-PONCELET

à Creil.

L'INDUSTRIE HOUILLÈRE AU POINT DE VUE INTERNATIONAL [338.2]

— Séance du 15 septembre —

Nul n'ignore l'augmentation considérable du prix de presque toutes les sortes de charbon : la consommation, qui, depuis quelques années, n'a fait que s'accroître, dépasse, pour ainsi dire, la production. La cause en est

dans le grand nombre d'industries nouvelles créées dans des buts différents, mais surtout à cause des applications de l'électricité et de l'Exposition Universelle, sans oublier l'extension constante des chemins de fer.

Il n'est pas exagéré de dire que, depuis deux ans, les prix de certaines catégories ont été doublés, en ce qui concerne les charbons industriels : une répercussion s'est produite sur les charbons de foyers domestiques, malgré la grande clémence des derniers hivers, ces charbons étant, à cause de la pénurie des charbons gras, de plus en plus utilisés par l'industrie, et il est à craindre que, si nous avons, pour la proche saison, à subir des froids rigoureux, nous ne trouvions majorés de plus de 25 0/0 les prix normaux actuels.

Je ne veux pas m'étendre davantage sur les causes de la perturbation de l'industrie houillère : tout fait supposer que, dans un bref délai, l'équilibre entre les besoins de la consommation et la production se rétablira, sinon complètement, du moins suffisamment, pour que les industriels retrouvent des cours moins dangereux.

Sans entrer dans le détail des chiffres de la production, lesquels sont faciles à trouver dans les statistiques, je vais seulement indiquer la production houillère dans le monde, en 1898, des cinq principales contrées productrices :

1° Royaume-Uni	202.130.000	tonnes
2° Etats-Unis	178.759.000	—
3° Allemagne	91.055.000	—
4° France.	30.337.000	—
5° Belgique	21.492.000	—

Ces chiffres sont plus élevés que ceux de 1897 ; ils seront supérieurs cette année : ils sont plutôt rassurants pour l'avenir, puisqu'ils ne font que monter, et que le cube reconnu des charbonnages nous donne la certitude que, même en augmentant, ils se maintiendront au moins pendant tout le XX^e^ siècle.

Ceci dit, je me propose seulement aujourd'hui de donner un court aperçu sur les transactions internationales charbonnières.

ALLEMAGNE

Bassin de la Sarre. — Ce bassin est un des plus riches de l'Allemagne : il alimente toute la partie de l'Allemagne du Sud, de l'Est de la France et de la Suisse ; il ne produit que des charbons gras et des charbons à gaz ; il reçoit de la Belgique des anthracites et des charbons sans fumée. Ses mines sont exploitées par le gouvernement, et leur directeur général a rang de ministre.

Bassin d'Aix-la-Chapelle. — Dans ce bassin se trouvent des anthracites qui ne sont expédiés qu'en Allemagne; il produit aussi des charbons gras servant à la fabrication du coke. Une partie de ce coke est exportée sur la Belgique et une autre sur Paris.

Ils s'y trouve aussi des gisements de charbon, genre Charleroi-Bascoup, qui sont expédiés, partie sur les Ardennes, partie sur la région de Verviers.

Bassin de la Bavière. — Ce bassin possède de petits charbonnages, dont toute la production reste dans le pays ; l'extraction ne donnant que des charbons gras, la Bavière reçoit des charbons sans fumée de la Ruhr, et des anthracites de la Belgique.

Bassin de la Westphalie. — Ce bassin produit les charbons les plus purs et les plus riches de l'Allemagne; ils peuvent être assimilés pour la qualité aux meilleurs charbons Anglais. L'extraction en est très facile : beaucoup de veines existent à 3 mètres de profondeur, et à 30 mètres on trouve du charbon très pur.

La Westphalie expédie dans toute l'Allemagne ; elle possède toutes les qualités et peut rivaliser avec tous les charbonnages quels qu'ils soient; en temps normal, elle n'importe aucune sorte, mais exporte, au contraire, de grandes quantités sur Paris, l'est de la France, et surtout l'Italie, par Ruhrort (port du Rhin). Le syndicat de Bochum a exporté de grosses quantités par steamers (de 1.000 à 1.200 tonnes), de coke et de charbon. Le syndicat westphalien, disposant de quantités énormes, a mis tout en œuvre pour pratiquer l'exportation, à l'exemple de l'Angleterre.

BELGIQUE

Bassin de Charleroi. — C'est le plus important pour les charbons demi-gras : il livre ses produits en France, en Italie, et dans une partie de l'Allemagne, surtout en Alsace-Lorraine.

Bassin de Liège. — Ce bassin est très riche, mais l'extraction y est fort pénible : le charbon ne se trouve qu'à de grandes profondeurs ; il possède toutes les qualités, exporte en France, et, en temps normal, ne reçoit rien du dehors. Il est en pleine prospérité, grâce au syndicat liégeois de nouvelle formation.

Bassin de Mons. — Ce bassin, qui est très riche, produit du charbon flenu, c'est-à-dire à longue flamme, dont une grande partie est réservée pour la fabrication du coke : ce coke, très estimé et très recherché, est expédié en grande partie en France, malgré son prix élevé.

En plus de la surélévation des prix amenée par les demandes de la con-

sommation, les Compagnies belges ont décidé, il y a quelques mois, la suppression de l'escompte pour tous les marchés en renouvellement. Presque toutes les Compagnies du Nord et du Pas-de-Calais les ont imitées, et les charbons se facturent maintenant à trente jours de fin de mois, délai maximum, net, sans escompte. Pour chaque mois accordé en plus de ces conditions, le prix est majoré de 1/2 0/0.

ANGLETERRE

Bassin de Cardiff. — (Pays de Galles.) Le charbon de Cardiff est d'excellente qualité et sans fumée : non seulement il suffit à la consommation de l'Angleterre, mais encore il est exporté dans le monde entier. Ce bassin n'a nullement besoin de l'étranger. Le charbon de Cardiff alimente la marine; on l'appelle le charbon de soute ; de là son écoulement sur tout le globe.

Bassin de Newcastle. (Écosse.) — Ce bassin ne produit que des charbons gras et des charbons à gaz : comme le bassin de Cardiff, il est placé dans d'excellentes conditions.

M. Forster Brown, membre de l'Association britannique pour l'Avancement des sciences, a étudié, dans le dernier congrès, les « Problèmes mécaniques et économiques de la question de la Houille ».

Cherchant à décompter les ressources de l'Angleterre en charbon de terre, M. Forster Brown estime qu'il existe près de 66.683.000.000 de tonnes de houille, tant dans la région du meilleur charbon, à des profondeurs de 600 à 1.200 mètres, que dans les couches plus minces jusqu'à 1.200 mètres. Vers 1930, les 11/15 de ces ressources seront épuisées, et le rendement annuel ne se maintiendra plus qu'à la condition d'aller chercher du charbon moins bon à des profondeurs plus grandes. Pourtant, moyennant une augmentation du prix de revient, on pourra vivre encore deux cent cinquante ans, en admettant une consommation annuelle de 250 millions de tonnes.

Quant au prix d'extraction il augmente, dès maintenant, surtout à cause du renchérissement de la main-d'œuvre et de l'accroissement des impôts.

Colonies Britanniques. — De leur côté les colonies britanniques commencent à prendre une sérieuse importance comme producteurs de houille ; jugez-en :

La Nouvelle-Galles du Sud a une production de .	4.385.000	tonnes
Le Queensland.	358.000	—
Victoria.	236.000	—
Australie (production totale).	5.862.000	—

Canada	3.876.000 tonnes
Natal	244.000 —
Cap	227.000 —

Nous espérons que M. le Ministre des Colonies voudra bien s'inspirer de ces chiffres, et qu'il ne tardera pas à produire une statistique de ce genre pour la France. Nos colonies possèdent, elles aussi, du charbon, mais on n'a pas l'air de s'en apercevoir ; le gouvernement, jusqu'à présent, ne s'en soucie guère, et les capitalistes préfèrent engloutir leur argent dans des entreprises aussi fantasques qu'étrangères.

Je rappellerai, comme mémoire, des gisements d'une richesse extraordinaire au Tonkin ; ces charbons seraient utilisables comme charbon de soute. L'extraction en serait d'une grande facilité et pourrait se faire à ciel ouvert; la main-d'œuvre serait absolument insignifiante ; le chemin de fer serait à proximité, et la côte n'est qu'à quelques kilomètres. Il est bon de constater que, dans ces stations, les Anglais vendent la houille de 40 à 50 francs la tonne. Nous sommes tributaires de cet élément de la défense nationale.

Pourtant, il y a lieu d'espérer que, d'ici quelques années, ces richesses seront mises à profit : une Société d'étude est en ce moment sur place ; elle a pour président M. Grévy, ancien conseiller d'État.

FRANCE

Bassins du Nord et du Pas-de-Calais. — Ces bassins produisent toutes les qualités sans exception : ils n'expédient guère qu'en Danemarck et en Russie (à titre d'amitié) et dans de faibles proportions. La plus grande partie de ces charbons est expédiée dans l'Est et sur Paris. En temps normal, ils ne reçoivent rien du dehors.

Bassin du Midi. — Les charbonnages de ce bassin sont assez importants : ils approvisionnent le Sud-Est et le Sud-Ouest ; on y trouve des charbons maigres, des demi-gras, et particulièrement des gras. Les mines de Carmaux sont riches en charbons gras qui ne servent que pour la contrée et le nord de l'Espagne.

Le bassin du Gard est venu, non sans succès, concurrencer l'Allemagne en Suisse, avec ses anthracites de la Grand'Combe, Portes, etc. La Compagnie P. L. M., ayant établi des prix spéciaux très réduits pour Marseille, afin de favoriser l'exportation, les charbons de cette contrée, similaires aux demi-gras de Cardiff, peuvent franchir la Méditerranée, mais la production est trop restreinte, et les Compagnies n'ont pu conclure certains gros marchés qui leur étaient proposés pour l'Algérie ; elles approvisionnent néanmoins certaines Compagnies de navigation.

Bassin de Saint-Étienne. — Ce bassin ne donne que des charbons gras

dont une partie sert à fabriquer du coke: ce charbon est très pur et le coke de qualité supérieure; il n'expédie que des charbons de forges pour Paris, dans une partie de l'est de la France, et surtout en Suisse. Mais, depuis environ deux ans, ces charbons sont en concurrence sérieuse dans ce dernier pays avec ceux de la Sarre et de la Westphalie, qui viennent par eau et par voie de fer.

AMÉRIQUE

L'Amérique possède beaucoup de charbon et les plus riches anthracites du monde. L'exportation sur l'Europe est, quant à présent, impossible à cause des frais énormes de transport. Mais les Américains ont de l'audace; ils ont l'esprit inventif, et il n'y aurait pas lieu d'être surpris si, dans un temps rapproché, nous rencontrions leurs charbons dans nos chantiers.

Le prix de revient, en Amérique, est inférieur à celui du charbon anglais et tend encore à baisser: le rendement augmente beaucoup: en 1883, il était de 103.000.000 de tonnes; en 1898, il s'élève à plus de 178.000.000. Les États-Unis sont dans la situation où était l'Angleterre, il y a une soixantaine d'années. Toutefois les gisements sont assez éloignés de la mer, mais les prix de transport sont très minimes.

D'autre part, il existe paraît-il, en Chine, d'immenses mines de houille qui pourraient bien bouleverser le marché des régions orientales. Si certains pessimistes trouvent que nous n'avons plus de charbon, nous espérons bien que, comme compensation, nous aurons une bonne part dans le gâteau de la Chine.

Puisque le Congrès de 1899 va parcourir, dans quelques jours, le bassin, du Pas-de-Calais, il me paraît intéressant d'ajouter à ce court exposé des tableaux concernant spécialement les bassins du Nord et du Pas-de-Calais.

Ces tableaux comprennent:

La production houillère du Nord et du Pas-de-Calais en 1897-1898;

La production houillère pendant la période 1890-1898;

La moyenne par mois des cours des actions pendant l'année 1898;

La moyenne des cours des années 1890 à 1898;

La moyenne des dividendes distribués pendant ces mêmes années.

Il résulte de l'examen de ces tableaux, que l'on peut consulter dans les statistiques officielles, ou dans l'organe des Intérêts industriels du Nord, que la production suit une marche régulière ascendante, et, les causes qui, dans ces derniers temps, ont donné à la consommation une si forte impulsion, venant à disparaître, nous pourrons retrouver l'équilibre détruit momentanément et par conséquent des cours moins ruineux pour l'industrie.

M. CACHEUX

Président de l'Enseignement professionnel et technique des Pêches maritimes à Paris.

LA COOPÉRATION CHEZ LES MARINS PÊCHEURS [334.6 : 639]

— Séance du 18 septembre —

La coopération n'est pas très développée chez les marins pêcheurs. En France, le matériel de pêche est en général fourni par des armateurs, qui prélèvent sur le produit brut de la pêche l'intérêt du capital qu'ils engagent dans l'affaire et qui prennent en outre une large part dans les bénéfices.

L'équipage se partage le produit de la pêche suivant des proportions variables. Quand une veuve ou des mousses fournissent des filets, ils reçoivent une certaine quantité de poisson. En Bretagne on cite des armateurs qui retirent 20 0/0 des capitaux affectés à l'acquisition des navires qu'ils prêtent aux marins pêcheurs bretons des environs de Groix.

En vue de développer la coopération chez les marins pêcheurs, nous avons organisé un concours ayant pour objet la description des méthodes employées pour appliquer les ressources des gens de mer à l'amélioration de leur sort.

L'industrie des pêches maritimes étant peu développée dans la plupart de nos départements, il serait facile d'y appliquer la coopération.

Si les marins pêcheurs se constituaient en Sociétés, des associations philanthropiques mettraient à leur disposition des bateaux plus solides et mieux aménagés que ceux dont ils disposent actuellement.

En se servant d'un matériel bien conditionné, les marins pêcheurs peuvent réaliser des bénéfices importants, et faire l'acquisition par annuités de bateaux analogues à ceux que M. de Naeyer, grand industriel belge, a vendu à des Sociétés coopératives de pêcheurs.

Les pêcheurs peuvent également s'associer pour faire l'acquisition de chasseurs à vapeur, qui ont pour objet de recueillir en mer le poisson pêché, de le porter à terre et de rapporter sur les lieux de pêche les objets nécessaires aux marins.

Les marins pêcheurs pourraient également aménager des étangs salés et y faire de la piscifacture, de façon à fournir du poisson d'une manière constante quel que soit l'état de la mer.

En s'associant, les marins pêcheurs pourront fabriquer eux-mêmes la glace dont ils ont besoin, organiser un service de renseignements relatifs à leur industrie, assurer un trafic suffisant aux Compagnies de chemins de fer pour transporter le poisson le plus économiquement possible, en un mot, imiter les grands mareyeurs américains et anglais qui sont arrivés à vendre du poisson de mer au prix de 0 fr. 25 le kilogramme et par suite à propager son usage. Notre concours ne donnera pas des résultats considérables, néanmoins nous espérons qu'il servira à créer trois Sociétés coopératives.

Le premier de nos lauréats, qui a obtenu le prix du président de la République, a fait les statuts d'une Société coopérative d'alimentation qui fournirait aux marins pêcheurs tout ce dont ils ont besoin. Les bénéfices réalisés serviront à faire l'acquisition d'un matériel perfectionné. L'auteur du projet a recruté des personnes de bonne volonté et des capitaux pour mettre son projet à exécution. La Société sera mise sur pied par des hommes rompus aux affaires, qui feront l'éducation des marins pêcheurs et les mettront en leur lieu et place, dès que la possibilité en sera démontrée.

Le deuxième lauréat a obtenu un prix de M. le Ministre de la Marine, il s'est occupé de grouper des marins pêcheurs disposés à devenir propriétaires des maisons qu'ils habitent,

Un troisième lauréat, auquel le jury a décerné le prix du ministre de l'Instruction publique, s'occupe de créer une société coopérative qui se chargera de la vente du poisson, confiée aujourd'hui à Trouville à trois personnes qui touchent de ce chef une somme de 26.000 francs.

D'après l'auteur du projet, une Société coopérative pourrait se charger de la vente du poisson dont il s'agit, elle dépenserait une somme de 9.000 francs et réaliserait une économie annuelle de 15.000 francs qui servirait à créer un cercle pour marins pêcheurs, à organiser des Sociétés d'assurances, augmenter les pensions de retraite, etc.

Dans divers pays, le gouvernement fait de grands sacrifices pour développer l'industrie des pêches maritimes.

En Allemagne, un navire armé par l'État est toujours en croisière pour rechercher de nouveaux fonds de pêche, rechercher les éléments de cartes marines de pêche.

L'État a créé des ports de pêche modèles, il a amélioré le service de sauvetage; etc.

En France les crédits dont dispose la marine en faveur des marins pêcheurs sont très faibles.

On peut dire que l'État fait quelques dépenses pour venir en aide aux marins pêcheurs victimes de sinistres, mais qu'il fait bien peu pour développer l'industrie de la pêche. Nous croyons donc que les intéressés, c'est-à-dire tous nos concitoyens qui s'occupent de l'industrie de la pêche maritime

devraient s'unir pour mettre nos marins pêcheurs dans les mêmes conditions que ceux de l'étranger. Pour prendre notre part dans cette œuvre, nous cherchons à développer en France les écoles professionnelles, où les élèves apprennent à utiliser les produits de la mer le mieux possible. Dans les onze écoles spéciales de pèche, dont nous avons provoqué la création, il en existe plusieurs où il a été créé des cours relatifs à l'utilisation des produits de la mer et à la préparation des poissons.

M. Jules PHILIPPE

à Genève.

DE LA SUPPRESSION DE L'OCTROI ET DE SON REMPLACEMENT PAR UNE CONTRIBUTION INDIRECTE [336.2]

— Séance du 18 septembre —

Un impôt, quel qu'il soit, exception faite de la taxe personnelle que l'on devrait plutôt appeler taxe de statistique, et que nous mettons en dehors de cette appréciation, un impôt, disons-nous, doit être juste et équitable, d'une perception normale, économique et surtout proportionné aux moyens d'existence du contribuable.

L'octroi, tel qu'il est appliqué, ne remplit aucune de ces conditions.

Il est injuste car il fait payer les denrées alimentaires qui sont de première nécessité pour la vie, aussi bien aux pauvres qu'aux riches ; or, il est élémentaire que dans une société bien organisée, on doit avant tout assurer l'existence relativement facile à la population et frapper de taxes le luxe et le bien-être. Il n'est *ni juste ni équitable*, car il pousse à la fraude et à la contrebande ; il incite donc à mal faire, et à falsifier les produits qui devraient être de première qualité, puisqu'ils sont la base de la force et de la santé de la population en général.

Personne n'ignore que dans les principales villes, à Paris surtout, les boissons sont en général falsifiées et souvent fabriquées avec des produits plus ou moins pernicieux.

Cela se comprend de soi-même ; l'octroi faisant payer le droit unique sur les qualités ordinaires comme sur les qualités fines, il en résulte que les qualités courantes et de consommation journalière sont à des prix exorbitants, comparés aux qualités supérieures ; et que, pour arriver à

des prix à la portée du consommateur ouvrier, le vendeur cherche tous les moyens possibles pour arriver à une vente rémunératrice, tout en restant à des prix au-dessous de la moyenne, sans s'inquiéter de la santé publique.

L'octroi n'est pas d'une *perception normale ni économique*, car il permet au premier préposé venu d'user de moyens arbitraires.

Auquel d'entre nous n'est-il pas arrivé, en revenant de la promenade, porteur d'un petit paquet contenant quelques fruits cueillis avec plaisir ou reçus avec satisfaction, que *mossieu* le gabelou, en disant : « Qu'avez-vous à déclarer ? » l'ait palpé, faisant défaire le colis bien ordonné, le mettant sens dessus dessous, et l'ait fait ensuite passer au bureau pour faire payer douze ou dix-sept centimes ! Résultat : les fruits bien frais que vous vous faisiez une joie de déguster en famille sont froissés, broyés à demi ; vous avez erré pendant une demi-heure dans la gare, peut-être avez vous souffert du froid, mais l'octroi est satisfait.

Ceci n'est encore que le petit côté de l'imperfection de l'encaissement des droits d'octroi. Combien de fois par jour peut-on voir à la porte des villes, une file de voitures attendant que leurs devancières aient leur *exeat* pour passer à leur tour au guichet et pouvoir continuer leur route ?

Que l'on calcule le temps perdu par les hommes et les attelages ainsi arrêtés dans leur marche, et l'on sera bien étonné de constater que l'octroi coûte réellement le double, dans bien des cas, de ce qu'il fait payer.

Nous n'insisterons pas sur ce que cet impôt a de blessant, vous mettant à la merci du premier venu, ayant les mains plus ou moins propres, un langage plus ou moins charmant, et des procédés plus ou moins agréables.

Nous insisterons plutôt sur le fait anormal que l'octroi est basé sur un impôt unique pour toutes les classes, ce qui est une hérésie en matière d'économie politique et d'équité. Un impôt doit être basé sur la situation financière, commerciale ou industrielle de l'imposé ; ce principe est absolu, car il est basé sur la justice et le droit ; nous ne parlons pas, bien entendu, des droits de timbre, enregistrement ou autres contributions indirectes, qui sont la conséquence des transactions de Bourse, de ventes ou d'achats, etc. ; nous ne parlons que de l'impôt direct.

Mais, nous direz-vous, si vous supprimez les droits d'octroi, vous bouleversez le budget des villes qui ont absolument besoin de ressources pour faire face à leur entretien?

Il est évident que les droits perçus à ce jour par l'octroi ne peuvent être supprimés sans compensation; ces droits peuvent être remplacés par

divers autres, entre autres, une taxe municipale basée sur l'importance, le genre d'affaires et le rendement des maisons commerciales et industrielles d'une ville. Ainsi, prenons un exemple et voyons ce qui s'est fait à Genève, lorsque la Suisse, en adoptant sa constitution de 1874, a aboli les octrois et les omgelds ; les deux villes ayant octroi, c'est-à-dire Genève et Carouge, durent s'incliner et chercher des moyens pratiques pour équilibrer leur budget.

La ville de Genève prit deux résolutions : la première fut d'exploiter les forces motrices du Rhône; c'est-à-dire capter la force du courant et la distribuer, moyennant finance, aux industriels.

La deuxième fut d'appliquer une taxe municipale à tous les commerces et industries, au prorata de la force de la maison, des bénéfices réalisés, en un mot, suivant l'importance présumée des affaires faites. On pourra répondre qu'il est difficile, pour ne pas dire impossible, de connaître les affaires d'une maison. Évidemment, il y a des commerçants et industriels mal taxés, trop ou trop peu — ces derniers ne réclameront pas; — pour les premiers, il existe une commission dite de taxation, qui reçoit les réclamations et qui dégrève ou rejette, après enquête, les demandes en dégrèvement. Cette commission, nommée parmi les notables de chaque quartier, est donc aussi bien placée pour modifier les taxes trop faibles.

Nous estimons que cette taxe est plus rationnelle que l'octroi, qui fait peser injustement, illogiquement, nous serions tentés de dire illégalement; des droits identiques sur tout le monde, tandis qu'une taxe municipale pèse sur chaque branche d'affaires, suivant ses moyens, suivant sa production et suivant sa situation, car le commerçant placé dans une petite ruelle, avec un commerce modeste, sera taxé bien différemment du commerçant établi dans une rue principale, quoique les deux commerces soient identiques comme articles ou industries. Et cela est juste, car le premier, dans sa petite ruelle, ne bénéficie pas du mouvement de la grande artère, pas plus que ne lui servent les frais très importants occasionnés par l'entretien des grandes rues.

Nous estimons aussi ce système plus pratique que l'application d'une taxe municipale sur le foncier, car l'impôt foncier sera payé par les locataires et non par les propriétaires, ces derniers tenant compte, sur leurs prix de locations, des frais d'impôts immobiliers.

En outre, en imposant les immeubles, vous faites peser les impôts sur des commerces ou des industries qui végètent au même titre que les voisins qui prospèrent ; il n'est pas rare de voir dans une même rue deux commerces identiques dont l'un prospère grandement et l'autre périclite, malgré tous les efforts de son propriétaire ; n'est-il donc pas très juste que chacun paie suivant ses succès, et n'est-ce pas le cas de dire : « Il faut prendre de l'argent où il y en a » ? Ne pensez-vous pas que celui qui

réussit, soit par son intelligence, soit par une de ces bizarreries de la foule qui favorise sans savoir pourquoi, souvent par habitude, est bien plus favorisé, même en payant une forte taxe, que son voisin qui, tout en travaillant, est guetté par les ennuis, les soucis, la décadence et souvent la faillite ?

En terminant, nous répétons qu'un impôt direct, quel qu'il soit, doit être juste, équitable, d'une perception normale et économique, et surtout proportionné aux moyens d'existence du contribuable.

A titre de renseignements, nous conseillons de voir les classements de taxe municipale de la ville de Genève.

M. E. CHARPENTIER

Avoué à Montreuil-sur-Mer, Délégué de la Société d'Études scientifiques d'Angers.

UN TYPE DE SOCIÉTÉ POPULAIRE D'INSTRUCTION : LA SOCIÉTÉ RÉPUBLICAINE D'INSTRUCTION DE MONTREUIL-SUR-MER [374.5]

— Séance du 19 septembre —

L'Association française pour l'avancement des sciences peut trouver des adhérents nombreux et dévoués dans les sociétés populaires d'instruction ; de leur côté, les membres de l'Association, peuvent être et sont déjà, dans beaucoup de localités, de puissants auxiliaires de la diffusion des connaissances scientifiques chez ceux qui n'ont reçu que les enseignements de l'école primaire. J'ai pensé, pour ces raisons, qu'il pouvait être utile à la propagation des sociétés populaires d'instruction de vous entretenir quelques instants d'une organisation qui a donné des preuves de vitalité et qui semble destinée à progresser encore et à durer.

La Société républicaine d'instruction de Montreuil-sur-Mer a été fondée le 9 août 1880 à la suite d'une conférence de Jean Macé. Les fondateurs de la société étaient en relations d'amitié avec Jean Macé depuis longtemps déjà et avaient, en 1865, créé à Montreuil, sous l'impulsion donnée par le ministre Duruy, une bibliothèque populaire et des cours d'adultes, qui disparurent en 1870 ; ils ne faisaient donc que reprendre l'œuvre d'autrefois, mais avec une organisation qui devait assurer à la société nouvelle le succès et la vie.

La Société républicaine d'instruction de Montreuil-sur-Mer est autorisée par arrêté préfectoral de novembre 1880 ; mais elle a des statuts très courts, conçus en termes les plus généraux, qui n'auraient que cinq articles si l'administration n'avait ajouté les quelques prescriptions banales qu'elle impose dans tous les statuts. C'est par des règlements, élaborés et votés suivant les circonstances et qui peuvent être modifiés sans passer par les bureaux administratifs, que la société remplit le but qu'elle s'est imposé.

La société est administrée par un comité de trente membres et trois suppléants. Le bureau est choisi par les trente-trois membres ; il ne se compose que d'un président, d'un secrétaire, faisant en même temps fonctions de vice-président, et d'un trésorier. Les fondateurs de la société sont, je puis vous l'assurer, absolument convaincus que moins les bureaux sont nombreux, mieux ils travaillent et moins il y a d'occasions de conflit.

La grande extension prise depuis quatre ans par les travaux du bureau et du comité ont déterminé le bureau à faire nommer deux secrétaires et un trésorier adjoint.

Ni la société, ni le comité n'ont de président d'honneur, de vice-président d'honneur : le comité entendant conserver une pleine et entière indépendance et n'avoir que des titulaires travaillant réellement et ne recherchant pas leurs fonctions dans un intérêt politique.

Le comité a été formé d'un nombre aussi considérable de membres parce que toute l'administration des œuvres repose entièrement sur lui. La société n'est, en effet, réunie qu'une fois par an ; les sociétaires n'ont qu'à entendre la lecture des rapports, faire des propositions et nommer le tiers sortant du comité.

Les fondateurs ont voulu que le comité fût renouvelable seulement par tiers et annuellement pour : 1° intéresser les sociétaires par une élection annuelle, et 2° surtout conserver l'esprit de suite dans les résolutions et dans l'administration de la société.

Le bureau est renouvelé tous les ans par le comité ; ses membres sont rééligibles.

C'est dans le comité que se recrutent et se nomment toutes les commissions nécessaires.

Nous n'avons aucun employé rétribué.

Le comité se réunit tous les premiers jeudis de chaque mois.

BIBLIOTHÈQUE POPULAIRE

La première œuvre créée par la société fut une bibliothèque populaire. Elle va bientôt posséder 2.900 volumes. Ces volumes ont été acquis par la société ; M. le Ministre de l'instruction publique fait fréquemment des dons.

Le comité en reçoit très peu des particuliers et se réserve d'une façon absolue d'accepter ou de refuser tout ou partie des dons ; beaucoup de donateurs ne recherchant que l'honneur d'avoir donné et le plaisir de se débarrasser, sans les choisir, des ouvrages qui encombrent leur bibliothèque.

Nous préférons les dons en espèces.

Les livres ne sont mis en lecture que reliés en toile noire, ne portant sur le dos que le numéro d'entrée et le titre. Les ouvrages préférés des lecteurs sont, en général, les collections des journaux illustrés et les revues périodiques, que nous avons en grand nombre.

Les écritures pour le prêt du livre et le contrôle du prêt ont été réduites à un minimum qu'on ne peut dépasser, croyons-nous. Chaque lecteur a un carton à son nom à la bibliothèque. Ce carton porte le numéro du volume prêté, la date de sortie, la signature du lecteur. Le commissaire de service, lors de la remise du livre, inscrit la date de rentrée.

Les cartons sont classés dans une boîte par ordre numérique. C'est un registre dont chaque feuillet, au nom du lecteur, est mobile et remplaçable. Le lecteur est porteur d'une fiche lui indiquant son numéro d'ordre et lui donnant au dos les principaux articles du règlement de la bibliothèque.

Pour que le service soit bien fait, il faut trois commissaires à chaque séance d'une heure.

Les prêts de livres sont gratuits ; mais nous ne sommes pas éloignés de penser que si c'était à refaire, il n'y aurait aucun inconvénient à faire payer une faible rémunération, tout au moins aux grandes personnes. Nous aurions, croyons-nous, tout autant de lecteurs.

La ville de Montreuil compte 3.500 habitants. Les prêts de livres sont en moyenne de 70 à 80 par séance et il y a deux séances par semaine.

BIBLIOTHÈQUE ROULANTE

Nous avions organisé un service de bibliothèque roulante pour les villages de l'arrondissement. Mais la bibliothèque scolaire de chaque village augmentant tous les ans, les instituteurs se sont peu adressés à nous et ce service est tombé en désuétude.

DISTRIBUTION DE PRIX. — FÊTE SCOLAIRE.

Une seconde œuvre qui, celle-là, a un succès considérable, est la distribution des prix aux écoles laïques de l'arrondissement.

Le comité, afin d'activer sa propagande, a décidé, dès le début de l'institution de cette œuvre, que les écoles n'auraient de prix qu'à la condition

qu'il y ait au moins un membre ou un tronc de la société dans la commune.

Le comité donnant un prix de 3 fr. 50 et un prix de 2 francs par chaque classe de garçons et de filles, les instituteurs n'ont pas eu de peine à démontrer l'intérêt qu'il y avait à envoyer une ou plusieurs adhésions à la société, et c'est ainsi que nous sommes parvenus à avoir des sociétaires ou des troncs dans toutes les communes de l'arrondissement, de sorte que toutes les écoles laïques des 141 communes reçoivent nos prix.

Les écoles des chefs-lieux de canton reçoivent des prix d'une valeur plus élevée. Des médailles sont aussi distribuées.

Les prix ne sont pas donnés à celui ou à celle qui a obtenu la première place. Ils sont donnés aux élèves qui se sont le plus fait remarquer dans l'année par leur travail ou leur assiduité, quels que soient leurs succès dans les compositions.

C'est au commencement de juillet que les instituteurs et les institutrices sont invités à fournir tous les renseignements nécessaires pour cette distribution.

Le bureau leur envoie alors un diplôme pour chaque élève désigné. Ce diplôme, signé du président, portant le cachet de la société, est remis solennellement à l'élève lors de la distribution des prix que l'instituteur fait dans sa commune.

Les parents et les élèves attachent un tel prix à ce diplôme qu'on le rencontre fréquemment encadré dans la principale pièce de la maison.

Quant à la distribution des prix de la société, elle se fait dans une grande fête que nous donnons chaque année au commencement d'octobre. Les instituteurs et les institutrices viennent à cette fête avec leurs lauréats accompagnés de leurs parents. Ils entendent une conférence faite généralement par un homme politique du département, qui traite des questions intéressant l'instruction ou l'éducation au point de vue républicain. Afin que la fête ne soit pas trop sévère, les sociétés musicales, lyriques, etc., prêtent leur concours.

Les prix consistent soit en livres, soit en livrets de caisse d'épargne, au choix des instituteurs. Les livres sont généralement préférés.

Les prix qui sont distribués sont choisis au moins autant pour les parents que pour les enfants et doivent, dans l'esprit du comité, servir à la propagation des connaissances scientifiques, des découvertes modernes et des idées démocratiques.

Le soir de la fête, un banquet réunit les membres les plus actifs de la société.

FÊTES ET CONCOURS

La société prend à tâche d'être de toutes les fêtes organisées dans la région et s'occupe beaucoup des concours de tir. Elle y participe soit par des dons en argent, soit par des dons de livres. Depuis qu'elle existe, elle a organisé quelques fêtes elle-même. Elle a, entre autres, donné une fête de gymnastique à laquelle elle a convié toutes les écoles de l'arrondissement, et plus récemment encore, en 1898, elle a donné une fête des cercles scolaires. Répartis en diverses commissions, tous les membres du comité, qui ont chacun leur sphère d'influence ou sont à la tête d'autres sociétés locales, sont parvenus à recruter plus de cent commissaires volontaires dont la société avait besoin pour la surveillance et la direction des diverses parties de la fête.

COURS D'ADULTES

Pendant un certain laps de temps, de 1880 à 1893, des membres de la société ont fait des cours et des conférences. Depuis la réorganisation des cours d'adultes et leur diffusion, la société les a aidés quelquefois par des subventions en argent. Elle les a encouragés surtout par la création de son service des vues pour appareils à projections.

A Montreuil, il y a des cours d'adultes de dessin pour ouvriers et apprentis. La société a dû, pour en favoriser et en développer la fréquentation, donner des primes en argent à raison du nombre d'heures de présence aux cours. Le professeur tient les comptes et la remise des sommes revenant aux ouvriers, apprentis, est faite lors de la réouverture des cours de l'année suivante en présence des membres du bureau du comité. Ce système paraît donner de bons résultats. Le professeur obtient plus facilement l'ordre, l'assiduité et le travail dans son cours.

CONFÉRENCES

La Société républicaine d'instruction de Montreuil s'occupe des conférences d'une façon toute particulière depuis neuf ans. Le succès des conférences avec projections lumineuses s'étant rapidement accentué, le comité a servi d'intermédiaire entre les fabricants d'appareils et les instituteurs.

Elle fait profiter ceux-ci des remises ou des subventions qu'elle obtient de la Ligue de l'enseignement, et quand elle n'en obtient pas, elle subventionne elle-même en se contentant de ce que les instituteurs peuvent recueillir de leurs auditeurs ou de leur conseil municipal pour l'achat de l'appareil.

SERVICE DES VUES ET APPAREILS A PROJECTION

La société a organisé un service de vues. Ce service est difficile et très coûteux. Chaque conférence, en effet, exige vingt à vingt-cinq vues au moins.

Les vues sur pellicules ne donnent pas ce qu'on espérait et, pour en citer un exemple, les vues du journal *Après l'École* ne sont pas appréciées; car jusqu'à présent elles ne donnent pas d'images suffisamment nettes sur les écrans.

Les seules vues qui produisent de l'effet et plaisent beaucoup sont les vues photographiques sur verre. Elles coûtent cher. Nous obtenons de la Ligue de l'enseignement et du Musée pédagogique du ministère de l'instruction publique quelques prêts de collections pour toute la saison d'hiver. Avec les vues que nous avons acquises, nous sommes parvenus à mettre à la disposition des instituteurs de l'arrondissement quarante et une collections. La plupart d'entre elles sont accompagnées d'une conférence ou d'une notice explicative qui permet à l'instituteur de donner une séance au cours d'adultes sans avoir à la préparer longuement.

Ces conférences et ces notices ont été faites pour la plupart par le directeur de notre école communale. Ce service nécessite une correspondance très étendue ; les instituteurs sont invités à nous indiquer quelle collection ils désirent et il faut établir un roulement d'après les demandes faites.

Le comité exige que l'instituteur qui profite de nos collections et de nos conférences fasse une quête avec le tronc au profit de la société. Ces quêtes sont généralement assez fructueuses.

Les conférences faites à Montreuil sont d'un ordre plus relevé ; elles sont faites, en général, par des professeurs de l'enseignement secondaire de Boulogne ou d'Amiens, qui ont voulu montrer par là la solidarité qui unit tous les membres de l'Université.

CERCLES SCOLAIRES

Le cercle scolaire créé à Montreuil avec l'appui de la société et administré par un comité tout à fait indépendant, mais dont les membres ont été pris dans le comité de la Société républicaine d'instruction, a servi de modèle à la plupart des cercles scolaires fondés dans l'arrondissement. Les sacrifices faits par le comité pour ce cercle sont assez importants.

La Société républicaine d'instruction a abonné le cercle scolaire à dix revues ou publications périodiques : *la Nature*, *la Science en famille*, *la Science pour tous*, *le Tour du Monde*, *le Magasin pittoresque*, *le Magasin d'éducation et de récréation*, *le Musée des familles*, *le Monde moderne*, *Après*

l'école, *la Revue encyclopédique*. Le cercle les reçoit, les conserve et les rend à la fin de l'année à la société, qui les fait relier et les met sur les rayons de sa bibliothèque populaire.

Pour les cercles scolaires des communes rurales, le comité s'est fait renseigner par M. l'inspecteur des écoles primaires, avec lequel il entretient des relations suivies. Il a obtenu la liste des cercles les mieux organisés; il les a abonnés, à titre de récompense et d'encouragement, à une ou à deux publications périodiques dont on leur a laissé le choix.

FÊTE DES CERCLES SCOLAIRES

Le comité a organisé, le 19 juin 1898, une fête réunissant tous les cercles de l'arrondissement. Dans la séance du matin, les instituteurs et les directeurs du cercle, sous la présidence de M. Bayet, directeur de l'enseignement primaire au ministère de l'instruction publique, ont étudié les principes de la fondation de ces cercles, les moyens pratiques de les appliquer. L'après-midi a eu lieu la fête proprement dite : concours de tir, de gymnastique, de foot-ball, de quilles, de ballon, de courses, de diction, de chant. Nous avons voulu coordonner les efforts des directeurs des cercles, leur faire arrêter un plan d'organisation pratique, leur montrer ce qu'on pouvait faire en mettant sous leurs yeux les résultats obtenus dans le cercle scolaire de Montreuil. Il ne faut pas s'attendre à un succès financier dans une pareille entreprise. La société a fait une recette insignifiante et une dépense considérable; elle ne pourra recommencer de sitôt. Cependant une fête annuelle des cercles est un des meilleurs moyens d'assurer une durée à une institution qui existe depuis trop peu de temps et nécessite trop d'efforts de la part des instituteurs pour qu'on puisse espérer pour elle un long avenir.

CONCOURS DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

L'arrondissement de Montreuil est essentiellement agricole, et afin de montrer que la société se préoccupe de la classe la plus nombreuse, celle des cultivateurs, le comité, avec l'appui de la Société d'agriculture et l'aide du professeur, organise un concours annuel de l'enseignement agricole et distribue des diplômes et des prix. Le nombre des concurrents, filles et garçons, augmente tous les ans, et ce concours excite les instituteurs à soigner particulièrement cette partie du programme.

MUTUALITÉ SCOLAIRE

Cette année, le comité a étudié le fonctionnement de la mutualité scolaire et a contribué pour sa bonne part à l'organisation de cette œuvre

dirigée par M. l'inspecteur primaire. Le comité a fait tous les frais des imprimés et a voté, pour commencer et à titre d'encouragement, une allocation de 5 centimes par élève inscrit, et ce pour tout l'arrondissement.

RESSOURCES DE LA SOCIÉTÉ

Je termine en vous indiquant quelles sont les ressources de la société pour donner la vie à toutes les œuvres que je viens d'énumérer. L'arrondissement de Montreuil ne compte aucun centre important. Il y a 141 communes et 78.000 habitants. Nous sommes parvenus à grouper 627 membres. La cotisation est de 3 francs par an. Le but des fondateurs, en fixant un chiffre si minime, était d'attirer dans la société jusqu'aux commerçants peu aisés et aussi les ouvriers agricoles ou autres, afin de donner à cette société le caractère populaire et démocratique que nous recherchions avant tout. Nous avons été sur ce point absolument déçus. Après dix-huit ans d'existence, nous ne voyons pas encore arriver dans nos rangs les républicains pour lesquels nous fondions plus particulièrement cette œuvre. Néanmoins, le chiffre de 3 francs paraît être accepté plus facilement.

Nous faisons tous nos efforts pour qu'il y ait au moins un tronc de la société dans chaque commune. Ces troncs sont tricolores; le nom de la société y est inscrit en caractères apparents.

Les recettes sont recueillies deux fois par an par l'instituteur de la commune, sauf à Montreuil, où elles sont faites par deux membres du comité. Le trésorier adjoint centralise aussi les dons et quêtes. Des quêtes sont assez fréquemment faites soit à propos des mariages, soit à propos des réunions, conférences. Nous les signalons dans le journal avec remerciements aux donateurs.

Bref, notre budget est d'environ 3.000 francs, et c'est avec cette faible somme que nous donnons à l'enseignement populaire l'appui effectif que cette communication vous permet d'apprécier.

Nous avons eu le plaisir de voir les arrondissements de Béthune et d'Arras suivre notre exemple. Boulogne-Ville a bien une société du sou des écoles, mais c'est plutôt une œuvre scolaire de bienfaisance, et sa société, la Bibliothèque populaire, n'est pas, comme notre société, associée à la vie de l'enseignement primaire.

S'il y avait, dans tous les arrondissements de France, une société comme la nôtre, quelle force en retirerait le développement de l'instruction populaire!

Votre association serait encore dans son programme et ajouterait quelque chose à sa gloire déjà grande si quelques-uns de ses membres voulaient suivre notre exemple et contribuer à fonder dans leur arrondissement une société analogue à celle dont je viens d'esquisser devant vous, la souple et solide organisation.

M. CACHEUX

à Paris.

HABITATIONS A BON MARCHÉ EN ALLEMAGNE [334.(43)]

— Séance du 15 septembre —

L'état défectueux des petits logements, qui a été signalé dans tous les pays industriels, vers le milieu du XIXe siècle, est dû, en Allemagne, à deux causes principales, savoir : l'émigration dans les villes et la création d'usines dans le voisinage des communes, soit urbaines, soit rurales.

L'émigration dans les villes a été constatée par le service de statistique qui est, depuis longtemps, parfaitement organisé en Allemagne. Nous trouvons, dans un ouvrage publié en 1795, d'intéressants détails sur les maisons qui, à cette époque, se trouvaient à Mannheim et la manière dont elles étaient habitées, qui permettent de comparer l'état actuel des logements à celui qui existait autrefois. Pour faciliter la comparaison, nous avons dressé le tableau ci-dessous :

ANNÉES	NOMBRE DE		MOYENNE des MÉNAGES par maison	PROPORTION DE MAISONS		NOMBRE MOYEN PAR LOGEMENT	
	maisons	ménages		à un ou deux ménages	à trois ou quatre ménages	de chambres	de pièces à feu
1795	1.495	4.385	2,9	50 0/0	33 0/0	3,4	2,1
1895	3.841	19.093	5	29 0/0	27 0/0	3,3	2,4

Ce tableau fait voir que la population a augmenté et qu'il en a été de même du nombre des ménages par maison.

La proportion de maisons contenant de un à deux ménages a diminué, tandis que celle de maisons renfermant plus de quatre ménages s'est élevée considérablement. Le nombre de chambres par logement n'a pas diminué d'une manière sensible, mais celui des pièces à feu a augmenté.

Avec l'aide des documents qui nous ont été fournis par M. le baron de Magnus, nous avons pu dresser le tableau ci-dessous :

NOMS DES VILLES	NOMBRE MOYEN D'HABITANTS			
	DANS UNE PROPRIÉTÉ		DANS UNE MAISON	
	1890	1895	1890	1895
Berlin	67	72,1	54,9	52,9
Breslau	49,7	51,2	33,9	36,8
Munich	31,9	34,4	21,8	25
Cologne	14,6	15,3	13,9	14,9
Hall	25,3	25,9	21,9	20

On voit que dans les grandes villes allemandes que nous citons, le nombre moyen des habitants augmente par propriété et qu'il n'en est pas de même par maison, sauf pour Berlin et Hall, où il diminue légèrement. Ce fait, que l'on constate dans presque tous les centres urbains, tend à prouver que les maisons nouvelles sont composées de plusieurs logements. La statistique permet de démontrer que dans plusieurs villes, les petits logements tendent à devenir plus vastes, comme le fait voir le tableau ci-dessous, dressé avec les chiffres fournis par la municipalité de Leipzig :

CONTENANCE DES LOGEMENTS	PROPORTION POUR 1.000 LOGEMENTS			
	VIEILLE VILLE		NOUVELLE VILLE	
	1885	1895	1890	1895
1 chambre à feu sans dépendances	16	12	8	9
1 — avec —	240	192	488	429
2 chambres à feu avec dépendances	265	262	383	415
3 — —	219	254	79	99
4 — —	112	135	21	27
5 — —	148	145	21	21

Le nombre des logements composés d'une chambre à feu sans dépendances diminue dans la vieille ville, ainsi que celui des logements composés d'une et de deux chambres à feu avec dépendances ; par contre, la proportion des logements de trois et quatre pièces augmente. Dans la nouvelle ville, l'état du logement s'améliore également au point de vue du nombre de pièces. Mais nous voyons avec peine une proportion de 438 logements sur 1.000 composés d'une seule pièce.

Sur 1.000 habitants, il y avait :

DANS DES LOGEMENTS COMPOSÉS DE	VIEILLE VILLE		NOUVELLE VILLE	
	1885	1895	1885	1895
1 à 2 pièces.	454	408	445	287
3 et 4 pièces	359	409	526	583

Ainsi qu'on le voit, dans la vieille ville comme dans la nouvelle ville, le nombre de personnes habitant des logements de 1 à 2 pièces diminue tandis que celui des familles habitant 3 et 4 pièces augmente.

Dans toutes les villes allemandes, les circonstances ne sont pas aussi favorables, surtout au point de vue du nombre de chambres qui sont à la disposition des habitants.

Nous indiquons ci-dessous le nombre moyen d'habitants correspondant à une chambre dans les diverses catégories de logements, en ne tenant pas compte des pensionnaires et des personnes logées à la nuit :

LOGEMENTS CONTENANT	NOMBRE MOYEN D'HABITANTS PAR							
	VIEILLE VILLE				VILLE NOUVELLE			
	logement		pièce à feu		logement		pièce à feu	
	1885	1895	1885	1895	1885	1895	1885	1895
1 chambre à feu sans dépendances.	2,20	1,52	2,20	1,52	1,66	1,54	1,66	1,53
1 — avec — .	3,95	3,58	3,92	3,58	4,07	3,99	4,07	3,98
2 chambres à feu avec dépendances.	5,10	4,58	2,54	2,28	4,86	4,75	2,43	2,37
3 — — — .	5,47	4,80	1,82	1,50	5,03	4,76	1,67	1,58
4 — — — .	5,75	5,12	1,43	1,27	5,21	5,11	1,30	1,27

Ainsi qu'on le voit, il y a encore beaucoup de logements dans de mauvaises conditions, car dans les logements composés d'une seule pièce, il y a un nombre moyen de 3,58 à 4,07 d'habitants.

La statistique permet encore d'établir que le nombre de maisons à étages augmente beaucoup. Ainsi, sur 1.000 logements, il y en avait :

	Au 3e étage.	Au 4e étage.
En 1890	179	71
En 1895	190	89

Par contre, la proportion des logements dans les caves et dans les greniers a diminué dans de notables proportions.

Les loyers des petits logements composés de plus d'une pièce augmentent d'une façon continue, ainsi que l'indique le tableau ci-dessous :

DÉSIGNATION DES LOGEMENTS	VIEILLE VILLE		NOUVELLE VILLE	
	1885	1895	1890	1895
1 pièce à feu sans dépendances. . . .	127,11	93,67	90,63	70,12
1 — avec —	192,18	210,11	163,90	169,30
2 pièces à feu avec dépendances. . . .	261,59	266,13	250,20	259,30
3 — — —	349,42	358,55	346,10	368,89
4 — — —	473,79	470,84	595,70	565,85

Le prix des loyers augmentant, les habitants ne sont pas disposés à supprimer l'usage de prendre des pensionnaires et de loger des personnes pendant la nuit. Cette coutume est très répandue en Allemagne, et l'on peut s'en assurer en consultant les registres de la statistique des villes de ce pays. A Charlottenbourg, on a cherché la proportion des logements qui sont occupés par les membres d'une seule famille, et l'on a trouvé qu'il y en avait, dans ce cas, 17.748, soit 57 0/0 du nombre total des habitants.

En étudiant la composition de 10.761 ménages, on a trouvé que 6.002 d'entre eux, soit 25 0/0, logeaient des serviteurs ; 3.248, des sous-locataires ; 1.449, des pensionnaires à la nuit ; et 62, des sous-locataires et des pensionnaires.

A Charlottenbourg, 15 0/0 des familles prennent des sous-locataires et des pensionnaires à la nuit. A Berlin, la proportion est plus élevée encore ; elle y atteint 20 0/0. La coutume de loger des pensionnaires pendant la nuit est funeste au point de vue moral ; c'est pourquoi le gouvernement a essayé de la combattre, mais il n'a pas obtenu de succès.

Dans les villes allemandes dont la population dépasse 100.000 habitants, la proportion des sous-locataires hommes varie de 26 à 122 0/0 ; celle des pensionnaires à la nuit (hommes), de 1,8 à 77,2 0/00 ; la proportion des femmes sous-locataires, de 4,8 à 30,9 0/00, et celle des femmes pensionnaires pendant la nuit, de 0,2 à 25,6.

Pour se faire une idée de l'encombrement résultant de la coutume de prendre des pensionnaires, étudions la manière dont sont habités les logements dans lesquels on les reçoit.

A Charlottenbourg, sur les 1.511 ménages qui logeaient des pensionnaires pendant la nuit :

19	occupaient des logements		d'une seule pièce ;
483	—		de 2 pièces ;
872	—		de 3 pièces ;
107	—		de 4 pièces ;
30	—		de 5 pièces et plus.

Parmi les 19 ménages à 1 chambre qui prenaient chacun 1 pensionnaire à la nuit, il y en avait 6 qui étaient composés de 1 homme avec des enfants, 4 de 1 femme avec enfants et 2 de mari et femme avec enfants.

558	logements	d'une seule pièce	contenaient	6 habitants.
229	—	—	7	—
127	—	—	8	—
37	—	—	9	—
11	—	—	10	—
7	—	—	de 11 à 13	—

Enfin, dans 3 logements formés chacun par une cuisine, il y avait dans l'un 6 habitants et dans chacun des 2 autres 7 habitants.

En présence de tels résultats, les autorités municipales ne pouvaient pas rester indifférentes, mais avant d'agir énergiquement, elles voulurent savoir s'il existait un nombre suffisant de logements dans les villes pour loger convenablement leurs habitants et elles firent le dénombrement des locaux vacants qui existaient, ainsi que celui des nouveaux logements qui étaient édifiés chaque année.

Si nous consultons le tableau des logements vacants dans les villes allemandes, nous voyons que le taux des vacances varie de 0,68 0/0 (proportion des vacances à Stuttgart), à 8,10 0/0 (proportion relevée à Breslau). En étudiant la composition des logements vacants, on voit que ce sont les plus petits qui font le plus défaut et qu'il serait nécessaire de provoquer leur construction.

Nous n'avons pas trouvé, en Allemagne, de tableau indiquant le nombre des maisons nouvelles et celui de l'augmentation de la population des villes, mais nous reproduisons ci-dessous un relevé de ce genre fait à Zurich, qui tend à prouver que l'importance de l'émigration vers les villes diminue :

ANNÉES	POPULATION	NOUVELLES MAISONS	AUGMENTATION DE LA POPULATION
1894	126.497	334	12.360
1895	139.674	354	13.177
1896	151.994	410	12.320
1897	158.504	374	6.510
1898	161.726	228	3.222

En 5 ans, il a été bâti 10.199 logements, soit 1 pour 5 personnes.

Dans les centres urbains, la statistique fournit un grand nombre d'éléments pour se rendre compte de l'état des petits logements. Nous pouvons encore ajouter à ceux que nous avons énumérés, ceux qui sont donnés par le service d'hygiène. En Angleterre, on admet que le taux de la mortalité est un indice de la présence de foyers d'insalubrité ; ainsi, quand, dans un quartier, la mortalité moyenne dépasse celle de la ville, la municipalité les fait inspecter d'une manière spéciale et prend les mesures nécessaires pour y remédier.

En Allemagne, l'état défectueux des petits logements, dans les villes, a été relevé à l'aide de nombreuses enquêtes faites, soit par la municipalité, soit par des sociétés, soit par des particuliers.

Les funestes effets de l'encombrement dans les villes allemandes ayant été décrits de façon à intéresser l'opinion publique, de vigoureux efforts ont été faits pour les supprimer par toutes les forces vives du pays.

L'État a pris part à l'action commune en intervenant législativement et pécuniairement.

Les lois promulguées en faveur des petits logements autorisent l'expropriation des immeubles qui sont impropres à l'habitation ou qui constituent des foyers d'insalubrité. Le législateur allemand tend à considérer le propriétaire qui loue ses immeubles comme un commerçant ordinaire, et il estime qu'il est tout aussi contraire à la loi de louer des logements défectueux que de vendre des aliments nuisibles à la santé.

Cette opinion est adoptée en Angleterre et aux États-Unis, et la méthode d'indemniser les propriétaires de maisons insalubres expropriées, en leur accordant la valeur des matériaux et le prix du terrain, commence à se généraliser.

L'État prussien est propriétaire de mines, de chemins de fer et d'autres établissements.

En qualité de propriétaire de mines, il s'est occupé de mettre à la disposition de ses ouvriers des logements convenables, et il a employé, à cet effet, tous les moyens usités par les industriels (cession gratuite de

terrain, prêt d'argent avec ou sans intérèts, fourniture de matériaux, location à prix réduit de maisons modèles, etc.).

L'État n'a pas voulu s'occuper lui-même du logement des ouvriers et petits employés des chemins de fer, mais par une loi du 2 juillet 1898, il a mis, à un taux très réduit, 5 millions de marcs à la disposition des sociétés coopératives créées entre ouvriers et employés de chemins de fer, pour construire des logements. Cette somme ayant été très rapidement absorbée, l'État a décidé l'emploi de deux sommes d'égale importance pour loger les petits employés et ouvriers des divers services dont il s'ést chargé.

Les municipalités allemandes jouent un grand rôle dans l'amélioration des petits logements.

Dans toutes les villes il a été promulgué des règlements très stricts concernant la mise en bon état des petits logements. En ce qui concerne les nouvelles constructions, toutes les précautions ont été prises pour empêcher la création de foyers d'insalubrité. Il est interdit de construire sur des terrains non desservis par des voies de communication approuvées, les plans des constructions doivent être approuvés, des inspecteurs en surveillent l'exécution, il est défendu de les modifier, sans en aviser l'autorité, et l'autorisation d'habiter n'est donnée qu'après examen définitif des conditions d'hygiène de l'immeuble terminé.

Les municipalités s'occupent de la manière d'habiter les maisons ; des visites périodiques par des inspecteurs spéciaux ont pour objet de voir s'il ne s'est pas créé des foyers d'insalubrité, soit par encombrement des lieux habités, soit par l'état défectueux des canalisation du service des vidanges, etc.

En ce qui concerne les constructions existantes, les municipalités font leur possible pour en faire améliorer l'état, mais elles sont arrêtées par la pénurie des petits logements disponibles ; elles peuvent bien forcer les propriétaires à construire en tenant compte des règles de l'hygiène, mais elles n'ont pas encore obtenu l'autorisation de leur imposer un loyer minimum. Dans une enquête faite par les corporations réunies des divers corps d'états, le rapporteur déplore que la proportion de la valeur des loyers à celle des salaires soit de 1/5 à 1/3 et que pour les prix payés les travailleurs ne peuvent obtenir que des logements d'une surface insuffisante.

Les municipalités font donc les plus grands efforts pour provoquer la construction de petits logements et, quand elles auront atteint ce résultat, elles agiront avec plus de vigueur si elles suivent l'exemple du bourgmestre de Posen qui, dans un de ses discours, déclare que lorsqu'il y aura dans cette ville un nombre suffisant de petits logements, il n'y tolérera plus le scandaleux état des habitations mises à la disposition des tra-

vailleurs. Les efforts des municipalités faits pour provoquer la construction de petits logements sont de deux sortes : d'abord elles cherchent à modifier les règlements qui concernent la construction des petits logements de façon à les rendre moins onéreux; ensuite elles consentent à faire des sacrifices pécuniaires plus ou moins importants en faveur des constructions d'habitations à bon marché. Ces sacrifices consistent soit en remises d'impôts, soit en cession de terrain, soit gratuitement, soit à prix réduits; en location de terrain par baux emphytéotiques, en prise d'actions ou d'obligations de sociétés de construction d'habitations à bon marché, en garantie d'intérêt des actions.

Quelques communes ont construit elles-mêmes des maisons à petits logements. Les raisons qu'elles invoquent pour faire cet acte anti-économique sont qu'elles font œuvre de patron en logeant soit des ouvriers, soit des employés qu'elles emploient et qu'elles ne tiennent pas, en payant le loyer des malheureux qu'elles sont forcées d'entretenir, à encourager le maintien des taudis dans lesquels ils sont obligés de vivre.

Nous ne nous étendrons pas plus longtemps sur les moyens employés par les municipalités allemandes pour provoquer la construction de petits logements; nous ferons seulement remarquer que dans notre pays on pourrait en adopter d'analogues, notamment celui qui consiste à établir des rues en tenant compte de l'importance de la circulation auxquelles elles donnent lieu. Nous ne comprenons pas que l'on exige dans certaines villes de France, pour le classement des rues, qu'elles soient pavées, munies d'égouts de vastes dimensions, qu'en un mot elles reviennent à 400 francs le mètre linéaire, tandis qu'elles pourraient être faites à un prix dix fois moins considérable.

Les caisses d'assurances contre l'invalidité et la vieillesse ont beaucoup contribué à la création de petits logements convenables.

Ces sociétés, étant autorisées à prêter sur hypothèques des capitaux représentant les trois quarts d'une petite maison, ont employé de cette façon une somme de 35 millions de marcs.

Les caisses d'épargne ont suivi la même voie, ainsi que les sociétés d'assurances sur la vie.

L'esprit d'association étant très répandu en Allemagne, on trouve des sociétés ayant les formes les plus diverses, qui s'occupent de la construction des petits logements.

La petite propriété étant assez difficile à gérer, les spéculateurs préfèrent construire des appartements c'est pourquoi les sociétés coopératives d'ouvriers et de petits employés, s'occupant d'habitations à bon marché, deviennent de plus en plus nombreuses. Tout récemment, il vient de se créer à Dusseldorf une fédération de sociétés d'habitations à bon marché,

ayant pour objet d'en augmenter le nombre. Jusqu'à présent la fédération compte dans son sein près de soixante sociétés.

Les sociétés philanthropiques sont peu nombreuses, surtout celles qui, suivant le système mulhousien, donnent à leurs membres un intérêt modéré de 4 0/0 par exemple. Par suite de la baisse du taux de l'intérêt, les sociétés limitant leurs dividendes à 4 0/0 sont aujourd'hui considérées en général comme ayant pour but la spéculation.

Les Sociétés de bienfaisance n'ont pas non plus une grande influence sur la propagation des petits logements. Les besoins de la vie augmentent dans de telles proportions, qu'en Allemagne comme dans les autres pays civilisés, les ressources de la charité sont impuissantes pour faire vivre les personnes qui ne veulent pas gagner leur vie ou qui en sont incapables.

Les personnes charitables ne manquent pas en Allemagne et l'on y trouve des fondations de tous les genres. Une des plus remarquables est celle qui est due aux deux frères Fugger qui, en 1521, firent construire un groupe de cinquante-trois maisons à deux logements dans la ville d'Augsbourg, pour y loger les personnes dignes d'intérêt, incapables de payer leur loyer. Les habitants de cette cité, qui existe encore aujourd'hui, sont tenus de payer une contribution de 3 fr. 25 par an, pour payer les réparations, de tenir leur logement en bon état et de dire tous les jours un *pater* et un *ave* pour le repos de l'âme des fondateurs. Les frères Fugger, pour faire vivre leur fondation, lui ont assuré une rente au moyen d'un capital placé à intérêts. Par suite de l'élévation croissante des frais d'entretien et des charges qui grèvent les immeubles, la valeur de la rente n'est pas suffisante pour couvrir les dépenses de la fondation, mais les héritiers des frères Fugger paient la différence.

Il eût été préférable de suivre le système Peabody, c'est-à-dire de louer les maisons de façon à retirer 3 0/0 du capital engagé et de consacrer les rentrées à la construction de nouveaux immeubles. Ce système a été suivi dans plusieurs villes allemandes et donne d'assez bons résultats. Une deuxième cause d'encombrement a été la création d'usines, mais il faut reconnaître, à la louange des patrons, que, dès que leurs affaires sont prospères, ils s'occupent de bien loger leurs ouvriers. On trouve parmi eux quelques exceptions ; ainsi l'on cite un manufacturier qui n'a pas rempli l'engagement de construire des maisons pour loger son personnel, qu'il avait pris pour obtenir l'autorisation de construire son usine ; mais, en général, les rapports des inspecteurs du travail, qui parmi leurs attributions ont celle de visiter les maisons d'ouvriers, constatent que les logements des travailleurs sont bien tenus et bien préférables à ceux des paysans.

Le mauvais état des logements dans les campagnes a été signalé par de nombreuses enquêtes faites soit par des corps constitués, soit par des associations.

Les grands propriétaires fonciers s'occupent depuis longtemps du logement de leurs ouvriers à demeure, mais il n'en est pas de même de ceux qu'ils emploient temporairement. Ainsi l'on cite plusieurs cas où des ouvriers célibataires sont logés dans des locaux impropres à l'habitation humaine.

Les autorités agissent du reste énergiquement et elles viennent d'interdire l'habitation dans les dernières grottes où des malheureux vivaient dans la plus grande promiscuité.

En résumé, la question des petits logements est étudiée d'une manière sérieuse en Allemagne, de grandes sommes sont consacrées annuellement à la construction d'habitations à bon marché et il serait désirable que dans notre pays il fût fait par les municipalités des efforts aussi considérables que chez nos voisins pour améliorer les demeures des travailleurs.

M. Ch. MOROT

Vétérinaire, Directeur de l'abattoir de Troyes.

ORGANISATION DE L'INSPECTION SANITAIRE DES VIANDES ALIMENTAIRES EN FRANCE [614.319 (44)]

— Séance du 18 septembre —

En 1898, à la session de Nantes, j'ai prouvé, à l'aide de documents officiels multiples, que d'énormes quantités de viandes malsaines étaient débitées en France, dans un grand nombre de départements, en raison de l'insuffisance ou de l'inexistence de l'inspection sanitaire.

Depuis cette époque, j'ai pu étudier la question sous une autre forme dans les règlements de plusieurs centaines d'abattoirs publics français. Je donne ci-après, au chapitre *Documents*, un extrait tantôt résumé et tantôt textuel d'une grande partie de ces pièces (1), de façon à faire connaître exactement la situation desdits établissements au point de vue du personnel sanitaire.

Dans les cent cinquante et quelques villes examinées plus loin à ce sujet,

(1) Les numéros des articles des règlements *précèdent* les extraits *textuels* et suivent les extraits *résumés*. Ces derniers renferment parfois des parties textuelles qui sont alors guillemetées.

la manière d'être de l'inspection des viandes se présente sous des aspects variés.

Ici, ce service est confié à un directeur ou à un concierge d'abattoir, à un employé d'octroi, à un commissaire ou à un agent de police, à un boucher exerçant ou à une personne quelconque appelée inspecteur sans autre attribution de qualité, en dehors de toute intervention vétérinaire, sauf dans de rarissimes cas jugés douteux par les titulaires ou contestés par les propriétaires d'animaux.

Là, des vétérinaires sont chargés du service dans des conditions très diverses. En certaines villes, ils opèrent seuls ; en d'autres, ils sont assistés d'auxiliaires non vétérinaires, initiés aux principes élémentaires et à la pratique courante de l'inspection, agissant sous leur contrôle et leur responsabilité, nommés selon les localités inspecteurs adjoints, sous-inspecteurs, contrôleurs, vérificateurs, etc. Les uns sont exclusivement attachés à leurs fonctions sanitaires, auxquelles ils consacrent généralement un temps de présence régulier et plus ou moins long. Les autres exercent leur profession de vétérinaire traitant concurremment avec leur service d'hygiène qui est un accessoire souvent peu attachant et parfois plus ou moins négligé.

L'inspection uniquement vétérinaire comme à Paris, Limoges, Verdun, Orléans, Agen, Saint-Mihiel, Chambéry, Orthez, Melun, etc., est incontestablement le meilleur système, quand elle comprend un nombre suffisant d'inspecteurs. Elle n'a que le défaut d'être coûteuse; mais cet inconvénient ne l'empêchera pas de s'imposer dans l'avenir. Actuellement, les exigences commerciales souvent exagérées, les nécessités budgétaires prétendues ou réelles, les tendances restrictives de beaucoup de municipalités incomplètement familiarisées avec l'hygiène publique sont autant d'obstacles à sa prompte installation. Elles ne permettent présentement que l'inspection mixte, c'est-à-dire effectuée avec des auxiliaires praticiens, par des vétérinaires chefs de service exerçant leur profession comme à Saint-Étienne, Caen, Lille, etc., ou ne faisant aucune clientèle personnelle comme à Lyon, Bordeaux, Nantes, Roubaix, Dijon, Troyes, Besançon, Bourges, etc. (1).

A Troyes, l'inspection de l'abattoir et des débits de viandes a été confiée à un inspecteur, ancien boucher, jusqu'au 31 août 1884; puis à partir de cette époque à un vétérinaire, nommé inspecteur après concours, avec interdiction de faire de la clientèle personnelle, et assisté du titulaire antérieur devenu sous-inspecteur. Le 1er janvier 1886, un contrôleur praticien a remplacé ce dernier mis à la retraite, et en 1894 un second contrôleur a été institué.

(1) D'après l'art. 63 de la loi sur le Code rural du 21 juin 1898, tout abattoir doit être pourvu d'une inspection sanitaire vétérinaire aux frais de la commune. Celle-ci peut se rembourser cette dépense *obligatoire* par l'établissement d'une taxe sur les animaux abattus.

Règlement de l'abattoir de Troyes (Aube), 29 décembre 1894.

Deux contrôleurs sont « chargés, conjointement avec le vétérinaire inspecteur (chef du service) et sous sa responsabilité, de visiter et marquer toutes les viandes provenant des animaux sacrifiés à l'abattoir ». Ils le remplacent momentanément en cas d'absence pour raison de service, mais ne peuvent estampiller que les viandes absolument saines. Au moindre doute, ils consignent les animaux jusqu'au retour du vétérinaire inspecteur, lequel visite tous les sujets suspects de mauvaise qualité ou de maladie et a seul qualité pour faire les saisies (art. 2 et 59). — En outre, un des contrôleurs visite seul ou avec le vétérinaire : journellement les marchés de denrées alimentaires, fréquemment les débits de viande de boucherie et de charcuterie, les établissements des tripiers, des marchands de volailles et de poissons installés en ville (art. 2 et 93). — Toutes les viandes sont examinées par le vétérinaire ou les contrôleurs pendant l'ouverture de l'abattoir, à toute heure du jour et sauf les restrictions suivantes (1) : l'inspection est interrompue : 1° de 11 heures du matin à 2 heures du soir, en janvier, février, mars, avril, septembre, octobre, novembre, décembre ; 2° de 11 heures à 3 heures, en mai, juin, juillet, août (art. 58). — Les viandes foraines sont inspectées à l'abattoir (art. 83), aux heures ordinaires d'inspection, contrairement à l'art. 82, qui fixe des heures spéciales d'introduction.

*
* *

Voir les conclusions de ce travail aux procès-verbaux de 28e session (Boulogne-sur-Mer) (2).

DOCUMENTS

1. — *Règlement de l'abattoir de Langres (Haute-Marne), 13 août 1833.*

Art. 4. Aucune pièce de bétail ne pourra être abattue avant qu'elle ait été visitée et reconnue saine par le commissaire de police ou le préposé pour le service de l'abattoir ou des boucheries.

1 *bis*. — *Règlement de l'inspection des viandes à Langres (Haute-Marne), 24 janvier 1894.*

Le vétérinaire inspecteur visite à l'abattoir, de 4 heures à 5 heures du soir, les animaux vivants, puis abattus et les viandes foraines. Il visite aussi

(1) L'abattoir est ouvert de 5 heures du matin à 8 heures du soir, en mai, juin, juillet, août ; de 6 heures du matin à 7 heures du soir, en septembre, octobre, mars, avril ; de 7 heures du matin à heures du soir, en novembre, décembre, janvier, février. L'inspection est suspendue une heure avant la fermeture les jours ordinaires ; elle cesse à 11 heures du matin et l'abattoir ferme à 2 heures du soir les dimanches et fêtes (art. 17).

(2) *Association pour l'avancement des sciences*, C. R. de la 28e session. Première partie. Documents officiels. Procès-verbaux. P. 362-363.

ces dernières aux boucheries et aux charcuteries du marché, tous les jours dudit marché et pendant l'heure en précédant l'ouverture (art. 3, 4, 7 et 20).

2. — *Règlement de l'abattoir de Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais), 29 octobre 1834.*

ART. 5. Les bestiaux et porcs seront visités au moment de leur entrée à l'abattoir par le directeur ou par le concierge délégué par lui, à l'effet de s'assurer si chaque animal est sain et peut-être livré à la consommation. Ils ne pourront entrer dans les étables qu'après la visite. En cas de contestation, il en sera référé *au vétérinaire* ou à tout autre expert délégué par l'administration qui ne pourra être choisi que *parmi les médecins, chirurgiens ou officiers de santé.*

3. — *Règlement de l'abattoir de Melun (Seine-et-Marne), 1841.*

ART. 29. La surveillance générale de l'abattoir s'exercera particulièrement et journellement, par les soins du commissaire de police. — ART. 30. Ce fonctionnaire veillera au maintien du bon ordre, de la propreté ou de la salubrité dans toutes les parties de l'établissement, *ainsi qu'à l'état sain des bestiaux* qui seraient introduits dans l'abattoir, en s'adjoignant, *en cas de besoin*, un médecin-vétérinaire pour ce dernier objet.

3 *bis*. — *Règlement de l'abattoir de Melun (Seine-Marne), 31 janvier 1894.*

Tous les animaux abattus sont inspectés à l'abattoir par le vétérinaire-directeur chaque matin entre 8 et 10 heures, chaque soir entre 4 et 6 heures selon la saison (art. 64). — Les viandes foraines sont visitées à l'étal les jours de marché et à l'abattoir les autres jours (art. 74). — L'inspecteur peut être requis avec le commissaire de police pour visiter en ville les boucheries, charcuteries, triperies et autres magasins de denrées alimentaires (art. 80).

4. — *Règlement de l'abattoir du Mans (Sarthe), 3 juillet 1847.*

ART. 7. Après leur entrée dans les écuries de l'abattoir ou dans les échaudoirs, les bestiaux de toute espèce seront soumis à l'examen du vétérinaire, qui constatera s'ils sont sains et si, en conséquence, ils peuvent être livrés à la consommation... — ART. 33. Le vétérinaire fera tous les jours l'inspection des bestiaux arrivant à l'abattoir et celle des viandes abattues. — ART. 53... Les viandes (introduites par les bouchers et charcutiers forains) seront, comme le sont les bestiaux tués à l'abattoir, soumises à la visite du vétérinaire...

4 *bis*. — *Règlement de l'abattoir du Mans (Sarthe), 19 septembre 1856.*

(Les articles 7, 84 reproduisent textuellement les prescriptions des art. 7 et 53 de 1847.)

ART. 14. « Le vétérinaire fera tous les jours l'inspection des bestiaux arrivant à l'abattoir et celle des viandes abattues; cette inspection aura lieu de 2 heures à 5 heures du soir. — ART. 88. La vente des viandes (des bouchers et charcutiers forains ou de ceux de la ville) exposées en vente dans le lieu public susindiqué (pour la vente publique, ancienne boucherie du Mans) ne pourra avoir lieu que le mardi et le vendredi de chaque semaine. — ART. 89. Afin que les habitants puisssent être assurés que ces viandes ont été reconnues saines et propres à la consommation, l'artiste-vétérinaire fera chaque jour de l'ouverture de la boucherie publique, et à l'heure indiquée par l'Administration municipale, la visite

desdites viandes, en présence d'un employé de l'octroi qui en surveillera la vente, et celles qui seraient reconnues malsaïnes seront immédiatement enfouies. »

5. — *Règlement de l'abattoir de Givet (Ardennes), 22 septembre 1847.*

ART. 9. « Les bestiaux amenés à l'abattoir seront soumis, à toute réquisition, à la visite du commissaire de police ou du surveillant... — ART. 67. Il est enjoint aux commissaires et agents de police de faire des tournées d'inspection dans les magasins et boutiques des bouchers et des charcutiers... »

6. — *Règlement de l'abattoir d'Orléans (Loiret), 15 novembre 1847.*

ART. 11. « Aucun animal amené à l'abattoir en voiture ne poura y être abattu ou y séjourner, s'il n'a été dans les 24 heures de son introduction soumis à la visite du vétérinaire. — ART. 12. Dans le cas où un animal présenté pour être introduit à l'abattoir serait soupçonné d'être mort naturellement ou atteint d'une maladie contagieuse, les surveillants devront en avertir le receveur ou son représentant, lequel fera immédiatement appeler un vétérinaire. — ART. 13. L'inspecteur vétérinaire est chargé de la visite de tous les bestiaux introduits à l'abattoir et doit porter son attention sur tout ce qui peut compromettre la santé publique dans cet établissement. — ART. 14. Il sera tenu de faire au moins une visite par jour à l'abattoir. Il sera tenu en outre de se transporter à l'abattoir, chaque fois qu'il en sera requis par le receveur ou par le commissaire de police chargé de la surveillance de l'établissement. — ART. 15. Conformément à l'arrêté portant création d'un syndicat, les syndics et adjoints des bouchers et des charcutiers pourront, provisoirement et jusqu'à ce que la visite du vétérinaire ait eu lieu, s'opposer : 1° à ce que les bestiaux qu'ils soupçonneraient d'être atteints de maladies contagieuses soient introduits dans les étables de l'abattoir ; 2° à ce que les bestiaux déjà introduits soient abattus ; 3° à ce que les bestiaux abattus soient enlevés pour être introduits en ville. — Dans ces différents cas, si le syndic ou les adjoints, après l'examen du vétérinaire, persistent dans leur opposition, il sera statué par le maire ou le commissaire de police par lui délégué. — ART. 17. Dans le cas où, après qu'un animal a été abattu, il serait reconnu qu'il ne peut-être livré à la consommation, le receveur de l'abattoir en préviendra immédiatement le commissaire de police chargé de la surveillance de l'établissement, qui, sous la conduite des employés surveillants et aux frais du propriétaire, fera jeter dans la Loire toutes les chairs et issues, ou les fera transporter dans tout autre endroit désigné par l'Administration. Il est expressément défendu d'enlever ou de dégraisser une viande qui ne peut être livrée à la consommation. — ART. 18. Dans le cas où l'autorité municipale jugerait nécessaire, pour s'éclairer sur l'état d'un animal signalé comme impropre à la consommation, d'ordonner une contre-visite. les frais en seraient supportés par le propriétaire qui l'aurait réclamée, si l'animal était déclaré définitivement dangereux pour la consommation. — ART. 66. Les préposés à la bascule et le concierge s'opposeront à l'enlèvement, jusqu'à ce que la visite du vétérinaire ait eu lieu, des chairs de tout animal abattu, déjà visité ou non, mais que les syndics ou adjoints des bouchers ou charcutiers déclareraient malsain. »

6 *bis.* — *Règlement de l'abattoir d'Orléans (Loiret), 20 septembre 1888.*

Un vétérinaire inspecteur, auquel toute clientèle personnelle est interdite, inspecte à l'abattoir les animaux abattus et les viandes foraines ; 1° en mai, juin, juillet et août, de 7 heures à 7 heures et demie du matin, de 10 heures à 11 heures et de 5 heures et demie à 7 heures du soir ; 2° en mars, avril, septembre et octobre, de 7 heures et demie à 8 heures du matin, de 10 heures à 11 heures et de 4 heures et demie à 6 heures du soir ; 3° en novembre, décembre, janvier et février, de 8 heures à 8 heures et demie du matin, de 10 heures à 11 heures et de 3 heures et demie à 4 heures et demie du soir. Les dimanches et jours fériés l'inspection du soir n'a pas lieu (art. 3, 6 et 19). — Le vétérinaire surveille en ville et sur les marchés publics, les étaux, boutiques ou magasins servant à la vente de la viande de boucherie ou de charcuterie, des poissons, volailles, gibiers, des salaisons, conserves, etc. (art. 1 et 28).

7. — *Règlement de l'abattoir de Thiers (Puy-de-Dôme), 17 février 1851* (1).

ART. 13. « Avant leur entrée dans l'abattoir et dans les bouveries, les bestiaux seront visités par le vétérinaire ou *autre expert*, en présence d'un agent de police, pour s'assurer s'ils sont sains et en état d'être livrés à la consommation. — La visite ordinaire aura lieu tous les jours, de 4 à 5 heures du soir... »

8. — *Règlement de l'abattoir de Provins (Seine-et-Marne), 15 septembre 1851.*

ART. 4. « Les bestiaux seront visités immédiatement (à l'entrée) par le préposé à l'abattoir. Dans le cas où les bestiaux seraient reconnus ne pas être sains, et qu'une contestation s'élèverait, un vétérinaire délégué de l'administration sera appelé pour ensuite être procédé ainsi que de droit. Il en sera de même pour les bestiaux reçus à l'abattoir qui y tomberaient malades. »

9. — *Règlement de l'abattoir de Gap (Hautes-Alpes), 26 mai 1854.*

ART. 6. Les bouchers seront tenus de représenter à l'*agent de police* préposé à l'abattoir un certificat d'origine de chaque tête de bétail émané du maire de la commune où ils l'auront acheté, constatant qu'il n'y règne point d'épizootie et que l'animal était en état de santé au moment de la vente. — ART. 8. Ils seront tenus de présenter les animaux qu'ils voudront abattre à l'*agent de police* de service, lequel pourra les faire visiter et s'opposer à l'abatage, s'ils ne sont pas reconnus sains et de bonne qualité.

9 *bis.* — *Règlement de l'abattoir de Gap (Hautes-Alpes), 12 juin 1896.*

Le vétérinaire inspecteur visite tous les jours à l'abattoir les animaux vivants ou abattus, avec l'assistance du concierge marqueur. Ce dernier visite tous les animaux vivants et abattus, et mande le vétérinaire toutes les fois qu'il a quelque doute sur la santé d'un animal ou la salubrité d'une viande (art. 21). — Le concierge marqueur estampille les animaux abattus et les viandes foraines, sous la responsabilité du vétérinaire inspecteur (art. 23 et 25).

(1) Les viandes foraines introduites à Thiers sont soumises, en *présence d'un agent de police*, à la visite de l'*inspecteur de l'abattoir (Arrêté municipal du 2 octobre 1871, art. 1 et 2)*. — La visite en est faite, *en présence d'un employé de l'octroi*, par *l'inspecteur désigné à cet effet*, tous les jours de marché pendant une heure et demie après l'ouverture des barrières. *(Arrêté municipal du 6 août 1882. Art. 1 et 2.)*

10. — *Règlement de l'abattoir de Rennes (Ille-et-Vilaine), 16 avril 1855.*

La visite du vétérinaire-inspecteur « aura lieu au moins une fois par jour à des heures déterminées ». Elle portera sur tous les animaux avant et après l'abatage (art. 9).

11. — *Règlement de l'abattoir d'Avignon (Vaucluse), 28 novembre 1855.*

— Un inspecteur des viandes est chargé de visiter à l'abattoir tous les animaux abattus. Il ne reçoit que les sujets *sains* et *de bonne qualité* (art. 7 et 8.) En outre, deux inspecteurs extraordinaires pris parmi les médecins-vétérinaires de la ville, « nommés par le maire et révocables à sa volonté » comme le précédent, font des visites à l'abattoir « quand ils le jugent nécessaire et quand ils sont requis par le maire ». Ils sont appelés pour vérifier les viandes *malades* ou *de mauvaise qualité* et prononcent irrévocablement sur la destination à donner à ces viandes (art. 7).

12. — *Règlement de l'abattoir du Havre (Seine-Inférieure), 23 septembre 1856.*

Art. 6. Défenses sont faites aux bouchers et charcutiers d'abattre, de débiter ou mettre en vente aucuns animaux qui n'aient été préalablement visités, avant et après l'abatage, les cuirs, *courraie* et *corneillère* tenant à la bête, afin de s'assurer de leur bonne ou mauvaise qualité. Quant aux viandes qui proviendraient de bestiaux abattus hors de la ville, elles ne pourront être exposées en vente ou colportées par toute personne sans qu'au préalable elles aient été soumises à la visite. — Art. 7. Seront préposés par nous, à l'inspection des bestiaux et des viandes, des inspecteurs choisis, soit parmi les anciens bouchers et charcutiers, soit parmi les personnes étrangères à ces professions, pourvu qu'elles aient les connaissances nécessaires, ou, à défaut, parmi les bouchers et charcutiers en exercice. Dans ce dernier cas, les inspecteurs se feront assister au besoin dans leurs fonctions par un commissaire ou un agent de police. — Art. 8. Lorsque les inspecteurs exerceront la profession de boucher ou de charcutier par eux-mêmes ou leurs proches, les visites devront être faites chez eux par un des autres inspecteurs, ou à défaut, par tel boucher ou charcutier qui sera désigné par l'un des commissaires de police. Il en sera de même dans le cas d'empêchement des inspecteurs, soit par absence, soit par maladie. — Art. 11. Il est accordé à chacun des inspecteurs, sur le budget de la Ville, une indemnité pour leur déplacement, au moyen de laquelle il leur est interdit de ne rien exiger de ceux dont ils inspecteront les bestiaux.

12 *bis*. — *Règlement de l'abattoir du Havre (Seine-Inférieure), 27 juillet 1891.*

Le vétérinaire fait chaque jour à l'abattoir une ou plusieurs visites des bestiaux abattus ou à abattre (art. 2). — Trois inspecteurs assermentés visitent les animaux vivants et abattus et les viandes foraines (art. 4). — Les animaux abattus sont inspectés gratuitement : de 6 heures du matin à 7 heures du soir, en mai, juin, juillet, août ; de 7 heures du matin à 7 heures du soir, en septembre, octobre, mars, avril ; de 7 heures et demie du matin à 7 heures du soir, en novembre, décembre, janvier et février. Excepté le dimanche, il y a toute l'année, de 7 heures à 10 heures du soir, une inspection supplémentaire payée (art. 122). — Les viandes foraines sont inspectées de 6 heures

du matin à 7 heures du soir, en mai, juin, juillet, août ; de 7 heures du matin à 6 heures du soir, en septembre, octobre, mars, avril ; de 8 heures du matin à 4 heures du soir, les autres mois (art. 138). — Les inspecteurs visitent fréquemment en ville les boucheries, charcuteries et triperies (art. 152).

13. — *Règlement de l'abattoir de Montdidier (Somme), 12 novembre 1856.*

Tous les jours de 8 heures à 10 heures du matin, un vétérinaire délégué par le maire, se rendra à l'abattoir, pour reconnaître si les bestiaux sont *sains*. Aucun animal ne sera abattu sans avoir passé la visite du vétérinaire et sans avoir été marqué par lui. Le concierge refusera l'entrée de l'abattoir à tous les animaux malsains et ne permettra pas l'abatage des animaux devenus malades après l'entrée. Dans ces deux cas, il en avisera aussitôt le maire qui fera visiter par le vétérinaire les animaux présumés malades (art. 7).

L'articles 7 a subi postérieurement les modifications suivantes :

ART. 7. « Un vétérinaire délégué par le maire se rendra à l'abattoir tous les jours, pour reconnaître si les bestiaux sont sains. La visite aura lieu de 6 heures à 7 heures du matin, depuis le 1er avril jusqu'au 30 septembre et de 7 heures à 8 heures du matin, depuis le 1er octobre jusqu'au 31 mars. Une autre visite se fera en outre, tous les vendredis, à 4 heures du soir..... Dans les cas d'urgence, les bouchers et charcutiers pourront abattre les bestiaux qui auraient été introduits dans l'abattoir après la visite du vétérinaire, mais ils seront tenus de présenter les chairs et les issues de ces bestiaux à la visite sanitaire. »

14. — *Règlement de l'abattoir de Moulins (Allier), 25 juin 1861.*

ART. 2. Il est interdit aux bouchers et aux charcutiers d'abattre aucune pièce de bétail sans qu'elle ait été préalablement visitée par le médecin-vétérinaire de l'abattoir. La visite aura lieu tous les jours à 8 heures du matin, pendant toute l'année, et en outre, tous les soirs à 5 heures pendant les mois de mars, avril, mai, juin, juillet, août, septembre et octobre ; à 4 heures pendant les mois de janvier, février, novembre et décembre.

15. — *Règlement de l'abattoir de Douai (Nord), 28 mars 1862.*

« Tous les bestiaux abattus dans chaque journée sont disposés pour être présentés à la visite du médecin-vétérinaire qui a lieu à 4 heures du soir, du 1er octobre au 31 mars, et à 7 heures du soir, du 1er avril au 30 septembre pendant le cours de la semaine, et à midi les dimanches et jours fériés » (art. 34). — Les viandes foraines excédant 5 kilogrammes sont soumises à cette visite quotidienne (art. 37).

16. — *Règlement de l'abattoir de Morlaix (Finistère), 14 mars 1864.*

Les animaux ne peuvent être introduits à l'abattoir que s'ils sont sains et propres à la consommation. « En cas de doute les préposés à l'abattoir devront faire appeler le vétérinaire-inspecteur » (art. 4.). — « Le vétérinaire-inspecteur de la salubrité des viandes fera, *au moins une fois par semaine*, notamment les jours principalement consacrés à l'abatage, l'inspection des bestiaux arrivés à l'abattoir et celle des viandes abattues. » (Art. 14.)

17. — *Règlement de l'abattoir de Saint-Dizier (Haute-Marne), 31 janvier 1865 (1).*

— L'inspecteur-receveur visite chaque animal entrant à l'abattoir. En cas de doute ou de contestation, il en réfère au commissaire de police qui au besoin appelle un vétérinaire (2) (art. 9).

18. — *Règlement de l'abattoir de Cambrai (Nord), 26 septembre 1866.*

— L'inspecteur-vétérinaire visite à l'abattoir toutes les viandes de boucherie et de charcuterie. Sa visite a lieu deux fois par jour, savoir : de 6 heures à 8 heures du matin et de 2 heures à 3 heures de relevée, du 1er avril au 30 septembre ; de 7 heures à 9 heures du matin et de 2 heures à 3 heures de relevée du 1er obtobre au 31 mars (art. 29). — Le directeur de l'abattoir fait tous les jours de nombreuses visites chez les bouchers, charcutiers, marchands de comestibles et nourrisseurs ainsi que sur le marché forain pour vérifier l'état des viandes inspectées antérieurement (art. 30).

19. — *Règlement de l'abattoir de Vendôme (Loir-et-Cher), 1er décembre 1866.*

— « Après leur entrée à l'abattoir et avant d'être abattus, les bestiaux de toute espèce seront soumis à l'examen de l'inspecteur-vétérinaire, qui constatera s'ils sont sains, et si, en conséquence, ils peuvent être livrés à la consommation. Les heures de visite de l'inspecteur-vétérinaire seront ultérieurement déterminées par un arrêté de M. le maire, d'après les besoins du service. Les animaux qui entreront entre les heures de ces visites, ne pourront être abattus sans que l'inspecteur en soit prévenu ; le proposé concierge pourra s'opposer à l'abatage jusqu'à la visite de l'inspecteur, s'il juge que ces animaux pourraient être dans un état d'exclusion. » (art. 12). — « L'inspecteur-vétérinaire fera tous les jours l'inspection des bestiaux arrivés à l'abattoir et des viandes abattues conformément à l'article 12 ci-dessus, et d'ailleurs autant de fois qu'il sera nécessaire. Il aura droit d'inspection sur les viandes exposées en vente dans l'intérieur de l'octroi, soit par les bouchers et charcutiers de la ville, soit par ceux forains » (art. 58). — Les viandes foraines seront soumises à la visite du vétérinaire (art. 59).

20. — *Règlement de l'abattoir d'Agde (Hérault), 15 décembre 1866.*

Le vétérinaire inspecte les animaux avant et après l'abatage (art. 9 et 11). — « L'examen des bestiaux et l'inspection des viandes abattues dans l'abattoir auront lieu : 1° le matin dans l'heure qui suivra l'ouverture de l'abattoir (ouverture le matin à 5 heures en été et à 6 heures en hiver) ; 2° le soir de 4 à 5 heures, et le vendredi en outre, dans l'heure qui suivra la fermeture des bureaux d'octroi. Une inspection aura lieu aussi tous les jours, entre 11 heures du matin et midi » (art. 15).

(1) L'art. 8 du *Règlement de l'abattoir de Chaumont (Haute-Marne)*, du 25 juillet 1878, reproduit textuellement l'art. 9, de Saint-Dizier, 1865. (Voir Chaumont 1886, n° 77, et 1896, n° 77 *bis*.)

(2) *Règlement de l'abattoir de Saint-Dizier, 20 avril 1887*. Les animaux sont visités avant, puis après l'abatage et estampillés par le vétérinaire-inspecteur ou son suppléant, le surveillant délégué (art. 4, 5, 6, et 7). — Les viandes foraines sont inspectées tous les jours aux petites halles (art. 9).

21. — *Règlement de l'abattoir de Semur (Côte-d'Or), 2 janvier 1868.*

ART. 2. La visite du bétail à abattre sera faite par l'employé de l'octroi surveillant de l'abattoir ; elle aura lieu tous les jours depuis l'heure de l'ouverture jusqu'à l'heure de la fermeture de l'abattoir. Le surveillant ne laissera introduire à l'abattoir que des animaux sains et de bonne qualité.

22. — *Règlement de l'abattoir de Quimper (Finistère), 1er février 1868.*

« Les bestiaux sont visités autant que possible au moment de leur entrée à l'abattoir. Ces visites sont faites par le directeur (chargé du pesage et de l'estampillage), à l'effet de s'assurer si chaque animal est sain et peut être livré à la consommation » (art. 7). — « A l'égard des bestiaux douteux, la vérification est faite après l'habillage, et, en cas de contestation avec le propriétaire, le commissaire de police, assisté d'un vétérinaire, est appelé à l'effet de statuer ainsi que de droit » (art. 8).

23. — *Règlement de l'abattoir de Bayonne (Basses-Pyrénées), 11 octobre 1869.*

ART. 14. La visite des animaux destinés à la consommation sera faite deux fois par jour devant l'abattoir : la première aura lieu à 9 heures du matin, la deuxième à 2 heures du soir. — ART. 15. Ces visites seront faites par les titulaires (vétérinaires) en personne devant l'abattoir, et chaque fois qu'ils seront empêchés de faire leur service, ils devront en prévenir le maire, qui pourvoira seul à leur remplacement.

24. — *Règlement de l'abattoir de Nice (Alpes-Maritimes), 12 octobre 1869.*

« Les bestiaux introduits à l'abattoir seront visités par le vétérinaire inspecteur » (art. 10). — « L'inspection sera renouvelée après que chaque animal aura été abattu et dépouillé. Elle aura lieu chaque jour le matin, de 10 heures à 11 heures et demie ; le soir l'inspection sera faite, depuis le 1er octobre jusqu'au 30 avril, de 3 heures et demie à 6 heures du soir et depuis le 1er mai jusqu'au 30 septembre, de 4 heures et demie jusqu'à 7 heures du soir. Le dimanche l'abattoir sera fermé à 11 heures du matin et la visite des viandes aura lieu à 10 heures. Les viandes dépecées venant de l'extérieur devront, aussitôt leur arrivée, être portées à l'abattoir pour y être visitées par le vérificateur. Il est expressément défendu, sous peine de destitution, au préposé du service à l'abattoir, de marquer aucun animal hors la présence du vérificateur des viandes ». (art. 12).

24 *bis*. — *Règlement sur les viandes foraines à Nice (Alpes-Maritimes), 14 décembre 1876.*

Les viandes foraines sont vérifiées à l'ancien abattoir par le vétérinaire inspecteur : 1° chaque matin, de 7 heures et demie à 9 heures du 1er octobre au 30 avril et de 6 heures et demie à 8 heures du 1er mai au 30 septembre ; 2° tous les soirs, sauf les dimanches et fêtes, de 2 à 3 heures (art. 1 et 17).

25. — *Règlement de l'abattoir d'Alger, 4 novembre 1869.*

« Quoique le vétérinaire soit attaché d'une manière permanente à l'abattoir, la visite collective des animaux présentés pour l'abatage n'aura lieu en toute

saison que de 8 heures à 10 heures du matin et de 2 heures à 5 heures du soir ; le résultat de cet examen après le repos des bêtes sera constaté, pour les animaux propres à l'abatage, par l'application d'une marque spéciale » (art. 17). — « Les animaux introduits dans l'intervalle des séances fixées pour les visites, seront reçus dans un local spécial pour y attendre la séance suivante ; il ne pourra leur être porté d'aliments » (art. 18). — Les viandes foraines subissent l'inspection vétérinaire et reçoivent la marque à l'abattoir aux heures ci-dessus fixées (art. 22).

26. — *Règlement de l'abattoir de Blois (Loir-et-Cher), 8 septembre 1871.*

« Un inspecteur vétérinaire, attaché à l'abattoir, est chargé de la visite des bestiaux qui y sont introduits, afin de surveiller tout ce qui intéresse la santé publique dans cet établissement. Chaque mois il adresse au maire un rapport à ce sujet. L'inspecteur est tenu de faire au moins une visite par jour à l'abattoir. Il doit, en outre, s'y transporter chaque fois qu'il est avisé par le concierge-surveillant ou requis par le commissaire de police. L'inspecteur doit aussi examiner les viandes exposées aux petites boucheries ou boucheries foraines » (art. 8). — « Si, en l'absence de l'inspecteur, il était présenté des bestiaux ou des viandes dont l'extérieur ferait suspecter la qualité et l'état sanitaire, les employés de l'établissement sont tenus d'en faire suspendre l'abatage et d'empêcher l'enlèvement de la viande, si l'animal a été abattu, jusqu'à la visite de l'inspecteur » (art. 9). — Les viandes provenant d'animaux abattus à l'extérieur sont portées à l'abattoir pour y être visitées par l'inspecteur vétérinaire (art. 3 et 12). — « Les boucheries, charcuteries et triperies établies en ville pourront être visitées par l'inspecteur quand il le jugera convenable, depuis 5 heures du matin jusqu'à 9 heures du soir, avec ou sans l'assistance du commissaire de police ou d'un employé de l'octroi » (art. 33).

27. — *Règlement de l'abattoir des Sables-d'Olonne (Vendée), 28 juin 1869.*

« Tous les animaux destinés à la consommation doivent être sains et de bonne qualité. Ils seront visités soit avant, soit après l'abatage, toutes les fois que l'admnistration municipale le jugera nécessaire, soit par le commissaire de police, soit par un agent spécial nommé à cet effet ; l'un et l'autre pourront se faire assister d'un expert » (art. 3). — Les viandes foraines seront transportées à l'abattoir pour être soumises à l'inspection du service de salubrité (art. 2).

27 *bis.* — *Arrêté municipal sur l'abattoir des Sables-d'Olonne (Vendée), 10 juillet 1872.*

ART. 2. Tous les animaux destinés à la consommation doivent être sains et de bonne qualité. Ils seront visités avant et après l'abatage par le vétérinaire chargé du service d'inspection de salubrité.

28. — *Règlement de l'abattoir de Laval (Mayenne), 2 janvier 1872.*

Le directeur-receveur de l'abattoir ayant qualité de préposé de l'octroi statue sur l'admission ou le rejet des animaux et des viandes. L'inspection, le pesage et l'estampillage sont effectués par le receveur adjoint qui s'assure à l'entrée si les animaux sont sains. En cas de protestation au sujet d'animaux refusés avant

ou après l'abatage, la qualité des animaux ou de la viande sera appréciée par un vétérinaire appelé par l'administration municipale et par un expert du choix du propriétaire. En cas de désaccord entre ces deux experts, le maire statue sans appel sur le rapport d'un tiers expert désigné par lui. Les animaux présumés atteints d'une maladie contagieuse sont retenus par le directeur et visités par un vétérinaire délégué par la municipalité (art. 1, 2, 3, 15, 18).

29. — *Règlement de l'abattoir de Pau (Basses-Pyrénées), 15 janvier 1872.*

Chaque jour, de 7 à 8 heures du matin, le vétérinaire commissionné par la municipalité visite les bestiaux avant l'abatage afin de s'assurer s'ils sont sains (art. 17). — Les viandes foraines sont aussi soumises à sa visite (art. 69).

30. — *Règlement de l'abattoir de Niort (Deux-Sèvres), 9 mars 1872.*

ART. 12. Les préposés de l'administration municipale au service de l'abattoir et notamment le receveur de l'octroi, devront examiner attentivement les animaux introduits dans l'abattoir, et pour faciliter cet examen, ils auront le droit de les faire attacher ou de les faire marcher sous leurs yeux, aussi longtemps qu'ils le jugeront nécessaire; ils exigeront, dans tous les cas, que les animaux soient conduits à pied à l'étable après le pesage à la bascule. — ART. 13. Si un animal leur paraît atteint de maladie, les préposés refuseront son introduction et feront prévenir immédiatement M. le commissaire de police, qui se transportera à l'abattoir, avec un médecin-vétérinaire, pour constater l'état de cet animal. — ART. 14. Les préposés devront aussi prévenir le commissaire de police qui agirait de la même manière, si l'animal leur paraissait malade pendant son séjour dans l'étable ou si, après l'abatage, la viande leur semblait malsaine. — ART. 15. M. le maire pourra faire visiter, toutes les fois qu'il le jugera convenable, par tel homme de l'art qu'il désignera, les animaux introduits à l'abattoir, soit avant, soit après l'abatage, et faire constater leur état.

31. — *Règlement de l'abattoir de Nevers (Nièvre), 28 mars 1872.*

ART. 17. « Le vétérinaire attaché à l'abattoir a pour mission de procéder à la visite des viandes préparées ou non préparées qui se trouvent soit dans l'étal ou dans le laboratoire des charcutiers ou tripiers, soit à l'étal des bouchers. » — ART. 18. « Le vétérinaire doit se rendre à l'abattoir tous les jours de 7 heures à 8 heures du matin pendant les mois d'avril, mai, juin, juillet, août et septembre, et de 8 heures à 9 heures du matin pendant les autres mois. » — Le vétérinaire, assisté d'un agent de police, examine les bestiaux attachés à la boucle et les animaux abattus dans les échaudoirs (Art. 19, 20 et 30). — Il visite chaque jour les viandes foraines, à l'abattoir, aux heures indiquées à l'article 18 (art. 49 et 50).

32. — *Règlement de police de Valenciennes (Nord), 10 juin 1872-10 juin 1882.*

ART. 351. Tous les jours de 8 à 9 heures du matin, en tout temps, un artiste vétérinaire ou tout autre préposé délégué par le maire se rendra à l'abattoir pour reconnaître si les bestiaux sont sains. Du 1er mai au 30 septembre, une seconde visite aura lieu le vendredi entre 7 et 8 heures du soir. — ART. 353. Indépendamment des visites journalières qu'il est chargé de faire, le vétérinaire inspecteur se rendra à l'abattoir aussitôt qu'un cas douteux lui aura été signalé par le sous-inspecteur ou tout autre agent.

33. — *Règlement de l'abattoir d'Avallon (Yonne), 28 mai 1853 - 10 avril 1873* (1).

Le commissaire de police, le préposé-régisseur de l'abattoir et le concierge exercent journellement la surveillance dudit établissement. Ils y veillent de concert au maintien du bon ordre, de la propreté et de la salubrité *ainsi qu'à l'état sain des animaux qui y sont introduits* (art. 63 et 64). — Le préposé visite chaque animal avant, puis après l'abatage (art. 17). — Si une bête lui paraît malsaine avant d'être tuée ou après, il en interdit l'abatage dans le premier cas ou refuse de marquer la viande dans le second, et prévient immédiatement le commissaire de police. « Si le propriétaire de l'animal le requiert, le commissaire réclamera le concours de *bouchers experts* ou de *vétérinaires* pour avoir leur avis, après lequel l'animal ou la viande seront définitivement acceptés ou rebutés » (art. 18). — Si l'animal ou la viande sont refusés, les frais de visite seront supportés par le propriétaire (art. 19). — Les viandes foraines seront présentées à l'abattoir où le préposé les visitera et les marquera (art. 12). — Elles seront soumises aux dispositions des articles 17, 18 et 19 relatives à l'examen, au rebut et à la saisie des animaux malsains (art. 20). — Le commissaire de police et le préposé-régisseur pourront visiter les boucheries et les charcuteries (art. 65).

Un *arrêté municipal du 10 janvier 1880* ayant nommé un vétérinaire-expert à l'abattoir d'Avallon pour y inspecter chaque jour les bestiaux (vivants et abattus) ainsi que toutes les viandes dépecées venant du dehors, les articles 18 et 19 du règlement de 1853-1873 subirent les modifications suivantes dans un *arrêté du 1er mars 1880* : « Le préposé prévient immédiatement le *vétérinaire-inspecteur de l'abattoir* et le commissaire de police », s'il lui paraît que des bêtes on des viandes ne sont pas saines (art. 18). — Il appartient au vétérinaire de décider de l'admission, du refus, de la séquestration ou de l'enfouissement des bêtes, à la suite des visites qu'il a le droit de faire chaque jour et à toute heure à l'abattoir (art. 19).

34. — *Arrêté sur l'inspection des viandes à Soissons (Aisne), 6 avril 1875*

Un vétérinaire-inspecteur des viandes, jouissant d'un traitement annuel de 400 francs, visite tous les jours à l'abattoir les animaux destinés à être tués et empêche l'abatage de ceux malsains (art. 1, 3 et 6). — Il visite les viandes, volailles, lapins, poissons et autres comestibles mis en vente au marché ainsi que les poissons exposés à la poissonnerie (art. 2). — A des époques déterminées ou sur l'ordre de la municipalité, il visite en compagnie d'un agent de police les boucheries, charcuteries et restaurants de la ville ainsi que le collège afin d'y constater la qualité des comestibles (art. 4).

35. — *Règlement de l'abattoir de Maubeuge (Nord), 14 septembre 1876.*

Art. 13. « Tous les jours, un artiste vétérinaire ou tout autre préposé délégué par le maire se rendra à l'abattoir pour reconnaître si les bestiaux sont sains, visiter les viandes abattues et y faire appliquer les marques prescrites

(1) Les *Règlements des abattoirs de Clamecy (Nièvre)* 29 octobre 1857, (art. 12, 17, 18, 19, 20, 64, 65, 66, et de *Saulieu (Côte-d'Or)*, (art. 12, 17, 18, 19, 20, 62, 63, 64), reproduisent textuellement les articles 12, 17, 18, 19. 20, 63, 64, 65 d'*Avallon* 1853-1873, sauf qu'à Saulieu les mots *préposé-concierge* remplacent les mots *préposé-régisseur*.

par l'administration municipale. Cette visite aura lieu de 6 à 8 heures du matin depuis le 1er avril jusqu'au 30 septembre et de 7 heures et demie à 9 heures du matin du 1er octobre au 31 mars... »

36. — *Règlement de l'abattoir de Mirande (Gers), 8 octobre 1875.*

« Le vétérinaire inspecteur fera à l'abattoir et aux boucheries des visites aussi fréquentes que possible et aux jours et heures qu'il croira dans l'intérêt du service ». Les bouchers seront tenus de se mettre à sa disposition pour les heures de l'inspection (art. 3).

37. — *Règlement de l'abattoir de Tarbes (Hautes-Pyrénées), 23 mars 1874.*

ART 1er. Les bestiaux destinés à la consommation publique seront soumis, avant d'être abattus, à l'examen du vétérinaire-inspecteur désigné à cet effet par l'administration. Cet examen pourra être renouvelé après l'abatage, si cela est jugé nécessaire. — ART. 2. La visite des animaux remisés dans l'abattoir public s'effectuera tous les jours de 6 à 7 heures du matin en été, et de 7 à 8 heures en hiver. A cet effet les animaux devront être rangés et attachés par les bouchers aux anneaux fixés le long des murs intérieurs de l'abattoir, quelques instants avant l'heure de l'inspection.

37 *bis.* — *Règlement de la boucherie foraine de Tarbes (Hautes-Pyrénées), 24 août 1876.*

ART. 2. La visite de la viande importée en ville sera opérée (à la boucherie foraine) par le vétérinaire inspecteur de l'abattoir assisté de deux agents de police : de 6 à 7 heures du matin depuis le 1er mai jusqu'au 31 octobre ; de 7 à 8 heures du 1er novembre au 30 avril.

38. — *Règlement de l'abattoir de Perpignan (Pyrénées-Orientales), 15 avril 1874.*

« Le médecin-vétérinaire inspecteur a pour mission l'examen des animaux sur pied et celui des viandes » (art. 2). — « L'inspection des animaux sur pied aura lieu le matin de 7 heures et demie à 8 heures et demie ; celle des viandes sera faite dans l'après-midi. Le médecin-vétérinaire sera en outre tenu de se rendre à l'abattoir chaque fois qu'un cas d'urgence lui sera signalé par le concierge ou par un agent de l'administration municipale » (art. 14).

39. — *Règlement de l'abattoir et des boucheries de Salins (Jura), 3 décembre 1874.*

« Le vétérinaire, chargé de l'inspection de l'abattoir, sera tenu d'y faire au moins une visite par jour, aux heures qu'il jugera convenir (1). A cet effet, il sera tenu par le préposé un registre où le vétérinaire devra inscrire chaque jour sa visite et y faire les observations qu'il jugera nécessaire. Le préposé sera tenu de porter le registre au commissaire de police toutes les fois qu'il y aura quelque chose de signalé par le vétérinaire » (art. 10). — Le préposé de l'abattoir devra empêcher l'enlèvement de tout animal qui après l'abatage lui paraîtrait douteux et en prévenir le commissaire de police qui en avisera (art. 11). — « Les bouchers seront visités chaque quinzaine au moins, et à des jours non déter-

(1) *Règlement de l'abattoir de Salins, 21 février 1846.* — « Le vétérinaire (inspecteur) se rendra tous les jours, sauf les dimanches et fêtes, à l'abattoir de 7 à 9 heures du matin » (art. 5).

minés, par le commissaire de police, assisté de tel préposé de la ville qu'il requerra. Il devra s'assurer de leur propreté, de la salubrité des viandes et de la bonne tenue des balances » (art. 17).

40. — *Règlement de l'abattoir de Villefranche (Rhône), 14 juin 1877.*

Les animaux sont inspectés avant et après l'abatage par le directeur de l'abattoir qui est en même temps receveur de l'octroi. « En cas de réclamation de la part du propriétaire d'un animal reconnu malsain par le directeur, l'affaire pourra être portée devant le maire qui prononcera définitivement après avoir fait vérifier le cas par un vétérinaire » (art. 3, 6, 7).

41. — *Règlement de l'abattoir de Châteauroux (Indre), 1er juillet 1887.*

Art. 22. Les animaux, abattus ou non, seront soumis, de la part du vétérinaire directeur à une visite quotidienne destinée à constater leur état sanitaire.

42. — *Règlement de police de Dôle (Jura), 5 septembre 1877.*

Les animaux amenés à l'abattoir pour la consommation « sont toujours abattus sur *bons* du vétérinaire, en présence et après vérification préalable du préposé qui, en cas de doute sur la santé desdits animaux, en informe immédiatement le commissaire de police. Les viandes reconnues malsaines seront saisies » (art. 135). — « Les bouchers devront toujours être munis d'un certificat de santé du bétail constatant qu'il n'existe dans le lieu d'où il provient aucune maladie contagieuse ou épizootique et l'exhiberont à toute réquisition » (art. 156). » — « Les viandes dépecées ne pourront être introduites du dehors qu'après examen fait par les *préposés de l'octroi*. Elles seront marquées d'un timbre spécial et distinct de celui de la ville. Celles qui seront reconnues malsaines ou insalubres, seront retenues au bureau de l'octroi et avis en sera donné au bureau de police » (art. 157).

43. — *Règlement de l'abattoir de Chauny (Aisne), 9 novembre 1876.*

« Le préposé refusera l'entrée aux animaux qui lui paraîtraient malsains; il n'en permettra pas l'abatage et réclamera l'exclusion de ceux qui viendraient à être atteints de maladie après l'introduction. Avis en sera donné immédiatement au commissaire de police qui fera faire la visite par un homme de l'art » (art. 9).

44. — *Règlement de l'abattoir de Saint-Dié (Vosges), 10 octobre 1878.*

« Le directeur vétérinaire est chargé de la visite des animaux à abattre et de la vérification de la qualité des viandes après l'abatage » (art. 6).

45. — *Règlement de l'abattoir de Draguignan (Var), 2 novembre 1879.*

Les bestiaux ne seront introduits à l'abattoir qu'après avoir été reconnus sains par l'inspecteur ou à son défaut par le concierge (art. 6). — L'inspection sera renouvelée après chaque abatage : elle aura lieu à 8 heures du matin et à 4 heures du soir du 1er octobre au 31 mars, à 7 heures du matin et à 5 heures du soir du 1er avril au 30 septembre (art. 10). — Le gardien se conformera pour

la visite des bestiaux aux prescriptions de l'inspecteur. (art. 77). — Les viandes foraines seront vérifiées à l'abattoir par l'inspecteur (art. 1er).

46. — *Règlement de l'abattoir du Creusot (Saône-et-Loire), 20 novembre 1879.*

Le vétérinaire de la ville visitera les bestiaux avant l'abatage, « tous les jours, les dimanches et jours fériés exceptés, de 8 à 9 heures du matin, et les dimanches et fêtes sur une autorisation du maire, si un cas d'urgence l'exigeait » (art. 7, 8 et 9). — « Après l'abatage la viande devra être visitée » (art. 12).

47. — *Règlement de l'abattoir d'Alais (Gard), 1er janvier 1880.*

Un inspecteur, au traitement annuel de 1.200 francs, visite les animaux après l'abatage et estampille les viandes ou les fait enfouir selon leur état. Si ses appréciations sont contestées par les propriétaires d'animaux saisis, il en réfère au vétérinaire inspecteur « qui procède à titre de tiers expert et dont la décision est souveraine » (art. 1, 3, 19). — Le vétérinaire inspecteur, au traitement annuel de 300 francs, « visite les bestiaux amenés ou abattus à l'abattoir, soit spontanément toutes les fois qu'il le juge utile, soit sur la demande du maire ou de l'inspecteur » (art. 5).

48. — *Règlement de l'abattoir de Vichy (Allier), 12 février 1880.*

« A leur arrivée, les animaux vivants ou saignés seront visités par le gardien préposé qui devra s'assurer, par les moyens en son pouvoir, s'ils sont sains et peuvent sans danger être livrés à la consommation. En cas de doute et sur le refus du propriétaire de l'animal, le vétérinaire inspecteur attaché à l'abattoir sera appelé, même en dehors des heures réglementaires, pour statuer sur l'état des viandes ou animaux désignés. Dans ce cas les frais d'expertise seront à la charge de celui qui succombera » (art. 15). — Le vétérinaire inspecteur se rendra à l'abattoir tous les soirs, de 7 à 8 heures en mai, juin, juillet, août et septembre et de 3 à 4 heures le reste de l'année, pour examiner les bestiaux vivants et les bêtes abattues. Les viandes foraines seront soumises à sa vérification tous les matins de 4 à 5 heures en été et de 6 à 7 heures en hiver (art. 16).

49. — *Règlement de l'abattoir de Senlis (Oise), 1er décembre 1879.*

Les viandes foraines introduites en ville doivent être présentées à l'abattoir pour y être vérifiées par le vétérinaire inspecteur, ou en son absence, par le gardien de l'abattoir (art. 23 et 26). — « Il sera fait, par le vétérinaire, une inspection des bestiaux de l'abattoir au moins une fois par semaine; le vendredi devra être choisi de préférence. Il ne sera dû par les bouchers et charcutiers aucun droit pour cette visite. Cependant les propriétaires des viandes saisies devront payer au vétérinaire les frais de sa visite » (art. 31). — « Le gardien de l'abattoir défendra expressément d'abattre, avant que le vétérinaire ait statué, tout animal qui, à son arrivée, paraîtra malade, blessé ou d'une maigreur excessive » (art. 32). — « Les bouchers devront, en l'absence de l'inspecteur, laisser dans les échaudoirs le poumon, le cœur et le foie qui auraient donné lieu, au gardien, de douter de leur qualité (art. 34).

50. — *Règlement de l'inspection des viandes de Tours (Indre-et-Loire), 13 septembre 1880.*

Aucune viande ne peut sortir de l'abattoir sans avoir été examinée par le vétérinaire directeur de l'établissement ou l'inspecteur vétérinaire adjoint. Un contrôleur est chargé de signaler aux vétérinaires inspecteurs les denrées dont la salubrité ou l'état de conservation est douteux (art. 4 et 10). Les viandes foraines sont visitées au marché couvert par l'un des inspecteurs ou le contrôleur de 6 à 7 heures du matin du 1er avril au 30 septembre, et de 7 à 8 heures du matin les autres mois (art. 20, 23, 24 et 25).

51. — *Règlement de l'abattoir de Bourbon-Lancy (Saône-et-Loire), 23 octobre 1880.*

« Le concierge ne devra admettre à l'abattoir aucune bête qu'il reconnaîtra malade ou tarée. Si le cas se présentait, il en ferait immédiatement la déclaration au maire. Dans le cas où l'animal présenté serait reconnu malsain, les frais de la visite du vétérinaire seraient à la charge du boucher ou charcutier propriétaire de l'animal » (art. 3). — Le concierge marque les viandes à la sortie (art. 9.)

52. — *Règlement de l'abattoir de Charleville (Ardennes), 8 octobre 1881.*

Deux inspecteurs vétérinaires, nommés par le maire, au traitement de 750 francs chacun, assurent le service de la salubrité de l'abattoir à des heures déterminées et se concertent entre eux pour en régler l'ordre (art. 10). — L'inspecteur vétérinaire de service inspecte chaque animal avant et après l'abatage (art. 11 et 13). — Il vérifie les viandes foraines en un bureau spécial, pendant une heure à partir de l'ouverture de l'octroi et à l'abattoir après ce temps (art. 13).

53. — *Règlement de l'abattoir de Pontoise (Seine-et-Oise), 24 novembre 1881.*

« Le vétérinaire, inspecteur des viandes, devra tous les jours, dans la matinée, visiter les animaux et les viandes et particulièrement les animaux entrés la veille de sa visite » (art. 15).

54. — *Règlement de l'abattoir de Beauvais (Oise), 1er août 1883.*

« Un vétérinaire est chargé de l'inspection des bestiaux et des viandes introduits à l'abattoir » (art. 16).

55. — *Arrêté sur l'abattoir de Montbéliard (Doubs), 25 août 1883.*

Art. 2. « Le vétérinaire inspecteur est chargé de l'inspection des animaux amenés à l'abattoir, des viandes dépecées venant du dehors, des étaux des bouchers, charcutiers et tripiers, et généralement de toutes les substances alimentaires destinées à la consommation.... » — Art. 3. La visite de tous les animaux devant être abattus aura lieu tous les jours à l'abattoir, de 11 heures à midi. — Art. 5. A l'entrée du bétail à l'abattoir, le préposé séquestre les animaux présentés dans un mauvais état d'entretien ou qui paraissent malsains ou malades; il doit en référer immédiatement à l'inspecteur.

56. — *Règlement de l'abattoir de Saint-Lô (Manche), 5 octobre 1883.*

Le préposé receveur est chargé de l'apposition de l'estampille sur la viande, lorsque l'inspecteur n'y a pas mis opposition (art. 2). — « Le vétérinaire, inspecteur de la salubrité pourra se rendre *à toute heure* à l'abattoir pour visiter les animaux sur pied ou après l'habillage. La viande dépecée venant du dehors devra être visitée par lui à l'abattoir avant d'être marquée, le samedi de 6 à 7 heures du matin en été, de 7 à 8 heures en hiver et les veilles de foires de 2 à 3 heures de l'après-midi. Il devra en outre faire *au moins trois visites par semaine* et se rendre à *tout appel* qui lui sera adressé d'urgence par le préposé de l'abattoir ou par le commissaire de police. Si des constatations ou des vérifications de viandes suspectes sont nécessaires en ville, il devra s'y rendre également » (art. 18).

57. — *Vérification des viandes foraines à Nancy (Meurthe-et-Moselle), arrêté du 5 mars 1883.*

Article 1er. La vérification des viandes foraines par l'inspecteur nommé à cet effet (1) sera faite tous les jours dans le pavillon de la Halle à la criée, aux heures suivantes : 1° en mars, avril, septembre et octobre, de 6 à 9 heures du matin; 2° en mai, juin, juillet et août, de 5 à 8 heures du matin; 3° en novembre, décembre, janvier et février, de 7 à 10 heures du matin. En outre, à 11 heures du matin et, le soir, de 4 à 6 heures, en toute saison. Le dimanche, la vérification aura lieu le matin aux heures réglementaires de la saison, et le soir à 5 heures et demie.

57 *bis.* — *Règlement de l'abattoir de Nancy (Meurthe-et-Moselle), 1er mars 1884.*

Le vétérinaire-directeur est chargé d'inspecter les animaux sur pied et les viandes abattues. « Il lui est formellement interdit de faire, en qualité de vétérinaire, de la clientèle en dehors » (art. 4). — Le vétérinaire se rend fréquemment dans les échaudoirs pour y examiner les animaux abattus (art. 31).

58. — *Règlement de l'abattoir de Saint-Brieuc (Côtes-du-Nord), 25 août 1883.*

Le directeur-receveur inspecte les animaux de l'abattoir avant et après l'abatage, ainsi que les viandes foraines (art. 2, 13, 17, 21 et 22). — Un vétérinaire désigné par la municipalité examine : 1° sur l'invitation du directeur, les animaux présumés atteints d'une maladie contagieuse (art. 15); 2° les bêtes refusées pour un autre motif, en cas de protestation, et contradictoirement avec un expert du choix du propriétaire, après quoi, s'il y a désaccord, un tiers expert désigné par le maire statue sans appel (art. 18).

59. — *Règlement de l'abattoir de Grenoble (Isère), 10 décembre 1883.*

Le vétérinaire-directeur est chargé de visiter : 1° les animaux vivants amenés à l'abattoir; 2° les animaux abattus; 3° les viandes foraines (art. 2, 18 et 20). — « Le sous-inspecteur adjoint remplace dans ses fonctions le vétérinaire-directeur

(1) Vétérinaire-inspecteur des halles et marchés (art. 1 de l'*arrêté du 1er février 1883 sur les viandes foraines*, à Nancy).

empêché, et est spécialement chargé de la police de la boucherie. Il visite tous les jours, en été, et deux fois par semaine, en hiver, les étaux de boucherie, les charcuteries, les marchands de comestibles, de poissons et de volailles établis en ville ou sur les marchés » (art. 3). — Les viandes foraines ne peuvent être introduites que le matin, à 6 heures en été, et à 7 heures en hiver (art. 97).

60. — *Règlement de l'inspection des viandes de boucherie de Lyon (Rhône), 28 juillet 1884.*

Le personnel comprend : un vétérinaire-inspecteur principal, chef du service, nommé après concours, avec interdiction de faire de la clientèle personnelle ; quatre vétérinaires-inspecteurs pouvant faire de la clientèle; huit contrôleurs, choisis exclusivement parmi d'anciens bouchers ou charcutiers, après examen sur leurs connaissances pratiques et sur leur instruction (art. 3, 4 et 5). — Aucune viande ne sort des abattoirs sans avoir subi l'inspection et l'estampillage, qui ne peuvent avoir lieu que de jour (art. 13 et 14). — Les viandes foraines sont visitées de jour : aux abattoirs, à toute heure; à l'Hôtel municipal, de 9 heures à 4 heures; à la Halle des Cordeliers, jusqu'à 10 heures du matin (art. 24). — La visite des salaisons, extraits et conserves de viandes, arrivant en gares de Vaise ou de la Mouche, et non destinés à la garnison, a lieu sur place chaque matin, pendant deux heures (art. 24). — Le service visite *journellement* les halles ou marchés publics, et *fréquemment* les boucheries, charcuteries et triperies installées en ville, ainsi que les épiceries débitant de la charcuterie (art. 38).

61. — *Règlement de l'abattoir d'Arras (Pas-de-Calais), 5 novembre 1884.*

Un vétérinaire-inspecteur assermenté visite chaque matin, à l'abattoir, de 7 à 8 heures, de mars à octobre, et de 8 à 9 heures les autres mois, les bestiaux à abattre ou abattus et les viandes foraines (art. 15 et 42). — Les bêtes de troisième qualité, les viandes foraines et la chair de cheval sont exclusivement marquées par l'inspecteur ou le vétérinaire-suppléant délégué par lui (art. 16 et 98). — Des sous-inspecteurs assermentés visitent les denrées alimentaires sur les marchés, à la Halle et dans les boucheries. Ils peuvent, l'après-midi, en présence du gardien-concierge, inspecter non les viandes douteuses, mais celles provenant d'animaux que le vétérinaire aura jugés, à l'examen sur pied, absolument sains et de toute première qualité (art. 21 et 42).

62. — *Règlement de l'abattoir de Poitiers (Vienne), 14 janvier 1885.*

Le concierge et les préposés d'octroi examinent les animaux à l'arrivée. Si une bête leur paraît malade, ils en préviennent le vétérinaire, après l'avoir consignée (art. 10). — L'inspecteur visite les animaux avant et après l'abatage (art. 22).

63. — *Règlement de l'abattoir d'Auch (Gers), 5 février 1885.*

Les viandes foraines portées à l'abattoir pour y être vérifiées (art. 12), et les animaux présentés vivants en cet établissement, sont visités par le vétérinaire inspecteur : du 1er avril au 30 septembre, de 7 à 8 heures du matin et de 5 à 6 heures du soir ; du 1er octobre au 31 mars, de 8 à 9 heures du matin et de 4 à 5 heures du soir (art. 5). — Les animaux reconnus et marqués *bons à abattre* sont tués dans les quarante-huit heures (art. 6).

64. — *Règlement de l'abattoir de Montpellier (Hérault), 30 mars 1885.*

Le vétérinaire, inspecteur principal, a sous ses ordres deux inspecteurs adjoints (art. 3). — Les animaux sont inspectés avant et après l'abatage (art. 5 et 7). — L'inspection sur pied a lieu : 1° chaque matin, de 7 à 10 heures, du 1er octobre au 31 mars, et de 6 heures à 9 heures, du 1er avril au 30 septembre; 2° pour les besoins supplémentaires, chaque après-midi, toute l'année, de 1 heure à 2 heures (art. 132). — Les viandes foraines sont inspectées à l'abattoir : du 1er mai au 30 septembre, de 6 heures et demie à 9 heures et demie du matin, et de 2 à 5 heures et demie du soir; du 1er octobre au 30 avril, de 7 heures et demie à 10 heures et demie du matin, et de 2 heures à 4 heures et demie du soir (art. 52). — Les inspecteurs adjoints visiteront (parfois avec l'inspecteur principal) : fréquemment les boucheries en ville (art. 81) et les épiceries débitant de la charcuterie (art. 84), journellement, les halles, marchés et criées (art. 84).

65. — *Règlement de l'abattoir d'Albertville (Savoie), 31 mars 1885.*

Le vétérinaire inspecteur visite les animaux avant l'abatage, en présence du commissaire de police ou l'un de ses agents délégués, chaque matin à 8 heures, du 1er avril au 1er octobre, et à 9 heures, du 1er octobre au 1er avril (art. 22). — L'inspecteur de boucherie en fait un second examen après l'abatage (art. 50). — Les viandes foraines sont inspectées et estampillées à l'abattoir (art. 55).

66. — *Règlement de l'abattoir de Chartres (Eure-et-Loir), 8 mai 1885.*

Le préposé de l'abattoir visite chaque animal sur pied (art. 9). — En l'absence du vétérinaire inspecteur, il s'assure après l'abatage si la viande est saine (art. 65). — Tout animal douteux est examiné vivant par le vétérinaire (art. 9). — « Il est visité après l'abatage par le préposé, si le doute persiste. » Il est consigné et le vétérinaire est requis « si le doute persiste encore » (art. 10). — Les viandes foraines sont examinées à l'abattoir par le préposé, tous les jours, jusqu'à la nuit tombante (art. 34). — Elles sont déposées à l'échaudoir banal dans le cas où elles nécessitent la présence du vétérinaire (art. 36).

67. — *Règlement de l'abattoir de Fontenay-le-Comte (Vendée), 6 août 1885.*

Avant d'entrer à l'abattoir, les animaux sont exposés à la *boucle* dans le parc, où ils sont visités chaque matin par le vétérinaire de la municipalité, de 6 à 7 heures, du 1er avril au 30 septembre, et de 8 à 9 heures du 1er octobre au 31 mars. Dans les cas douteux, le vétérinaire visite toujours la viande après l'abatage (art. 12). — Le préposé prévient le vétérinaire si une viande lui semble malsaine après l'abatage, ou si un animal lui paraît *assez malade* pendant le séjour à l'abattoir, et il interdit l'abatage de toute bête malade jusqu'à l'arrivée du vétérinaire (art. 14). — Le vétérinaire visite les viandes foraines à l'abattoir, aux heures fixées par l'art. 12 (art. 45).

68. — *Règlement de l'abattoir de Givors (Rhône), 3 septembre 1885.*

La visite des animaux vivants et abattus est faite par le vétérinaire inspecteur, une heure après l'ouverture de l'abattoir, chaque matin, et une heure et

demie avant la fermeture, chaque soir, *mais jamais la nuit.* Elle n'a lieu que le matin, les jours fériés (art. 53). — Certains animaux sont visités vivants par un contrôleur, en l'absence du vétérinaire (art. 48). — Aucune viande ne sort sans avoir été visitée par l'inspecteur et estampillée (art. 52). — L'inspecteur et un contrôleur inspectent les marchés publics ; ils visitent fréquemment les boucheries, charcuteries, triperies, installées en ville, ainsi que les épiceries débitant de la charcuterie (art. 57).

69. — *Règlement de l'abattoir d'Honfleur (Calvados), 15 septembre 1885.*

Les viandes foraines sont visitées aux abattoirs par le vérificateur ou le préposé en chef de l'octroi, et, à leur défaut, par le peseur (art. 2). — Les saisies de ces agents sont, en cas de contestation, expertisées par un ou plusieurs vétérinaires dont la décision est souveraine (art. 8).

70. — *Règlement de l'abattoir d'Ambert (Puy-de-Dôme), 18 février 1886.*

Le préposé inspecteur des concessionnaires de l'abattoir visite les animaux vivants et abattus, ainsi que les viandes foraines (art. 18). — En cas de protestation contre une saisie, un vétérinaire désigné par la municipalité est appelé et statue. Les frais de visite sont à la charge du propriétaire, que l'animal soit ou non reconnu sain (art. 7).

71. — *Règlement de l'abattoir de Sainte-Menehould (Marne), 28 février 1886.*

A son entrée à l'abattoir, chaque bête est visitée par le surveillant permanent qui, s'il y a doute ou contestation sur l'état sanitaire, en réfère avant l'abatage au vétérinaire inspecteur (art. 5). — Les agents de police visitent, au moins une fois par semaine, les étables et boutiques des bouchers et charcutiers, afin d'examiner leurs bestiaux au point de vue sanitaire, et de s'assurer s'ils n'en abattent pas en fraude. Ils examinent les viandes foraines dans le but d'en constater la qualité, et ils rendent compte du résultat de ces visites à l'inspecteur de la boucherie (art. 14).

72. — *Règlement de l'abattoir de Sedan (Ardennes), 20 mars 1886.*

Deux vétérinaires sont chargés de l'inspection sanitaire des viandes alimentaires et autres comestibles (art. 2 et 9).— Ils estampillent sur place, aux frais du propriétaire (vacation de 5 francs) les bestiaux abattus dans la maison d'un boucher, d'un éleveur ou d'un aubergiste, par cas fortuit avec autorisation spéciale du maire, soit en cas d'impérieuse nécessité déclarée à la police ou à l'abattoir (art. 4). — Ils visitent et estampillent gratuitement les viandes à l'abattoir, deux fois par jour, aux heures déterminées par le maire, sauf les dimanches et fêtes, où cette opération n'a lieu qu'à 11 heures et demie du matin (art. 7). — Le matin des jours de marché, ils visitent et estampillent gratuitement les viandes foraines au *marché couvert*, de 5 heures à 5 heures et demie du 1er avril au 31 août, et de 6 heures à 6 heures et demie du 31 août au 1er avril. En dehors de ces heures, les introducteurs ne peuvent faire inspecter ces viandes qu'en prévenant l'inspecteur au moins deux heures à l'avance, et en lui payant, pour frais de déplacement, une indemnité de 1 franc par 100 kilogrammes de viande ou fraction de ce poids, et non inférieure à 2 francs (art. 13).— Ils sont chargés, l'un du service de l'abattoir et des constatations mentionnées à l'art. 4, l'autre,

de l inspection des viandes et autres denrées alimentaires, au *marché couvert*, dans les étaux de la ville et dans les magasins de comestibles. Ils alternent le service au 1er janvier et au 1er juillet. Ils se suppléent l'un l'autre en cas d'absence, de maladie ou de tout autre empêchement, de façon que le service soit assuré exactement et sans interruption (art. 14).

73. — *Règlement de l'abattoir de Constantine (Algérie), 15 mai 1886.*

Les animaux sur pied subissent à l'abattoir la visite sanitaire du vétérinaire : le matin, de 7 à 9 heures du 1er octobre au 1er mai, et de 6 à 8 heures du 1er mai au 1er octobre; l'après-midi, de 1 à 2 heures, pour les besoins supplémentaires. Toute personne réclamant cette visite en dehors de l'heure ordinaire « devra requérir le vétérinaire à ses frais » (art. 5, 6 et 7).

74. — *Règlement de l'abattoir de Fontainebleau (Seine-et-Marne), 5 juin 1886.*

Le vétérinaire inspecteur de l'abattoir et des marchés publics est assermenté et reçoit un traitement annuel de 1.000 francs (art. 1 et 15). — Chaque jour, en une ou plusieurs séances, à des heures fixes, déterminées d'accord entre cet agent et les bouchers ou charcutiers, il visite à l'abattoir les animaux vivants, constate leur état de santé et délivre les autorisations d'abatage (art. 2, 5 et 6). — Aucune viande ne sort de l'abattoir sans avoir été estampillée avec le cachet officiel qui reste constamment entre les mains du vétérinaire (art. 6). — Celui-ci vérifie et estampille les viandes foraines à l'abattoir, sauf les jours de marché où il peut faire ces opérations à l'étal (art. 8). — Il visite les halles, les marchés ou foires, et examine les denrées alimentaires mises en vente sur la voie publique (art. 2).

75. — *Règlement de l'abattoir d'Oran (Algérie), 9 juillet 1886.*

Les animaux sur pied sont soumis à l'abattoir à l'inspection du vétérinaire : du 1er mai au 1er octobre, de 7 heures à 10 heures du matin et de 2 heures à 5 heures du soir ; du 1er octobre au 1er mai, de 8 heures à 11 heures du matin et de 2 heures à 5 heures du soir (art. 5, 6 et 7). — Les animaux abattus et disponibles seront de nouveau visités par le vétérinaire (art. 15).

76. — *Règlement de l'abattoir de Montauban (Tarn-et-Garonne), 22 septembre 1886.*

Le vétérinaire, inspecteur principal, a sous ses ordres deux inspecteurs adjoints (art. 3). — Les animaux sont visités vivants à l'abattoir par le vétérinaire ou l'inspecteur adjoint de cet établissement (art. 6 et 7). — Tous les animaux abattus sont inspectés à l'abattoir par le vétérinaire, à 8 heures du matin et à 4 heures du soir, du 1er octobre au 30 avril; à 8 heures du matin et à 6 heures du soir du 1er mai au 30 septembre (art. 12). — Les viandes foraines sont transportées à l'abattoir pour y être visitées aux heures indiquées à l'art. 12 (art. 20 et 21). — L'inspecteur adjoint de l'abattoir visite les animaux vivants et abattus sous l'autorisation et la responsabilité du vétérinaire (art. 53). — L'inspecteur adjoint du marché public vérifie chaque jour les denrées alimentaires mises en vente en ce lieu (art. 40, 57 et 58). — Les inspecteurs visitent journellement les marchés publics; ils inspectent fréquemment les boucheries, charcuteries et triperies installées en ville ainsi que les épiceries débitant de la charcuterie. Les agents de police exercent cette surveillance concurremment avec eux dans leurs sections

respectives (art. 40). — Les commissaires de police font les visites indiquées à l'article 40, deux fois par mois au moins, à des jours indéterminés et variables, soit isolément, soit assistés du vétérinaire ou d'un inspecteur adjoint (art. 41).

77. — *Règlement de l'abattoir de Chaumont (Haute-Marne), 15 octobre 1886.*

Le personnel de l'inspection comprend deux inspecteurs vétérinaires (art. 3). — Les bestiaux sont examinés vivants par l'un des inspecteurs (art. 4). — Aucune viande ne sort des abattoirs sans avoir été examinée par l'un des inspecteurs. L'inspection ne peut avoir lieu que de jour à l'heure qui est indiquée par le service d'inspection, d'accord avec l'administration municipale et les exigences de la consommation (art. 9). — Les viandes foraines ne sont mises en vente qu'après avoir été vérifiées au bureau de l'inspection. Les viandes salées ou conservées arrivant à la gare y seront visitées (art. 24, 25 et 26). — Les inspecteurs visitent en ville ou sur les marchés les boucheries, charcuteries, tripéries, épiceries (vendant de la charcuterie ou autre viande) et surveillent la vente du gibier à la criée (art. 2, 32 et 34). — Le commissaire et les agents de police surveillent également ces établissements, surtout pendant les chaleurs (art. 33).

77 *bis*. — *Règlement de l'abattoir de Chaumont (Haute-Marne), 20 juin 1896.*

Deux employés d'octroi, l'un à l'abattoir, l'autre au marché couvert, sont chargés conjointement avec le vétérinaire inspecteur (auquel toute clientèle est interdite), et sous sa responsabilité, de *marquer* toutes les viandes destinées à l'approvisionnement de la ville (art. 2). — Aucune viande ne sort de l'abattoir sans avoir été visitée par le vétérinaire ou le contrôleur (art. 43). — La visite du vétérinaire à l'abattoir a lieu tous les jours : de 9 à 11 heures du matin et de 2 à 4 heures du soir, du 1er septembre au 30 avril ; de 7 heures et demie à 8 heures du matin et à 8 heures et demie du soir, du 1er mai au 14 septembre (1). La visite ne se fait pas le soir des dimanches et fêtes (art. 15). — Les viandes foraines sont inspectées : au marché couvert, le matin, de 6 à 7 heures, du 15 mai au 15 septembre et de 7 à 8 heures, du 16 septembre au 14 mai ; à l'abattoir, aux heures indiquées à l'art. 15 (art. 59). — Le service d'inspection a la charge de visiter les viandes de toute nature et les autres denrées alimentaires mises en vente sur les différents marchés, ainsi que dans les étaux, boutiques et magasins en ville.

78. — *Règlement de l'abattoir de Toulon (Var), 8 mars 1887.*

Le personnel comprend : 1° un directeur inspecteur des viandes (vétérinaire); 2° un surveillant marqueur et un surveillant inspecteur, assermentés, estampillant les viandes au moment de l'inspection par le directeur ; 3° un langueyeur juré des porcs, nommé par le maire, assermenté, salarié par les bouchers et les charcutiers (art. 14, 45, 47 et 48). — Les animaux sont visités avant et après l'abatage par le directeur ou sous son contrôle par les inspecteurs (art. 7 et 10). — Les bêtes abattues sont inspectées par le directeur de 7 à 8 heures et demie du matin et de 4 à 5 heures du soir du 1er octobre au 31 mars; à 5 heures et à

(1) Actuellement, toutes les viandes sont soumises à la visite exclusive du vétérinaire. En vertu d'un *arrêté du 29 juin 1899*, cette visite a lieu chaque jour de 9 heures à 11 heures et demie du matin, et de 3 à 5 heures du soir, du 1er octobre au 1er avril ; de 8 à 11 heures du matin, de 3 à 5 heures et de 7 heures et demie à 8 heures et demie du soir, du 2 avril au 30 septembre (art. 15 modifié).

7 heures et demie du matin, à 4 heures et à 6 heures et demie du soir du 1er avril au 30 septembre (art. 18).

79. — *Règlement de l'abattoir de Bar-le-Duc (Meuse), 23 avril 1887.*

Un vétérinaire inspecteur assermenté, ayant le droit d'exercer sa profession de vétérinaire en dehors et en ville, est chargé du contrôle sanitaire des viandes et autres denrées alimentaires à l'abattoir, au marché couvert, dans les étaux et les magasins de comestibles (art. 3, 16 et 19). — Une partie de l'article 4 est la reproduction complète de l'article 4 de Sedan 1886, nº 72. L'autre indique que les viandes foraines n'allant pas au marché couvert sont vérifiées à l'abattoir. Les animaux abattus sont inspectés et estampillés à l'abattoir : 1º les *lundi, mardi, jeudi, vendredi* et *samedi*, le soir, de 4 à 5 heures du 1er octobre au 31 mars, et de 6 à 8 heures du 1er avril au 30 septembre, par le vétérinaire; 2º les *mercredi* et *dimanche*, pendant l'absence forcée de l'inspecteur, par le gardien de l'abattoir qui consigne les viandes douteuses pour les soumettre au vétérinaire (art. 12). — Les viandes foraines sont visitées et estampillées au marché couvert par le vétérinaire, les *mercredi, vendredi* et *dimanche*, le matin, de 5 heures à 7 heures et demie du 1er avril au 31 août, et de 6 à 8 heures et demie du 31 août au 1er avril. Après ces heures, elles subissent les conditions de l'art. 13 de Sedan 1886 (art. 15), nº 72. — Les solipèdes sont visités avant l'abatage de 5 à 8 heures du matin, après l'abatage dès que la viande est préparée.

80. — *Règlement de l'abattoir de Pontarlier (Doubs), 27 avril 1887.*

Les viandes sont toujours estampillées par le vétérinaire ou le directeur receveur (art. 3). — Le vétérinaire visite trois fois par semaine les animaux et les viandes (art. 14). — Les viandes foraines sont visitées et marquées à l'abattoir par l'inspecteur de la boucherie (art. 21).

81. — *Règlement de l'abattoir de Brest (Finistère), 1er juin 1887.*

Tous les jours le vétérinaire inspecteur visite aux abattoirs les animaux vivants et abattus, aux heures fixées par le directeur et indiquées aux bouchers par des affiches (art. 2, 6 et 16).

82. — *Règlement de l'abattoir de Rambervillers (Vosges), 11 juin 1887 (1)*

Tous les animaux seront visités avant et après l'abatage par un vétérinaire ou son délégué (art. 2). — La visite aura lieu chaque jour aux heures déterminées par le vétérinaire sur l'avis du maire (art. 3).

83. — *Règlement de police de Compiègne (Oise), 1er juillet 1887.*

Les viandes foraines seront visitées le matin à la halle, de 5 heures à 8 heures du 1er avril au 31 août, et de 7 heures à 10 heures du 1er septembre au 31 mars (art. 77). — Tous les jours, dans la matinée, le vétérinaire inspecteur des viandes visitera à l'abattoir les animaux et les viandes (art. 728). — L'abatage de tout animal paraissant à l'arrivée malade, blessé ou extrêmement maigre, sera

(1) Les articles 2 et 3 du *Règlement en vigueur de l'abattoir de Raon-l'Étape (Vosges)* reproduisent textuellement les articles 2 et 3 de Rambervillers 1887.

interdit par le receveur de l'abattoir jusqu'à la visite réglementaire de l'inspecteur qui statuera (art. 729).

84. — *Règlement de l'inspection des viandes à Montargis (Loiret), 1er juillet 1887.*

Deux vétérinaires font l'inspection des viandes de boucherie à tour de rôle, au traitement annuel de 400 francs chacun (art. 2). — Tous les animaux sont avant l'abatage visités par l'inspecteur de service aux jours et heures fixés par la municipalité. « Les bestiaux jugés douteux sont de nouveau visités après l'abatage par le vétérinaire. » L'inspecteur visite les viandes foraines au bureau de l'abattoir, ou à l'étal, soit le matin au marché à la viande à 8 heures, du 1er avril au 31 août et à 9 heures du 1er septembre au 31 mars, soit au domicile des bouchers arrivant après lesdites heures (art. 4).

85. — *Règlement de l'abattoir de Bolbec (Seine-Inférieure), 1er octobre 1887.*

Un vétérinaire, nommé par la Compagnie concessionnaire des abattoirs et agréé par le maire, visite les animaux vivants et abattus *lorsqu'il en est requis par le préposé ou l'intéressé.* Si un animal présente une affection contagieuse ou une maladie le rendant impropre à la consommation, il en avise le préposé receveur qui le fait enlever (art. 19). — Le receveur défend d'abattre tout animal malade, blessé ou extrêmement maigre et requiert le vétérinaire pour statuer à ce sujet. Si après l'abatage, le receveur, ou le vétérinaire *de nouveau appelé en cas de contestation*, en reconnaît le viande impropre à la consommation, il prescrit l'enfouissement (art. 20). — Les visites *ordinaires* du vétérinaire sont payées par la Compagnie, et ses visites *extraordinaires* — pour les cas contestés — par les intéressés les ayant réclamées (art. 23). — Le préposé de l'abattoir visite et estampille les animaux tués en cet établissement et les viandes foraines (art. 55).

86. — *Règlement de l'abattoir de Grasse (Alpes-Maritimes), 27 novembre 1887.*

Le vétérinaire inspecteur visite chaque jour : 1° les animaux avant et après l'abatage, de 7 heures à 7 heures et demie du matin et de 4 heures à 4 heures et demie du soir du 1er octobre au 30 avril, de 6 heures à 6 heures et demie du matin et de 5 heures à 5 heures et demie du soir du 1er mai au 30 septembre; 2° les viandes foraines au bureau de vérification, de 7 heures et demie à 8 heures du matin et de 4 heures et demie à 5 heures du soir du 1er octobre au 30 avril; de 6 heures et demie à 7 heures du matin et de 5 heures et demie à 6 heures du soir du 1er mai au 30 septembre. Sous peine de destitution, il est interdit aux *marqueurs* d'estampiller aucune viande en l'absence de l'inspecteur. Le vétérinaire visite le plus souvent possible les boucheries et les charcuteries, assisté d'un agent assermenté requis par lui (art. 10 et 12).

87. — *Règlement de l'abattoir de Commercy (Meuse), 15 décembre 1887.*

Les dispositions des articles 3, 4, 6, 12, 16 et 19 sont les mêmes qu'aux articles correspondants de Bar-le-Duc, 1887, n° 79, sauf les modifications suivantes : A l'article 4 : « vacation de 3 francs »; à l'article 12, les mots : *lundi, mardi, jeudi, vendredi, samedi* (1°) et *mercredi, dimanche* (2°) sont remplacés par les mots : « *tous les jours* »; à l'article 12, addition aux mots « *gardien de l'abattoir* » des mots : « *en présence du surveillant en chef de l'octroi* ». Les viandes

foraines sont visitées et estampillées au marché couvert par le vétérinaire, accompagné du commissaire ou d'un agent de police les *lundi* et *vendredi*, le matin de 5 à 6 heures du 1er avril au 31 août; de 6 à 7 heures du 1er septembre au 31 octobre et du 1er au 31 mars; de 7 à 8 heures du 1er novembre à fin février (art. 15). — Les solipèdes sont abattus, le matin, de 7 à 9 heures, du 1er octobre au 31 mars, et de 5 à 8 heures du 1er avril au 30 septembre (art. 36).

88. — *Règlement de l'abattoir de Tunis (Tunisie), 17 décembre 1887.*

En toute saison, de 8 heures à 11 heures du matin et de 3 heures à 5 heures du soir, à l'abattoir, les viandes foraines sont soumises à une inspection sanitaire, et les animaux sont, par l'expert, visités collectivement avant l'abatage, sous le contrôle immédiat du directeur vétérinaire (art. 3 et 7).

89. — *Règlement de l'inspection des viandes à Reims (Marne), 31 décembre 1887.*

Les animaux tués à l'abattoir sont inspectés et estampillés par le vétérinaire municipal ou, en son absence, par un des inspecteurs des comestibles : du 1er mars au 15 mai de 6 heures et demie à 8 heures et demie et de 10 heures à 11 heures du matin, de 1 heure à 2 heures, de 5 à 6 heures et à 7 heures et demie du soir; du 15 mai au 15 octobre, de 5 heures à 7 heures et demie et de 10 heures à 11 heures du matin, de 3 heures à 4 heures, de 5 heures à 6 heures et de 7 heures et demie à 8 heures du soir; du 15 octobre au 1er mars, de 7 heures à 8 heures et de 10 heures à 11 heures du matin, de 1 heure à 2 heures, de 3 heures à 4 heures et à 4 heures et demie du soir (art. 7 et 8).

Les viandes foraines sont inspectées : 1° au *marché couvert*, le matin, de 7 à 10 heures du 1er janvier au 1er mai, de 6 à 10 heures du 1er mai au 1er septembre, de 7 à 10 heures et demie du 1er septembre au 1er janvier. 2° *A l'abattoir* : à 11 heures du matin, à 2 heures et de 5 à 6 heures du soir, du 1er janvier au 1er mai; le soir, de 3 à 4 heures, de 5 à 6 heures et de 7 heures et demie à 8 heures du 1er mai au 1er septembre; le soir, de 1 à 2 heures et de 4 à 5 heures du 1er septembre au 1er janvier (art. 17).

Les inspecteurs des comestibles visitent fréquemment les boucheries, charcuteries et triperies en ville, les épiceries vendant de la charcuterie, journellement les halles et marchés publics (art. 33). — Ils y sont accompagnés par le vétérinaire au moins une fois par semaine (art. 34).

Le vétérinaire visite les solipèdes (art. 68):

Sur pied, du 15 mai au 15 octobre, à 5 heures du matin; du 1er mars au 15 mai, à 6 heures du matin; du 15 octobre au 1er mars, à 7 heures du matin.

En viande, du 15 mai au 15 octobre, à 11 heures du matin; du 1er mars au 15 mai, à 1 heure du soir; du 15 octobre au 1er mars, à 11 heures du matin.

Visite supplémentaire sur pied à 5 heures du soir pendant les chaleurs.

90. — *Règlement sanitaire des viandes et denrées alimentaires d'Épinal (Vosges). 5 août 1888.*

L'inspecteur des denrées alimentaires est un vétérinaire spécialement nommé après un concours et auquel toute clientèle est interdite. Il est assermenté (art. 1). — Son service comporte la visite des viandes foraines, celle des viandes préparées à l'abattoir, la visite des étaux, cases, boutiques et marchés où sont

mises en vente les viandes de boucherie, charcuterie et autres denrées alimentaires ainsi que les boissons (art. 2).

ART. 9. La vérification des viandes foraines a lieu à l'abattoir aux heures suivantes :

1° Pendant les mois de janvier, février, mars, octobre, novembre et décembre, le matin de 6 heures à 10 heures et le soir de 2 heures à 5 heures pour les jours ordinaires ; les jours de foire et de marché, la visite du matin n'aura lieu que de 6 heures à 8 heures ; les dimanches et jours fériés, l'inspection ne se fera que de 6 heures à midi.

2° Pendant les mois d'avril, mai, juin, juillet, août et septembre, le matin de 5 heures à 10 heures, le soir de 3 heures à 5 heures pour les jours ordinaires ; les dimanches et jours fériés de 5 heures du matin à midi ; les jours de foire et de marché, le matin de 5 heures à 7 heures et demie, le soir de 3 heures à 5 heures.

ART. 16. La vérification des bestiaux abattus à l'abattoir a lieu dans cet établissement aux heures suivantes :

1° Pendant les mois de janvier, février, mars, octobre, novembre et décembre, le matin de 6 heures à 11 heures et le soir de 3 heures à 6 heures pour les jours ordinaires ; les jours de foire et de marché, l'inspection du matin ne se fera que de 6 heures à 7 heures et demie ; les dimanches et jours fériés, la vérification n'aura lieu que de 6 heures à midi.

2° Pendant les mois d'avril, mai, juin, juillet, août et septembre, la vérification aura lieu le matin de 5 heures à 10 heures et le soir de 3 heures à 7 heures ; les jours de foire et de marché, cette vérification ne se fera le matin que de 5 heures à 7 heures et demie ; les dimanches et jours fériés, elle n'aura lieu que de 5 heures du matin à midi.

89. — *Règlement de l'abattoir de Brou (Eure-et-Loir), 1er juin 1888.*

Le préposé inspecteur ou commissaire-expert (vétérinaire) visite les animaux vivants et les viandes foraines entre 8 heures et 10 heures du matin (art. 2 et 10). — S'il le juge convenable, il revoit après l'abatage les animaux qui lui ont laissé quelque doute sur pied (art. 12). — Les viandes ne sortent de l'abattoir qu'après avoir été reconnues saines par le préposé de l'administration et par un délégué des bouchers nommé par ces derniers à cet effet (art. 13).

90. — *Règlement de l'abattoir de Carcassonne (Aude), 10 septembre 1888.*

Il y a un vétérinaire inspecteur principal et des inspecteurs adjoints (art. 3, 82, 88). — Les inspecteurs adjoints suppléent le vétérinaire en cas d'absence motivée ; ils en réfèrent à l'inspecteur principal dans les cas difficiles ou contestés (art. 82). — L'inspection a lieu avant, puis après l'abatage et seulement de jour (art. 11 et 12). — Les viandes foraines sont inspectées à l'abattoir (art. 36). — Les prescriptions des art. 53, 54, 55, 56 et 58 sont une répétition de celles des art. 40 et 41 de Montauban 1886, n° 76.

91. — *Règlement de l'abattoir de Nîmes (Gard), 31 octobre 1888.*

Le vétérinaire, inspecteur principal, et les deux inspecteurs adjoints ou sous-inspecteurs ne peuvent exercer l'art vétérinaire pour les animaux de boucherie (art. 3 et 4). — Le vétérinaire inspecte chaque jour l'abattoir et

les halles ; il fait des visites intermittentes en ville, dans les étaux ou magasins. En cas d'absence, il est suppléé par le sous-inspecteur le plus ancien (art. 95 et 127). — Un inspecteur adjoint visite tous les animaux avant et après l'abatage à l'abattoir (art. 8, 16, 122). — L'autre inspecteur adjoint visite journellement les halles et marchés. Il contrôle les débits de viandes, poissons et autres denrées alimentaires. Tous les agents de police surveillent ces établissements dans leurs sections respectives (art. 96 et 97). — Les animaux abattus et les viandes foraines sont inspectés à l'abattoir, seulement de jour : du matin au soir, avec interruption de 10 heures à midi en semaine, le matin exclusivement les dimanches et fêtes (art 16, 33, 35, 68, 122).

92. — *Règlement de l'inspection des viandes de Verdun (Meuse), 3 novembre 1888.*

Un vétérinaire français est commissionné par le maire et assermenté comme inspecteur des viandes et denrées alimentaires de toutes sortes, à la suite d'un concours passé devant un jury spécial (art. 2 et 3). — L'exercice de toute clientèle médicale lui est formellement interdit, excepté lorsqu'il est appelé comme expert ou comme conseil (art. 4). — A l'abattoir, il visite chaque animal avant et après l'abatage : de 9 heures à midi et de 2 heures à 5 heures pendant les mois d'hiver ; de 8 heures et demie à midi et de 2 heures à 6 heures pendant les les mois d'automne et de printemps ; enfin de 8 heures à midi et de 3 heures à 7 heures pendant l'été. En cas de réclamation des bouchers, le maire peut modifier ces heures au mieux des intérêts des réclamants (art. 5, 6 et 8). — Le vétérinaire inspecte aux heures précitées les viandes foraines présentées au bureau de l'inspection, à l'abattoir (art. 9 et 10). — Le matin des jours de marché (lundi, mercredi, vendredi et samedi), l'inspecteur vérifie les viandes foraines au Marché couvert : depuis l'arrivée du jour jusqu'à 8 heures et demie en novembre, décembre, janvier et février ; de 6 heures et demie à 8 heures en mars, avril, septembre et octobre ; de 6 heures à 7 heures et demie en mai, juin, juillet et août (art. 10). — L'inspecteur visite les denrées alimentaires de toutes sortes exposées en vente dans les boucheries, charcuteries et boutiques de la ville ainsi qu'aux étaux et places du Marché couvert (art. 17 et 19).

93. — *Règlement de l'abattoir de Saint-Mihiel (Meuse), 23 novembre 1888.*

Le vétérinaire inspecteur de service examine tous les animaux avant et après l'abatage (art. 4). — Il fait une visite à l'abattoir chaque matin à 11 heures. Le maire peut modifier l'heure de cette visite si les circonstances l'exigent (art. 5 et 37). — Les viandes foraines ne peuvent être mises en vente qu'après avoir été estampillées à la visite quotidienne du vétérinaire à l'abattoir (art. 25). — Tout accident nécessitant l'abatage immédiat d'un animal sera constaté par le vétérinaire de service et aux frais du propriétaire (art. 12). — En cas de nécessité, les bouchers, charcutiers, etc., ont la faculté de faire inspecter par le vétérinaire de service, en dehors de l'heure réglementaire, soit les animaux à abattre ou abattus, soit les viandes foraines ; ces visites extraordinaires ne peuvent avoir lieu qu'à l'abattoir et sont à leurs frais (art. 6 et 27). — Des tournées périodiques sont faites dans les boucheries et charcuteries (art. 24 et 34).

Deux vétérinaires nommés par le maire et assermentés assurent l'inspection sanitaire des viandes et autres comestibles, par périodes mensuelles alternatives (art. 32, 33 et 35). — Ils ont droit à une vacation de 2 francs pour chaque

visite extraordinaire prévue par les art. 6, 12 et 27 (art. 38). — Le vétérinaire de service ne peut s'absenter de la ville qu'après s'être assuré que son collègue le suppléera pendant son absence (art. 36). — Il a seul la clef du meuble fermé de l'abattoir, renfermant les cachets à estampiller (art. 40).

94. — *Règlement de l'abattoir d'Autun (Saône-et-Loire), 19 décembre 1888.*

Les animaux ne peuvent être abattus qu'après la visite du vétérinaire de la ville qui a lieu chaque matin de 8 heures à 10 heures (1). En cas d'urgence et sur autorisation du maire, cette visite peut être faite à toute heure de la journée (art. 9 et 8). — La viande est visitée après l'abatage (art. 11).

95. — *Règlement de l'inspection des viandes à Cannes (Alpes-Maritimes), 12 janvier 1889.*

Toutes les viandes de boucherie et de charcuterie seront soumises à une inspection vétérinaire (art. 1). — Les animaux tués à l'abattoir seront visités tous les jours de 4 heures à 5 heures du soir du 1er octobre au 30 avril, et de 5 heures à 7 heures du soir du 1er mai au 30 septembre (art. 2). — Les viandes foraines seront inspectées à la salle de vérification de 6 heures à 8 heures du matin et de 2 heures à 4 heures du soir du 1er octobre au 30 avril, et de 5 heures à 7 heures du matin du 1er mai au 30 septembre (art. 3). — Les vétérinaires inspecteurs (2) visiteront à tour de rôle, avec un agent de police, les boucheries, les charcuteries et la Halle au moins une fois par semaine (art. 12).

96. — *Règlement de l'abattoir de Roanne (Loire), 31 janvier 1889.*

Le vétérinaire-inspecteur examine tous les animaux avant l'abatage (art. 64). — Il visite les viandes de l'abattoir et les viandes foraines de 8 heures à 10 heures du matin et de 2 heures à 4 heures du soir du 1er octobre au 1er avril ; de 7 heures à 9 heures du matin et de 3 héures à 5 heures du soir les autres mois ; il ne fait cette inspection que le matin, les dimanches et fêtes (art. 66 et 67). — Il inspecte journellement les halles et marchés publics, fréquemment les boucheries, charcuteries, triperies, épiceries et les vendeurs de volailles, gibiers, poissons, etc., en ville (art. 87). — Pour faciliter à toute heure du jour l'enlèvement des animaux tués à l'abattoir, un contrôleur vérifie ces viandes même en l'absence de l'inspecteur, en ayant soin de consigner celles qui lui paraîtraient malsaines, jusqu'à l'arrivée du vétérinaire (art. 66).

97. — *Règlement de l'abattoir de Vesoul (Haute-Saône), 1er mars 1889.*

A tour de rôle hebdomadaire, les deux vétérinaires inspecteurs examinent chaque matin à 9 heures les animaux à abattre. En outre, ils visitent les boucheries avec le commissaire de police et se rendent à l'abattoir, toutes les fois qu'il en sont requis par l'autorité (art. 5).

(1) La visite du vétérinaire qui se fait chaque matin à 10 heures, n'a lieu les dimanches et fêtes qu'en cas d'urgence et sur autorisation du Maire. *(Règlement de l'abattoir d'Autun, 22 avril 1837, art. 70).*

(2) L'art. 9 du *Règlement de l'abattoir de Cannes du 15 février 1878,* mentionne deux vétérinaires inspecteurs.

98. — *Règlement de l'abattoir de Castres (Tarn), 12 mars 1889.*

Le vétérinaire inspecteur visite à l'abattoir : 1° les animaux vivants ; 2° les animaux abattus ; 3° les viandes foraines : de 10 heures à 11 heures du matin et de 4 heures à 5 heures du soir, du 1er octobre au 31 mars : de 5 heures et demie à 6 heures et demie du matin, de 10 heures à 11 heures du matin et de 6 heures à 7 heures du soir, du 1er avril au 30 septembre (art. 10, 44 et 46).

99. — *Règlement de l'inspection des viandes à Toulouse (Haute-Garonne), 15 mars 1889.*

Le personnel de l'inspection comprend un inspecteur général (vétérinaire), chef de service, et quatre inspecteurs assermentés, plus trois sous-inspecteurs (art. 3). — Les animaux abattus et les viandes foraines sont inspectés toute la journée à l'abattoir ; les viandes foraines ordinaires sont aussi visitées à la criée jusqu'à midi et celles de porc au marché de la place des Carmes (art. 24). — Les agents du service d'inspection visitent fréquemment les boucheries, charcuteries, triperies, épiceries (vendant de la charcuterie) installées en ville (art. 30). — Ils visitent les poissons, gibiers, volailles, légumes, champignons, fruits, etc., sur les différents marchés de la ville (art. 33).

100. — *Règlement de l'abattoir de Saint-Quentin (Aisne), 26 avril 1889.*

Le vétérinaire municipal, ou en cas d'empêchement son délégué agréé par le maire, visite les animaux avant et après l'abatage : de 5 heures à 6 heures du matin et de 6 heures à 7 heures du soir en mai, juin, juillet et août ; de 6 heures à 7 heures du matin et de 5 heures à 6 heures du soir en mars, avril, septembre et octobre ; de 7 heures à 8 heures du matin et de 4 heures à 5 heures du soir en novembre, décembre, janvier et février (art. 12). — Les viandes foraines sont inspectées à la halle tous les matins, les dimanches et fêtes exceptés, de 6 heures à 8 heures en janvier, février, mars, octobre, novembre et décembre ; de 6 heures à 7 heures en avril, mai, juin, juillet, août et septembre. Elles sont en outre inspectées chaque soir à l'abattoir aux heures fixées à l'art. 12 (art. 49). — L'inspecteur visite fréquemment les boucheries, charcuteries, triperies, épiceries (vendant de la charcuterie) installées en ville (art. 52).

101. — *Règlement de l'abattoir d'Angers (Maine-et-Loire), 6 juin 1889.*

Les animaux sont visités avant l'abatage par l'inspecteur de la salubrité (vétérinaire) (art. 2). — Les viandes sont inspectées et estampillées à l'abattoir : 1° les jours ordinaires, du 1er mai au 30 septembre de 6 heures à 9 heures du matin et de 4 heures à 7 heures du soir ; du 1er octobre au 30 avril de 7 heures à 10 heures du matin et de 3 heures à 6 heures du soir ; 2° les dimanches et jours fériés en mai, juin, juillet, août et septembre de 6 heures à 8 heures du matin et le soir à partir de 2 heures ; dans les autres mois de 7 heures à 9 heures du matin et de midi à 2 heures du soir. Le vendredi soir, l'inspection commence deux heures plus tôt que les jours ordinaire. Par tolérance pour des cas tout à fait imprévus, le concierge de l'abattoir est autorisé, en dehors des heures fixées pour l'estampillage, à faire cette opération à un demi-mouton et

à un demi-veau, à l'exclusion de toute autre viande. Les autres parties de l'animal et les organes internes seront laissés à l'abattoir pour être ultérieurement inspectés (art. 4).

102. — *Règlement de l'abattoir de Vitré (Ille-et-Vilaine), 5 août 1889.*

En vertu des art. 2, 9, 12, 11, 14, 15, 18, 19, le préposé surveillant de l'abattoir procède comme il est dit pour le directeur receveur dans le règlement de 1883 de Saint-Brieuc, n° 58. En outre, d'après l'art. 9, un vétérinaire commissionné par la municipalité a le droit d'inspecter les viandes et les animaux et de décider définitivement de leur admission.

103. — *Règlement de l'inspection des viandes à Nantes (Loire-Inférieure), 23 octobre 1889.*

Deux contrôleurs inspectent les viandes à l'abattoir, sur les marchés et à domicile, sous la direction et la responsabilité d'un vétérinaire inspecteur (art. 3). — Les viandes foraines fraîches, cuites, salées, fumées, conservées ou préparées, sont inspectées au marché de Talensac, avec interruption de midi à une heure, de 4 heures et demie du matin à 6 heures du soir, au printemps et en été, de 5 heures et demie du matin à 6 heures du soir, le reste de l'année.

Il n'y a pas d'inspection l'après-midi les dimanches et jours fériés (art 9). — Le vétérinaire inspecte les animaux vivants, « exposés à la boucle », de 6 heures du matin à 11 heures et de 1 heure à 6 heures du soir, sauf le dimanche après midi (art. 12 et 13). — Toutes les viandes *faites* à l'abattoir, sont visitées et estampillées par le vétérinaire ou les contrôleurs (art. 20 et 21). — Ces agents auront toujours entrée dans les débits de viandes crues ou cuites, salées, fumées ou conservées (art 27).

104. — *Règlement de l'abattoir de Limoges (Haute-Vienne), 7 novembre 1889.*

Le vétérinaire directeur de l'abattoir, auquel toute clientèle personnelle est interdite, fait trois inspections des viandes chaque jour : du 1er mai au 30 octobre, de 10 heures et demie à 11 heures du matin, de 3 heures à 3 heures et demie du soir, et de 7 heures et demie à 8 heures du soir ; du 1er novembre au 30 avril, de 11 heures à 11 heures et demie du matin, de 3 heures à 3 heures et demie du soir et de 7 heures à 7 heures et demie du soir (art. 8 et 9). — L'abattoir est fermé à midi les dimanches et fêtes légales (art. 5). — Les viandes foraines sont inspectées à l'abattoir (art. 57).

105. — *Règlement de l'abattoir d'Auxerre (Yonne), 18 novembre 1889.*

Des vétérinaires commissionnés par la municipalité inspectent tous les jours à l'abattoir les animaux destinés à être abattus et les viandes foraines : 1° les jours de marché, le matin, de 7 à 8 heures, d'avril à septembre, et de 8 à 9 heures, le reste de l'année ; 2° les autres jours, le soir, de 4 à 5 heures en novembre, décembre, janvier et février ; de 5 à 6 heures, en mars, avril, septembre et octobre ; de 6 à 7 heures, le reste de l'année (Art. 55 et 56). — Aucune viande ne peut sortir de l'abattoir sans avoir été inspectée et estampillée (art. 64).

106. — *Règlement de l'abattoir de Narbonne (Aude), 27 décembre 1889* (1).

Le personnel de l'inspection comprend un vétérinaire inspecteur principal, deux vétérinaires-inspecteurs adjoints et un contrôleur (art. 3). — L'inspection des viandes foraines et des animaux abattus a lieu à l'abattoir chaque soir, de 4 heures et demie à 5 heures en novembre, décembre, janvier et février ; de 5 heures et demie à 6 heures en septembre, octobre, mars et avril ; de 6 heures et demie à 7 heures en mai, juin, juillet et août. Par exception, une visite spéciale des viandes peut avoir lieu en dehors de l'heure réglementaire, aux frais de celui qui l'a provoquée (art. 14 et 28). — Une visite des viandes foraines se fait aussi chaque matin au bureau d'inspection, de 7 heures et demie à 9 heures (art. 28). — Chaque jour, de 11 heures à midi, les solipèdes sont visités sur pied au domicile de l'inspecteur principal, avec perception de 2 francs par animal, et la viande est inspectée à la visite journalière de l'abattoir (art. 38). — Art. 45, comme l'art. 30 de Toulouse 1889, n° 99.

107. — *Règlement des viandes de boucherie à Foix (Ariège), 4 janvier 1890.*

Un vétérinaire inspecteur, au traitement annuel de 350 francs depuis le 1er janvier 1890 (antérieurement 200 francs), visite tous les soirs à l'abattoir les animaux abattus et les viandes foraines, de 3 à 4 heures en janvier, février, mars, avril, novembre, décembre, et à 5 heures les autres mois de l'année. Les dimanches et fêtes, l'abattoir est fermé à 1 heure, et l'inspection n'a pas lieu l'après-midi (art. 2, 3 et 10).

108. — *Règlement du service sanitaire vétérinaire d'Orthez (Basses-Pyrénées), 9 janvier 1890.*

Le vétérinaire municipal visite gratuitement à l'abattoir les animaux de boucherie sur pied ou abattus et les viandes foraines, le matin, de 8 heures et demie à 9 heures et demie, en mai, juin, juillet et août ; de 9 heures et demie à 10 heures et demie, les huit autres mois (2). Il inspecte les divers comestibles introduits et mis en vente en ville ; il surveille les foires et marchés à bestiaux (art. 1, 6 et 13). — Il a un traitement annuel fixé à 900 francs sur l'arbitrage du Préfet, choisi à cet effet par le Conseil municipal et le vétérinaire inspecteur (art. 2). — Toute visite en dehors des heures réglementaires pour les animaux abattus et les viandes foraines, est payée par les intéressés, selon les indications de M. le Préfet (n° 22 du *Recueil des actes administratifs* de 1888), et après accord avec le vétérinaire (art. 7 et 15). — Les jours de marché, les viandes foraines sont visitées gratuitement audit marché (art. 13). — Les charcutiers continuent à abattre leurs porcs à domicile, à condition de représenter les viscères (poumons attachés) à toute réquisition de l'inspecteur (art. 12).

(1) *Narbonne, arrêté du 1er janvier 1890.* — L'inspecteur principal est chargé spécialement du service de l'abattoir (§ 1). — A tour de rôle hebdomadaire, les inspecteurs adjoints visitent journellement les halles et marchés (§ 3). — Le contrôleur visite fréquemment les étaux et boutiques (§ 4).

(2) L'inspection se fait chaque jour à l'abattoir, sauf le dimanche. Elle a lieu le matin, entre 8 heures et demie et 9 heures, en mai, juin, juillet et août ; entre 9 heures et 9 heures et demie les huit autres mois. Les vendredis et lundis de mai, juin, juillet, août et septembre, l'inspection se fait le soir au lieu du matin (*Arrêté du maire d'Orthez du 1er février 1890.*)

109. — *Règlement de la boucherie de Lorient (Morbihan), 5 mars 1890.*

Le vétérinaire inspecte les viandes foraines à l'abattoir, chaque matin, de 5 à 7 heures du 1er avril au 30 septembre, et de 6 à 8 heures, du 1er octobre au 31 mars (art. 2).

110. — *Règlement de l'abattoir de Saintes (Charente-Inférieure), 7 mars 1890.*

Un vétérinaire ou un ancien vétérinaire, désigné par un arrêté du maire, inspectera chaque jour les bestiaux avant et après l'abatage, ainsi que les viandes foraines, de 7 à 9 heures du matin, et de 3 à 4 heures du soir (art. 1, 2, 4, 6). — Si le vétérinaire inspecteur « fait de la clientèle, il lui est interdit de visiter les animaux qu'il soigne, s'ils sont présentés à l'abattoir. Il doit dans ce cas se faire remplacer par un collègue agréé par le maire » (art. 11).

111. — *Règlement de l'abattoir de Chambéry (Savoie), 30 avril 1890.*

Un inspecteur vétérinaire visite à l'abattoir : 1° les animaux avant et après l'abatage, à des heures fixées par le maire (art. 45, 46, 47) ; 2° les viandes foraines, le matin, à 6 heures, du 1er avril au 30 septembre, et à 7 heures, du 1er octobre au 31 mars (art. 53). — Pendant les heures où sa présence n'est pas exigée à l'abattoir, il inspecte le marché public, les criées diverses, les boucheries, charcuteries, triperies, épiceries et autres débits de comestibles, les écuries des bouchers et charcutiers, les clos d'équarrissage ; il visite chaque samedi le marché au bétail (art. 101). — Il visite fréquemment les étaux, assisté d'un agent de police (art. 58).

112. — *Règlement de l'abattoir de Fréjus (Var), 21 août 1890.*

Les art. 1, 6, 9, 10, 58, contiennent respectivement et textuellement les dispositions des art. 1, 6, 9, 10, 77, de Draguignan, 1879, n° 45.

113. — *Règlement de l'abattoir de Lunéville (Meurthe-et-Moselle), 30 septembre 1890.*

Les animaux à abattre, les animaux abattus et les viandes foraines, sont visités à l'abattoir par l'inspecteur ou son suppléant, de 11 heures du matin à midi, et de 6 à 7 heures du soir. L'inspecteur doit être prévenu à chaque entrée par les introducteurs de viandes foraines (art. 3).

114. — *Règlement de l'abattoir de Vienne (Isère), 4 octobre 1890.*

Le vétérinaire inspecteur visite à l'abattoir : 1° les viandes foraines, le matin, de 6 à 7 heures, du 1er avril au 30 septembre, et de 7 à 8 heures, du 1er octobre au 31 mars ; 2° les animaux à abattre et abattus, le soir, de 3 à 4 heures, du 1er octobre au 31 mars, et de 7 à 8 heures, du 1er avril au 30 septembre (art 2). — Le conservateur de l'abattoir consigne au pesage les animaux lui paraissant malades, douteux ou en mauvais état, pour la visite du vétérinaire (art. 3).

115. — *Règlement de l'abattoir de la Flèche (Sarthe), 10 décembre 1890.*

Le directeur de l'abattoir inspecte chaque jour les bestiaux avant et après l'abatage. En cas de doute, il mande le vétérinaire. Sans avoir recours à celui-ci,

il repousse les animaux « dont la maigreur fait soupçonner une cause de maladie et ceux atteints de pissement de sang » (art. 7, 12, 13 et 16). — Les viandes foraines fraîches sont inspectées à l'abattoir par le vétérinaire « comme le sont les bestiaux tués dans cet établissement » et, en son absence, par le directeur, à des heures indiquées par la municipalité (art. 69 et 71).

116. — *Règlement de l'abattoir d'Amiens (Somme), 28 février 1891.*

Un vétérinaire inspecteur visite chaque jour à l'abattoir, avant 10 heures du matin, les bestiaux abattus ou à abattre et les viandes foraines. Il s'y rend en outre à toutes réquisitions du service d'octroi (art. 2, 5 et 6). — Toutes les viandes sont inspectées (art. 39).

117. — *Règlement de l'abattoir de Joigny (Yonne), 10 mars 1891.*

Un vétérinaire inspecteur, au traitement annuel de 800 francs, visitera chaque bête avant et après l'abatage (1). Il fera chaque jour à l'abattoir deux visites, « dont les heures seront réglées suivant les saisons » (art. 1, 7 et 10).

118. — *Règlement de l'abattoir de Vertus (Marne), 19 juin 1891.*

Un inspecteur vétérinaire visitera les viandes foraines « aux jours et heures qui seront ultérieurement fixés » art. 1er). — Il visitera « aussi fréquemment que possible et au mieux du service » les animaux abattus à l'abattoir (art. 34 et 35). — Le préposé surveillant de l'établissement examinera sommairement les animaux à l'arrivée. Il les visitera ensuite à l'abatage et arrêtera les viandes lui paraissant impropres à la consommation en l'absence du vétérinaire inspecteur, lequel pourra modifier ses décisions (art. 12).

119. — *Règlement d'inspection des viandes de Châlons-sur-Marne (Marne), 26 août 1891.*

Un vétérinaire assermenté, auquel toute clientèle est complètement interdite, visite à l'abattoir : 1° les viandes foraines une heure avant l'ouverture du marché ; 2° les animaux abattus, de 8 heures à 11 heures du matin et de 2 heures à 5 heures du soir, du 1er octobre au 31 mars, de 6 heures et demie à 11 heures du matin et de 2 heures à 6 heures du soir du 1er avril au 30 septembre. Les personnes qui ont besoin de l'inspection en dehors de ces heures, doivent s'entendre avec l'inspecteur. L'inspection ne se fait que le matin les dimanches et fêtes ; elle est suspendue à l'abattoir pendant la durée du marché les jours où celui-ci a lieu (art. 6 et 17). — Sur la demande des intéressés, les viandes foraines sont visitées au marché couvert avec paiement d'un droit de 2 centimes par kilogramme pour déplacement du personnel et du matériel (art. 6). — L'inspecteur surveille les denrées alimentaires dans les marchés, étaux, boutiques et autres lieux de vente (art. 2).

(1) *Règlement de l'abattoir de Joigny, 29 juillet 1851.* — Art. 36. Le commissaire de police et le préposé de l'abattoir, veilleront, de concert au maintien du bon ordre, de la propreté et de la salubrité dans toutes les parties de l'établissement, ainsi *qu'à l'état sain des bestiaux* qui seront introduits dans l'abattoir. En cas de besoin, ils requerront, *pour ce dernier objet*, l'assistance de deux *bouchers experts* ou d'un *vétérinaire*.

120. — *Règlement de l'abattoir de Rive-de-Gier (Loire), 1er novembre 1891.*

Le vétérinaire inspecteur visite à l'abattoir les animaux abattus et les viandes foraines de 7 heures à 8 heures du matin et de 4 heures à 5 heures du soir en janvier, février, novembre, décembre; de 7 heures à 8 heures du matin et de 5 heures à 6 heures du soir en mars, avril, septembre, octobre; de 6 heures à 7 heures du matin et de 6 heures à 7 heures du soir en mai, juin, juillet, août. Les dimanches et fêtes, l'inspection n'a lieu que le matin (art. 10 et 32). — Le vétérinaire surveille les boucheries, charcuteries et triperies au moins une fois par quinzaine (art. 28).

121. — *Règlements de l'abattoir et de l'inspection des viandes de Joinville (Haute-Marne), 14 novembre 1891.*

— Le préposé gardien de l'abattoir visite les animaux à leur arrivée et après l'abatage. Au moindre doute sur leur état sanitaire, il prévient le vétérinaire inspecteur (art. 2 et 4 du Règlement de l'abattoir). — Le vétérinaire visite les animaux vivants, notamment ceux signalés douteux par le préposé. Il examine après l'abatage tout animal suspect. Il visite les viandes foraines et les étaux du marché public (art. 4, 5, 8 et 15 du Règlement d'inspection).

122. — *Règlement de l'abattoir de Pamiers (Ariège), 12 août 1891.*

Le vétérinaire inspecteur de service (1) visite chaque animal avant l'abatage de 8 à 9 heures du matin; après l'abatage de 4 heures à 5 heures du soir, du 1er octobre au 1er avril et de 5 heures à 6 heures du soir, du 1er avril au 1er octobre (art. 1). — Tout animal doit être tué dans l'intervalle de ces deux visites (art. 2). — Le vétérinaire inspecte les viandes foraines à l'abattoir aux heures fixées par l'art. 1 (art. 6). — Le commissaire de police ou un de ses agents visite fréquemment les boucheries de la ville (art. 8).

123. — *Règlement de l'abattoir de Dijon (Côte-d'Or), 16 avril 1892.*

Le vétérinaire inspecteur, chef de service, est nommé après concours; il lui est interdit de faire de la clientèle personnelle. Conjointement avec lui et sous sa responsabilité, deux contrôleurs visitent et marquent à l'abattoir tous les animaux abattus et les viandes foraines (2). Cette inspection est faite de l'ouverture à la fermeture de l'abattoir, mais seulement de jour : à toute heure en juin, juillet, août et septembre; avec interruption de 11 heures et demie à 1 heure pendant les autres mois. Le vétérinaire a seul qualité pour visiter les animaux en mauvais état ou suspects de maladie et pour faire les saisies. Les agents du service et plus spécialement un des contrôleurs visitent en ville les

(1) Le service est fait à tour de rôle hebdomadaire par deux vétérinaires de la ville, qui peuvent se remplacer mutuellement.

(2) Avec le *Règlement de Dijon du 5 janvier 1888*, le vétérinaire inspectait seul les animaux abattus et les viandes foraines. Il faisait trois visites quotidiennes : La 2e de 10 h. 1/2 à 11 h. toute l'année. La 1re et la 3e avaient lieu de: 7 h. à 7 h. 1/2 du matin et de 5 h. 1/2 à 7 h. du soir en mai, juin, juillet, août; de 8 h. à 8 h. 1/2 du matin et de 4 h. 1/2 à 5 h. 3/4 du soir en septembre, octobre, mars, avril; de 8 h. à 8 h. 1/2 du matin et de 3 h. 1/2 à 4 h. 1/2 du soir en novembre, décembre, janvier et février. Les dimanches et fêtes l'inspection du soir était supprimée, sauf en juillet et août où elle avait lieu à 6 h. 1/2 (art. 15, 16 et 17).

boucheries, charcuteries ou triperies, les marchands de poisson, volaille, gibier, et autres denrées alimentaires (art. 1, 2, 5, 66, 67 et 82).

124. — *Règlement de l'abattoir de Vitry-le-François (Marne), 15 mars 1893.*

Le vétérinaire inspecteur et, en son absence, un inspecteur auxiliaire, vétérinaire ou non, le suppléant, visite à l'abattoir les animaux abattus et les viandes foraines chaque jour, de 6 heures à 9 heures du matin et de 3 heures à 6 heures du soir, du 1er avril au 30 septembre, de 7 heures à 10 heures du matin, et de 1 heure à 4 heures du soir, du 1er octobre au 31 mars. Les intéressés devront s'entendre avec l'inspecteur pour les visites en dehors de ces heures (art. 43, 44, 53 et 54). — Les viandes foraines seront visitées gratuitement au marché le matin, de 7 heures et demie à 8 heures et demie du 1er octobre au 31 mars et de 6 heures à 7 heures et demie du 1er avril au 30 septembre (art. 57).

125. — *Règlement de l'abattoir de Bohain (Aisne), 1er juin 1893.*

Le vétérinaire municipal, ou son délégué agréé par le maire, visite les animaux avant et après l'abatage (art. 5 et 6). — Cette visite a lieu chaque matin : de 6 heures à 7 heures en avril, mai, juin, juillet, août, septembre ; de 7 heures à 8 heures en octobre, novembre, décembre, janvier, février, mars (art. 7). — Les viandes foraines sont inspectées : 1° tous les matins à l'abattoir aux heures fixées par l'art. 7 ; 2° les jours de marché, sur la place du marché (art. 31 et 32). — Le vétérinaire inspecteur visite fréquemment accompagné du commissaire ou d'un agent de police, les boucheries, charcuteries, triperies, épiceries (vendant de la charcuterie) installées en ville (art. 33).

126. — *Règlement de l'abattoir de Bourges (Cher), 14 juillet 1893.*

Un vétérinaire inspecteur, nommé avec interdiction de faire de la clientèle personnelle, effectue à l'abattoir pour les animaux abattus et les viandes foraines trois visites quotidiennes, coupées chacune par des intervalles d'une demi-heure désignés à son choix. La première et la deuxième inspection ont lieu de 7 heures à 7 heures et demie du matin et de 5 heures à 7 heures du soir en mai, juin, juillet, août ; de 7 heures et demie à 8 heures du matin et de 4 heures à 6 heures du soir en septembre, octobre, mars, avril ; de 8 heures à 8 heures et demie du matin et de 3 heures à 5 heures du soir en novembre, décembre, janvier et février. La deuxième inspection a lieu toute l'année de 10 heures et demie à 11 heures du matin. Les dimanches et fêtes, l'inspecteur ne fait pas de visite l'après-midi. En l'absence du vétérinaire qu'il remplace dans ses fonctions en cas d'empêchement, un contrôleur visite les viandes à toute heure, mais de jour, et consigne celles lui paraissant malsaines, jusqu'à l'arrivée du vétérinaire seul qualifié pour faire les saisies (art. 3, 70, 71, 92 et 93). — Le vétérinaire visite en ville, assisté d'un employé d'octroi : fréquemment les boucheries, charcuteries ou triperies et les débits de gibier, volaille, poisson, etc. ; journellement la halle et les marchés publics (art. 105).

127. — *Règlement des abattoirs de Calais (Pas-de-Calais), 20 juillet 1893.*

Deux vétérinaires font l'un à l'abattoir de l'ancien Calais, l'autre à celui de l'ancien Saint-Pierre, une visite quotidienne des animaux abattus ou à abattre

et des viandes foraines (art. 10, 11, et 12). — La *marque après l'abatage* est appliquée en leur présence sur les bêtes de basse qualité et les chevaux. Celle des animaux qui leur ont présenté sur pied des caractères évidents et indiscutables de première qualité peut être apposée en leur absence, mais avec leur autorisation, par les préposés concierges (Art. 13 et 16). — Une heure sera fixée spécialement pour l'inspection des viandes foraines conduites au marché (art. 46).

128. — *Règlement de l'inspection des viandes d'Agen (Lot-et-Garonne), 20 juillet 1893.*

Un vétérinaire inspecteur, nommé avec interdiction complète de toute clientèle, examine les denrées alimentaires dans les marchés, boutiques et autres lieux de vente (art. 1 et 2). — Il visite chaque jour à l'abattoir les animaux vivants, puis abattus et les viandes foraines (1) : de 6 heures à 7 heures du matin et de 4 heures à 5 heures du soir, du 1er avril au 30 septembre ; de 7 heures à 8 heures du matin et de 3 heures à 4 heures du soir, du 1er octobre au 31 mars (art. 5 et 17). — Sur la demande des intéressés et après paiement d'un droit de 1 centime par kilogramme, les viandes foraines sont inspectées au marché couvert chaque matin de 5 heures à 6 heures, du 1er avril au 30 septembre et de 6 heures à 7 heures du 1er octobre au 31 mars (art. 6 et 9).

129. — *Règlement de l'abattoir de Villeneuve-sur-Lot (Lot-et-Garonne), 29 octobre 1893.*

Dans le cas où des animaux présentent quelque indice de maladie à leur arrivée, le fermier de l'abattoir requiert l'office du vétérinaire de l'administration (art. 10).

130. — *Règlement de l'abattoir de Wassy (Haute-Marne), 20 janvier 1894.*

L'inspection est faite par un vérinaire inspecteur (art. 2). — Elle a lieu suivant les dispositions des art. 2, 3, 4, 9, 24, 25, 26, 32, 33 et 34 de Chaumont (Haute-Marne) 1886, n° 77 (art. 2, 3, 4, 9, 18, 19, 20, 25, 26 et 27).

131. — *Règlement de l'abattoir de Mézières (Ardennes), 21 février 1894.*

Le vétérinaire inspecteur visite chaque jour les animaux vivants, ceux abattus et les viandes foraines, à 6 heures du matin et à 6 heures du soir, du 1er avril au 30 septembre, à 7 heures et demie du matin et à 3 heures et demie du soir du 1er octobre au 31 mars (art. 17, 18 et 21). — En cas de nécessité, les intéressés peuvent faire visiter à l'abattoir, en dehors des heures réglementaires, par le vétérinaire inspecteur, les animaux à abattre et les viandes abattues, mais à leurs frais (art. 19).

132. — *Règlement de la boucherie de Fougères (Ille-et-Vilaine), 22 février 1894.*

Le vétérinaire inspecteur visitera les boucheries de la ville à son gré et inopinément une fois par semaine. Il a néanmoins la latitude de les visiter

(1) *Règlement de l'abattoir d'Agen, 31 mars 1872:* — Le receveur de l'abattoir est spécialement chargé de requérir l'office du vétérinaire vérificateur dans tous les cas où les bestiaux amenés lui semblent présenter quelque indice de maladie (art. 10).

plusieurs fois, s'il le juge opportun pour la bonne exécution de son service (art. 53).

133. — *Règlement de l'abattoir de Dax (Landes), 11 juin 1894.*

— Le vétérinaire inspecteur visite les animaux avant l'abatage: à l'abattoir, chaque matin de 9 heures à 10 heures; les jours de marché, sur la place du Poids-Public, de 3 heures à 4 heures du soir. En cas exceptionnels, il fait des visites supplémentaires sur la demande des bouchers qui le transportent à l'abattoir à leurs frais et versent au profit de la caisse communale 1 franc par visite. En cas urgents, le préposé de l'abattoir autorise l'abatage des veaux, moutons ou porcs qui lui paraissent sains (art. 10). — Les animaux sont visités après l'abatage par le vétérinaire ou les agents de l'administration (art. 12). — Les viandes foraines sont inspectées à l'abattoir: 1° par le vétérinaire au moment de sa visite; 2° avant ou après cette visite par le préposé de l'abattoir, qui consigne celles d'apparence suspecte jusqu'à l'arrivée du vétérinaire (art. 13).

134. — *Règlement de l'abattoir de Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 26 juillet 1894.*

Le vétérinaire inspecteur visite tous les matins de 10 heures à 11 heures, à l'abattoir les animaux à abattre. Il est « assisté, si besoin est, du commissaire ou du brigadier de police » (art. 3). — Il inspecte ensuite les animaux abattus (art. 4). — Il visite aussi les viandes dans les boucheries (art. 5). — Chaque jour, il fait ses inspections à l'abattoir de 10 heures du matin à midi, il les continue au besoin dans l'après-midi à l'heure qu'il fixe lui-même et qu'il notifie aux bouchers, lesquels sont tenus d'y assister ou de s'y faire représenter (art. 6). — Les viandes sont enlevées de l'abattoir, le matin: de de 5 à 6 heures en été et de 7 à 8 heures en hiver; le soir: de 5 à 6 heures en été et de 4 à 5 heures en hiver (art. 8).

134 *bis*. — *Règlement sur les viandes foraines à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 26 juillet 1894.*

— L'inspecteur vétérinaire visite les viandes foraines tous les matins jusqu'à 9 heures à partir de: 6 heures et demie en mai, juin; juillet, août; de 7 heures en mars, avril, septembre, octobre; de 7 heures et demie en janvier, février, novembre et décembre (art. 1 et 2).

135. — *Règlement des abattoirs de Marseille (Bouches-du-Rhône), 1er octobre 1894.*

Les animaux sont inspectés avant et après l'abatage par le vétérinaire adjoint et, en son absence, par le vétérinaire en chef (art. 15). — Les solipèdes sont admis à l'abattoir le matin: de 5 heures à 7 heures en mai, juin, juillet, août; de 6 heures à 8 heures en mars, avril, septembre, octobre; de 7 heures à 9 heures en janvier, février, novembre et décembre, pour être visités avant ou après l'abatage, dans la première période mensuelle à 7 heures, dans la deuxième à 8 heures et dans la troisième à 9 heures. Ils sont en outre visités abattus le soir à 4 heures en janvier, février, novembre et décembre; à 5 heures en mars, avril, septembre et octobre; à 6 heures en mai, juin, juillet et août (art. 137, 138 et 139.

136. — *Règlement de l'inspection des viandes à Roubaix (Nord), 11 décembre 1891 et 23 octobre 1894.*

Le service comprend, sous la direction d'un vétérinaire inspecteur principal : 1° un inspecteur de l'abattoir chargé de visiter les animaux avant, puis après l'abatage et les viandes foraines ; 2° un inspecteur des halles centrales chargé de visiter les viandes foraines ; 3° un inspecteur ambulant chargé de surveiller les établissements de vente de denrées alimentaires en ville et sur les marchés publics. Les viandes foraines peuvent entrer à Roubaix pour être inspectées et estampillées au bureau d'inspection de l'abattoir ou à celui des halles centrales : de 5 heures du matin à 7 heures du soir, du 1er avril au 30 septembre, et de 6 heures et demie à 4 heures du soir, du 1er octobre au 31 mars, avec interruption en toute saison de midi à 2 heures, avec arrêt complet à 8 heures et fermeture des bureaux à 9 heures du matin les dimanches et fêtes (art. 2, 4, 6, 7, 8, 17, 18 et 19).

137. — *Règlement de l'abattoir de Dinan (Côtes-du-Nord), 29 mai 1889, 26 mars 1892, 14 mars 1895.*

Toutes les viandes introduites en ville seront soumises à l'une des visites faites tous les jours, sauf les dimanches et fêtes, à l'abattoir, par le vétérinaire inspecteur, de la façon suivante ;

Le matin : De 6 à 7 heures, du 1er mars au 30 avril et du 1er septembre au 31 octobre inclusivement ; de 5 heures et demie à 6 heures et demie du 1er mai au 31 août inclusivement ; de 7 à 8 heures, *pendant tous les autres mois non indiqués ci-dessus.*

Le soir : Le *lundi*, de 7 à 8 heures *(toute l'année)* ; le *vendredi*, de 3 à 4 heures *(toute l'année)* ; le *jeudi*, de 7 à 8 heures *(du 1er mai au 1er octobre)* ; le *jeudi*, de 4 à 5 heures *(du 1er octobre au 30 avril)* ; les *mardi, mercredi et samedi*, de 4 à 5 heures.

« Le vétérinaire inspecteur peut se rendre à toute heure à l'abattoir pour visiter les animaux sur pied ou après l'habillage ; mais il est tenu d'y aller aux heures indiquées ci-dessus, et, en cas de besoin, dès que le maire l'y invitera, quels que soient le jour et l'heure » (art. 24).

138. — *Règlement de l'abattoir de Mont-de-Marsan (Landes), 4 avril 1895.*

Le vétérinaire inspecteur visite à l'abattoir les viandes foraines (sauf celles de porc), et les animaux abattus tous les matins de 7 à 8 heures en mai, juin, juillet et août, et de 8 à 9 heures les autres mois. Les animaux tués à l'abattoir ne peuvent être mis en vente « que si la viande a été reconnue saine et propre à la consommation » (art. 4). — Le vétérinaire visite les viandes foraines de porc à l'étal, de 8 à 9 heures du matin, de septembre à avril (art. 8). — Le vétérinaire inspecteur peut autoriser l'abatage des animaux introduits à l'abattoir, après la visite réglementaire, à condition d'en faire une visite supplémentaire à son domicile (art. 11).

139. — *Règlement de l'abattoir de Granville (Manche), 6 avril 1895.*

Le vétérinaire inspecteur peut se rendre *à toute heure* à l'abattoir, pour y visiter les animaux sur pied ou après l'habillage ; il doit faire *au moins*

trois visites par semaine et se rendre à tout appel qui lui est adressé d'urgence par le préposé receveur ou par le commissaire de police. Il visite les viandes foraines à l'abattoir, le mardi et le samedi, de 6 à 7 heures du matin, du 1er avril au 30 septembre, et de 7 à 8 heures du matin, du 1er octobre au 31 mars (art. 14).

140. — *Règlement de police d'Aix-les-Bains (Savoie), 25 juillet 1895.*

Les viandes foraines sont inspectées à l'abattoir tous les soirs, dimanches et fêtes exceptés, à 5 heures, du 1er avril au 1er octobre ; à 3 heures, du 1er octobre au 31 mars (art. 425). — L'inspecteur des boucheries visite les animaux : 1° avant l'abatage, tous les jours, autres que les dimanches et fêtes ; 2° après l'abatage. Il s'adjoint un vétérinaire, si la viande lui paraît suspecte (art. 429 et 430).

141. — *Arrêté sur les viandes de boucherie à Antibes (Alpes-Maritimes), 29 août 1895.*

Toutes les viandes de l'abattoir seront examinées par l'inspecteur (1) : de 5 heures et demie à 6 heures du matin et à 6 heures et demie du soir, du 1er avril au 30 septembre ; de 6 heures et demie à 7 heures du matin et à 4 heures et demie du soir, du 1er octobre au 31 mars (art. 1er). — Les viandes foraines seront visitées à l'abattoir par l'inspecteur aux heures fixées par l'art. 1er (art. 2).

142. — *Arrêté municipal sur l'abattoir d'Auxonne (Côte-d'Or), 23 septembre 1895.*

ART. 1er — Les visites journalières, faites à l'abattoir par les vétérinaires inspecteurs pour la vérification des viandes, auront lieu deux fois par jour, la première, à midi et demi, et la seconde, au coucher du soleil, selon les saisons.

143. — *Arrêté sur l'abattoir de Digne (Basses-Alpes), 14 janvier 1896.*

Un vétérinaire inspecteur, au traitement annuel de 600 francs, visite à l'abattoir les animaux abattus et les viandes foraines. Il fait des visites inopinées dans les boucheries (art. 2, 3, 4 et 6).

144. — *Règlement de l'abattoir de Saint-Amand-les-Eaux (Nord), 31 janvier 1896.*

Le vétérinaire inspecteur de la salubrité fait une visite quotidienne à l'abattoir à l'heure indiquée par le maire, à l'effet d'inspecter les bestiaux abattus ou à abattre et les viandes foraines. Il est tenu de s'y rendre chaque fois qu'il en est requis par le préposé de l'octroi (art. 4). — Aucune bête ne peut être livrée à la consommation sans avoir été soumise à son examen (art. 19).

145. — *Règlement de l'abattoir de Vierzon (Cher), 15 février 1896.*

L'inspection est faite par deux vétérinaires de la ville à tour de rôle. Elle a lieu une fois par jour à l'heure choisie par le vétérinaire de service. En

(1) *Règlement de l'abattoir d'Antibes, 20 octobre 1888 :* « Un vétérinaire, ou à défaut un praticien, est chargé de l'inspection des viandes. » (art. 8). — De fréquentes visites sont faites dans les étaux (art. 33).

l'absence de ce dernier, qui a seul qualité pour les saisies, le contrôleur receveur vérifie les viandes à toute heure du jour ; il consigne les chairs douteuses pour la visite du vétérinaire (art. 3, 56, 57, 58 et 59). — Sur avis du maire, les inspecteurs peuvent visiter les boucheries, les charcuteries, les triperies, les débits de volailles, gibiers et poissons, etc. (art. 84).

146. — *Règlement de l'abattoir de Dieppe (Seine-Inférieure), 26 juin 1895.*

La préposé à la salubrité des viandes visitera les animaux avant et après l'abatage, tous les jours, à partir de 2 heures (art. 5). — Les viandes foraines sont visitées à l'abattoir par le vétérinaire sanitaire, à partir de la même heure (art. 23).

147. — *Arrêté sur le personnel de l'inspection des viandes à Saint-Étienne (Loire), 10 mars 1897.*

Le personnel comprend : un vétérinaire directeur du service, un vétérinaire inspecteur, un sous-directeur de l'abattoir, un secrétaire, un contrôleur des viandes et denrées alimentaires, 5 vérificateurs des viandes, etc (art. 1er). — Le contrôleur et les vérificateurs visitent et estampillent les animaux abattus à l'abattoir et les viandes foraines, sous l'autorité des vétérinaires et d'après les instructions du directeur qui prononce dans les cas difficiles (art. 3, 4, 14 et 15). — Ils font une visite quotidienne des halles, marchés et criées de denrées alimentaires. Ils visitent journellement et à tour de rôle les boucheries, charcuteries, triperies et épiceries (vendant de la charcuterie). Leur passage est constaté dans ces divers établissements par l'application d'une estampille spéciale sur la feuille de contrôle que les commerçants visités possèdent et produisent à toute réquisition du service (art. 16). — Le contrôleur s'assure si les vérificateurs se rendent sur les points qui leur sont assignés, aux heures indiquées par les ordres de service (art. 17).

147 *bis*. — *Règlement du service sanitaire vétérinaire de Saint-Étienne (Loire), 10 mars 1897.*

L'inspection des animaux tués à l'abattoir n'a lieu que de jour (art. 121). — Les viandes foraines fraîches sont inspectées : 1° à la halle, le matin jusqu'à 10 heures, depuis 7 heures et demie, en janvier, février, novembre, décembre ; depuis 6 heures et demie, en mars, avril, septembre, octobre ; depuis 5 heures, en mai, juin, juillet, août ; 2° au bureau central du service, de 11 heures à midi, sauf les dimanches et fêtes ; 3° à l'abattoir, sauf les dimanches et fêtes, le soir, de 2 à 4 heures, en janvier, février, novembre, décembre ; de 2 à 5 heures, en mars, avril, septembre, octobre ; de 2 à 7 heures, en mai, juin, juillet, août (art. 173). — Les salaisons, extraits et conserves de viandes, sont vérifiés : 1° En gare, tous les jours non fériés, de 2 à 4 heures du soir ; 2° Dans les trois précédents locaux d'inspection (art. 175 et 176).

148. — *Réglement de l'abattoir de Caen (Calvados), 1er août 1897.*

Un contrôleur des viandes inspecte à l'abattoir tous les animaux vivants puis abattus, et les viandes foraines, sous la surveillance du vétérinaire inspecteur, auquel il en réfère en cas de doute sur l'état des viandes (art. 2). — Il fait cette inspection *du matin au soir*, de 6 à 7 heures en mai, juin, juillet août ; de 7 à

7 heures en mars, avril, septembre, octobre ; de 7 heures et demie à 7 heures, en novembre, décembre, janvier, février. L'inspection finit à 2 heures, les dimanches et fêtes (art. 62 et 87). — Les agents d'inspection visitent, quand ils le jugent convenable, les boucheries, triperies et charcuteries en ville ou sur le marché (art. 90).

149. — *Règlement de l'abattoir de Cognac (Charente), 22 mars 1899.*

Un vétérinaire inspecteur, auquel la clientèle est interdite, visite les animaux vivants, ceux abattus et les denrées alimentaires mises en vente en ville (art. 94 et 104). — A l'abattoir, il fait son inspection après l'abatage, de 3 à 6 heures du soir et seulement de jour (art. 105 et 107). — En cas d'absence momentanée et obligatoire pour des raisons de service, il est suppléé pour cette inspection par le contrôleur-concierge assermenté, qui confisque jusqu'à son arrivée toute viande lui paraissant suspecte (art. 78). — Il inspecte les viandes foraines au marché couvert, chaque matin, de 7 heures et demie à 8 heures et demie, en janvier, février, novembre et décembre ; de 6 heures et demie à 7 heures et demie, en mars, avril, septembre et octobre ; de 5 heures et demie à 6 heures et demie, en mai, juin, juillet et août (art. 119). — Il visite quotidiennement, au marché couvert, les bouchers, charcutiers, tripiers et autres marchands de denrées alimentaires (art. 99 et 125). — Il visite une fois par semaine les boucheries, charcuteries et triperies installées en ville (art. 126).

M. BLAISE

Ingénieur des arts et manufactures à Rouen.

POUSSIÈRES DUES AU CARDAGE DU COTON DANS LES FILATURES [613.63]

— Séance du 18 septembre —

Quelques considérations relatives aux poussières dues au cardage du coton peuvent être présentées utilement au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, et je prends la liberté de les exposer ici.

Plusieurs hygiénistes ont appelé phtisie cotonnière une maladie dont la gravité varie avec les moyens, plus ou moins perfectionnés, employés pour travailler le coton dans différentes régions.

En Normandie, les médecins qui soignent les ouvriers des filatures disent que l'expression de phtisie cotonnière, employée dans différents traités d'hygiène, n'est pas exacte, et que les poussières minérales accompagnant le coton sont seules nuisibles, tandis que les poussières végétales

ne sont dangereuses que si elles servent de véhicules à des microbes qui viennent s'attaquer aux sujets les mieux disposés à la maladie, tandis qu'ils épargnent les ouvriers robustes et bien constitués.

Il est tout naturel de rechercher les meilleures conditions de travail et d'hygiène dans les manufactures textiles, d'éloigner le personnel protégé par la loi des causes de danger pouvant s'y rencontrer. C'est ce qu'a voulu faire le Congrès d'hygiène industrielle qui s'est tenu à Rouen du 1er au 4 mai 1899 et a donné, en terminant ses travaux, des conclusions qui se rapportent à la ventilation et à l'humidification des ateliers plutôt qu'à la production des poussières et à leur action sur l'organisme.

Sans vouloir parler ici de toutes les substances fibreuses qui subissent une suite de préparations semblables, consistant à débarrasser les matières employées des impuretés provenant de leur récolte et exigeant différentes opérations spéciales variables avec leur nature, je ne dirai que quelques mots du coton.

Le coton, si répandu actuellement dans le monde entier, et au travail duquel sont employés tant de bras, était inconnu de l'antiquité civilisée. Il n'a fait son apparition en Europe qu'après les croisades. Les Turcs, à cette époque, l'employaient, en effet, sous le nom de *kotoun*, venant des Indes, où on le récoltait. Utilisé d'abord concurremment avec d'autres matières ligneuses, ce n'est que depuis le siècle dernier qu'on est parvenu à en répandre l'usage et à le rendre plus populaire que les étoffes de lin et de chanvre provenant du pays lui-même.

Le coton provient du fruit du cotonnier et se récolte dans les pays chauds, en Amérique et dans les Indes.

Ses fibres ont une longueur variable, suivant les pays de production. Elles ont de $0^{m},025$ à $0,^{m}05$, qui est un maximum ; elles présentent la composition chimique de la cellulose.

Mis en balles du poids moyen de 180 à 230 kilogrammes dans les pays de production, entouré de toiles grossières et de cercles de fer, il est chargé sur les navires, où il se trouve en partie soumis à l'influence de l'eau de mer, au chargement et au déchargement, aux manutentions diverses qui l'amènent à l'usine où il doit être travaillé.

Les impuretés qui l'accompagnent sont de natures différentes : minérales et provenant du sol ou de causes diverses, végétales et venant de la plante elle-même.

Par une année pluvieuse, le centre du coton tombe à terre, où il se salit et s'imprègne de toutes les poussières du sol, dont il faudra plus tard le débarrasser.

Je présente ici la suite des opérations qui se succèdent pour amener le coton en balles à l'état de filé dans une filature très bien tenue et neuve de Rouen, « la Ruche ».

Le coton, débarrassé de son enveloppe de toile et des cercles en fer qui l'entourent et le compriment, est soumis aux opérations suivantes :

BATTAGE

Balebreaker. — Machine pour faire les mélanges ; le coton provenant des balles de coton est arraché en petits morceaux sans que la fibre soit offensée.

Ouvreuse. — Le coton, battu fortement par cette machine, est débarrassé des poussières et des grosses impuretés qu'il contient, graines, duvets courts, etc.

Batteurs (intermédiaire et finisseur). — Continuation de l'opération précédente ; le coton, définitivement battu après son passage au batteur finisseur, est préparé à recevoir l'opération du cardage.

PARALLÉLISME DES FIBRES

Cardes. — Machines qui commencent le parallélisme des fibres.

Bancs d'étirage, trois passages. — Complément de l'opération précédente. Le parallélisme des fibres est complet après passage de la mèche au dernier banc d'étirage. Cette mèche est alors disposée pour recevoir la torsion.

TORSIONS

Bancs à broches (gros, moyen, fin et surfin). — La mèche sortant du banc d'étirage passe successivement dans chacun de ces quatre bancs à broches et subit chaque fois l'opération combinée du doublage, de l'étirage et de la torsion. Après le dernier passage, la mèche est disposée à subir l'opération du filage.

FILAGE

Métiers à filer. — La mèche de bancs à broches en surfin reçoit à ces métiers un étirage et une torsion proportionnels aux genres de fil demandés par le tissage.

Les ouvreurs et batteurs ont pour but la préparation des matières textiles après la séparation des poussières minérales. Une ventilation énergique et directe est appliquée à l'intérieur même des appareils.

Différents systèmes sont employés tant pour ventiler ces matières textiles que pour les séparer des impuretés et pour détruire l'effet de l'agglomération de la matière resserrée par la presse hydraulique.

Dans les filatures anciennes et dans le Midi, l'opération, faite dans le Nord à l'aide des batteurs, est opérée d'une manière incomplète par le système dit du « perroquet », dans lequel la ventilation est insuffisante, et la quantité des poussières minérales envoyées aux cardes considérable.

Les cardes, dont le système est d'autant plus perfectionné que leur construction est plus récente, ont pour but de purifier davantage encore le coton déjà nettoyé aux batteurs et débarrassé d'une grande partie de ses impuretés, et d'amener un parallélisme dans les fibres dont les extrémités recourbées s'accrochent et se retiennent.

Une ventilation énergique appliquée aux batteurs enlève une grande partie des poussières, mais il en subsiste encore à l'arrivée aux cardes en proportion variable, suivant la nature du coton employé et suivant la perfection du ventilateur adapté aux batteurs. Il importe donc d'amener, aussi pur que possible, le coton aux cardes et de choisir des systèmes donnant, par une ventilation énergique, une importance énorme aux batteurs.

Ainsi qu'il a été reconnu, lors des visites industrielles faites au Congrès de Rouen, la ventilation de ces cardes n'est possible qu'au détriment de la qualité du produit ; on se trouve donc en présence de deux cas : ou ventiler les cardes et alors avoir un produit inférieur, ou ne pas ventiler et s'exposer aux poussières.

La fabrication de la ouate avec les déchets de filature présente beaucoup de poussières ; la longueur des fibres varie aussi avec la destination de cette ouate ; comprise entre deux plans parallèles gommés, elle sert pour les habits et possède des fibres très courtes.

Il semble que l'on doive tout d'abord séparer les cardes de la filature, afin de n'y employer jamais qu'un personnel ayant échappé, par son âge et par son sexe, aux conditions de la protection. Il faut considérer que, dans la plupart des cas, les cardes établies dans d'anciennes filatures sont disposées dans des salles contenant les métiers à filer, et que les ouvriers, employés à ces métiers, respirent les poussières dégagées par les cardes. On a donc cherché, par une ventilation puissante, à aspirer les poussières qui se dégagent des cardes. Ce système, adopté à Rouen, dans une des salles de la filature de « la Foudre », permet, en effet, de laisser les cardes sans les séparer des métiers à filer. Les salles dans lesquelles les ventilateurs énergiques n'ont pas été installés laissent subsister beaucoup de poussières. Mais, comme je l'ai dit plus haut, la ventilation énergique appliquée aux fibres cardées tend à diminuer l'action de leur accrochage et leur qualité.

La grande extension donnée à l'industrie par les nations étrangères et les nombreuses créations d'usines nouvelles en France, ont amené un

excès de production et de stock qui a été combattu par l'union de tous les filateurs français, ainsi que le montre le rapport du Comité de défense de la filature normande. (Rapport du contrôleur sur le 1er semestre de 1899.)

La région du Nord et celle des Vosges ont pris le parti adopté en Normandie, et on compte actuellement en France 75 0/0 de broches adhérentes au comité français de la filature de coton adoptant le règlement suivant :

« Tout adhérent doit, pendant une période de trois mois, à dater du 1er avril 1899, arrêter le samedi, avec faculté de remplacer le chômage par une contribution de 0 fr. 01 par broche et par semaine, destinée à encourager l'exportation. »

Trois régions ont apporté : les Vosges, 35.000 francs environ, ayant peu de stock ; le Nord, 29.000 francs seulement, pratique chômage, abaissement du stock ; la Normandie, 49.000 francs, pratique chômage, difficultés particulières. Total, 113.000 francs.

Le renouvellement du traité pendant le 3e trimestre de 1899 a été décidé.

Mais il faut considérer que, souvent dans la pratique, on doit opérer avec des usines anciennement construites et avec des appareils ne possédant pas les perfectionnements réalisés récemment. Dans ces conditions, les améliorations étant fort difficiles, il est utile de se reporter au vœu déjà émis et réalisé par des nations voisines, de faire approuver préalablement par l'administration les plans des constructions ou des machines nouvelles.

Les constructions neuves destinées à des industries seraient, de cette façon, établies dans les conditions les plus avantageuses et n'emploieraient que des appareils rationnels ; elles viendraient se substituer dans un espace de temps assez restreint aux usines et aux procédés anciens.

On doit conclure aussi que la perfection apportée aux différentes opérations nécessaires au travail du coton vient contribuer à la production de la matière dans les meilleures conditions de pureté, d'hygiène et de salubrité et aussi de valeur commerciale.

M. le Dr LE GRIX

LA SUPPRESSION DE L'USAGE DU TABAC S'IMPOSE COMME UN DEVOIR AUX HYGIÉNISTES ET AUX MÉDECINS ; OU DÉDUCTIONS HYGIÉNIQUES ET MÉDICALES SUR L'ÉVOLUTION ET LE TRAITEMENT D'UN CANCROIDE LABIAL DES FUMEURS. [613.84]

— Séance du 18 septembre —

Parmi les trop nombreuses affections imputées classiquement au tabac, j'ai signalé, comme ayant même étiologie, les papillomes muqueux ombiliqués de la voûte palatine, et certains ulcères de l'estomac accompagnés d'hématémèses, simulant un carcinome ; aujourd'hui je veux vous entretenir de l'évolution épithéliale labiale, dite cancer labial des fumeurs, montrer l'influence du tabac sur sa marche, le traitement et sa terminaison en rapport avec la suppression, la diminution, ou, au contraire, la saturation de l'économie par cette plante toxique, enfin, déduire quelques conclusions.

Voici l'histoire sommaire du fait : M... V...., actuellement âgé de 71 ans, ancien soldat d'Italie, père de trois enfants adultes, de bonne constitution, comme leurs parents, était un fumeur endurci de la pipe et du cigare. D'un tempérament nerveux, actif et fort, il n'a jamais été malade, ne tousse jamais, n'est ni arthritique, ni goutteux, ni rhumatisant.

Il y a douze à treize ans environ apparut sur la lèvre inférieure, légèrement à droite de la ligne médiane, une petite excoriation épithéliale qui s'encroûtait, comme d'un condylome, tombant, repoussant, tombant encore, sans jamais laisser l'emplacement cicatrisé. Le malade n'éprouva jamais de douleurs, sauf quelques picotements ou démangeaisons.

La marche lente de ce mal n'inquiétait guère ce vieux brave, qui, cependant, diminuait la quantité de tabac à fumer.

Les mois, les années s'écoulaient dans une relative quiétude. Vers 1888, notre homme fit la rencontre d'un compatriote médecin, qui remarqua aussitôt la lésion de la lèvre et conseilla en ami et en vrai médecin de ne pas traiter cela à la légère. Il vint me consulter. Le diagnostic sautait aux yeux ; plus tard le microscope le confirma, ce qui motiva l'intervention d'un maître en chirurgie.

Je fus d'avis de cautériser cette érosion de la grandeur d'un centime à peine, par le feu. Il n'existait pas de ganglions lymphatiques correspondants, ni alors, ni plus tard.

En soldat courageux, il voulut subir héroïquement ces ignitions profondes au thermocautère à pointe fine recourbée en crochet.

Quatre cautérisations furent faites successivement à dix ou douze jours d'intervalle pour laisser le temps à l'inflammation locale de se dissiper, et l'ulcération fut détruite largement.

En même temps, je conseillai de supprimer radicalement le tabac, cause de tout le mal, et de s'administrer comme antidote du café en double ration. Le patient n'était pas convaincu ; il voulut bien s'engager à fumer moins, mais n'eut pas l'énergie de cesser radicalement. Quant à boire plus de café, cela satisfaisait à merveille ses goûts.

Après les quatre séances thermocaustiques, la cicatrisation se fit complète et s'est maintenue localement.

Environ deux ans après reparut, à un centimètre vers la commissure, sur la même souche, une nouvelle ulcération, sur un fond dur, coriace, assez étendu, avec tendance à sortir en dehors de la lèvre, vers la peau proprement dite, garnie de poils drus.

Il revient : « Nous n'avons, dit-il en riant, qu'à recommencer le même traitement ; si la guérison persiste encore deux ans et qu'il en soit ainsi jusqu'à ma mort, je puis bien supporter cela. »

Mais, cette fois, ce ne fut plus quatre cautérisations, mais huit ou dix qu'il fallut, pour arriver, après plusieurs mois, et en interdisant complètement le tabac, au moins jusqu'à la guérison, à un résultat satisfaisant. Le résultat obtenu, le passionné du tabac se permit un jour un petit cigare, deux ou trois jours après, un autre, et l'habitude revint vite, moins exigeante, mais suffisante, pour bientôt remplir la coupe de la saturation.

Aussi bien, après un an, l'ulcération se reforme. Cette fois, je spécifie avec autorité et persuasion à mon malade que je ne le soignerai plus s'il persiste à fumer. Je lui affirme qu'il porte les germes d'un cancer ; je lui démontre qu'aussitôt qu'il fume, ce cancer des fumeurs revient, et revient de plus en plus grave, qu'il doit s'attendre à ne plus guérir, s'il fume même un cigare, et peut-être même est-il déjà trop tard ?

C'est à la seule condition qu'il cessera complètement de fumer que je consens à reprendre les cautérisations, devenues fort douloureuses, au point de vue de nécessiter la cocaïnisation *ante*.

Cependant, cautérisations sur cautérisations, destructions profondes ne donnent pas de guérison pendant près de trois ans.

Le mal reste stationnaire. Toutefois, le malade ne fume plus depuis ce nouveau traitement. Il a tenu et tiendra sa promesse. Il aurait probablement guéri par les cautérisations s'il avait persisté encore un an ; mais à bout de patience, sur un conseil étranger, à mon insu, il subit une opération radicale à Necker, chez le docteur Reclus.

Voilà près de deux ans que l'intervention a eu lieu, et la lèvre se comporte à merveille. Il ne fume plus depuis bientôt quatre ans, et il me bénit d'avoir eu la fermeté d'exiger ce sacrifice, vraiment cruel au début, m'affirme-t-il, mais devenu un bonheur pour lui, et j'ajoute certainement une planche de salut.

Cette observation a beaucoup d'analogie avec celle du docteur Georges Petit, publiée dans le journal de la Société contre l'abus du tabac (mars 1899, page 93) et est intéressante par son évolution, son entité et les déductions hygiéniques et médicales qui en découlent.

Ce cancroïde labial, dit des fumeurs, bien dénommé ici, contribue à étayer son existence de vieille date signalée, sinon universellement admise. Son évolution est remarquable par sa lenteur, la marche de son ulcération en parallèle avec le degré de saturation du sujet.

En effet, ce cancer d'abord guérit, parce que le tabac avait été diminué depuis quelques années, ensuite guérit plus difficilement, parce que le fumeur reprend crânement son habitude excessive, après guérison apparente, enfin ne guérit plus, parce que la saturation est acquise et que, malgré la suppression complète, l'élimination est incomplète.

L'opération finale semble avoir réussi à guérir le mal, parce que le sujet ne fumait plus depuis deux ans et demi environ et a continué à s'abstenir de tabac.

Par déduction, il est permis d'émettre ce qui suit :

1° Chez un sujet saturé par le tabac, les plaies de toute nature guérissent d'autant moins vite, ou ne guérissent plus, suivant que le poison saturant persiste à être ingéré. Au contraire, les plaies de toute nature, surtout celles qui sont occasionnées par le poison saturant, ont une tendance à guérir d'autant plus vite et plus radicalement qu'on supprime le poison au sujet, et à ne pas reparaître si la suppression est durable ;

2° Dans l'espèce, l'influence néfaste de la saturation par le tabac semble encore se faire sentir après presque trois ans de suppression de la cause, dont l'élimination et la neutralisation physiologique trouvent un puissant auxiliaire dans le café, antidote en usage dans les manufactures de l'État, tandis qu'après trois ou quatre ans de suppression du tabac, le poison paraît être complètement éliminé ;

3° Le tabac ne se serait pas implanté dans nos mœurs s'il n'avait pas eu à peu près pour contemporain le café, son antidote relatif permettant d'en masquer un peu les effets funestes.

D'où il convient de conclure que la suppression de l'usage du tabac s'impose aux hygiénistes et aux médecins.

L'hygiène publique doit réclamer la suppression du tabac comme poison pernicieux à tous les âges et insister auprès des pouvoirs publics pour interdire, surtout à la jeunesse, qu'ils ont charge d'éduquer, le tabac, dont l'habitude contractée est rarement déracinable, achemine à l'alcoolisme et abâtardit l'espèce.

Les instituteurs et les médecins ont pour noble mission de faire connaître : les uns le mal moral et intellectuel, les autres les maux physiques variés, causés par le tabac.

Comme corollaire thérapeutique, je dois ajouter qu'aux intoxiqués par le tabac, il faut ordonner le café et conseiller la suppression absolue de l'usage.

S'il s'agit d'un cancroïde, les thermocautérisations espacées, au rouge blanc, afin d'éviter les hémorragies, aussi bien que les trop grandes poussées inflammatoires réactionnelles, ont pour résultat, dans les affections épithéliomateuses circonscrites, accessibles, épithélioma des lèvres, du conduit auditif externe, de la glande parotide, des paupières, du col

utérin etc..., d'arrêter la marche envahissante du mal, sinon de le guérir ou de le ralentir très notablement.

On ne doit recourir à l'opération sanglante, dite radicale, qui est généralement suivie de récidive précoce ou d'accélération dans l'évolution fatale, qu'après l'insuccès des thermocautérisations.

M. le Dr A. LOIR

Directeur de l'Institut Pasteur de Tunis.

ÉPOQUE DE L'ANNÉE A LAQUELLE ON DOIT PRATIQUER LA VACCINATION DANS LES PAYS CHAUDS

[614.473]

— Séance du 19 septembre —

A quelle époque de l'année doit-on pratiquer la vaccination dans les pays chauds ?

Pendant les épidémies de variole qui sévissent dans nos colonies, on demande aux centres vaccinogènes de fournir le vaccin; même pendant les grosses chaleurs de l'été.

A cette époque, il est, pour ainsi dire, impossible d'inoculer des génisses et d'avoir de belles récoltes. On pourrait faire venir le vaccin de France et inoculer les hommes pendant les grandes chaleurs avec ce vaccin importé. Malheureusement la lymphe venant de France ne conserve pas non plus sa virulence pendant l'été. D'après M. le professeur Vallin, une longue expérience a montré quelle peine on a toujours eue a envoyer dans nos colonies, au Tonkin, au Sénégal, du vaccin qui conservât sa virulence à l'arrivée. Aussi a-t-on pris le parti de l'expédier dans la glace, et d'utiliser les quelques tubes qui arrivaient intacts, pour entretenir la source, au moyen d'inoculation sur la génisse, le mouflon.

M. Lemoine, qui dirigeait, en 1895, le centre vaccinogène du Val-de-Grâce, a observé le fait suivant :

Du vaccin avait été récolté sur des génisses, le 23 août et le 2 septembre, par des chaleurs très fortes; il fut expédié dans la quinzaine à plusieurs garnisons, où il ne donna que des insuccès, soit en vaccination sur l'homme, soit en inoculation à des génisses; cependant cette même pulpe, inoculée à l'homme et à la génisse, à Paris, dans les vingt-quatre heures de sa fabrication, avait donné des résultats normaux; la même pulpe,

conservée depuis quinze jours au Val-de-Grâce, ne produisit qu'un petit nombre de pustules avortées.

Au centre vaccinogène de Tunis, que nous avons créé en 1894, comme annexe de l'Institut Pasteur de la Régence, nous avons des passages de cowpox par génisse, qui évoluent normalement. Au début, nous avons bien eu quelques difficultés pour faire les inoculations successives en série. Les premiers passages se faisaient bien ; mais souvent, après le troisième ou le quatrième, il fallait demander en France de quoi inoculer une nouvelle génisse, la récolte avortant.

Ces accidents provenaient de l'état de nos animaux vaccinifères. Autrefois, ces animaux nous étaient fournis par les colons ; depuis que nous les choisissons soigneusement, que nous prenons ceux qui sont bien nourris, à la peau fine et souple, de couleur claire, et que M. le Directeur de l'agriculture a bien voulu, pour assurer ce service, nous élever des bêtes de race perfectionnée à la ferme d'expériences de l'École coloniale d'agriculture de Tunis, nous avons de superbes récoltes. Cependant, en été, au moment des grandes chaleurs, les pustules avortent toujours et se dessèchent sous l'influence du siroco ou de la moindre élévation de température. Ceci n'a rien d'étonnant, puisque l'expérience montre que l'exposition de la pulpe glycérinée à une chaleur trop forte ou trop prolongée, par exemple à 41° pendant douze heures ou 30° pendant quarante-huit heures, atténue ou détruit la virulence d'une pulpe primitivement bonne.

Ce que nous venons de dire pour les génisses doit s'étendre aux inoculations à l'homme ; si l'on ne peut conserver le vaccin avec sa virulence pendant les fortes chaleurs pour inoculer les génisses, il est impossible aussi de le conserver virulent pour l'homme.

Que l'expérience acquise dans les centres vaccinogènes serve donc et indique l'époque à laquelle doivent se faire les vaccinations à l'homme. Ce sera un nouvel avantage d'avoir ces centres producteurs du vaccin dans les régions où il doit être consommé. Ce ne sera pas, à côté de l'économie budgétaire, un des moindres bénéfices retirés de la création de ces instituts. Ils permettent déjà d'avoir toujours à la disposition des vaccinateurs du vaccin frais, et partant, plus efficace. Mais encore ne faut-il se servir du vaccin que lorsqu'il peut être virulent par le fait de la température extérieure.

Nous pensons donc que, dans les pays chauds, et en Tunisie en particulier, on doit s'abstenir de vacciner ou de revacciner les hommes de juin à novembre ; car on peut se servir, pendant cette période, d'un vaccin qui aurait été soumis aux températures indiquées plus haut comme atténuant la virulence, et n'avoir, par conséquent, que des résultats négatifs ; ceci est parfois dangereux à cause de la fausse sécurité que donne l'opération. Les insuccès peuvent aussi compromettre la vaccination aux yeux des

indigènes, qui ont déjà des préjugés contre le vaccin français et que nous n'amènerons à se faire inoculer qu'en leur démontrant l'efficacité de la vaccination pour lutter contre le fléau de la variole qui les décime à un si haut degré.

Si les pouvoirs publics étaient bien persuadés qu'ils ne peuvent pas avoir de vaccin pour lutter contre les épidémies de variole qui sévissent pendant la saison chaude, ils arriveraient rapidement à la vaccination obligatoire, mesure si simple à établir, de l'avis de tous, dans toutes nos colonies.

M. Victor-Jules VAILLANT

à Boulogne.

LE POCHONNET, ENGIN DE BALISTIQUE DU MOYEN AGE EN USAGE EN FRANCE, EN ANGLETERRE ET DANS LES FLANDRES [355 (40.4)]

— Séance du 15 septembre —

« Déterminer la nature des engins balistiques antérieurs à l'emploi de l'artillerie à feu dans nos régions. »

A cette question, qui fut proposée en 1896 par M. H. van Duyse à la Fédération archéologique et historique de Belgique, j'apporte une réponse partielle en vous présentant le résultat de mes recherches sur un seul de ces engins de balistique du Moyen-Age dont l'emploi a été constaté en France, en Angleterre et dans les Flandres : c'est le *Pochonnet*.

*
* *

De tout temps, l'homme fit flèche de tout bois pour défendre sa vie, qui fut un perpétuel combat; peu à peu il enrichit son arsenal primitif, qui ne comprenait guère que ses pieds, ses poings et ses ongles avec le bâton de la forêt et la pierre du sol; il le compléta ensuite avec une foule d'armes, d'engins, de projectiles et d'inventions offensives et défensives plus ou moins ingénieuses, plus ou moins efficaces.

Dans l'antiquité, l'arc et la flèche constituaient l'arme offensive à distance par excellence; après avoir servi les habitants du vieux monde, elle

servait encore ceux du Moyen-Age ; c'est, en effet, l'arc qui décida le sort des batailles à Crécy et à Poitiers.

L'arbalète est une invention du x^e^ siècle : on voit au service de Louis IV un certain Yves de Creil, qu'une chronique de l'an 944 désigne par son titre d'arbalétrier du roi. Sa puissance parut tellement meurtrière que le pape Innocent II en interdit l'usage aux chrétiens en 1139 : la bulle du Saint-Père n'arrêta pas cependant les rois batailleurs tels que Richard Cœur de Lion et Philippe-Auguste.

Lorsque fut inventé le *baston à fu*, prototype rudimentaire des armes à feu portatives, l'arquebuse supplanta rapidement l'arc et l'arbalète, comme des engins surannés et inoffensifs. C'est un roi canonisé, saint Louis, qui organisa les premières compagnies d'arquebusiers et les plaça sous les ordres d'un grand maître.

Si l'arbalète fut condamnée par l'Église, si l'arquebuse fut honnie comme *artem mortiferam et Deo odibilem*, le mousquet, à son tour, subit un sort semblable. En effet, il conférait une énorme supériorité au soldat qui s'en servait : pour rétablir la balance faussée par son arme, le mousquetaire était traité en assassin sur les champs de bataille : pour lui, il n'y avait pas de quartier.

Depuis lors, le progrès des armes à feu ne s'est plus arrêté, et rien ne fait prévoir qu'il doive jamais s'arrêter.

Un jour, au Moyen-Age sans doute, un observateur ou un batailleur s'avisa d'un moyen, aussi simple qu'efficace, de venir à bout d'un ennemi : il suffirait de lui lancer une poignée ou un paquet de chaux vive à la figure ; l'adversaire, aveuglé sur le coup, se trouverait aussitôt hors de combat. Adroitement appliquée aux luttes des champs de bataille, la méthode, jadis préconisée par le chantre des Géorgiques contre les émotions tumultuaires des abeilles, ne saurait manquer de produire un résultat analogue :

Pulveris exiguo jactu compressa quiescunt.

Les Anglais paraissent avoir les premiers régularisé l'emploi de ce procédé de l'apiculture antique ; du moins en remarque-t-on l'application à la guerre maritime dans une circonstance mémorable. Les écrivains contemporains lui attribuent, en effet, une part considérable dans la défaite de la flotte française à la bataille du 24 août 1217 : ce jour-là, la chaux en poudre fut employée comme prélude et accompagnement de l'abordage de la nef amirale commandée par Eustache Le Moine. Leurs témoignages sur cette affaire, dans laquelle périt ce grand homme de mer boulonnais, concordent, comme on le verra, avec une rare unanimité.

Jehan d'Erlée, biographe fort véridique, bien que poète, de Guillaume

Le Maréchal, comte de Striguil et de Pembroke, régent d'Angleterre après la mort de Jean sans Terre, raconte cet épisode caractéristique avec des détails qui font ressortir l'efficacité de cette averse pulvérulente.

La coge fu haute esdreciée, v. 17384.
Car el ne fu pas trop chargiée.
E la néf del moine por veir
Fu trop pleine, e par estoveir *(par force, nécessairement)*
Esteit en l'iaue si parfunde
Que par un poi n'i entrot l'onde,
Car li trebuchez ert dedenz ;
S'i ot trop grant charge laienz ;
S'i érent li cheval de pris
Qui veneient à Loeïs.
Tant ert cherchiée et si esteit
Que petit de bort i aveit.
Cil qui haut en la coge furent
Se porvirent si com' il durent,
Car il se sentoient plus hauz.
Si orent granz poz pleins de chauz
Qu'il jetèrent sor els de val,
Qui lor fereit si trés grant mal
Que les veües lor toleient,
Si que rien véeir ne poeient. v. 17404.

« Une coge, que le comte de Varenne avait fournie et qui était pleine de sergents anglais, aborda la nef d'Eustache Le Moine. Celle-ci était très chargée et encombrée ; tous les principaux chevaliers français s'y trouvaient : elle contenait, en outre, l'argent et les chevaux de prix qu'on amenait au prince Louis et un trébuchet ; elle était si pleine qu'elle enfonçait dans la mer presque jusqu'au bord. De la coge anglaise, qui était beaucoup plus haute, on jeta sur les Français du sable et de la chaux vive en poudre pour les aveugler. » (G. Petit-Dutaillis, *Vie et règne de Louis VIII*, p. 167.)

Écoutons un second récit, celui d'un autre poète auquel manque peut-être l'autorité d'un témoin oculaire tel que le précédent, qui, on le sait, faisait partie de la mesnie du régent d'Angleterre. C'est le trouvère picard anonyme qui chanta la vie, mi-fictive, mi-historique, et la mort tragique d'Eustache Le Moine, qui eut la tête tranchée sur la lisse de sa nef en plein abordage.

... Cil [les Anglais] de toutes pars l'assalent, v. 2285
Mont durement si le travalent,
De grans haces fierent au bort ;
Mais cil [les Français] se desfendent si fort
K'il ne pueent dedens entrer.
Dont commenchierent a ruër

Caus bien molue en grans pos,
K'il depechoient à lor bors.
La pourriere mout grans leva :
Ché fu chou que plus les greva,
Dont ne se porent plus desfendre,
Car lor oel furent plain de cendre.
Cil estoient desor le vent,
Ki lor faisoient le torment.
En la nef Wistasce saillirent
Et mont durment les mesballirent ;
Tout li baron i furent pris,
Wistaces li moignes occis ;
Il i ot la teste colpee ;
Tantost defenist la meslée. v..2302.

La description des deux poètes trouve sa confirmation dans deux passages que le grand chroniqueur Mathieu de Paris a consacrés à cet épisode de la révolte des hauts barons anglais contre le roi Jean et son jeune fils Henri III. Parmi les armes et les projectiles communs aux deux partis, il signale « les flèches embouties d'une fiole pleine de chaux vive que l'on jetait à bord des navires ennemis » : — *Phiolas plenas calce, arcubus per parva hostilia ad modum sagittarum super hostes jaculandas. — Calcem vivam, et in pulverem subtilem reductam in altum projicientes, vento illam ferente, Francorum in oculos excœcaverunt.* Il aurait, me semble-t-il, été plus exact, plus conforme aux réalités, d'écrire EX ALTO *projicientes*, puisque la coge abordeuse du comte de Warren, étant plus légère et plus haute sur bord, dominait et surplombait la nef abordée, qui était basse, lourde et surchargée à couler bas ; lancée du haut des hunes et des gaillards, la poudre de chaux devait descendre en tourbillonnant et s'abattre sur le pont comme une nuée de neige aveuglante.

L'archéologue anglais Joseph Strutt, dans sa *Horda Angel Cynnan*, appliqua, en 1774-6, à la description des antiquités d'outre-Manche, la méthode que Montfaucon avait suivie pour celles de la France ; c'est ainsi qu'il a extrait des chroniques manuscrites de Mathieu de Paris diverses vignettes qui illustrent les emplois variés de la chaux vive à la guerre de terre et de mer, sièges de châteaux, abordages de navires, escalades, etc., etc. (1).

La plus caractéristique (*Pl. XXXI, fig. 9*) représente la mort d'Eustache Le Moine ; Francisque Michel en a donné une autre reproduction comme frontispice de son édition d'*Eustache Le Moine*.

L'abordage vient d'avoir lieu ; les deux navires sont accrochés l'un à l'autre par des grappins ; les Anglais font rage sur la nef française ; l'équipage de la coque gasconne combat avec acharnement pendant que le

(1) Voir les planches XVII, XXXI, XXXII de l'album de la traduction de Strutt par Boulard.

massacre sévit parmi des hommes aveuglés. En première ligne on remarque un archer qui, l'arc bandé, vise un Français à qui il va décocher sa flèche. Or, celle-ci, au lieu de se terminer par une pointe aiguë de fer, porte à son extrémité une « phiole », la phiole du chroniqueur de Saint-Alban's ; dans le court goulot de cette phiole — ampoule, cruchon ou vase de forme globuleuse — le fust ou baguette est fiché comme un obturateur et sert de bouchon à la poudre de chaux ; elle doit en empêcher la dispersion prématurée jusqu'au moment où, frappant le but, le fragile récipient de terre se brisera, éclatera et projettera la poudre brûlante dans les yeux et la gorge de l'ennemi.

Telle qu'elle est figurée dans *la Mort d'Eustache Le Moine* des *Chronica Majora*, l'adaptation de la phiole à l'arc, qui est le propulseur normal de la flèche, pourrait paraître chose improbable et étrange. Il faut se rappeler que, dès longtemps, l'arc avait été adapté au jet de mèches incendiaires attachées à des flèches qui allaient porter la flamme contre les tours en bois, les ponts volants et les tentes des assiégeants, contre les toits, les maisons et les magasins des assiégés, et contre les voilures et les cordages des navires. L'emploi de ces *flèches à feu* persistait aux Pays-Bas au temps de la lutte des Gueux contre les Espagnols.

Derrière l'archer qui se dispose à lancer ce projectile insolite, le dessinateur fait figurer un autre combattant : celui-ci est armé d'un engin non moins digne de remarque. De ses deux mains relevées il étreint et se prépare à rabattre violemment sur un autre adversaire un bâton dont le bout libre est courbé en forme de houlette ou de crosse (1). A cette courbure pend et glisse une sorte de fronde en cuir ou en étoffe, munie de ses deux brides ou coulants, l'une apparemment fixe et l'autre mobile; dans la poche de la fronde on distingue — très nettement dans le frontispice de l'*Eustache Le Moine* de Francisque Michel, plus vaguement dans la planche de Strutt — une *phiole*, c'est-à-dire un petit pot de forme globuleuse, à orifice évasé, à gorge courte, sorte de petit cruchon sans anse qui correspond, pour le galbe, les proportions et la capacité, à la *phiola* que Mathieu de Paris indique comme le récipient ordinaire de la poudre de chaux destinée aux opérations militaires.

Si le maniement de la « phiole » emmanchée à la flèche d'un arc ordinaire se comprend sans peine, celui de la « phiole » assise dans la poche d'une fronde n'est guère plus difficile à concevoir. Un mouvement de rotation lui imprimait d'abord une vélocité convenable, ainsi qu'il le ferait à la pierre lancée dans une fronde ordinaire. Puis, dès qu'elle était brusquement arrêtée par une saccade ou quelque autre tour de main, la « phiole », poursuivant le mouvement excentrique que le bras ou le bâton

(1) Cf. Planche XVII, fig. 87.

lui avait communiqué, repoussait et écartait peu à peu la bride libre ; alors, le coulant ayant une fois dépassé le bout du bâton courbe, elle s'échappait de la poche de la fronde allongée et étendue : ainsi font les cailloux et les pierres quittant les trébuchets, les mangonneaux et les pierrières. Elle volait au but visé par le frondeur, et dès qu'elle rencontrait un obstacle, le choc brisait et dispersait en éclats sa mince paroi de terre cuite, et la poudre de chaux vive exécutait son office dans les yeux et la gorge de l'adversaire.

L'efficacité de ce petit engin dans les batailles navales ressort de ces citations et de ces explications ; elle ne devait pas être moindre lorsqu'on l'employait, dans des conditions favorables, à la défense, à l'attaque et sur les brèches des villes et des châteaux. L'histoire en conserve un exemple mémorable dans la défense victorieuse que les chevaliers français, enfermés dans Harfleur, surent opposer, en 1415, à l'armée du roi Henri V, débarquée au Chef-de-Caux : aidés par la population de la ville, ils purent repousser toutes les attaques dirigées coup sur coup contre les remparts bouleversés par l'artillerie anglaise, en versant sur les colonnes d'assaut l'huile bouillante, la poix enflammée « et d'épais nuages de chaux vive », ainsi que le rappelle M. A. de Belleval dans son *Azincourt*, p. 48 (1).

La chaux vive contenue dans un projectile de terre figure, en outre, dans la chronique latine de Titus Livius, chapelain d'Henri V, qui accompagna le roi dans cette désastreuse chevauchée. La « phiola » de Mathieu de Paris y porte le nom synonyme de « olla ». *Ollas etiam plenas pulveribus adustinis sulfuris et calcis vivæ ad immitendas oculis nostrorum, si factus fuisset assaltus, ac vasa furentium pulverum oleorumque et pinguium adustinorum pro combustione et consumptione ordinationum nostrarum, pro assaltu cùm ad muros ascenderent, hostilis calliditas in muris paraverat. Et nec potuit populus obsessus, juxta humanum judicium, se prudentiùs vel tutiùs quam fecerat nostris oppugnationibus restitisse.*

Titus Livius, auteur de *Gesta Henrici Quinti*, était aumônier militaire et faisait campagne dans la chapelle du roi comme membre de la *clericalis militia*. Dans la visite qu'il fit dans Harfleur pendant la trêve, il remarqua l'arsenal où abondaient, à côté des feux grégeois, des pots à feu et de pièces d'artifice variés, les petits pots de terre — *ollas... plenas pulveribus... calcis vivæ* — prêts, au besoin, à être lancés à la figure des enfants-perdus lorsqu'ils monteraient à l'assaut. Si cet engin balistique était inconnu dans sa patrie d'origine — car il était Italien de naissance : *A Frulovisiis, Ferrarensis* — il en comprit facilement la raison d'être

(1) Cette héroïque défense est mentionnée par John Lydgate, dont le poème sur Harfleur et Azincourt a été reproduit en 1887 par E. Arber dans le tome VII de son *English Garner*.

parmi les approvisionnements ou « garnisons » d'une place forte située sur une frontière.

L'historien des *Cinque Ports*, M. Montague Burrows, constate que cet engin était, de bonne heure, devenu d'un emploi général sur terre et sur mer, particulièrement pour la défense des châteaux, *a plan which was often useful in the defense of castles* (page 100) ; mais l'efficacité du procédé lui parut assez problématique dans les batailles navales : *It is inconceivable that in such a mêlée of quick-moving vessels in a sea-way great advantage could be gained from that plan*. Ce que pouvait être l'attaque d'une tour crénelée assise sur le bord de la mer, J. Strutt le représente sur sa planche XXII, fig. 1 ; on la voit défendue par des archers et des arbalétriers et attaquée par un navire ; sur celui-ci, outre des frondeurs et des archers ordinaires, on remarque un personnage qui, armé d'un fléau de batteur en grange, s'escrime du haut de l'étrave contre la garnison de la place.

Ni Comines, ni Jean de Troyes, ni les chroniqueurs du XV^e^ siècle n'ont mentionné l'emploi de la chaux vive à la défense de Beauvais que les Bourguignons assiégèrent en 1472. Si de Barante et Henri Martin décrivent l'aide donnée par les femmes de la ville, détaillent les unes « montant sur la muraille pour apporter de la poudre et des munitions, les autres roulant de grosses pierres et versant l'eau chaude, la graisse fondue et l'huile bouillante sur les assaillants », ils n'ont pas, plus que Michelet et Th. Lavallée, parlé d'un engin exceptionnel, devenu sans doute hors de mode.

On peut noter que Jurien de la Gravière n'a pas non plus donné place à la *phiole* de terre ni à l'*olla* chargée de poudre de chaux vive parmi les engins usuels de la guerre maritime de la fin du moyen âge. Dans ses *Gueux de Mer* (1) il écrit : « Les flèches à feu, connues sous le nom de *raquettes*, de *rockets*, de *fusées*, les boulets creux remplis de poix, de résine, de soufre, de poudre, ont pour objet de porter l'incendie à bord de l'ennemi, soit en s'accrochant aux voiles, soit en répandant leur contenu sur le pont. » L'action aveuglante de la chaux sur les yeux de l'équipage et de ses officiers est passée sous silence.

On n'en trouve plus mention au XVIII^e^ siècle chez les historiens anglais, Clarendon, Whitelock, Rushworth, Carter, etc., dans leurs récits détaillés du siège célèbre de la ville de Colchester par Fairfax. Ils racontent bien que la place investie était réduite aux dernières extrémités et se disposait pour l'assaut final en préparant activement tous les moyens usuels à cette époque pour le repousser. *The besieged kept large caldrons of pitch simmering all night on the curtain, ready to ladle on to the « forlorn »*

(1) *Revue des Deux Mondes*, 1^er^ déc. 1891, p. 530-532.

when they advanced to the storm. A cette époque, la poix bouillante dont on aspergeait les colonnes d'assaut au moyen de longues cuillers à pot, avait donc supplanté la chaux vive lancée dans des pots de terre. La poudre à canon régnait en souveraine maîtresse, et la bombe avait fait oublier la *phiole* et l'*olla* primitives et démodées.

Le projectile en terre cuite chargé de poudre de chaux vive appartenait depuis longtemps à la balistique de l'Orient ; la forme même du récipient est empruntée à la céramique du Bas-Empire : les vases en forme de pommes de pin qui servaient à projeter le feu grégeois, ont été décrits par Végèce, Fronton, Léon le Philosophe et divers auteurs. Aux ingénieurs de l'antiquité, les Croisés empruntèrent des doctrines et des pratiques qu'ils appliquèrent à la marine de la Méditerranée et des mers occidentales. C'est ainsi que se forma une sorte de manuel dont M. Ch. de La Roncière cite (1) un exemplaire qui a appartenu à l'amiral Louis de Bourbon. De ce *Décalogue des marines du Ponant*, notons les commandements 1, 8 et 9 empruntés à Végèce et à Léon le Philosophe : § 1er. Sur l'ennemi lancez de la poix, de la résine, du soufre, de l'huile, « tout ce confit et enveloppé en estoupes » enflammées. § 2. Aveuglez-le « en brisant devant lui des vases pleins de chaux. § 9. Sous ses pas, jetez « des pots remplis de *mol savon* pour le faire tomber. »

Les pots de savon mou sont mentionnés en même temps que les vases de chaux dans une pièce publiée par Terrier de Loray dans son *Jean de Vienne*.

Parmi les préparatifs du blocus continental de l'Angleterre faits par Philippe le Bel en 1295, on voit une commande considérable de pots de terre pleins de chaux : le trésorier Jean Arrode et le capitaine Michel de Navarre étaient chargés d'aller en Flandre les acheter avec le reste des approvisionnements ordinaires, de les concentrer à Bruges et de les répartir dans les corps de troupes échelonnés le long du littoral, à Boulogne et Calais sous le comte d'Artois, à Abbeville sous le comte d'Aumale, en Normandie sous Jean d'Harcourt et Jean de Rouvray et à La Rochelle sous Fouques de Melle et Hugues de Thouars. Jal (2) chiffre cet achat de pots de chaux à cent mille cinq cent cinquante, chiffre énorme qui ne peut s'expliquer que par la grande faveur dont ce projectile jouissait parmi les marins de l'un et de l'autre côté.

***

Le siège le plus mémorable du XIVe siècle, celui de Calais, va nous fournir un élément philologique important pour l'élucidation du titre même de cette étude.

Lorsque Calais parut être le but désigné aux coups de l'armée anglaise,

(1) *Origines de la marine française*, p. 256.
(2) *Archéologie navale*, II, 328.

bientôt victorieuse à Crécy, la protection de la place s'imposa aux préoccupations du comte d'Artois; le compte de son bailli, Pierre de Ham, conserve quelques traces des préparatifs de défense qui furent hâtivement entrepris en 1346-1347. Par les soins de Pierre de Ham, Calais fut approvisionnée de chaux vive, destinée, le cas échéant, à brûler les yeux de l'ennemi. On y relève en effet l'achat de *pochonnés de terre à mettre cauch ens pour jeter à la deffense dou Chastel de Calais*. Déjà un approvisionnement tout semblable avait été fait pour la ville de Béthune en 1340; dans le compte de la Chandeleur, on constate un paiement *à Jehan le Potier pour XV^c pochonnés de terre pour mettre chaut ens pour jeter aux deffenses des castiaux de Monsg^r se mestier est, pour cascut cent XII deniers.*

Au XIV^e siècle, le *pochonné* est évidemment un projectile qui avait sa place dans « l'artillerie » des places fortifiées, comme récipient de la chaux vive. C'est un pot de terre cuite, dont le nom est fort rare dans les glossaires; à l'exception de fort rares dessins, rien n'en détermine la forme ni la capacité; l'indication de sa valeur vénale — « XII deniers le cent » — ne vient guère en aide à qui cherche à se former une idée raisonnée de cette arme de jet; la terminaison du vocable paraîtrait normale pour un récipient de petites dimensions, celles de la grenade de guerre, par exemple.

Bien que fort sommaires, ces indications fournissent un commentaire précieux sur les textes de Mathieu de Paris et de Titus Livius, les *phioles plenas calce... super hostes jaculandas* de l'un, et les *ollas plenas pulveribus... calcis vivæ immittendas oculis* [*hostium*] de l'autre. Le traducteur de J. Strutt aurait pu employer *pochonnez* comme le synonyme de *phiolas*.

Les archives municipales de Boulogne ne sont pas aussi explicites que celles de Calais sur cet implémeni de balistique militaire; un registre, celui des *receptes et mises de la ville de Boulongne sur la mer* pour l'année 1415-1416 [Arch. nat. KK 280] nous a conservé de nombreux détails relatifs aux *garnisons* de toute nature que le maïeur Jehan de Rusticat fit entrer dans la ville à l'arrivée imminente de l'armée du roi Henri V : on se trouvait à la veille d'Azincourt. L'échevin et argentier Robert Regnoult y fait état d'achats considérables de chaux dans le long chapitre qu'il consacre à *plusseurs mises communes et cosses necessaires pour le ville et pour plusseurs garnisons et acas fais, en ceste presente année, par le maniere qui s'enssuit* (1) :

« *A l'acat fait oan à Masart de Widehen, de I^c de cauch livré à Boullongne par paiant pour chacun polkin VI sols VI deniers, par sy*

(1) *Soc. Acad. de Boulogne, Mémoires,* VII, 1882, p. 173.

que le ville doit avoir sur cent IIII polkins d'avantage, lequel en aoan livré par taille le somme de IIc XXX polkins, dont fait à déduire pour l'avantage IX polkins. reste IIc XXI polkins. Item est à déduire pour l'amendement d'icelle cauch, VI polkins, reste IIc et XV polkins, vallent au pris de VI sols VI deniers pour polkin..... LXIX fr. XVII sols VI deniers.

« *Voituriers amenans du caufour ycelle cauch mise en la ghihalle et à la montée des murs derrière le maison Wemel.* »

« Primes, par Jehan le Sage et Remuse, amenant ycelle cauch aux dits lieux, est assavoir le dit Sage, XVIII polkins et III quarterons, et le dit Remuse XXV polkins et demy, ce sont XLVIII polkins I quarteron. Item, par Pierret d'Amiens et Jehan le Vasseur, voituriers, amenans icelle cauch aux dits lieux, est assavoir le dit Pierret XIX polkins et demy, et le dit Vasseur, par XVI polkins et demy, ce sont XXXVI polkins. Item, par Jehan d'Amiens et Camus d'Amiens, voituriers, amenans ycelle cauch aux dits lieux, est assavoir le dit Jehan par LIII polkins, et le dit Camus par XLV polkins III quarterons, ce sont IIIIxx XIX polkins III quarterons. Item, par Seburnes et Morlet-Mallot, voituriers, amenans ycelle cauch aux dits lieux, est assavoir ledit Seburnes, VI polkins III quarterons, et le dit Morlet VII polkins III quarterons, ce sont XIIII polkins. Item, par le dit Massart, sur son car. XXXVI, Somme toute, IIx XXX. »

Les achats de poteries de terre figurent dans ce budget : l'argentier y a consigné les noms des fournisseurs, la désignation des livraisons et les prix respectifs de chacune. Si l'on peut reconnaître avec un certain degré de probabilité les clockes, les quennes et divers autres récipients employés pour *essuer et affiner les mestions de poure de canon* et diverses opérations concernant la défense de la place, on n'y trouve pas mention de *pochonnés* destinés à être chargés de chaux. C'est une lacune regrettable.

A défaut d'éléments de comparaison philologique, on se trouve réduit aux conjectures sur l'origine et l'étymologie de ce vocable. Les exemples que M. S.-M. Richard a produits dans *Mahaût, 1302-1329*, et dans *Pierre de Ham*, sont expliqués dans un glossaire où *pochonné* est donné comme dérivé et synonyme de *sac* et de *poche;* quant à *pauchon* qui figure dans une autre citation, il reste inexpliqué; mais le contexte autorise à lui attribuer la même signification et semblable étymologie. L'un comme l'autre pourrait, en dépit d'une légère variante d'orthographe, se rattacher au type *sac* et *poche*, mais à une condition, celle d'accepter des *sacs* de terre, des *poches* de terre, ainsi que l'exigent impérieusement les textes invoqués.

On voit, au commencement du XIVe siècle, les veneurs de la grande comtesse d'Artois tendant des *rois et pauchons*, — rets et toiles, p. 120, et se servant de *poches*, — nous dirions « bourses », et de furets, pour prendre les lapins de ses garennes.

Au siècle précédent, le panégyriste de Guillaume Le Maréchal nous présente notre proverbe actuel, « la caque sent toujours le hareng », sous la forme contemporaine : *Toz dis.... se sent la poeiche del hereng* (vers 14704-5) où *poeiche* est notre poche; et son savant éditeur, M. P. Meyer, rappelle que Littré ne produit aucun exemple de *poche* avant le XIV^e^ siècle.

Lorsque le maïeur de Boulogne, sire Jehan de Rusticat, veut faire, *pour l'honneur et estat de le ville warder*, une *courtoisie..... à nosseigneur* [Jean] *le duc de Berry, à nosdame* [Jeanne de Boulogne] *la ducesse de Berry, à monseigneur le chanselier de Berry* » et à divers personnages de haute volée, il leur fait préparer un cadeau de hareng. Douze milliers sont achetés qu'il fait trier, saler et répartir en vingt-quatre lots de 500 : Eullart Zoquelin, mercier, est payé *LIIII sols IIII deniers pour XXVI aunes de kennevath prins à luy pour emballer le herenc dessus dit à XX deniers l'aune..... item pour corde et fil à queudre ycelles balles*. Si le budget de Boulogne avait été grossoyé par tout autre écrivain que le clerc de Robert Regnoult, ces *balles* de kennevath auraient eu quelque chance d'être dénommées *poches* ou *pauchons*. Puis, après avoir été bien et dûment *armoiées des armes de la ville*, les balles, poches ou pauchons destinés au duc-comte et à la comtesse de Boulogne furent par voie de chasse-marée acheminés vers l'hôtel de Nesles à Paris.

Le pochonnet de terre cuite, germe assez débonnaire des engins explosifs que la science a développé en grenades, bombes, obus, torpilles et toute leur épouvantable séquelle, se sépare nettement des poches, pochons et balles repris dans les derniers exemples : de ceux-ci le canevas, la toile, une toile forte quelconque, parfois le cuir formait la matière constitutive. Ne semble-t-il pas tout aussi régulier de lui reconnaître une étymologie plus en rapport avec son usage et avec les textes historiques, en éliminant le nom de *fiole* qui a été introduit à tort dans la traduction de S. Strutt? On verrait plus volontiers dans *pochonné* un dérivé normal et un diminutif régulier de *pochon*, qui est lui-même le dérivé normal et le diminutif régulier de *pot*, lequel est foncièrement *of the earth earthy*.

A la même racine que *pochon* et *pochonné*, ne pourrait-on pas rattacher le surnom artésien *Pocheron* que portait en 1303 un chanoine d'Arras dont le sceau est décrit et figuré par M. Guesnon dans sa *Sigillographie d'Arras*, p. 48, n° 359, et pl. XXXI, 16 : + *Sigillum Andree dicti Pocheron clerici*.

Un exemple recueilli dans un roman du XIII^e^ siècle dont le héros est boulonnais, suffira pour justifier ma préférence : il est pris dans la *Chanson d'Eustache Le Moine*.

Dans l'une des multiples transformations qui donnent à une partie de son existence un faux air de pantomime de Noël à la mode anglaise, on se

rappelle que le moine défroqué de Samer se déguise presque instantanément de religieux bénédictin en charbonnier, puis de charbonnier en potier, à l'amère confusion du comte Renaud de Dammartin. Dans ce dernier travestissement il troque l'âne du charbonnier contre la hotte et la défroque du potier.

Au potier fist errant marchié ;
Por son ane et por ses carbons
Ot buires et pos et pochons (1)
Dont devint Wistasces potiers,
Li potiers devint charbonniers. v. 1076-80

Il saute aux yeux que la pacôtille du pauvre potier se composait des produits courants de son industrie, *l'art de terre*, ainsi que le grand Bernard de Palissy la dénommait encore en pleine Renaissance : parmi eux le trouvère nomme les buires et les pots variés, petits et grands : il aurait pu y ajouter les gobes, les jattes, les cruchons, les saladiers, les assiettes et les cent spécimens qui encombrent encore les étalages des marchés et des foires de nos contrées.

Si la pratique du XIII^e^ siècle avait autorisé l'usage de l'alexandrin épique pour célébrer un héros aussi versatile, aussi protéen que le bailli du Boulonnais, n'aurions-nous pas, sans forcer les vraisemblances, pu rencontrer le vers octosyllabique n° 1078 allongé et complété de quatre syllabes et devenu :

Ot buires et pos et pochons et pochonnés ?

Cette bonne aubaine philologique aurait fixé dans un poème boulonnais un exemple caractéristique du *pochonnet*, ancêtre de la grenade, parmi les produits de l'industrie céramique du pays dans une enviable triade de pots, pochons et pochonnets.

Quelle est l'orthographe de ce mot? La réponse importe peu. Soit qu'on l'écrive ou le lise se terminant par un *e* surmonté d'un accent aigu — *pochonné;* soit qu'on l'écrive ou le lise se terminant par la syllabe *et* dans laquelle le *t* est muet de soi — *pochonnet* — il n'y a qu'un seul et même mot sous l'une et sous l'autre forme. Dans les quelques exemples qui nous restent à produire, principalement d'après les fabliaux du Moyen-Age,

(1) Philippe de Rémy, seigneur de Beaumanoir (Édition H. Suchier), donne au pochon une signification différente dans sa 2^e^ Fatrasie (t. II, p, 309).

Gournais et Resson
Vinrent à Soisson
Prendre Boulenois
Et trois mort taons
Parmi trois flaons
Mengièrent Franchois
A tant i vint Aucerrois
Acourant en deus pochons
Si que Chaalons et Blois
S'enfuïrent dusk à Mons
En Henau par Orelois

lorsque nous rencontrerons soit la forme *pochonné*, soit sa ménechme *pochonnet*, on pourra de la fixité du sens et du son de ce vocable, conclure que, jusque dans la phonétique, le nom et la chose ne font qu'un et se confondent : l'équation de *pochonné* = *pochonnet* restera acquise, nonobstant les variations et les franches coudées des scribes, clercs et copistes du temps jadis.

Le mot *pochonnet* est connu de La Curne de Sainte-Palaye (*Dictionnaire de l'Ancien Langage)*, ainsi que de Léon de Laborde *(Glossaire français du Moyen-Age);* mais sur sa signification et sur son étymologie, et sur celles de ses congénères, *pochons*, *poçon*, *poçonné*, *poçonnet*, etc., leurs remarques sont assez vagues et laissent à désirer. Ces deux spécialistes le prennent à tort, à mon sens, comme synonyme de *cuillère à pot* et *d'écuelle :* ils ne semblent pas avoir connu le petit engin de guerre dont nous nous sommes efforcé de fixer l'objet et le mode d'emploi.

Entre autres exemples ils citent :

1° Dans les *Miracles de saint Louis* (A° 1320) :

Adonques ladite Marote prist un poçonet et vint à ce ruiscel et volt puiser de l'iaue.... Elle réspondi que ele i aloit pour ce que ele puisast de l'iaue à un poçonet etc.

2° Dans *les Ducs de Bourgogne* (A° 1467) :

Cinq petits poçonnés de terre à boire tisanne, garnis le bort de lecton.... Deux autres pochonnés d'une autre façon, garnis de lecton l'un et l'autre de painture.

3° Dans *La vieille truande* (in verbo *Mindoke*) :

Son pochon ot et s'escuele,
Son sakelet et ses mindokes.....
...Sa suscote et sa goele,
Son pochinnet et s'escuele,
Son sakelet et ses mindokes.

Le Recueil des Fabliaux de Montaiglon et G. Raynaud, qui contient *Les III dames de Paris*, composé par Watriquet Beassenel, de Couvin, donne un autre exemple (t. III, p. 148).

...Druins le fort vin apporte,
Qui fut par les henas versez.
« Commere, or en berons assez»,
Dist Maroie. . . . . .
Lors but chascune; mais, ançois
C'on eüst tornées ses mains
C'une plus que li autres meins.
Fut tous lapez et engloutis.
« Cis pochonnez est trop petis »,
Dist Maroie », par saint Vincent,
Pour boire le quartier d'un cent,
Ne nous en convient esmaïer;
Tant est bon que j'en veul encore ».

Parmi les nombreux documents recueillis par M. Godefroy dans son *Dictionnaire de l'ancienne langue*, sur le nom *Poçonet*, *poçonnet*, *pochonnet*, etc., diminutif de *poçon*, *posson*, *pochon*, etc., qu'il définit *pot*, *vase*, *tasse*, *burette*, je citerai un seul exemple, parce qu'il a été choisi dans les archives de Tournai, dans un compte de 1476, relatif aux fortifications de la ville. « § Somme des mises... A Auxel pottier de terre, pour sept quannes et sept pochonnes de terre ». Ce compte servirait facilement de pendant à celui de Robert Regnoult.

Tout, dans ces textes, rattache le *pochonnet* ou *poçonet* au latin du Bas-Empire, *pocullum* ou *pocillum*, et à la signification de « petit pot », ainsi que l'indique C. Hippeau, dans son *Dictionnaire de la Langue française aux XII^e^ et XIII^e^ siècles*. Rien, au contraire, n'y désigne une synonymie avec « écuelle ». Ils sembleraient convenir beaucoup mieux au sens de *burette*, que l'abbé Corblet a signalé dans le patois picard comme l'équivalent de *pochonnet*.

A l'époque où Mathieu de Paris, décrivant le combat naval de Sandwich, mentionnait les *phiolas plenas calce*, *arcubus per parva hostilia ad modum sagittarum per hostes jaculandas*, la burette, dérivée de *buhe* ainsi que *buire*, avait la signification de *cruche*, et le nom s'appliquait au vase, quelle qu'en fût la dimension ou la matière première : terre, verre ou métal ; par exemple, à la terre cuite, ainsi que le constate une lettre de rémission de l'année 1495, citée par de Laborde : *Ung jeune homme, nommé Sorin, avoit rompu una buhe ou cruche de terre.*

Quant aux petites *buhes* ou *burettes* qui faisaient partie du mobilier des églises et des chapelles, des textes du XI^e^ siècle, entre autres le dictionnaire de Jean de Gallande, établissent qu'elles portaient le nom de *phialae* ou *phiolae : In ecclesiis debent esse... phiala una cum vino et alia cum aqua*. La forme de ces burettes était familière au docte chroniqueur de Saint-Alban's, qui a décrit en véritable connaisseur le fonctionnement du *pochonnet* militaire ; elle ne l'était pas moins à l'artiste du *scriptorium* qui dessina les planches du manuscrit dans lequel J. Strutt recueillit les figures de son album : l'écrivain et le dessinateur ont employé à bon escient le nom latin et la forme du petit engin que nous étudions.

Le pot plein de chaux de l'histoire de Guillaume le Maréchal, le pot chargé de chaux bien moulue du roman d'Eustache le Moine, la fiole remplie de chaux pulvérisée dont Mathieu de Paris décrit l'emploi, en guise de flèche, celle dont sont armés les frondeurs figurés dans le manuscrit de ses *Chronica majora* et reproduits par Joseph Strutt et Francisque Michel, le pot destiné à projeter la chaux vive sur les colonnes d'assaut d'Harfleur, la burette que rappelle l'abbé Corblet, autant de synonymes ou d'équivalents du *pochonné de terre pour mettre cauch ens*

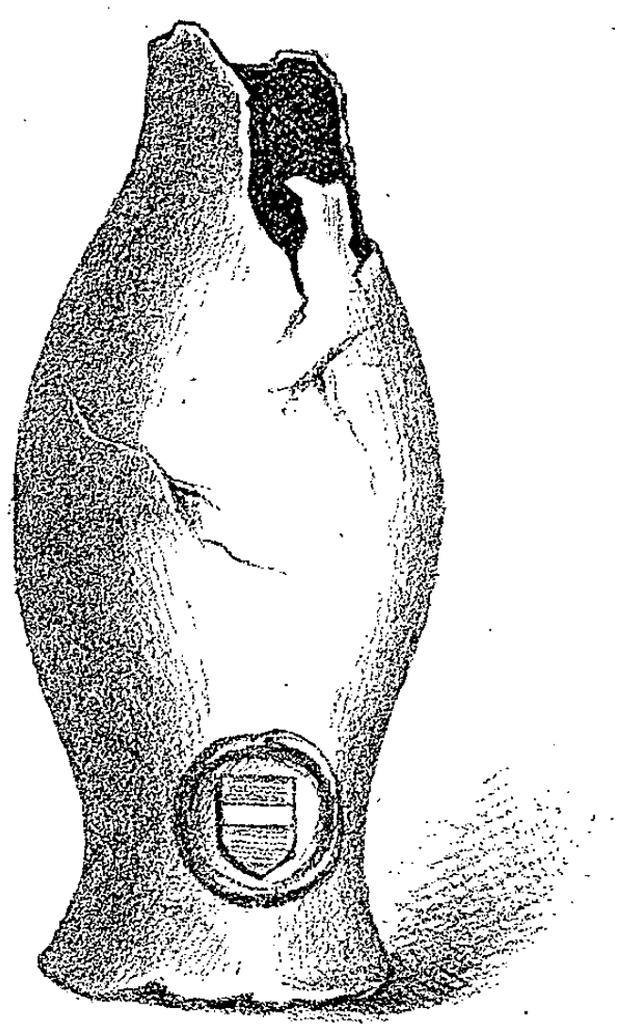
pour geter à la deffense du chastel de Calais... et *des castiaux de Monsgr* le comte d'Artois, *se mestier est.*

***

J'avais consulté de nombreux musées dans l'espérance d'y découvrir quelques spécimens du pochonnet étudié dans ces pages. Toutes mes recherches étaient demeurées infructueuses. Une question adressée à la *Société d'études de la province de Cambrai* obtint enfin un résultat inespéré : son *Bulletin n° VI* révéla l'existence, à Lille, de trois pochonnés dans les collections de MM. Alexandre Hette et Louis Théry.

Deux proviennent de travaux exécutés dans le canal des Ponts de Comines et la rue d'Angleterre; le troisième a été trouvé dans un puits de Thérouanne. Un quatrième, de provenance lilloise encore, a été donné, et le nom du donataire est sorti de mémoire.

Ces originaux ne répondent pas précisément au type anglais figuré dans les illustrations des *Chronica majora* et les copies de Strutt. Au lieu de fioles globuleuses ou ovoïdes, ce sont des pots de terre cuite commune qui affectent « la forme de fioles à fond plat, ressemblant assez aux bouteilles actuelles à eaux minérales; mais les parois, au lieu de rester sensiblement parallèles, se renflent jusqu'à mi-hauteur, puis diminuent de diamètre en se rapprochant du goulot. Leur galbe est donc fusiforme, la hauteur oscillant entre 170 et 182 millimètres, le grand diamètre entre 70 et 75, la base entre 56 et 60.



Pochonnet de Lille et de Thérouanne.

Sur deux on remarque l'empreinte, appliquée vers la base, sur la panse, d'un cachet rond qui entoure un écusson héraldique et décoré : les heureux possesseurs y ont reconnu l'écu d'argent à la fasce de gueules, qui est Desplanques de Béthune, et que Roger fait figurer dans sa *Noblesse de Flandres et d'Artois*.

Quant au décor qui est mince et veule, on y verrait deux branches de laurier et une demi-fleur de lys coupée par la fasce.

Décor florié et foliagé, armoiries de Béthune et galbe renflé en fuseau, caractériseraient peut-être l'origine flamande ou artésienne de ce petit

engin antérieur à l'artillerie à feu, tandis que la forme sphéroïdale ou ovoïde indiquerait plutôt une provenance d'outre-Manche. S'il se révélait de nouveaux spécimens dans la région du Nord et du Pas-de-Calais, le temps viendrait de chercher à discerner les époques et les circonstances où le type du pochonnet a pu varier.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

	Pages.
Histoire de Guillaume Le Maréchal, de P. Meyer. . . . . 3 et	15
Vie et règne de Louis VIII, par C. Petit-Dutaillis.	4
Roman d'Eustache le Moine, de Ed. Francisque Michel. . . 4, 6, 7, 16 et	20
Chronica majora, de Mathieu de Paris. . . . . .5, 6, 7, 11 et	20
Horda Angel Cynnan, de Joseph Strutt . . . . . 5, 6, 7, 10, 16 et	20
Azincourt, par A. de Belleval	8
Titi Livii Gesta Henrici V[i]	8
John Lydgate	8
The Cinque Ports, de M. Burrows..	9
Le siège de Beauvais.	10
Les Gueux de la Mer, par Jurien de la Gravière	10
Le siège de Colchester, par J. Horace Round.	10
Ch. de la Roncière, La Marine Française	11
Terrier de Loray, Jean de Vienne.	11
Jal, Archéologie navale.	11
J.-M. Richard, Mahaud et Pierre de Ham . . . . . 12 et	14
Comptes de R. Regnoult, 1415-1416.. . . . . 13, 15 et	19
Guesnon, Sigillographie d'Arras	16
Philippe de Remy, S. de Beaumanoir	17
Sainte-Palaye, Dict[re] de l'ancien langage	18
De Laborde, Glossaire français du moyen âge. . . . . 18 à	20
Godefroy, Dictionnaire de l'ancienne langue	19
L'abbé Corblet. . . . . 19 et	20
Jean de Gallande, Dictionnaire	20
Les pochonnets de Lille et de Thérouanne, de MM. A. Hette et L. Théry.	21

M. Georges de LHOMEL

Membre associé correspondant national des Antiquaires de France

LES POTIERS DE MONTREUIL-SUR-MER [738 (44.27)]

— Séance du 19 Septembre —

J'ai voulu seulement revendiquer pour la ville de Montreuil-sur-Mer l'honneur d'avoir eu des potiers de terre, artistes d'une certaine valeur et

qui ne doivent pas être confondus avec les potiers de la commune de Sorrus, ce qui a été fait jusqu'ici (1).

Montreuil, comme vous le savez, était, au Moyen Age, un des centres commerciaux les plus considérables de la France.

Les guerres continuelles dont elle a été le théâtre et sa situation géographique lui ont fait perdre progressivement la place importante qu'elle occupait. Sa ruine par les Impériaux en 1537 lui porta un coup redoutable, mais ne put l'anéantir comme la malheureuse ville de Thérouanne. Peu de temps après ce désastre, Montreuil devait se relever et dès 1538, soutenue par les privilèges des Rois, nous retrouvons ses commerçants réinstallés dans ses murs.

Parmi les industries qui y vivaient se trouvait celle des potiers, qui, croyons-nous, devaient faire extraire des Wattines de Sorrus, la terre servant à leur fabrication. Une attestation donnée en 1722 devant notaires par les principaux habitants de cette commune porte que l'extraction de la terre s'y faisait depuis plus de deux siècles.

Les Archives de l'Hôtel-Dieu mentionnent Jehan Mas, potier de terre à Montreuil, le 21 février 1533, et les minutes des notaires de Montreuil qui ont été conservées nous apprennent qu'en 1556 Pierre Harlé y exerçait la même profession (2). Après sa mort, sa femme, Jacqueline Thonnoire, continua son industrie et son fils Jacques devait lui succéder en 1589 (3). Dailleurs, à partir de 1556 nous trouvons plusieurs noms de potiers : Jacques et Nicolas du Crocq dont la descendance devait maintenir la même industrie à Montreuil et à Hucqueliers (4) presque jusqu'à la Révolution.

Nicolas du Crocq (5) demeurait dans une maison près du rempart. Cette maison était « amazée à l'usage d'ouroir de potier de terre et tenait à l'ouroir de Jehenneton Chenel, le 15 décembre 1569. »

Puis en 1576 Jean Gressier, Guillaume Régnier et Jean Cauchois. Ce dernier avait « une maison, tenement, court et jardin séant en cette dite ville de Montrœuil, appelée le Cul-Durant et où était assis son four à pots contenant en longueur 40 pieds ou environ et de largeur 48 pieds ou environ. »

(1) En dehors de Montreuil et de Sorrus, nous avons trouvé qualifiés potiers de terre, le 13 juin 1576, Guillaume le Roy, à Neuville ; Charles de Caubert, mari de Nicolle Garson, les 7 novembre 1646. et 10 février 1654 à Verton ; Laurens du Manoir, époux de Marye du Rieux, à Ecuires en 1668; Nicolas Pecqueur, à Courteville, le 28 avril 1708 etc., (min. des not.)

(2) Nous devons à l'obligeance de M. Roger Rodière les noms de Pierre Harlé, Jacqueline Thonnoire, Jean Gressier, Guillaume Regnier et Jehan Cauchois.

(3) Vers 1580, l'imposition des poteryes et batteryes était « baillée à ferme à Pierre Lescrit pour 8 livres parisis dix sols », payable en juin, juillet, août et septembre (min. des not.).

(4) Nicolas du Crocq est potier de terre à Hucqueliers, le 27 septembre 1694 (min. des not.).

(5) Nicolas du Crocq, marchand potier de terre, demeurant à Montreuil, vend le 13 septembre 1576, par-devant Ducay, notaire dans cette ville « une maison, court, jardin, lieu, pourpris et tenement séant à Monstrœuil, près les *poteryes*, tenant d'une liste à une maison nommée la Mandelette, d'autre liste et d'un bout et derrière aud. du Crocq et y tenant sur le flégard occupé pour le..... comme appartenant à Sanson de Thiennes, pour la somme de 72 sols tournois de rente. (Min. des not.)

Jean Cauchois était « submis et obligé advertir le propriétaire de sa maison chacune fois qu'il ôstait et deffournait sa poterie hors de son four et chacune fois qu'il chauffait son four. »

Au XVII^e^ siècle nous trouvons comme potiers de terre : Nicolas Boucher 1600, Jehan Hannocq 1628 (1), François Doret 1626 (2), Marcq Pellet 1639 (3), Adrien Dézérable 1637, Jacques Doret 1637, Robert et Nicolas du Crocq 1640 (4), Anthoine Vuaret, 1640 (5), Jehan Bailleu 1648, Pierre Boully 1648 (6), Claude Bailleu 1654, Philippe Carbonnier 1670 (7), Jacques Mauger 1675 (8), Pierre Désérable 1693, etc. etc.

Malgré ces noms si nombreux de potiers, nous ne connaissons aucune pièce pouvant être attribuée d'une façon certaine à l'un d'eux jusqu'en 1626. La première pièce signée d'un fabricant montreuillois est celle de François Doret, à cette dernière date.

C'est un grand vase à rafraîchir l'eau, provenant de l'abbaye de Longvilliers et qui porte l'inscription suivante: « Faict par moi Franc. Doret 1626. — Claude Convenât. » Il appartient à M. Souquet, d'Etaples; il se trouvait à l'exposition rétrospective de Montreuil, en 1896.

Mais à partir de 1662, nous marchons avec des preuves évidentes, puisque tous les plats dont nous allons parler sont signés par un artiste montreuillois du nom de Boully (10). Fils d'un potier de Montreuil, Pierre Boully, il continua cette industrie jusqu'en 1681, date de sa mort. Nous avons trouvé, dans les registres de la paroisse N.-D. de Montreuil, un très grand nombre d'actes dans lesquels il est qualifié potier de terre.

Nous ne parlerons, dans cette courte communication, que des plats signés par lui ou de ceux que nous voulons lui attribuer.

Le premier porte la date de 1668, il nous appartient. M. Wignier en a donné une très fidèle reproduction dans son livre intitulé : *les*

(1) 30 décembre 1628. Il avait épousé Wlgance Brusset (min, des not). et demeurait au-dessous de l'Église Saint-Jacques.

(2) 8 nov. 1626. Contrat de mariage de Jaqmin Nicquet, fils de Gilles Nicquet, avec Toussaine Doret fille de François, potier de terre, et de Jehanne Legrand. (min. des not.).

(3) Registre de la paroisse N.-D. Marcq Pellet, potier de terre, mari de Péronne Cocquelin.

(4) Min. des not.

(5) Anthoine Vuaret, mari de Marguerite Lesnel, le 16 mai 1634. (min. de Patté, notaire).

(6) Min. des not.

(7) Min. des not. Il est qualifié potier de terre ainsi que Jehan Bailleu, les 18 mars et 8 mai 1648.

(8) Le 20 février 1672, il avait épousé Adrienne Debreuil. On trouve le 23 septembre 1677, Anthoine Liébron, demeurant à Sorrus, qui vend une maison, etc., contenant 35 verges environ, tenant aux Lafontan et à Philippe Carbonnier, maître potier de terre à Sorrus. (min de Pasquier, notaire). C'est peut-être le même potier que celui de Montreuil, qu'il aurait quitté pour habiter Sorrus.

(9) Jacques Mauger, encore maître potier de terre à Montreuil, le 30 novembre 1677, fait construire une maison à Sorrus en 1675. Marié à Gabrielle Stou, il habitait dans cette dernière commune le 12 août 1679, une maison, chambre, court, jardin, lieux, pourpris et tenement contenant une mesure ou environ, tenant d'une liste à François Desgardins, d'autre liste aux héritiers Pierre Mille et d'autre bout au flégard (Arch. de famille).

(10) Peut-être la famille Boully était-elle originaire d'Abbeville, car nous trouvons Nicolas Boully, marchand, et Jacques Boully, demeurant dans cette ville (paroisse Saint-Gilles) le premier en 1593 et le second en 1602.

Poteries vernissées de l'ancien Ponthieu. Ce plat d'un diamètre de 0m46 représente au centre un homme et une femme tenant trois fleurs à la main. Ils sont précédés par un âne du nom de Gilles et suivis par deux jeunes filles d'âges différents. Aux pieds de l'homme se trouve la mention suivante : Jean Féron et ses filles dont l'une s'appelle Anne. Sous les pieds de l'âne on lit : F. par G. Bouli (fait par G. Bouli) ; et sous cette inscription : Zenne Berte (1) 1663. Nous avons recherché dans les registres de catholicité la famille Féron et nous l'avons retrouvée habitant la paroisse N.-D. Jehan Féron, représenté sur le plat, était lardier (charcutier) à Montreuil où il avait épousé Marguerite Alis. De cette union étaient nés plusieurs enfants, entre autres Anne, représentée par l'artiste.

Le deuxième plat se trouve à Rollencourt. Fait, en 1666, dans l'atelier de Boully (2), il représente ce potier ainsi que sa femme, Nicolle Lièvre ou Le Lièvre, qu'il avait épousée le 22 juin 1664, dans l'église N.-D. C'est Jean Mancier, un de ses ouvriers qui a dû faire le plat comme celui de sainte Catherine, patronne des potiers, et qui se trouve aux environs de Montreuil. Il a été décrit dans le livre si intéressant de M. Wignier.

Les dessins, les émaux et la couleur de la terre sont identiques. Il est impossible d'admettre, comme M. Wignier le dit dans son ouvrage, que ce dernier plat ait été fait en 1600 puiqu'il est absolument pareil à celui exécuté en 1666.

Du reste, bien que l'inscription du plat de sainte Catherine soit en partie illisible, il est facile d'y voir la date de 1662 que nous devons admettre jusqu'à preuve contraire.

Le troisième plat fait par Boully est certainement le plus intéressant ; nous le citons en dernier lieu à cause de sa date qui est celle de 1680. Il se trouve au musée de Saint-Pol et grâce à l'obligeance de M. Troude, greffier du Tribunal de cette ville, nous pouvons vous en soumettre une photographie.

C'est un grand plat de 0m46c environ et certainement le plus beau que nous connaissions. Nous le désignons sous le nom de plat au Calvaire. Il représente au centre une croix à laquelle est attaché le Christ ; de chaque côté de la Croix se trouvent deux personnages que nous croyons être la sainte Vierge et saint Jean l'évangéliste. Pour ce

(1) On trouve dans les registres de la paroisse N.-D., Jean Berthe, maître maçon, mari de Marie Thorel en 1690.

(2) Il avait épousé en février ou mars 1653, Wlgance Gontier. Il s'est remarié le 22 juin 1664. Son acte de mariage est ainsi conçu : « le vingt-deuxième juin 1664 après les proclamations des trois bans et autres solennités requises, Gabriel Boully, potier, de la paroisse de N.-D. de Montreuil, y a pris femme Nicolle Le Lièvre de la même paroisse en présence de Me Louis de Calonne, prestre curé de N.-D. et Louis Fournier diacre, Parmentier, beau-frère du dit Boully, Pierre Le Lièvre, oncle de la dite Nicolle »

plat, nul doute, car sous le sujet principal il porte la mention : « Faict à Monstrœuil par Gabriel Boulli, 1680 ».

L'industrie de la poterie était encore florissante à Montreuil jusqu'à la fin du siècle dernier; elle y était représentée par Charles Bailleu (1), Pierre Désérable (2), Nicolas Carpentier (3), Martin Plet (4), Jacques Postel (5), Nicolas du Crocq (6), Jean-Alexis Postel (7), Louis Désérable (8), la veuve Dubuquoy (9), Louis Postel (10), Michel-André Braquehais 1785 (11), etc.

De cet exposé, il est donc établi que dès le XVI^e^ siècle, des potiers existaient à Montreuil, qu'ils y avaient des ateliers et des fours et que c'est dans cette ville que les plus beaux plats, attribués par erreur à Sorrus, ont été faits en entier par des artistes et des fabricants montreuillois.

M. Roger RODIÈRE

à Montreuil-sur-Mer.

L'ÉGLISE DE DANNES

[726.5 (44.27)]

— Séance du 19 septembre —

I

Dannes est un petit village du Boulonnais, situé près de la mer, dans un fond marécageux et plein de sources, au pied du mont Saint-Frieux et du

(1) En 1721, reg. de la paroisse N.-D.; Claude Bailleu, un de ses ancêtres; avait épousé vers 1640 Marie Désérable (min. des not.).

(2) Le 13 décembre 1722, il avait épousé Jeanne Leselle (min. de Desprez, notaire). A partir de la fin du XVI^e^ siècle, la famille Désérable habitait Montreuil. Un de ses membres, Nicolas Désérable, prévôt de la gueude, teste le 3 septembre 1584. (min. des not.) Un Pierre Désérable était à Sorrus en 1588 (id).

(3) Le 5 juin 1738 (min. des not.).

(4) État des maîtrises vendues depuis le 1^er^ Janvier 1735 jusqu'au 31 décembre 1739. Il étai encore potier le 9 janvier 1769. (Dans cet état il est taxé à la somme de 43 liv. 10 sols.)

(5) Min. des not.

(6) En 1745 (min. de Cailleux, notaire).

(7) Jean-Alexis Postel paie la maîtrise de potier de terre, le 11 mai 1740. Il verse pour finances principal, frais de quittance et sceaux 43 livres 10 sols. (Etat des maîtrises vendues depuis janvier 1740 jusqu'au dernier jour de juillet 1743.

(8) Archives départementales du Pas-de-Calais.

(9) Min. des not.

(10) C'est de son atelier qu'est sortie une faîtière fleurdelysée, provenant de la ferme du Ménage d'Alette et exposée par M. l'abbé Thobois à l'Exposition rétrospective. Cette faîtière portait l'inscription suivante : 1773, fait à Montrœuil par Louis Postel.

(11) Le 5 juillet 1785 (Arch. dép. du Pas-de-Calais, Fonds Saint-Firmin).

mont de Camiers. Il apparaît de loin comme une oasis de verdure, entre les sables arides de la dune et les hauteurs dénudées des collines boulonnaises.

Il y aurait beaucoup à dire sur l'histoire paroissiale de Dannes, si l'espace ne m'était mesuré. Mais je ne veux parler ici que de la belle église qui fait l'objet de cette communication.

L'histoire de ce monument est tout à fait inconnue. On sait seulement que l'église de Dannes, aujourd'hui desservie par le curé de Camiers, a été jusqu'à la Révolution le siège d'une paroisse dédiée à saint Martin, et formant une dépendance de la Maladrerie de la Madeleine à Boulogne; la cure était à la collation des mayeur et échevins de Boulogne, en qualité d'administrateurs de cette léproserie. La liste des curés est établie depuis 1568.

On ne sait absolument rien des vicissitudes que l'église de Dannes a subies dans le cours des âges; les documents sur sa construction font complètement défaut. L'étude des caractères d'architecture permet seule d'assigner une date à cet édifice; on ne sait à quelle main en est due l'érection ; la communauté des habitants n'a jamais pu être assez riche pour exécuter de pareils travaux ; ce sont sûrement des seigneurs des XIV^e^ et XV^e^ siècles qui les ont entrepris. J'attribuerais volontiers ce monument à la riche et pieuse maison de Blondel-Joigny, qui possédait Dannes avec Longvilliers, au XV^e^ siècle; la dernière héritière de cette famille, Marguerite Blondel (morte en 1513), de concert avec son mari François de Créquy (mort en 1518), a rebâti en tout ou en partie les églises de Douriez, Longvilliers, Huby-Saint-Leu, Recques et plusieurs autres de leurs terres. Le chœur de Dannes serait-il dû à la libéralité de ces époux pieux et bienfaisants? (1) Je n'oserais l'affirmer.

Dans le présent siècle, on s'est beaucoup intéressé à la conservation et à la restauration de l'église de Dannes; à une époque que je ne saurais préciser, mais qui doit remonter au règne de Louis-Philippe, la Commission d'archéologie de l'arrondissement de Boulogne a présenté au conseil d'arrondissement un rapport détaillé, tendant au classement de cet édifice parmi les monuments historiques (2). C'est sans doute après avoir eu connaissance de ce rapport que la reine Marie-Amélie accorda à l'église de Dannes, en 1841 et 1845, deux donations de 100 francs chacune.

Sous le second Empire, la Commission des Antiquités départementales chargea M. Morand de rédiger, pour la *Statistique monumentale du Pas-de-*

(1) La question serait éclaircie si je savais à quelle famille appartient l'écusson à trois poissons en pal, deux et un, qui se trouve sculpté sur la sacristie, et que je n'ai pu identifier. Ce blason doit être celui du personnage qui a fait construire non seulement la sacristie, mais tout le chœur, avec lequel elle fait corps. Seraient-ce les armes de la famille de Dannes, premiers seigneurs du lieu ?

(2) Ce rapport n'a pas été imprimé, que je sache ; il est très défectueux au point de vue archéologique, et prétend faire remonter l'église de Dannes aux XII^e^ et XIII^e^ siècles, c'est-à-dire à l'époque de transition.

Calais, une monographie de l'église de Dannes. Ce travail, réclamé plusieurs fois au savant magistrat boulonnais, n'a jamais été composé (1).

Il y a dix ans, le monument qui nous occupe était dans un état de délabrement lamentable : les murs croulaient de toutes parts; les contreforts, séparés du plein de la muraille, menaçaient de s'effondrer. Camiers et Dannes avaient alors pour curé M. l'abbé Demilly, un prêtre de cœur et de goût, à qui je suis heureux de rendre ici un hommage mérité. Ce digne ecclésiastique entreprit la restauration de son église; les travaux exécutés sous son ministère sont dignes d'éloges à tout point de vue; ils ont sauvé l'édifice d'une ruine imminente, sans altérer aucunement son caractère. D'ailleurs, l'architecte qui dirigeait cette réparation était M. Clovis Normand, dont le nom seul est une garantie de bon goût artistique et de respect des saines traditions.

Malheureusement, M. Demilly a quitté Camiers en 1893, laissant son œuvre inachevée. Je préfère ne pas apprécier ici les remaniements que l'église de Dannes a subis depuis son départ; mais je serai bien forcé de les mentionner dans le courant de cette notice.... Passons !

II. — Description.

Telle qu'elle est aujourd'hui, l'église de Dannes est encore une des plus curieuses parmi les églises rurales de style gothique en Boulonnais. C'était aussi, jusqu'aux déplorables et toutes récentes mutilations, la plus riche en mobilier ancien. Elle mérite certainement une étude.

Le plan est simple : une nef, une tour centrale et un chœur (2). C'est l'ordonnance adoptée dans la moitié au moins des églises du pays. La tour centrale est une persistance du plan roman. L'édifice est, comme toujours autrefois, régulièrement orienté. Il est malheureusement bâti presque tout entier en pierre de craie, matière éminemment friable et qui n'oppose aucune résistance à l'action corrosive des embruns.

La nef est la partie la plus ancienne de l'église. Son pignon occidental est percé d'un portail en arc aigu, sans aucun ornement, et au-dessus duquel s'ouvrait jadis une fenêtre en cintre surbaissé, de petite dimension; elle est aujourd'hui murée. Son archivolte en larmier a des retours horizontaux. Beaucoup plus haut, à 9 ou 10 mètres du sol, une grande fenêtre en plein cintre éclaire les combles; elle est aussi pourvue d'une archivolte en larmier, sans retours horizontaux, mais amortie par deux petits culs-de-lampe en forme de pyramide renversée.

(1) Jusqu'ici, cet intéressant édifice n'a guère été étudié. Je ne connais à son sujet que le rapport susdit de la Commission d'archéologie et les quelques lignes du *Dictionnaire historique* de l'abbé Haigneré. (*Arrond. de Boulogne*, t. III, p. 115.)

(2) Dimensions approximatives : longueur de la nef, 20 mètres; de la tour, 4 mètres; du chœur, 12 mètres. Largeur, 6 mètres environ.

A l'angle nord du pignon s'élève une grosse tourelle cylindrique d'escalier, qui fait saillie à la fois sur la façade et sur l'intérieur de la nef; c'est de ce dernier côté que s'ouvre la porte qui donne accès à l'escalier de pierre conduisant aux combles.

Cet escalier en colimaçon est de trente marches (1). La tourelle a des solins en grès comme tous ceux de la nef, et une corniche épannelée sous la poivrière qui la coiffe. Un bâtiment détruit s'accolait jadis à la tourelle; on voit encore se dessiner sur elle la forme du galbe, et même plusieurs feuilles de grès, qui servaient jadis à raccorder le toit, sont restées engagées dans la maçonnerie.

Franchissons le portail. Nous remarquerons tout d'abord que l'axe de l'église dévie sensiblement à partir de l'arc triomphal : le chœur se détourne vers le midi, singularité qui se retrouve dans beaucoup d'églises, et dont on n'a pu donner d'explication suffisante.

La voûte de la nef est en pierre, ce qui est extrêmement rare en Boulonnais (2), et cette voûte d'ogives est très intéressante. Étrangement basse,

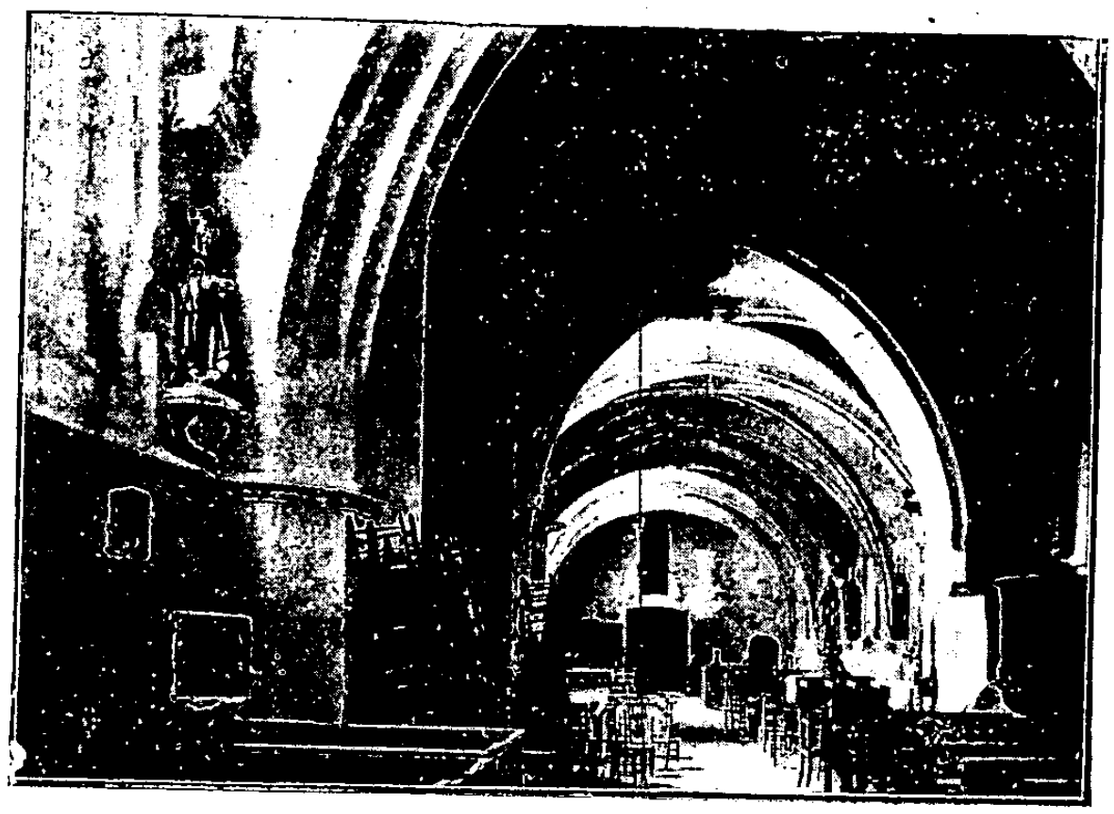


FIG. 1. — Nef de l'église de Dannes, vue du chœur.

puisque ses retombées sont à peine à sept pieds du sol, très surbaissée et presque en plein cintre, elle paraît dater de la fin du XIV^e^ siècle ou du commencement du XV^e^. Longue de six travées, elle est pourvue de formerets, mais non de liernes; toutes ses nervures ont des tores avec arêtes, dégagés de la plate-bande par une gorge flanquée d'un tore plus petit. Les arcs doubleaux sont à peine brisés. Les culs-de-lampe, très bien conservés,

(1) La moitié de ces marches ont été refaites en bois.

(2) Je serais embarrassé de citer quatre églises rurales de cette province dont les nefs soient voûtées. Le Ponthieu et une grande partie de l'Artois ont également des nefs à charpentes apparentes dans toutes leurs églises anciennes ; le chœur et les chapelles seuls ont des voûtes.

représentent : du côté sud, une tête d'homme, une tête de femme, des feuillages, une tête, des feuillages, un ange avec phylactère. Du côté nord : des grappes et feuilles de vigne, une tête avec feuilles sortant de la bouche, des grappes de raisin et d'autres feuillages. Aux extrémités est, et aussi à l'endroit de la tour d'escalier, les nervures se perdent dans la muraille (1).

Les clefs de voûte figurent : une fleur de lys ; la tête de saint Jean-Baptiste dans un plat, telle qu'elle est représentée sur les vieilles enseignes de pèlerinage d'Amiens ; une ancre accompagnée de deux fleurs de lys ; un lion rampant ; un pélican nourrissant ses petits ; un agneau pascal.

Chaque travée de voûte est extérieurement flanquée d'un contrefort à deux ressauts en talus ; ces piliers, du côté du sud, sont en pierre et refaits en grande partie en 1890-91 ; mais ceux du nord sont tout en grès de falaises et semblent très anciens ; on les croirait même antérieurs au reste de l'église, où n'apparaît pas ce genre de matériaux (2). Mais, selon M. Camille Enlart, il paraît que ces contre-forts sont composés de débris des démolitions d'une grande chapelle, ou bas-côté, qui a existé en cet endroit, comme on le verra plus loin.

Jusqu'en ces dernières années, la nef était étrangement peu éclairée, et la pénombre où elle se trouvait donnait à l'église un aspect tout particulier. A droite, il y avait seulement, dans la sixième travée, une grande fenêtre en tiers-point, avec meneau flamboyant et archivolte, et, dans les deuxième et troisième travées, deux petites fenêtres en anse de panier, très exiguës, avec archivoltes en forme d'accolade (3). Quant au mur nord, il était complètement aveugle ; une petite fenêtre dans la deuxième travée et une grande dans la sixième avaient été murées, pour raison de solidité sans doute. Depuis trois ans, on a ouvert une grande baie en arc brisé dans la cinquième travée sud, et quatre autres dans les quatre dernières travées nord ; ces fenêtres géminées sont d'un bon style flamboyant et copiées sur celles qui existaient dans la sixième travée, mais elles ont le double inconvénient d'altérer le caractère de la nef et de compromettre la solidité des murailles.

A droite, dans la quatrième travée, s'ouvre un petit portail en anse de panier, avec archivolte de même forme. Toute cette muraille latérale accuse le XV^e^ siècle très avancé, et paraît postérieure à la voûte. On peut en dire autant des ouvertures de la façade ouest.

(1) Cette pénétration directe des nervures dans la muraille est généralement un signe du XV^e^ siècle avancé ; mais elle peut s'expliquer ici, d'un côté, par la situation de la tour d'escalier qui empiète sur la nef, et, de l'autre, par les refaçons de la muraille doxale, qui a été rebâtie avec la tour au XV^e^ siècle. Le caractère de la sculpture et des moulures de la voûte paraît indiquer plutôt le XIV^e^.

(2) On ne trouve ce *grès de mer* employé que dans des édifices très anciens : les églises romanes de Groffliers et de Waben (XII^e^ siècle), la tour de Berck (XIII^e^ siècle), les piliers de la nef de Verton (XIV^e^ siècle), le bas du portail de Saint-Saulve, la citadelle de Montreuil, etc.

(3) Il faut noter cette forme insolite de fenêtre, toute d'architecture civile, et très rare dans les églises. Je ne l'ai constatée (sans archivoltes) qu'à Longvilliers, dans deux petites fenêtres du transept, aujourd'hui défigurées. Espérons qu'à Dannes on laissera subsister les deux spécimens qui en restent.

L'étage inférieur de la tour date aussi du XVe siècle; il s'ouvre sur la nef par un arc triomphal, large et très élevé, dont les pieds-droits n'ont pas d'impostes, et, sur le chœur, par une arcade reposant sur deux demi-piliers de grès de forme octogone et massive; on remarque dans le soubassement de celui de gauche trois hénons incrustés (1). Au sud, une grande arcade aiguë, dont les pieds-droits renforcent ceux des deux arcs triomphaux, surmonte l'ancienne porte seigneuriale en plein cintre, qui était murée il y a dix ans, mais qui a été rouverte en 1890 pour donner accès à une sacristie bâtie à cet endroit. Au nord, une autre arcade gothique, beaucoup plus large, semble avoir fait jadis l'entrée d'une grande chapelle latérale qui communiquait aussi avec la nef et le chœur par des arcades plus basses, encore visibles sur les murailles.

Cette grande chapelle, qu'on pourrait aussi bien dénommer bas-côté, était de même hauteur que la nef principale; elle correspondait aux quatre dernières travées de la nef (2), à la tour et à la première travée du chœur, et se terminait à l'est par un mur droit percé d'une fenêtre; ce chevet rectangulaire était voûté, à en juger par les arrachements très visibles encore sur deux contreforts. A l'ouest, ce bas-côté semblerait avoir eu une ou deux travées de moins que la nef principale. En somme, le plan général de l'église devait rappeler beaucoup celui de Saint-Léonard, près Boulogne, où c'est, au contraire, la chapelle latérale qui est demeurée seule. Mais revenons au clocher.

La voûte de la tour, semblable à celle du chœur, de même hauteur, et plus élevée que celle de la nef, est portée sur ogives et liernes.

Le premier et le second étages de la tour, auxquels on n'accède que par les combles de la nef, présentent une particularité bien curieuse : on y voit deux belles cheminées en pierre du XVe siècle, dont les motifs rappellent ceux du jubé. Elles sont bien conservées, superposées l'une à l'autre, et pratiquées dans la muraille est. On voit, du reste, les traces du plancher qui séparait ces deux étages (3). Une petite porte en plein cintre mène sur la voûte du chœur.

L'étage supérieur du clocher est de très basse époque et date tout au plus de la période des guerres de religion ; peut-être est-il contemporain de la cloche, datée de 1578; on n'y voit pas une moulure; la présence d'un œil-de-bœuf, la forme et les proportions insolites des fenêtres accusent la

(1) Le hénon, ou *cardium edule*, coquille bivalve comestible, très répandue sur nos côtes, figure dans les armes de la ville voisine d'Étaples.

(2) Les traces de ce bas-côté sont à peine reconnaissables dans les trois premières travées, et je ne les y avais pas découvertes ; je pensais que la chapelle latérale avait seulement trois travées correspondant à la dernière de la nef, à la tour et à la première du chœur. L'œil exercé de M. Camille Enlart a constaté l'existence du bas-côté dans presque toute la longueur de la nef ; je n'ai qu'à m'incliner. — Et pourtant... il est à remarquer que l'aspect du mur actuel, dans les trois travées *douteuses*, n'est pas du tout le même que dans les trois autres. L'appareil est tout différent. Les contreforts en grès de mer ne se voient que dans les premières travées... Mais je n'insiste pas.

(3) Il y a aussi des cheminées dans les clochers de Lottinghem, de Crémarest, de Crécy, d'Allery, etc.

période extrême de l'architecture gothique, dont le règne s'est prolongé dans nos contrées, on le sait, jusqu'en plein XVIII^e siècle.

Cet étage est en retrait et d'une maçonnerie beaucoup trop légère; on a dû le refaire presque entièrement en 1890; sur la face ouest, on voyait littéralement clair à travers les pierres effritées. Chaque face est éclairée par une fenêtre en arc brisé un peu obtus, simple et sans ornementation (1); la face est a seule un œil-de-bœuf au lieu de fenêtre. Une flèche à quatre pans très obtuse, en charpente revêtue d'ardoises, s'élève, sur base carrée, au-dessus de la tour, qui n'a de contreforts qu'à son rez-de-chaussée.

Le chœur, composé de trois travées et d'un chevet à trois pans, est un assez beau spécimen de style flamboyant pur et sobre (XV^e ou XVI^e siècle)(2). Il est malheureusement bâti en mauvaise craie du mont Saint-Frieux. Par une hardiesse de construction assez rare dans nos contrées du Nord, le chevet était jeté à cheval sur une rivière. Le ruisseau ou *rieu* de Dannes (3), jusqu'au commencement de ce siècle, passait sous la voûte qui porte le dallage du chœur, dont elle traverse l'axe à angle droit; on l'a détourné il y a environ cent ans. La voûte de ce canal est un berceau brisé; la porte d'entrée des eaux, au sud, est murée; celle de sortie, au nord, est une large arcade en cintre surbaissé, qui soutient sur ses reins puissants une petite trésorerie ou sacristie, élevée ainsi au flanc de l'église et au-dessus des eaux, de telle sorte qu'on ne pût s'y introduire du dehors.

Cette curieuse et originale construction mesure, dans œuvre, environ 5 mètres de long, 2 de large et 2 de hauteur; elle est couverte d'une petite voûte d'ogives de deux travées, sans clefs ni culs-de-lampe, et d'un toit en appentis. Enclavée entre deux des contreforts du chœur, une grande partie de sa largeur est prise dans l'épaisseur du mur de l'église. Au-dessus de la porte de sortie des eaux, le soubassement du mur de la sacristie est amorti en talon. Plus haut est sculpté, sur une grande pierre, un écusson à trois poissons mis en pal, la tête en haut, et posés deux et un; en guise de cimier, cet écu semble porter un ornement fruste et bizarre, sorte de courroie ou baudrier plusieurs fois doublé, et que je renonce à

(1) Ces fenêtres sont toutes semblables à celles de l'église de Campigneulles-les-Petites, bâtie en 1705 dans un style gothique dégénéré, et du clocher de Canlers, daté de 1684.

(2) Dans notre région, il est absolument impossible de reconnaître, par les caractères d'architecture, si un édifice est du XV^e ou du XVI^e siècle. L'art de la Renaissance n'a pénétré chez nous que fort tard, et les exemples en sont d'une insigne rareté. Bien des monuments du XVII^e siècle même n'en ont nullement subi l'influence.

(3) « On sait que le château de Chenonceaux est bâti... sur un pont. A Annecy, l'église Notre-Dame (XVII^e siècle) est bâtie en partie sur un pont; *à Dannes (Pas-de-Calais), l'église (XV^e siècle) a son sanctuaire élevé sur des arcades au bord de la rivière;* à Culan (Cher, XII^e siècle) et à Triel (Seine-et-Oise, XVI^e siècle), c'est une route qui passe sous le sanctuaire de l'église. » (CAMILLE ENLART, l'*Art gothique et la Renaissance en Chypre*, p. 446, n. 1, à propos de l'église de Tochni, en Chypre, qui est bâtie sur un pont). On peut ajouter à cette nomenclature l'église Saint-Antoine de Bar-le-Duc (XIV^e siècle), également construite sur une rivière, et, pour la période contemporaine, l'église d'Albert (Somme), dont le chœur est jeté sur la rivière d'Ancre.

décrire (1). Une sorte de petite fenêtre carrée, très exiguë et placée très irrégulièrement, éclaire l'édicule.

Mais revenons au chœur lui-même : chacune de ses travées est étayée de puissants contreforts, carrés à la base; ils prennent ensuite la forme d'un éperon et se transforment en clochetons à feuilles frisées. Au-dessus du pinacle, ils redeviennent carrés et finissent en talus sous la corniche. Tous ces contreforts étaient récemment encore dans un état déplorable, et, loin de soutenir les murs, ils menaçaient d'en accélérer la ruine; en 1890, on dut les réparer, ou plutôt les reconstruire presque en entier, sur le modèle des deux contreforts de l'abside, mieux conservés que les autres et qui sont encore dans leur état primitif. Les sculptures des clochetons neufs sont restées simplement épannelées, de même que la corniche et les archivoltes des fenêtres; M. l'abbé Demilly comptait sans nul doute faire promptement achever ce travail, mais son départ a fait cesser toute restauration intelligente dans l'église de Dannes.

Les murs très élevés du chœur sont ornés de deux larmiers, l'un à l'appui des fenêtres, l'autre plus bas; tous deux contournent les contreforts.

Les fenêtres aujourd'hui ouvertes (2) sont au nombre de six, dont trois sur le mur sud et trois au chevet. Toutes ces fenêtres sont à trois baies, les meneaux sont modernes, et les archivoltes à rampants en feuilles de chou frisées ont dû être, pour la plupart, refaites entièrement en 1890. Il y avait jadis, en outre, une fenêtre à quatre divisions, ouverte au-dessus du toit de la petite sacristie; elle est actuellement murée. Celle de l'abside, rouverte tout récemment, avait également quatre formes, dont les meneaux se voyaient du dehors au temps où elle était murée.

La voûte, élevée et svelte, contraste par ses proportions élégantes avec celle de la nef, si basse et si lourde. Ses fines nervures retombent sur des dais à trois arcades en accolade, avec crosses et feuilles de chou. Les culs-de-lampe de ces dais, placés à plus de 15 pieds du pavé, représentent tous des croix de consécration à branches pattées et d'une ornementation variée (3). Les clefs, où viennent se rencontrer les croisées d'ogives et les liernes, figurent un poisson, un soleil rayonnant, un calice, un cœur entouré d'épines et une croix ancrée, cette dernière récemment refaite, je crois.

(1) C'est ainsi que l'on figurait des écus suspendus, mais, en général, plus simplement.

(2) Une vue extérieure de l'église de Dannes (côté sud), faisant partie de la riche collection de M. Henri Macqueron, représente les fenêtres du chœur murées et ajourées seulement d'une petite ouverture carrée au milieu de chacune d'elles. On a sans doute rouvert les fenêtres lorsqu'on a posé les vitraux, datés de 1856.

(3) Il est très probable que les niches contenaient des statues d'apôtres. Les images que l'on trouve le plus souvent sur les piliers des sanctuaires sont celles des apôtres, considérés symboliquement comme les piliers de l'église. Sur les mêmes piliers, il était d'usage de placer des croix de consécration. A la Sainte-Chapelle de Paris, ce sont les figures des apôtres qui tiennent les croix de consécration, placées dans des médaillons. Comme exemples de chœurs décorés de statues d'apôtres, on peut citer l'ancienne cathédrale de Boulogne (XIV^e siècle), Notre-Dame d'Avioth (Meuse, XIV^e siècle), et la cathédrale de Troyes (XIII^e siècle). La voûte du chœur de Collines-Beaumont, en Ponthieu (XV^e siècle), a des retombées ornées de croix pattées analogues à celles de Dannes.

Un larmier pourtourne intérieurement le chœur, à hauteur de l'appui des fenêtres. Il s'arrête brusquement dans la première travée du mur nord, contre une petite arcade en tiers-point qui devait, comme je l'ai dit, donner accès dans une chapelle latérale aujourd'hui supprimée (1).

La crédence cintrée, creusée dans le mur à droite du maître-autel, est surmontée d'une archivolte en accolade à feuilles de chou, qui s'arrête contre le larmier. Les pieds-droits de cette piscine simulent deux contre-forts en éperon, avec pinacles également coupés par le larmier.

Au pan sud du chevet, dans la partie basse du mur extérieur, on remarque une niche surbaissée à acrotère, ornée d'un écusson tout effacé, qui semble avoir été pareil à celui de la sacristie.

On voit que j'avais raison de signaler cette église comme vraiment curieuse et intéressante. Malheureusement, elle a été longtemps négligée ; et le manque de solidité de ses matériaux s'ajoute, pour compromettre son avenir, au poids des voûtes et à la poussée du sol, dont la pente est fort rapide vers un ravin sablonneux qui s'étend au nord de l'édifice ; joignez à cela l'existence de nombreuses sources, dont plusieurs sortent même de dessous l'église. Les restaurations effectuées il y a huit ans ont conjuré une ruine presque imminente, et prolongeront certainement l'existence de ce monument, mais les fenêtres récemment ouvertes dans le mur nord de la nef pourraient bien avoir une action fâcheuse et neutraliser en partie les bons résultats des précédents travaux.

III. — Mobilier.

Jusqu'en ces dernières années, le mobilier de l'église de Dannes était des plus remarquables. Pourquoi suis-je obligé de mettre au passé les descriptions qui vont suivre ? Hélas ! les objets précieux dilapidés et brocantés à vil prix méritaient cependant bien un meilleur sort ; qu'on en juge.

Tout d'abord, chose unique dans nos églises de campagne, cette église avait gardé des restes importants de son ancien jubé ou clôture de chœur ; cette boiserie du XVI^e^ siècle, qu'admirait tant le savant chanoine Haigneré(2), se composait de deux grands panneaux, mesurant chacun 1^m^,49 de long sur 2^m^,25 environ de haut. Chacun de ces panneaux se subdivisait en six travées, déterminées par deux montants extérieurs à clochetons et cinq meneaux en forme de groupes de trois colonnettes prismatiques, avec chapiteaux à feuilles de chou frisées et contournées ; les arcades aiguës à claire voie étaient redentées à l'intrados, et ornées de flammes et de feuilles de

(1) On a récemment fait un larmier simulé en plâtre dans la travée en question.
(2) C'est « ce que j'ai vu de plus beau » dans l'église de Dannes, écrivait-il en 1882.

chou sur leur courbure. En haut et en bas régnaient deux frises à feuilles de chardon. Enfin, en bas, se trouvaient des panneaux à serviettes quelque peu mutilés. Ces beaux restes avaient souffert des injures du temps, on les avait raccourcis pour les adapter aux côtés du maître-autel, on les

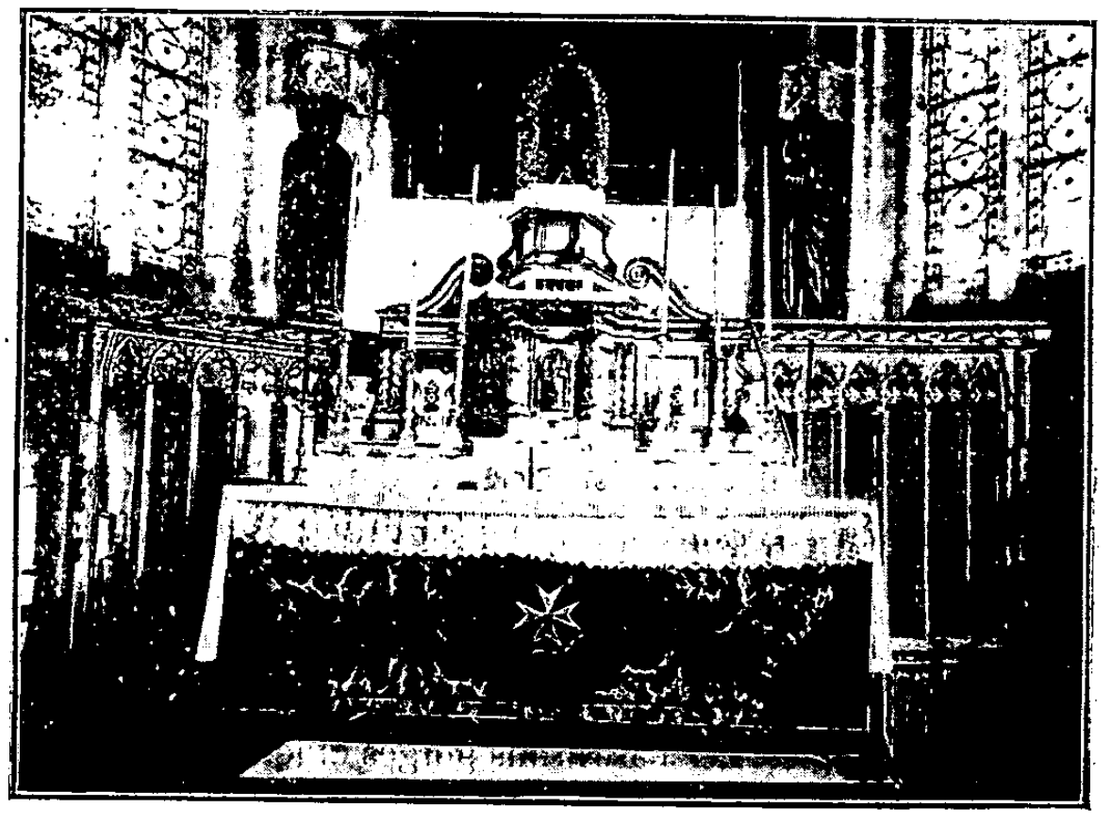


FIG. 2. — Maître-autel et jubé supprimés en 1896.

avait déshonorés d'une odieuse peinture blanche ; mais, en somme, ils étaient encore bien conservés et auraient pu être restaurés à peu de frais. Comme style, cette balustrade rappelait, avec plus d'élégance et de beauté, celle qui subsiste à l'entrée de la chapelle seigneuriale accolée à l'église Notre-Dame d'Airaines (1).

Le jubé primitif comprenait encore, outre ces deux panneaux, une partie centrale composée de la continuation de la frise et d'un crucifix porté sur le milieu de cette frise. Le crucifix, refait à la Renaissance, est dans l'église, sous la tour. L'ancien Christ est dans les combles ; le bout de frise, qui y était aussi, en a récemment disparu. La frise avait un fond gris-bleu ; les feuillages étaient jaunes (ocre jaune) avec pointes vertes.

Le maître-autel, qu'enclavaient les fragments du jubé, était une œuvre assez hétérogène : la table d'autel n'était qu'un grossier assemblage de planches à peine équarries (2), mais le tabernacle, avec les gradins qui l'accompagnaient, était un travail assez soigné du XVII^e^ siècle : orné de l'effigie de la Vierge, il était flanqué de quatre petites colonnettes torses

(1) Et que le curé d'Airaines a fait rétablir dernièrement avec un soin qui l'honore.

(2) Cet état de choses semble avoir existé depuis longtemps ; le rapport présenté en 1725 à l'évêque de Boulogne par le curé Lemaire dit : « Pour Dannes le tabernacle est en bon état, mais il n'y a point de table d'autel. » (*Arch. P.-d.-C.*, G. 31, f° 88.)

à chapiteaux composites, soutenant l'exposition. Sur les quatre côtés du tabernacle, on lisait l'inscription suivante :

DON ◇ FAICT ◇ PAR ◇	IE...
IACQVE ◇ DELARV	E ◇ A LHO
NNEVR ◇ DE ◇ DIE	V ◇ 1675

FRERE ◇ D	E ◇ FRANCH	OIS
DE ◇ LA	◇ RVE ◇ CVRE ◇ D	E
CE ◇ LIE	V	(1)

Il serait superflu de nous appesantir sur ces restes précieux disparus sans retour (2). Passons à l'examen de quelques objets qui se trouvent encore dans l'église.

Le font baptismal, en grès, est dessiné dans le savant ouvrage de M. Camille Enlart sur *l'Architecture romane dans la région picarde* (3). Il date de la seconde moitié du XII^e^ siècle, et se compose, suivant un plan très répandu dans le pays, d'une grosse cuve basse et carrée élevée sur cinq supports, qui sont un pied central de fort diamètre et quatre colonnettes soutenant les angles. Les bases sans gorges et les chapiteaux sans crochets, la cuve absolument lisse, affectent la simplicité la plus grande et ne rappellent guère les baptistères richement sculptés de Tramecourt, Tubersent, Hesdres, Carly, etc., etc. Mais le font de Dannes est cependant d'un très bon style et mérite d'être signalé. Il mesure 1 mètre de hauteur sur 0^m^,96 de côté (4).

La barrière de communion est en chêne sculpté, du commencement du XVII^e^ siècle, avec colonnettes en forme d'urnes, arcades cintrées, et feuillages sculptés dans les écoinçons. Le bas est en panneaux pleins recoupés. Originairement, ce devait être la clôture autour des fonts (5).

Les autels latéraux, la chaire, les bénitiers sont récents et n'offrent aucun intérêt.

Les niches du chœur renferment encore quelques vieilles statues de bois, contemporaines des murs ; sans doute ces vieux saints n'ont pas le

(1) D'après la généalogie de la famille de La Rue du Rosoy (E. de Rosny, *Rech. généalogiques*, t. III, p. 1307), Jacques de La Rue, procureur et notaire à Boulogne, épousa en 1609 Marguerite Le Camus, d'où : ..... 3° *François, prêtre, curé de Dannes*, et 4° *Jacques de La Rue, sieur de Cormette, demeurant à Clenleu*, allié en 1667 à Anne Pilon ; d'où Jacques, écuyer, sieur de Cormette, marié en 1695 à Madeleine de Lattre ; d'où Marie-Austreberthe, femme de Louis de Langaigne, écuyer, sieur du Quesnoy.

(2) Le tabernacle et le jubé ont été vendus en 1896 pour une somme de 150 francs à un amateur douaisien : les irrégularités de cette vente ont été couvertes par un acte rédigé après coup. Le nouveau maître-autel est l'œuvre d'un menuisier des alentours qui a cru faire du gothique.

(3) P. 41, fig. 22, et texte, p. 39.

(4) Les marbriers et sculpteurs d'aujourd'hui devraient bien remettre en honneur ce beau type du font à cinq supports, qui remplacerait avec avantage les baptistères mesquins et étriqués à la mode actuellement.

(5) Cette barrière va disparaître dans quelques mois ; celle qui doit la remplacer est déjà commandée !

charme de la curieuse et pittoresque série conservée à Mont-Cavrel et unique dans le pays (1) ; ils ne valent pas non plus les quelques statues de pierre, très rares dans la région, telles que le saint Adrien d'Offin, si intéressant par son costume de gentilhomme bourguignon du temps de Charles le Téméraire. Cependant, ils méritent d'être examinés et conservés. On y voit un saint Dominique (??), un saint Jacques et un saint Jean d'un bon style : le premier, un rosaire à la main, est vêtu de *noir (sic)* et foule aux pieds un globe crucifère ; le second a un costume de pèlerin et une coquille sur son chapeau ; le troisième tient un livre et des tablettes. Une Notre-Dame de Pitié n'est pas sans mérite. Sainte Marguerite tenant un serpent, et sainte Catherine foulant aux pieds le philosophe Porphyre, n'ont rien d'intéressant. Saint Érasme, évêque, est grossier et a la main plus grosse que la tête (2).

Dans la baie intérieure de l'ancienne fenêtre murée, au-dessus du portail occidental, est placé un saint Christophe très original et gigantesque, portant l'Enfant-Jésus à califourchon sur ses épaules. On sait quelle dévotion le moyen âge a voué à ce bon géant, dont la vue préservait de mort subite pour toute la journée ceux qui l'avaient prié le matin.

Christophorum videas, postea tutus eas.

Dans la sacristie, notons une armoire à deux corps, en chêne, du XVII^e^ siècle, et un crucifix ivoire et ébène, médiocre, du XVIII^e^.

Un tableau sur toile déjà ancien, représentant Notre-Dame du Rosaire et une religieuse dominicaine, a tout récemment disparu. On y lisait la date : OCTOBRE 1651.

Le rapport de la commission d'archéologie de l'arrondissement de Boulogne mentionne « une croix en argent repoussé, malheureusement mutilée », que je n'ai pas retrouvée à la sacristie, et qui a probablement été perdue dans ces cinquante dernières années.

A l'entrée du cimetière sont deux bases de piliers hexagones, en pierre bleue de Tournay, du XV^e^ siècle, peut-être pieds de bénitiers, peut-être piliers ayant accosté un autel, ou mieux encore, ayant porté les statues de la Vierge et de saint Jean.

IV. — Épigraphie.

L'église de Dannes n'est pas datée. La maçonnerie ne porte aucune inscription qui puissse permettre d'en reconstituer l'histoire. Le seul indice à relever est l'écusson armorié qui est sculpté sur le mur de la sacristie, et dont j'ai parlé p. 920.

(1) Ces curieuses statues ont été mises au grenier dans ces dernières années; elles méritaient mieux.
(2) Je passe sous silence quelques statues neuves en carton-pâte et une vieille Vierge-mère fort laide.

On remarque, en revanche, dans cette église, divers graffites. En voici quelques-uns :

Dans le chœur, sous le larmier intérieur, du côté sud, on lit l'inscription suivante qui nous donne toute une liste des curés de la paroisse :

SENECA CVRE (1)..... M.I. CHIVÉ. P$\widehat{\text{BR}}$. CVRÉ. D'I. LY (2). 1602. M. FR. DELARVE. P$\widehat{\text{BR}}$. CVRÉ. D'I. LV. (3) EN. 1640 (4) IVSQVES. EN. 1664 (5).

Dans la tourelle d'escalier, sur l'embrasure de l'une des meurtrières, ces mots en caractères gothiques :

HVGVES LECONTE
VICAIRE DE DANNE
1585.

Sur une autre pierre :

FRANCOIS DV RIEV 1657.

Ailleurs :

FRANCOIS
MACQVET
1649.

Ailleurs encore :

PIERRE
FAMCHON
1557.

Et :

Pierre Gueudré
de dame ne le
1727

En haut de cette même tourelle :

A PAQZ LE JEV. (?)
DI LE GRAN'
COVP DE VEN
SITZ (?) 1606.

(1) Le chœur a été débadigeonné il y a deux ans ; cette opération a eu pour résultat de rendre plus lisible l'inscription en question ; mais un ouvrier, travaillant sans soin et trop précipitamment, a sans doute détruit les deux mots qui précèdent et que j'avais lus en 1887, car ils ne s'y trouvent plus aujourd'hui.

(2) *Sic.* Faut-il lire d'*icy* ?

(3) *Re-sic*

(4) Le dernier chiffre n'est pas certain. Au lieu d'un 0, c'est peut-être un 9.

(5) D'après les registres de l'évêché, ce curé est resté à Dannes jusqu'en 1689.

Sur le mur doxal, du côté du chœur :

FRANCOIS
DELARVE CVRE 1651.

Et près de là :

Pierre Verité
Peronne Verité 1600.

Dans le foyer de la cheminée basse de la tour :

PIERRE POCHET 1771 — JEAN-BAPTISTE MEGRET 1771 COUVREUR DE THUILLE

Dans les combles, j'ai vu une ancienne sablière de la charpente de la nef en forme de colonne octogone. On lit, sur la base qui est carrée, la date :

1616
ME

qui est celle de la charpente. — De l'autre côté :

MIL CH
FI
MPI

J'y ai vu aussi le cadre en chêne d'un ancien tableau de confrérie, avec cette légende :

S^T ERASME PRIE POVR NOVS 1682.

Ces objets ont maintenant disparu.

L'église de Dannes contenait autrefois plusieurs pierres tombales. On les a détruites presque toutes en renouvelant le pavage dans ces dernières années.

La plus intéressante de ces pierres, placée près de l'autel Saint-Joseph, était une grande dalle bleue de Tournay, mesurant 1^m,90 de long sur 1^m,08 de large, et ornée de l'effigie au trait d'un chevalier, représenté debout de face, vêtu de chausses bouffantes et d'un justaucorps avec collerette, tête nue et les mains jointes, l'épée au côté. Son armet était à ses pieds, à droite, et ses gantelets à gauche. L'inscription, gravée tout autour de la pierre, était ainsi conçue :

CY REPOSE LE CORPS DE CLAVDE
RESTAVLT EN SON VIVANT ESCVIER SIEVR DE LA GRANDE
MAISON DE DANNE QVY EST
. . . . . DIEV POVR SON AME.

Une autre dalle analogue, mais beaucoup plus endommagée, devait recouvrir les restes de la femme de Claude Restault; on ne distinguait plus que les pieds et le bas de la robe, et les mots : . . . . . .
GRANDE MAISON | DE DANNE EST DECED . . . . . .

Les lacunes des inscriptions ne permettaient pas de dater ces pierres, mais divers actes authentiques nous apprennent que Claude Restault, escuier, sieur dudit lieu *(sic)*, demeurait « en sa maison au village de Dannes », en 1610 et 1612, avec sa femme Marguerite Le Bon (1).

M. le curé Demilly, faisant restaurer en 1890 l'autel de saint-Joseph (2), avait fait transférer ces deux dalles dans la partie basse de la nef, où elles se trouvaient en sûreté. Elles ont été depuis lors jetées dans le cimetière, où elles achèvent de se détruire sous l'action du vent et de la pluie, étant déjà brisées en plusieurs morceaux (3).

Une pierre jaune carrée de 0^{m},25 de côté, placée dans le dallage, près du petit portail, portait l'épitaphe suivante placée en diagonale :

ICI
REPONS
LE CORPS
DE ANTOINNE
CARE CURE
1759

Une dalle de Marquise, carrée, de 0^{m},32, fixée au mur de droite dans la première travée du chœur, portait cette inscription :

(calice)
ICY DEVANT
REPOSE LE CORPS
DE M^{R} FRANCOIS
MARIE LEMAIRE
CVRE ET DOYEN
DE DANNES DECEDÉ
LE DOVZE AVRIL
1739 AGE DE 47 ANS
ET DEMIE PRIEZ
DIEV POVR SON AME

(1) Minutes des notaires.

(2) Ce digne ecclésiastique a fait pratiquer des fouilles en-dessous de ces dalles pour reconnaître l'existence d'un caveau qui aurait pu y exister, mais il n'y en avait aucun. Les ossements gisaient pêle-mêle, à fleur de terre, sous le pavé ; ceux du chevalier sont d'une dimension extraordinaire ; il y a non pas deux, mais au moins cinq ou six personnes enterrées en cet endroit, dont plusieurs enfants.

(3) Depuis la rédaction de ce mémoire, ces deux pierres ont été placées devant le seuil extérieur du portail latéral. C'est dire que leur destruction complète n'est plus qu'une question de jours.

Ces deux dalles ont disparu. Plus heureuse, une plaque de métal de 0m,27 de côté, placée sur la muraille nord de la tour, auprès de la chaire, existe encore. On y lit :

Me
Seneca
de dan
decedé
(calice)
Jacques
doien
nes
le 26e 9bre
1721

Il me reste à parler des cloches. Elles sont au nombre de deux. La plus petite, fêlée du haut en bas, mesure 0m,75 de diamètre. Ornée à sa partie supérieure d'un cordon de feuillages, elle porte l'inscription qui suit :

+ MARIE FVT NOMEE PAR ANTHOINE DV CAM JAN TIRAN ET MARIE DV BLAISEL POVR LEGLISE DE + DANNES LAN 1578.

Cette cloche a donc eu deux parrains et une marraine. Jean Tiran m'est inconnu ; Antoine du Cam ou du Camp doit être un membre de la vieille famille du Camp, de noblesse boulonnaise, encore représentée aujourd'hui par MM. du Campe de Rosamel. L'état des fiefs de 1572 mentionne comme tenant fiefs en Boulonnais Antoine du Camp, fils de Jean, et Antoine, fils de Robert (1).

Quant à Marie du Blaisel, sa personnalité est certaine. Guillaume du Blaisel, écuyer, sieur de Florincthun et de Dannes, procureur de la sénéchaussée du Boulonnais en 1576, mayeur de Boulogne en 1584 et 1586, épousa, le 11 août 1560, Antoinette de Saint-Amand, dont il eut deux fils et trois filles : l'une d'elles, nommée Marie du Blaisel, épousa en premières noces, le 6 mai 1586, Claude de Bécourt, écuyer, sieur de Lenclos, et en deuxièmes noces, avant 1602, Barthélémy de Montlezun, écuyer, sieur de Busca, premier capitaine au régiment de Picardie (2). C'est, à n'en pas douter, la marraine de notre cloche. On sait que sa sœur aînée Catherine apporta la seigneurie de Dannes en mariage à Nicolas Le Fuzellier, écuyer, sieur de Soutiauville, qu'elle épousa le 20 mars 1584.

La grosse cloche, don de M. Séguin, maire, a juste trois cents ans de moins que sa voisine. On y lit :

« + L'an 1878 j'ai été bénite par M. Cousin, curé doyen d'Étaples et nommée Charlotte-Lydie + par M Charles Lebeau et Madame Lydie Elmoore, femme Séguin. M. Beaurain étant curé et M. Abel Séguin étant

(1) E. de Rosny, *Rech. généal.*, t. I, p. 313.

(2) Généalogie de la famille du Blaisel, mss. de M. de Baizieux, et tableau publié par M. Arthur de Rosny. (*Rec. hist. du Boulonnais*, t. I, p. 334.)

maire de Dannes.+ Mon poids a été porté à six cent *(sic)* kilos grâce à la générosité d'insignes bienfaiteurs. »

En bas, autour d'un médaillon : « Lecull et Daperon, à Amiens » (fondeurs).

Le diamètre de cette cloche est de 1 mètre.

V. — Conclusion

Si j'avais rédigé cette notice il y a dix ans, je l'aurais terminée en exprimant un double vœu : d'abord, qu'une prompte et complète restauration sauvât de la ruine prochaine une de nos plus curieuses églises rurales ; puis, que l'on s'efforçât de sauvegarder, pendant ces travaux, les richesses nombreuses d'architecture et de mobilier qui décoraient l'édifice.

Aujourd'hui, ces vœux seraïent sans objet. Le premier a reçu satisfaction ; l'église de Dannes peut, pour de longues années, braver le vent de mer et les pluies d'équinoxe ; d'autre part, on a vu quels actes de déplorable vandalisme ont, dans ces derniers temps, fait perdre à ce monument une grande part de son intérêt.

Et ce n'est pas seulement à Dannes, hélas ! que ce fait désolant se constate. Partout dans nos campagnes, et surtout depuis la prétendue restauration de l'art gothique, la manie des nouveautés sévit avec fureur. (1). Nos églises, patrimoine artistique du pays tout entier, sont livrées au bon plaisir de prêtres, de maires et de marguilliers bien intentionnés, mais manquant absolument de goût et de connaissances. Je remplirais déjà des volumes avec la liste des actes de barbarie dont j'ai été témoin depuis quinze ans.

J'ai vu, à Blandecques, démolir un chœur merveilleux du XII^e^ siècle, exemple à peu près unique de la transition du roman au gothique, et cela sous le fallacieux prétexte qu'il n'était pas dans l'axe d'une nef neuve.

J'ai vu détruire, à Pernes, une belle tour centrale, et saccager les superbes statues du Sépulcre qui l'ornait, dans le seul but de donner plus de place aux processions pour évoluer dans l'église.

J'ai vu supprimer par douzaines les curieux retables corinthiens du XVII^e^ siècle, dont plusieurs étaïent des chefs-d'œuvre de sculpture sur bois, et que l'on a remplacés par de ridicules menuiseries de pacotille, d'un prétendu style ogival, qui étonnerait fort les vieux sculpteurs gothiques s'ils revenaient au monde.

J'ai vu éliminer partout les vieux saints de bois, devant lesquels avaient

(1) Surtout dans le département du Pas-de-Calais. Car j'ai pu constater que, de l'autre côté de l'Authie, il n'en est pas de même, et que les vénérables restes de l'antiquité sont généralement respectés dans la Somme. Est-ce à la traditionnelle sagesse du caractère picard qu'il faut attribuer cet esprit de conservation intelligente ?

si longtemps prié nos pères, et qui formaient un vraie musée d'iconographie religieuse, pour faire place aux fades bondieuseries en carton-pâte de la rue Saint-Sulpice.

J'ai vu gratter les peintures murales, mutiler les chapiteaux, estropier les archivoltes, et briser les dalles funéraires.

J'ai vu les anciennes chasubles, les ciboires, les encensoirs, les boîtes aux saintes huiles, les lampes et tous les restes précieux du vieux mobilier liturgique passer chez les brocanteurs. Ces épaves de l'ancienne richesse de nos églises auraient cependant dû être deux fois sacrées aux yeux des destructeurs, et par le pieux souvenir des ancêtres qui s'y rattachait (1), et par leur valeur intrinsèque, généralement bien supérieure à celle des ustensiles de camelote qu'on leur a substitués.

Le but poursuivi dans tous ces travaux lamentables était souvent de « mettre en harmonie » soit le mobilier avec l'architecture, soit les différentes parties d'une église entre elles; on voulait surtout donner à nos vieux temples un aspect de jeunesse, de symétrie et d'uniformité banale. On a tout sacrifié à cette marotte, et l'on n'est parvenu qu'à altérer la physionomie d'édifices autrefois pleins de caractère, véritables monuments d'art chrétien.

« L'histoire des fabriques est à faire, a dit l'éminent abbé Cochet (2), Tracée par une main habile, elle serait fort curieuse. Elle nous révélerait plus de mutilations commises par la main des marguilliers (et par le membre dirigeant des conseils de fabrique), que par la main des iconoclastes ou le marteau des révolutionnaires ».

Je veux encore citer ici quelques lignes de feu M. l'abbé Blaquart, curé de Wierre-Effroy (3) ; elles m'amènent tout naturellement à ma conclusion :

« M. de Montalembert, dans son livre quelque peu acerbe *du Vandalisme et du Catholicisme dans l'art*, accuse, non sans quelque raison, le clergé de favoriser dans certaines églises des restaurations inintelligentes, des embellissements ridicules, de placer à côté l'une de l'autre des choses qui hurlent d'être ensemble ; tout en rendant hommage aux bonnes intentions des faiseurs et des défaiseurs. On comprend que l'on peut être bon prêtre sans avoir l'instinct, la connaissance des arts. Tous ces hommes riches en vertu ne possèdent malheureusement pas au même degré l'amour et le goût du beau.

(1) « Je suis tenté de croire », écrit M. de Guilhermy (*Stat. Mon. du dioc. de Paris*) qu'il manque un sens à celui qui ne se fait pas scrupule de supprimer les fonts sur lesquels il a été présenté, de mettre au rebut le saint que sa mère a prié, de sacrifier à la manie de l'innovation l'autel au pied duquel il a suivi le cercueil de son père. Si l'on est insensible à la beauté dans l'art et à la valeur archéologique des monuments, on devrait au moins respecter les religieux souvenirs de la famille. ».

(2) *Églises de l'arrondissement de Dieppe*, t. I, p. 40. Cité par Hellot, *les Martel de Basqueville*, p. 329,

(3) *Renseignements historiques, archéologiques, statistiques, sur l'église et la paroisse de Wierre-Effroy* Arras, 1855, p. 76. Opuscule plein d'idées très justes sur les restaurations d'églises, et dont beaucoup de confrères de l'auteur pourraient faire leur profit.

« Pour empêcher de déplorables mutilations ou des dépenses déplacées, il serait à désirer qu'il y ait dans chaque doyenné une commission formée de prêtres et même de laïques instruits, sans la permission desquels on ne pût rien détruire, ni modifier, ni créer en fait de constructions et d'ornementations dans les églises : c'est le but que s'est proposé dernièrement Mgr. l'Évêque d'Arras. »

C'est ici que je voulais en venir: Mgr Parisis avait, en effet, projeté la création de comités cantonaux, composés de membres nommés partie par l'évêque, partie par le préfet, pour régler et surveiller les travaux de toute sorte qui peuvent se faire dans les églises. J'oserai exprimer, en terminant, le vœu que ce dessein du grand évêque soit repris et mené à bien (1), et qu'une surveillance *sérieuse* et *effective* soit organisée au plus tôt par les autorités civiles et religieuses, de telle sorte que les modernes vandales, rendus pécuniairement responsables de leurs déprédations, soient forcés de renoncer à leurs entreprises anti-artistiques. Si des mesures ne sont pas prises en ce sens, promptes et vigoureuses, bientôt il sera trop tard : dans peu d'années toutes nos églises de campagne, retapées et rafistolées, se ressembleront dans une plate et sotte uniformité, et les restes de leur mobilier antique seront plus rares que les vestiges de l'âge de pierre.

Avant que l'on ait pu faire, suivant l'exemple admirable que nous donnent les sociétés provinciales allemandes, un inventaire méthodique des richesses artistiques de nos départements, la plupart des objets auront disparu ou seront honteusement défigurés, et la statistique monumentale des provinces de France, qui est encore à faire, sera rendue impossible à tout jamais (2).

(1) C'est d'ailleurs à peu près ce qui vient d'être fait, du moins pour le mobilier ecclésiastique, dans le département de la Côte-d'Or : « Une commission de l'art religieux dans le diocèse de Dijon vient d'être instituée par Mgr l'évêque », dit le journal *la Vérité* du 24 juillet 1899. « Cette commission a pour but de préserver de la ruine les objets et œuvres d'art qui se trouvent dans les églises et les presbytères, ou qui sont placés, d'une manière quelconque, sous la garde du clergé; — d'en empêcher l'aliénation par vente, échange ou don ; — d'en assurer la conservation sur place, dans les meilleures conditions possibles ; enfin d'en obtenir et au besoin d'en procurer une restauration intelligente.

« Afin d'atteindre le but qu'elle se propose, la commission a besoin de connaître tous les objets d'art disséminés dans les divers édifices religieux du diocèse. A cet effet, des explorateurs répartis par régions iront à la découverte des objets d'art ; ils prendront des photographies des statues, bas-reliefs, retables, tableaux, en un mot tout ce qui leur paraîtra intéressant au point de vue artistique. Aux photographies ils joindront des indications précises sur le lieu et l'état des objets, et, autant que possible, sur leur provenance et leur histoire. Tous ces documents, centralisés à l'évêché, constitueront un musée diocésain de l'art religieux. »

Pourquoi ce qui est possible en Bourgogne ne le serait-il pas en Picardie et en Artois ?

(2) J'adresse, en terminant cette étude, un cordial merci à mon éminent ami Camille Enlart, qui a bien voulu la revoir et m'a fourni à peu près toutes les bonnes données qu'elle peut contenir.

M. Jules TROUBAT

LE PÈRE DE SAINTE-BEUVE [844.74 : 920]

— *Séance du 19 septembre* —

Une remarque physiologique, faite sur la plupart des hommes distingués, c'est qu'ils ressemblaient beaucoup à leur mère. Sainte-Beuve, s'endormant le soir dans un fauteuil, la tête entourée d'un madras, pendant que son secrétaire lui faisait la lecture, reconnaissait ressembler ainsi à sa mère. Il avait l'air d'une vieille femme. Il tenait d'elle bien autrement que par la ressemblance physique. « Elle avait de la finesse d'esprit, du bon sens et beaucoup de tact », me disait, lorsque j'apportais les épreuves des *Nouveaux Lundis* au *Constitutionnel*, à partir de 1861, quelqu'un qui l'avait bien connue, le rédacteur en chef du journal, Paulin Limayrac.

Disons tout de suite ses origines et parentés boulonnaises qui ont aujourd'hui tant d'intérêt pour nous. Elle est désignée ainsi sur son contrat de mariage, passé le 29 ventôse an XII (20 mars 1804) par devant Dutertre et son collègue Caron, notaires à la résidence de Boulogne-sur-Mer :

« Demoiselle Augustine Coilliot, demeurante audit Boulogne, fille majeure de feu Pierre Coilliot, négociant en ladite ville et d'encore vivante dame Marguerite Canne, rentière, demeurante en la même ville, assistée et accompagnée de ladite dame sa mère, du citoyen Charles Augustin-Marie Hibou-Lafresnoye et de dame Philippine Coilliot, son épouse, ses beau-frère et sœur, de dame Jeanne-Rose Lattaignant, cousine germaine du côté paternel, du citoyen François-Xavier Wissocq, son époux, ancien juge au tribunal d'appel et substitut du commissaire près le tribunal criminel du département du Pas-de-Calais; du citoyen Audibert l'aîné, négociant, cousin issu germain du côté paternel de la future, du citoyen César Souquet, négociant, cousin issu germain du côté paternel, et de demoiselle Marie-Louise Cavillier, rentière, cousine du même côté. »

Ce document notarié, qui remet en lumière des noms honorables de la vie provinciale et bourgeoise au commencement du siècle, nous renseigne sur la provenance des prénoms de Charles-Augustin que portait Sainte-Beuve. Il les tenait du beau-frère de sa mère, qui s'appelait elle-même Augustine.

Ayant eu le malheur de devenir veuve l'année même de son mariage,

moins de trois mois avant la naissance de son fils, elle n'appelait jamais ce dernier, dans les nombreuses notes qu'elle écrivait pour lui, et qui sont comme autant de *livres de raison*, que de son nom patronymique. Même s'adressant à lui-même, elle l'appelait encore Sainte-Beuve. Elle avait du sang de marin dans les veines. Le poète Octave Lacroix, qui fut secrétaire de l'illustre critique en des années où elle vivait encore, raconte que lorsqu'il tardait un peu d'aller la voir, rue du Montparnasse, elle disait : « Quand Sainte-Beuve viendra, il y aura bourrasque. » Ce n'était jamais qu'un grain, vite apaisé après explications où l'esprit tenait tête à l'orage.

Le père de Charles-Augustin, « le citoyen Charles-François de Sainte-Beuve, directeur de l'octroi municipal et de bienfaisance de ladite ville (Boulogne-sur-Mer), y demeurant, fils majeur de feu Jean-François de Sainte-Beuve, vivant contrôleur des actes à Moreuil, département de la Somme, et de feue dame Marie Donzelle », avait été assisté et accompagné au contrat de mariage, « de dame Thérèse de Sainte-Beuve, veuve Cormier-Duvivier, sa sœur, du citoyen Merlin Dubrœuil, maire, du citoyen Antoine-Jean-Alexandre Butor, médecin, demeurant tous audit Boulogne, ayant eu pour parens non présens le citoyen François-Théodore de Sainte-Beuve, marchand de vin, demeurant à Paris, son frère, les citoyens Delahoche, propriétaires à la Neuville-Sère-Bernard, près Moreuil, ses cousins du côté maternel ».

De tous les frères et sœurs de son père, Sainte-Beuve ne connut que sa tante Marie-Thérèse, veuve Duvivier, qui l'éleva de concert avec sa mère, et l'oncle dont il vient d'être question, marchand de vin à Paris, mentionné comme parent non présent. On ne voyageait pas aussi facilement qu'aujourd'hui en 1804. « Le citoyen François Théodore de Sainte-Beuve », ainsi qu'il est appelé, demeurait place Dauphine ; il y occupait une maison à lui tout seul pour son commerce. Ce fut la première personne que Sainte-Beuve vit à Paris, en 1818, quand il y vint pour recommencer ses études terminées à Boulogne. Sa mère le conduisit chez cet oncle paternel, qui était un brave homme. La conversation roula sur le choix d'un répétiteur qu'il fallait donner au jeune homme, en attendant le collège. L'oncle leur parla d'un savant qu'il connaissait dans le quartier Saint-Jacques, un ancien chanoine de Chartres, qui s'était marié à la Révolution, et avait été conventionnel et général comme délégué aux armées républicaines dans le Nord. Il donnait des leçons de latin et de grec, et il élevait lui-même son fils, qui recevait de lui une instruction supérieure. « Mais, par exemple, ajoutait cet oncle en guise d'avis amical à son neveu, il mène cet enfant *à la baguette*, il est très sévère. » On conduisit le jeune Sainte-Beuve chez ce professeur, qui avait en effet le ton rude et autoritaire des anciens jours. Son fils ne lui résistait pas. Sur l'ordre

de son père, il monta sur la table et se mit à déclamer, sans se tromper, tout un chant d'un poème antique, latin ou grec (je ne sais plus). Le fils de l'ex-conventionnel était d'ailleurs capable des deux langues. Le père, émerveillé de son œuvre, ne le faisait pas trop voir. Cet adolescent, déjà si instruit, et qui tremblait devant son redoutable père, s'appelait Philarète Chasles. Sainte-Beuve lui rappela cette première rencontre lors d'une visite qu'il recevait de lui en 1869 ; et lui-même, Philarète Chasles, a parlé, dans ses *Mémoires* posthumes, du marchand de vin de la place Dauphine, « oncle, disait-il, du psychologue le plus délicat de notre époque », qui avait sauvé la vie au général de la Convention, en le cachant dans sa maison à l'une de ces périodes de Terreurs partielles, qui suivirent le 9 Termidor. Le père de Philarète Chasles en avait gardé une reconnaissance à toute épreuve, autant que pouvait la ressentir un homme de sa trempe, à l'oncle de Sainte-Beuve.

Un autre nom boulonnais, qui s'ajoute comme témoin à ceux de Butor, Merlin-Dubrœuil, Hibou-Laffresnoy, sur l'acte de mariage, daté du lendemain 30 ventôse, est celui « du citoyen Francois-Xavier-André Wissocq, demeurant audit Boulogne, département susdit, profession de commissaire près le Tribunal criminel du département du Pas-de-Calais, âgé de quarante-un ans, germain de l'épouse à cause de son épouse. »

On était en ventôse de l'an XII, c'est-à-dire en mars 1804. Le père de Sainte-Beuve mourut subitement d'une esquinancie, le 12 vendémiaire an XIII. — Une remarque en passant : les actes de l'état civil avaient déjà soin, dans cette période transitoire où le calendrier républicain tombait en désuétude, d'ajouter en marge la date du calendrier grégorien, 4 octobre 1804, ce qu'ils ne faisaient pas précédemment.

La mère de Sainte-Beuve restait enceinte d'un fils qui naquit l'an XIII de la République, le 2 nivôse (23 décembre 1804). La particule fut omise sur son acte de naissance, et Sainte-Beuve ne la reprit jamais, quoiqu'elle précédât le nom de son père sur tous les actes de l'état civil, parce que, a-t-il dit, n'étant pas noble, il ne voulait pas se donner les airs de le paraître. — Ce qui n'empêchait pas des correspondants et correspondantes de qualité de l'affubler de la particule, comme si le nom de Sainte-Beuve l'appelait. M. d'Haussonville a eu beau dire que Sainte-Beuve n'était pas gentilhomme, — il met le mot dans la bouche de M. Cousin, qui ne l'était pas non plus, — il y a une noblesse qui ne se lègue pas par parchemins.

Celle de Sainte-Beuve n'a besoin d'être défendue que contre des grimauds et des cuistres. L'esprit de famille se décèle dans cette note, écrite de la main de son père : « Nos père et mère, Jean-François de Sainte-Beuve et Marie Donzelle, avaient une fortune considérable qu'ils ont tout à fait dissipée par trop de bonté. Leur amour et leur attachement pour nous (ils

avaient eu douze enfants) étaient sans borne. Aussi, nonobstant la dissipation de leur fortune, ils n'en ont pas moins été respectés et chéris de nous. Il ne se passe point un jour que nous ne payions à leur mémoire un tribut d'amour, d'attachement et de reconnaissance. Ils n'ont point assez vécu pour notre amour. »

Nous avons publié ailleurs cette note confidentielle où Sainte-Beuve, qui n'avait point connu son père, exprimait son amour filial : « ... Ma tante (sa sœur) qui m'a élevé m'en a constamment parlé, et je l'ai pu connaître aussi par ses livres, par les notes nombreuses dont il en chargeait les marges et où il répandait son âme sensible. Il eût été heureux des succès littéraires de son fils, lui qui aimait d'un goût si passionné la littérature et la poésie. Que n'ai-je pu lui ressembler et être digne de lui par tous les autres côtés ! Du moins sa pensée m'a toujours été chèrement présente. » — Cette note est de 1844, année où Sainte-Beuve était reçu de l'Académie. Il a donc raison de dire que son père aurait été heureux de ses succès littéraires.

Entre autres qualités héréditaires, dont le grand critique aurait pu se prévaloir, il tenait de son père l'amour des livres. Il vient de le constater, et lui qui a posé, le premier, la méthode de l'histoire naturelle des esprits, appliquant à leur classification la curiosité d'un botaniste, cherchant dans les groupes et les affinités d'origine tout ce qui pouvait aider à leur assigner une famille dans cette science expérimentale, il aurait pu faire sur lui-même l'expérience de sa propre méthode. Les documents ne lui manquaient pas. La prise de possession d'un livre et les jouissances qu'elle leur procurait s'accusaient chez le père et le fils par des notes marginales, qui commentaient leur lecture. Sainte-Beuve avait gardé tous les livres de son père, criblés de son écriture. La critique littéraire — à l'ancienne mode, avant que le fils ne lui ait ouvert des ressources infinies par tous les dons de pénétration et d'analyse qui la font remonter de l'œuvre à l'homme — se révèle dans les coups de plume du père par des remarques et des rapprochements littéraires, qui tiennent encore du siècle de Voltaire. Le goût et les humanités suppléaient à tout en ce temps-là. Sainte-Beuve, qu'on pourrait comparer à Plutarque s'il ne s'était fait de la vérité en biographie une loi absolue et précise, a créé de nouveaux besoins à la curiosité littéraire. Dans un autre ordre de création, et par un rapprochement, qui n'a rien de paradoxal, quand on l'examine d'un peu près, M. Brunetière a pu constater récemment que Balzac et Sainte-Beuve, si antipathiques l'un à l'autre et de natures d'esprit si différentes, avaient fait œuvre analogue et encyclopédique. En creusant plus profondément le sillon, chacun dans son art, devenu par eux une science, ils ont fait progresser l'esprit humain.

Le père de Sainte-Beuve se contentait d'annoter son *Virgile*. Des citations

manuscrites d'Ovide y viennent en regard des *Bucoliques*. Le parfait humaniste cite directement le texte sans avoir recours à la traduction. Le grand critique est déjà tout en germe dans cette érudition aimable. Cet exemplaire de *Virgile* en quatre petits volumes, texte et traduction, au millésime de 1746 (chez Desaint et Saillant, libraires, rue Saint-Jean-de-Beauvais), sera suivi plus tard à la trace par le fils qui y a laissé aussi de son écriture, celle de l'écolier et celle de l'âge mûr. Ses notes à la plume et ses coups de crayon tranchent sur ceux du père. Il a écrit en tête et signé : « C'est le Virgile de mon père avec ses notes » ; et l'on connaît les vers des *Pensées d'août*, où il a retracé l'âme sensible et virgilienne de son père :

Mon père ainsi sentait. Si né dans sa mort même,
Ma mémoire n'eût pas son image suprême,
Il m'a laissé du moins son âme et son esprit,
Et son goût tout entier à chaque marge écrit...

On a là un témoignage authentique de la transmission héréditaire des plus hautes facultés critiques auxquelles il ait été donné à un esprit éminemment littéraire d'atteindre.

J'ai parlé ailleurs (dans les *Souvenirs et Indiscrétions)* de l'*Homère* (texte grec, édition Boissonade, en 4 volumes, 1824), tout chargé de notes, de commentaires, de remarques, de rapprochements, par lesquels Sainte-Beuve préludait à ses projets littéraires : c'est la critique même en formation, à l'état d'ébauche, d'éléments, telle qu'il l'appliquait ensuite et la développait dans ses *Portraits* ou *Causeries*. On la surprend là sur le vif, on la voit saillir et jaillir de son esprit, et ce premier mouvement se retrouve dans n'importe laquelle de ses études. Ainsi, dans l'*Odyssée*, chant X, vers 321-346, il écrit au bas de la page : « André Chénier n'avait pas un bourreau à qui il pût adresser ces paroles touchantes qu'adresse Phémius à Ulysse. » Dans son article des *Causeries du Lundi*, tome IV, sur *André Chénier homme politique*, où il donne l'interrogatoire d'André Chénier au moment de son arrestation, il appliquera et répétera sa note presque dans les mêmes termes. — On voit le travail du critique.

La curiosité chez lui était bien un don également héréditaire, à en juger par la variété de livres qui lui échurent de son père. Je ne peux ici que me répéter. M. de Sainte-Beuve père n'était étranger à rien de ce qui se publiait et qui faisait quelque bruit de son temps. Il suivait, carte en main, le *Voyage du jeune Anacharsis* sur l'*Atlas* de cet ouvrage, et il y étudiait attentivement cette antique Géographie, qui parlait tant à son imagination.

Sainte-Beuve tenait encore de son père, en politique aussi bien qu'en poésie, l'amour des *coteaux modérés*, célébrés dans les *Pensées d'août*. Le critique, mort au *Temps* en 1869, se tint toujours à mi-côte et quoique n'affectant pas des idées libérales, il aimait à retrouver son humeur giron-

dine dans celle de son père et les nombreux témoignages qu'il en avait sous la main. Homme doux et intègre, témoin éclairé de la Révolution, M. de Sainte-Beuve père collectionnait en curieux et en homme qui s'y intéressait les journaux de son temps, *le Courrier de l'Égalité*, *le Journal de Paris*, et un grand nombre de brochures. Il griffonnait sur tout papier, et là, je retrouve encore le critique écrivant ou me dictant, le matin, à sa toilette, pendant qu'il faisait sa barbe, une impression qu'il fallait recueillir. Un coin de journal suffisait pour la clouer par l'aile au passage. Il désignait d'avance l'endroit où elle trouverait place dans l'article en préparation.

Le père de Sainte-Beuve piquait un vers de la tragédie de *Mahomet :*

Je viens après mille ans changer vos lois grossières,

sur un exemplaire, imprimé à Arras, de la Constitution du 5 fructidor an III (22 août 1795), celle du Directoire, qui suivit le 9 thermidor, et dont la première signature était celle de Marie-Joseph Chénier, président de la Convention expirante.

Au dessous du vers de Voltaire, le père de Sainte-Beuve écrivait cet autre vers de Lucain :

Naturamque sequi, patriæque impendere vitam.

C'était la devise philosophique et patriotique qu'arborait un honnête homme, imbu de l'esprit du temps.

Un exemplaire du *Vieux Cordelier*, dont Sainte-Beuve se servit pour sa *Causerie* sur Camille Desmoulins, portait entre autres cette note de la main de son père : « Desmoulins avait un extérieur désagréable, la prononciation pénible, l'organe dur, nul talent oratoire ; mais il écrivait avec facilité, et était doué d'une gaieté originale qui le rendait très propre à manier l'arme de la plaisanterie. »

On a là le type du pamphlétaire. Sainte-Beuve en a retenu deux termes dans son article sur Camille. « Desmoulins pourtant, dit-il, n'était pas orateur ; son extérieur était peu agréable, sa prononciation pénible... » Paraphrasant le reste, il traduit ainsi : « Mais ce qu'il fut vite et longtemps, c'est la plume la plus leste, la plus gaie, la plus folle, du parti démocratique... » A quelle autre plume, dans les temps modernes, pourrait-on comparer celle-là ? Quel autre n'a d'esprit que la plume à la main, et n'est pas plus orateur que Camille ?...

J'en viens à ce qui concerne plus particulièrement Boulogne. Le père de Sainte-Beuve eut à pâtir quelque peu du bouleversement opéré dans les octrois, au commencement de la Révolution. Ce n'était encore qu'une réforme, mais comme il arrive souvent en pareil cas, et quelle que fût la

justesse et même la justice de la cause, reconnue par M. de Sainte-Beuve, il y eut (et il en fut) une génération de sacrifiée. On ne fait pas d'omelette sans casser des œufs. Cependant la lettre suivante, dont nous donnons un extrait, l'ayant déjà publiée dans nos *Souvenirs* sur Sainte-Beuve, indique qu'on aurait pu aller moins vite, et tenir un peu plus compte non seulement des besoins légitimes des commis, mais aussi et surtout de ceux de la province, que l'on nivelait. J'appelle l'attention sur ce fragment de lettre, qui sent déjà son girondinisme, opposé au système égalitaire qui allait passer sur toute la France. M. de Sainte-Beuve père y revendique l'intérêt régional. Ces réflexions justes, modérées, d'un membre du club de Boulogne, qui avait salué le mouvement populaire à son aurore, ne s'appliquent pas seulement à l'histoire locale. On verra si les dernières lignes, qui remontent à plus d'un siècle, ne sont pas applicables à tous les temps, et l'on en conclura peut-être qu'ils se ressemblent de plus en plus.

« Votre lettre d'hier, pleine de sensibilité, de délicatesse et d'énergie, écrivait, le 21 avril 1791, le père de Sainte-Beuve à un collègue et ami, M. Rizaucourt, commis aux aides à Hornoy, près Amiens, m'a, comme de raison, beaucoup plu. Quand vous parlez des impôts dont nous avions la suite, justement proscrits par la puissance du peuple, avant de l'être par celle de la loi; quand vous parlez des G..., des L..., etc. *(des pressureurs probablement)*, je vous répète et ne me rappelle tout cela que pour dénoncer tout cela à l'exécration publique... »

Cette flétrissure de l'abus appelle maintenant l'esprit critique sur ce que l'on a fait pour y remédier.

« Quoique la branche de revenus publics dont j'avais la surveillance, continue M. de Sainte-Beuve père, se gérât à l'instar des droits d'aides, la haine des aides n'avait point passé aux octrois. Il n'aurait point été difficile de remonter les octrois dont les ressorts, surtout vers ces derniers temps, étaient beaucoup relâchés. Jusqu'à la fin, jusqu'au 1er avril, les exercices, tant dans la ville que dans la campagne, se sont faits sans la plus légère difficulté... »

On n'était pas pour l'abolition des octrois à Boulogne-sur-Mer, en 1791.

Je reprends la lettre où l'esprit critique touche au fond des choses :

« Cette ci-devant province (c'est M. de Sainte-Beuve qui s'exprime en langage du temps), cette ci-devant province, qui voit éteint un droit de plus de cent mille livres qui servaient à ses chemins, à l'embellissement de sa capitale, en gémit : mais l'Assemblée nationale, avec l'égalité des droits, veut l'égalité des choses. Elle veut tout réduire à l'unité... »

C'est ce qu'on nous a enseigné depuis en mathématiques, et je me souviens que Sainte-Beuve, qui avait appris d'anciennes méthodes, plus simples, et qui a laissé des cahiers de mathématiques, — preuve qu'il les avait étudiées, — n'était pas partisan de la réduction à l'unité. Il la trouvait

trop logique, pas assez naturelle, et c'est ce que dit son père dans la suite de la lettre :

« Cette égalité, cette unité, la nature cependant la détruit à chaque pas de ses ouvrages. Je suis de l'avis de beaucoup de personnes qui assurent qu'il y aura une réforme de la réforme, dans la législature suivante. Supposons même que l'expérience sanctionne tout ce qu'a fait l'Assemblée, on lui reprochera toujours d'avoir trop taillé dans le vif, d'avoir trop sacrifié à la postérité la génération vivante... »

C'est ce que je disais en commençant, et l'observation n'est pas de moi, elle est d'un savant profondément supérieur et mûri, qui l'appliquait à la réforme de l'orthographe : « Il y a toujours une génération de sacrifiée », me disait M. Léopold Delisle, un jour à Compiègne.

« Il y avait des abus énormes, ajoute M. de Sainte-Beuve : il fallait les détruire, les mutiler au moins pour empêcher leur reproduction, et non point tout bouleverser... »

J'ai pendant huit ans entendu Sainte-Beuve prêcher cette maxime équitable à propos de tout ce qui, dans la vie publique et politique, constitue ce que l'on appelle la grande loi du progrès, qui broie tout, sans compensation, sur son passage. Il la tenait évidemment de l'esprit de son père, et je la fais remonter plus haut, à l'esprit naturellement modéré qu'on respire en naissant à Boulogne, — tout le contraire de l'esprit révolutionnaire.

« A côté de nos places détruites, on ne voit rien malheureusement, écrivait son père qui plaide ici la cause de tous ses collègues. Tant supérieurs que subalternes, nous étions douze ici, et le nouvel ordre des choses ne montre point une place de six cents francs pour l'un de nous. Je ne crois point être ingénieux à me flatter en vous disant que tout le monde prend à moi ici beaucoup d'intérêt... »

On remarquera en passant cette expression *ingénieux à me flatter* qu'eût certainement relevée Sainte-Beuve chez un écrivain de style et de recherche, comme il aimait à le faire. Elles lui venaient à lui-même de race.

Les derniers mots que je citerai de la lettre de son père touchent à une plaie vive et toujours d'actualité :

« Mais, reprenait cet homme, si réservé dans sa plainte et dans la conduite de sa vie, pour obtenir quelque place un peu honnête, il faut aujourd'hui tant de mouvement, tant de dépenses d'allées et venues, tant de protection, en un mot un concours si rare de circonstances heureuses, que cette possibilité est plus propre à justifier le désespoir d'y réussir qu'à en encourager l'espérance... »

D'après la même lettre, le père de Sainte-Beuve avait fait quelque séjour à Blérancourt, dans le département de l'Aisne, où son correspondant et ami, « le citoyen Rizaucourt », mort le 17 novembre 1831, à plus de 85 ans, ayant quitté Hornoy, fut nommé greffier du juge de paix, le 24 pluviôse,

deuxième année républicaine (12 février 1794). Il put y faire connaissance avec la famille de Saint-Just.

La lettre de Boulogne que nous venons de citer et sur laquelle nous n'aurons plus à revenir, se terminait par un post-scriptum significatif à la date de 1791 :

« Nous avons un club ici dont je suis membre. Nos orateurs ont répandu des larmes sur la tombe de Mirabeau. Nous avons pris le deuil pour huit jours avec un service. »

Entre autres documents boulonnais, Sainte-Beuve avait gardé de son père une plaquette in-18 de 14 pages, sans couverture, intitulée : *Éloge funèbre d'Honoré Riquetti, ci-devant Mirabeau, prononcé dans une séance du club des Amis de la Constitution, après le service solennel, le 12 avril 1791, par J.-J. Leulietle, serrurier, soldat de la garde nationale de Boulogne-sur-Mer.*

« Mirabeau n'est plus! » C'est par ces mots, qui retentirent alors d'un bout de la France à l'autre, que débute cet opuscule. « Mirabeau est mort, se lisait sur la faïence populaire qui servait, dans un temps où le peuple savait à peine épeler, de véhicule et de journal aux idées nouvelles.

Les imprimeurs du temps compliquaient ou simplifiaient le nom de Leuliette, qui prononça, en sa qualité de soldat dans la compagnie de la *Colonelle*, deux discours, l'un *devant MM. les députés chargés de souscrire au Pacte fédératif, au nom du Régiment national de Boulogne-sur-Mer;* l'autre *devant MM. les officiers municipaux, en remercîment de l'accueil dont ils ont honoré celui qui précède* (les deux réunis dans la même plaquette in-4° de 8 pages, sans date).

Le principal ouvrage de Leuliette, lu par Sainte-Beuve, est celui qui a pour titre : *Des émigrés français ou Réponse à M. de Lally-Tolendal (Paris, an V de la République française (1797)*, in-8° de 193 pages). Sainte-Beuve a écrit, sur l'exemplaire de son père, au-dessous du nom de Leuliette : « fils d'un serrurier de Boulogne-sur-Mer, mort malheureusement écrasé par une voiture, qu'il n'avait pas vue à cause de la faiblesse de ses yeux ». Ce Leuliette méritait une biographie et probablement il l'a eue dans les annales boulonnaises. Sainte-Beuve le citait comme un enfant du peuple remarquable, ou pouvant le devenir. M. François Morand a publié un recueil de *Lettres* de Leuliette, *écrites pendant la Révolution* (1).

Ne voulant parler que du père de Sainte-Beuve, je ne ferai pas l'énumération de tous les livres laissés par lui. Les Sociétés savantes s'étaient reconstituées à Boulogne, comme ailleurs, après la tourmente révolutionnaire. On se sentait plus ou moins à l'abri et en sécurité, sous un régime qui ne demandait peut-être qu'à vivre. Dès 1797, une *Société d'Agriculture*

(1) Paris et Boulogne-sur-Mer, chez Watel, libraire, rue de l'Écu, 20, 1841.

et des Arts de Boulogne-sur-Mer se fonda. Le Règlement, daté seulement de l'année suivante, 14 pluviôse an VI (2 février 1798), et signé des membres fondateurs, forme une plaquette in-18 de 15 pages, intitulée tout uniment : *Règlement de la Société de Boulogne-sur-Mer*, précédé du mot : *Utilitati*, que surmonte un bonnet phrygien. Elle sort, à Boulogne, de l'imprimerie de Dolet, rue des Pipots.

Parmi les *utilités* auxquelles se consacrait la *Société d'Agriculture et des Arts de Boulogne-sur-Mer*, nous signalerons celle qui fit l'objet, en l'an VIII, d'un prix d'encouragement à décerner en l'an XI, et qui répondait évidemment à un besoin public. Nous copions textuellement sur le programme imprimé de deux pages, qui porte la signature du « citoyen Sainte-Beuve » écrite de sa main :

« La Société délivrera un prix d'encouragement à celui qui aura ensemencé un quart d'hectare (demi-mesure, ancienne dénomination) en Aubépines *(Cratægus oxyacantha* L.*)*, nommées vulgairement Épines blanches, propres à former des enclos, et qui seront d'une belle venue en l'an XI. »

Cela rappelle ce curé qui voulait, à chaque baptême, qu'on plantât un arbre fruitier. Au bout de quelques années, la commune était transformée en verger.

Quand on tient tant de son père au moral, on doit lui ressembler au physique. Un portrait du père de Sainte-Beuve, une miniature peinte en 1791, nous le représente avec des yeux bleus, le nez fort et fin qui, vu de profil, doit être recourbé, la narine bien ouverte; la bouche, qui devait être grande, est fermée comme par une habitude naturelle; les deux lèvres, sans être serrées et plutôt souriantes, relevées dans les coins, forment une ligne fine et longue sur laquelle la lèvre supérieure seule a un peu de relief et de contour, marqués par une légère teinte rose. Il y a une petite fossette indiquée au menton; le visage est rond et bien plein, le front large : une perruque poudrée encadre cette physionomie dont l'expression, dans son ensemble, est douce et pleine de bienveillance. Cependant on peut lire dans les yeux, qui sont bien ouverts, bien vifs et aux sourcils bien arqués, et dans la commissure des lèvres, un peu ironique, une pointe et ce coin de malice et de moquerie qu'on dit être l'apanage de la race picarde. Physionomie claire et honnête, et sur laquelle on ne lit rien que de bon, de simple, d'intelligent, avec ce que ces qualités comportent naturellement de spirituel et de fin chez celui qui les possède et les montre à ciel ouvert sur son visage. C'est franc et net, avec tout ce dont la connaissance des hommes, et peut-être aussi bien, dans le moment même, la conversation de l'artiste (qui avait nom madame Favart) peut les éclairer de fine galanterie et de malice.

Le costume est celui du temps : habit bleu, collet relevé et droit, gros boutons à reflet métallique, un gilet croisé d'une étoffe claire tirant sur le

jaune, à pointes et à revers larges, la cravate fine et blanche en mousseline, entourant doublement le cou sous le menton, et bien nouée entre les deux revers du gilet. Un peu de poudre blanche est tombée de la tête sur le collet de l'habit bleu et sur l'épaule.

Le nez fort était celui de la famille et l'on a dit, de ces nez, que c'étaient des nez de curieux. Ils sont naturellement penchés sur les livres ou sur les anfractuosités du cœur humain. Sainte-Beuve tenait le sien de son père, et c'est un signe physiologique qui ne trompe pas sur la race des esprits voués à l'étude, à l'investigation, — tout le contraire des becs en l'air, des têtes de linotte. Je l'ai constaté chez Renan, je l'ai constaté chez Sainte-Beuve. C'est la part d'observation que j'apporte à la physiognomonie.

M. CAGNAT

Membre de l'Institut.

L'EMPEREUR CARAUSIUS

— Séance du 20 septembre —

Parmi tous les empereurs romains, il n'en est pas un seul qui intéresse plus directement la ville de Boulogne que celui que les historiens officiels nomment « l'usurpateur Carausius ». Une partie de ses exploits a eu Boulogne pour théâtre ; et le jour où il fut chassé de cette place forte marque le début de ses mésaventures.

Il m'a donc paru intéressant, à l'occasion du Congrès, de retracer brièvement sa carrière. Ce n'est pas que j'aie beaucoup de nouveau à en dire ; bien d'autres, avant moi, ont abordé le même sujet, depuis Lenain de Tillemont jusqu'aux auteurs contemporains. Mais, en étudiant ce que chacun d'eux en a écrit, je me suis bien vite aperçu qu'ils n'étaient pas d'accord sur les détails et que, par recherche de la vérité, quelquefois même de l'originalité, ils disposaient les événements de son règne dans un ordre quelque peu différent. Le seul mérite de ces quelques pages sera de présenter les faits à mon tour de la façon qui m'a paru la plus voisine de la vraisemblance (1).

(1) Je m'abstiendrai, de parti pris, d'accumuler en note les références. Je donne ici la liste des principales publications relatives à Carausius ; cela me dispensera de les citer à toute occasion : Lenain de Tillemont, *Histoire des empereurs;* t. IV, p. 12 et suiv. ; Genebrier, *Histoire de Carausius, empereur de la Grande-Bretagne; prouvée par les médailles,* Paris, 1740, in-4° ; Roulez, *Sur l'ordre chronologique de quelques évènements du règne du Ménapien Carause en Bretagne (Bullet de l'Acad. de Belgique;* p. 341 et suiv.) ; Preus, *Kaiser Diocletian und seine Zeit,* p. 38 et suiv. ; Schiller, *Geschichte der Röm. Kaiserzeit,* II, p. 127 et suiv. ; Eckhel, *Doct. numm veter;* p. 8 et suiv. ; Haigneré, *Étude sur le Portus Itius de Jules César,* Paris, 1862, in-8° ; Hamy, *Boulogne dans l'Antiquité,* p. 36 et suiv.

Depuis le début de l'ère chrétienne, Rome n'a jamais eu d'ennemis plus tenaces, plus indomptables que les habitants de la rive droite du Rhin : sous forme d'escarmouches ou de guerres véritables, la lutte ne cessa point un seul jour. Tels Auguste avait trouvé les barbares des régions rhénanes, tels les prédécesseurs immédiats de Dioclétien. Mais si les ennemis restèrent les mêmes, du moins pris dans leur ensemble, leurs noms changent dans les récits des historiens suivant que le gros des insoumis appartient à telle tribu plutôt qu'à telle autre, suivant aussi la diversité des traditions qu'il nous ont conservées. C'est ainsi qu'à la fin du IIIe siècle, nous voyons apparaître dans les textes le nom de Francs que M. Mommsen n'hésite pas à attribuer aux Germains de la rive droite du Rhin (1).

Leur invasion menaça naturellement la Gaule plus que les autres parties de l'Empire. Les légions qui occupaient les postes de la frontière, réparties dans ces camps fortifiés du *limes* dont l'étude se poursuit en Allemagne avec tant de méthode et de succès, suffisaient assez mal à la préserver. C'est avec elles pourtant que les princes de la fin du IIIe siècle, comme Postume et Probus, avaient défendu le pays. Elles auraient réussi, une fois encore, à conjurer le danger, puisque, grâce à elles, Maximien, à peine devenu empereur, arriva à éviter un désastre (2), si à la guerre étrangère n'étaient venus s'ajouter de nouveaux fléaux, la piraterie et la révolte intérieure.

Dans des temps aussi troublés, écrasés d'impôts, sans respect pour une autorité suprême toujours à la merci de révoltes militaires, les paysans gaulois étaient mûrs pour un soulèvement. Il ne leur manquait qu'un chef ; ils en trouvèrent deux, Aelianus et Amandus. Ceux-ci recrutèrent partout des partisans, même et, sans doute, surtout parmi les bandits et les gens sans aveu, se proclamèrent Augustes et prirent la campagne, pillant, brûlant et menaçant les villes elles-mêmes. Ils se donnaient le nom de *Bacaudae* ou *Bagaudae* (3). Il fallut une véritable expédition pour les soumettre. Maximien marcha contre eux et en vint à bout après quelques petits engagements *(levibus praeliis agrestes domuit et pacem Galliae reformavit)*.

Autrement plus dangereuse était la piraterie qui menaçait les côtes septentrionales de la Gaule. Ce serait une erreur de croire que la côte qui s'étend entre l'embouchure du Rhin et celle de la Seine ait été, pendant

(1) *Histoire romaine* (trad. Cagnat et Toutain), t. IX, p. 207 : « Sans doute l'assimilation déjà faite dans l'antiquité de ces Francs avec les peuplades du Rhin inférieur, en partie avec les Chamaves établis auprès des Bructères, en partie avec les Sicambres soumis aux Romains est incertaine ou tout au moins insuffisante ; mais il est beaucoup préférable d'identifier aux Francs plutôt qu'aux Alamans, les Germains de la rive droite du Rhin, devenus sujets de Rome et les tribus germaniques écartées du fleuve qui auraient pris alors tous ensemble l'offensive contre les Romains, sous le nom général de *Franci* (libres).

(2) *Incerti panegyr. Maximian.*, 6 (Ed. Baehrens).

(3) Eutrope, IX, 21 ; Aur. Vict., *de Caes.*, 39.

toute l'époque romaine, à l'abri des incursions ; mais elles n'avaient pas, pour la paix de l'empire, de graves conséquences. D'ailleurs, une flotte spéciale était stationnée dans ces parages pour y maintenir la paix, comme aussi pour assurer les communications entre la Bretagne et le contingent. Cette flotte, dite britannique, a fait l'objet de plusieurs études (1); je n'insisterai ni sur son histoire, ni sur sa composition ; je rappellerai seulement que son point d'attache était Boulogne dont le port avait été aménagé dès le début de l'empire (2) pour l'abriter, et que sur la côte anglaise, vis-à-vis, à Douvres, par exemple (3), existaient d'autres ports militaires secondaires ; de telle sorte que le passage était gardé par le nord comme par le sud. Or jamais, semble-t-il, la piraterie ne s'était montrée si dangereuse qu'elle le parut alors : les Francs, unis aux Saxons, couraient audacieusement la mer et répandaient la terreur sur tout le littoral. On en a signalé une preuve curieuse dans une trouvaille faite en 1857 à Briquebec (4). Dans un vase on recueillit, à cette époque, une quantité de monnaies qui avaient été enfouies à la hâte : elles portent les effigies de Valérien et de ses successeurs jusqu'à Maximien ; mais celui-ci n'est représenté que par une seule pièce. Le trésor remonte donc assurément aux premiers jours du règne.

Contre un tel fléau le nouvel empereur essaya de lutter de son mieux. Il avait eu pour lieutenant dans sa campagne contre les Bagaudes un homme énergique nommé Carausius ; il l'avait vu à l'œuvre, il en avait apprécié les qualités militaires (5) : il crut bien faire en lui confiant le soin de conduire les opérations contre les pirates ; il le nomma préfet de la flotte et le chargea en même temps de la défense de tout le littoral ; pour assurer le succès, il mit sous ses ordres des détachements de légionnaires appelés des bords du Rhin et peut-être même de plus loin, ainsi que nous le verrons plus bas. Ce fut l'origine de la haute fortune de Carausius (6).

Il est assez difficile de porter sur ce général et sur les événements auxquels il fut mêlé un jugement bien assuré, en présence de la pénurie de documents que nous avons conservés à son sujet. Nous le connaissons surtout par trois auteurs, Aurelius Victor, Eutrope, et Orose qui ont emprunté leurs récits aux mêmes sources ; auteurs extrêmement concis, d'ailleurs, et d'une autorité médiocre (7). Leur témoignage est complété par celui

(1) Saglio, *Dict. des Antiquités*, s. v. *Classis*; Pauly, *Realencyclopédie*, s. v. *Classis ;* Vaillant, La *Classis Britannica, Cohors Morinorum*, Arras, 1888, in-8°.

(2) Desjardins, *Géogr. de la Gaule*, I, pl. XVII et p. 373.

(3) C. I. L., VII, 1226.

(4) *Rev. Numism.*, 1857, p. 204.

(5) Aur. Vict., *de Caes.*, 9.

(6) *Ibid.* : *Parandae classi ac propulsandis Germanis maria infestantibus praefecere*; Eutrop. IX, 21. *Cum apud Bononiam per tractum Belgicae et Armoricae pacandum mare accepisse.* Ceci se passait en 286 ou 287 ; cf. Goyau, *Chronol. de l'empire romain*, année 286.

(7) Teuffel, *Littérature romaine* (traduction française), III, p. 148, 150.

d'écrits d'une autre sorte, par des panégyriques : on les a attribués autrefois à Mamertin ; les éditeurs modernes se réfugient dans l'anonymat. Mais le genre même doit nous rendre suspectes les assertions émises par l'auteur : son but, son devoir étaient de retracer, d'amplifier les hauts faits de ses héros, ennemis de Carausius, et par suite, de faire de ce capitaine et de ses actes un tableau peu flatteur. Ils l'appellent couramment « pirate » et même « archipirate », c'était presque une nécessité de leur sujet.

Pour contrôler ces témoignages littéraires, il faudrait des documents d'espèce toute différente, des inscriptions. Or, la seule que nous possédions relative à Carausius, et qui a été trouvée tout récemment, est un milliaire d'Angleterre qui ne nous apprend rien ou à peu près sur l'histoire du personnage. Quant aux monnaies, leur témoignage est un peu plus instructif ; mais il le serait bien plus encore si les types monétaires qui s'y remarquent n'étaient pas empruntés à tous les règnes précédents et si les légendes qui s'y lisent n'étaient point faites de ces banalités sonores que tous les empereurs se sont transmises, pour ainsi dire, avec le pouvoir, à partir du début du IIIe siècle (1). En présence de tels documents, l'historien est tenu à la plus grande réserve.

Carausius, ainsi que l'a montré M. Mowat (2), portait, du moins après son arrivée à l'Empire, les noms de M. Aurelius Mausaeus Valerius Carausius. Le gentilice Aurelius, précédé du prénom Marcus, appartient à presque tous les princes du IIIe siècle ; en particulier, à Probus, à Carus, à ses fils, à Dioclétien et à Maximien. Il est possible que Carausius l'ait reçu de ce dernier prince, avec le droit de cité, à la suite de ses victoires contre les Bagaudes. Quant au gentilice Valerius, il appartient pareillement aux empereurs Valérien et Maximien, auxquels il fut associé officiellement. Les deux autres noms sont gaulois ; ils constituaient les dénominations propres du personnage.

On sait qu'il tirait son origine du pays des Ménapiens. Il faut voir en lui un de ces barbares, comme on en accueillait ou on en incorporait alors dans les armées et que leur intelligence élevait rapidement aux plus hautes fonctions. C'est cette condition que les narrateurs du temps ont exprimée en nous disant qu'il était *genere infimus* ou *vilissime natus*. Aurelius Victor paraît plus précis (3) : il prétend que, dans sa jeunesse, Carausius avait été pilote ou quelque chose de tel : *gubernandi — quo officio adolescentiam mercede exercuerat. — gnarus habebatur* » ; mais ceci est peut-être une légende inventée après coup ; on sait quel cas il faut faire souvent de ce genre d'assertions, où l'on sent la préoccupation

(1) *Saeculi felicitas, Felicitas publica, Securitas perpetua, Pax, Laetitia Aug.*, etc. C'est ainsi que Carausius prend sur ses monnaies le titre de *consul* et de *princeps juventutis* qu'il n'a certainement jamais reçu officiellement.

(2) *Bull. de la Soc. des Antiquaires de France*, 1895, p. 145 et suiv.

(3) *De Caes.*, 39.

d'expliquer, avec une précision exagérée, des détails parfaitement explicables par ailleurs.

Quoi qu'il en soit, Carausius, ainsi que nous l'avons vu, s'était acquis, par ses qualités, l'estime de Maximien ; et le choix que l'empereur fit de lui pour défendre le littoral de la Gaule en témoignait hautement.

Faut-il croire qu'au lieu de répondre à la confiance de son souverain par des mesures énergiques et loyales, il abusa de son autorité pour travailler à sa propre grandeur ? Les auteurs n'hésitent pas à nous l'affirmer. Ils admettent bien qu'il remporta des succès contre les barbares (*multis barbaris saepe captis*, dit Eutrope), qu'il leur enleva leur butin (*ereptam praedonibus praedam*, ajoute Orose) ; mais ils l'accusent, au lieu d'avoir essayé de les arrêter au large, de les avoir laissé passer en vue de Boulogne, de leur avoir ainsi facilité le pillage des côtes de la Manche et de les avoir attaqués seulement au retour, pour leur enlever leur butin. Encore, s'il l'avait versé à la caisse impériale, la faute eût été pardonnable et l'empereur n'aurait sans doute pas songé à blâmer une tactique qui ne lésait que ses sujets ; mais Carausius gardait, paraît-il, pour lui tout ce qu'il acquérait ainsi, et s'en servait pour acheter la faveur des soldats (2). Que Carausius ait commis des abus de pouvoir, nul ne s'en étonnera : né et élevé au milieu des barbares, il en avait assurément les instincts et les traditions ; et, le panégyriste de Constance, en l'appelant « pirate », ne faisait sans doute qu'exagérer. Mais encore pouvait-on se demander s'il n'avait pas d'autres raisons que la cupidité pour agir de la sorte ; si ce n'était pas un peu par méthode qu'il tombait sur un ennemi repu, au lieu de l'affronter quand il était à jeun ; et s'il était tellement assuré de la fidélité de ses hommes qu'il pût, sans danger, les priver du résultat le plus certain de la victoire, le pillage. J'hésite, pour ma part, à accepter sans adoucissement le jugement des historiens, écho des accusations officielles et des bavardages de la cour.

L'empereur, qui n'était pas tenu, comme nous, aux ménagements de la critique historique, voyait avec peine grandir outre mesure la puissance d'un subordonné ; il était entouré de gens assurément jaloux des succès de Carausius et qui ne négligeaient rien pour exciter le prince contre lui ; il prit peur, il craignit d'avoir donné naissance à un compétiteur et, pour couper court à toute velléité de révolte de sa part, il résolut de s'en défaire : il donna l'ordre de le mettre à mort. C'était, si la combinaison échouait, créer le danger au lieu de le conjurer, comme l'événement le prouva. Carausius fut prévenu à temps ; il se fit aussitôt proclamer empereur par ses troupes, prit la mer et, laissant la côte de la Gaule aux garni-

(2) Eutrop., IX, 21 : *nec praeda integra aut provincialibus reddita aut imperatoribus missa* ; Oros., VII, 25 : *ereptam praedonibus praedam nulla ex parte restituendo dominis, sed sibi soli vindicando.*

sons fidèles qui l'occupaient en son nom (1), passa en Bretagne (2) avec l'escadre dont il avait le commandement (3). Comment il arriva à soumettre à lui l'île tout entière, c'est ce que nul ne nous a raconté et je ne sais trop où certains narrateurs modernes, comme le P. Genebrier (4), ont pris tous les renseignements qu'ils nous fournissent. Ce que nous savons, c'est que Carausius se mit, sans tarder, en mesure de consolider et, au besoin, de défendre sa nouvelle situation.

Il avait avec lui toute la flotte de Bretagne, la seule force maritime qui existât dans le nord de l'Empire ; par là, il était assuré de la suprématie sur mer. L'appui de l'armée qu'il commandait et des garnisons de Gaule et de Bretagne lui assura la domination sur terre. Quelles étaient, au juste, les forces dont il disposait ? Dans ce langage vague qui est le propre des auteurs de cette époque, le panégyriste de Constance nous dit « *occupata legione romana* », ce qui a fait croire à quelques-uns que Carausius avait avec lui une légion ou qu'une légion se déclara pour lui. Le témoignage des monnaies, de celles qu'il fit frapper pour payer ses troupes, nous permet d'interpréter et de préciser la phrase de l'orateur. Elles portent la mention d'un certain nombre de légions qui, toutes, assurément, étaient de son parti. On y trouve les noms de la I^re^ Minervienne (?), de la II^e^ Auguste, de la II^e^ Parthique, de la IV^e^ Flavienne, de la VII^e^ Claudienne, de la VIII^e^ Auguste, de la XXII^e^ Valeria Victrix, de la XX^e^ Primigénia, de la XXX^e^ Ulpienne (5). Parmi ces légions, deux, à cette époque, étaient cantonnées en Bretagne : la II^e^ Auguste et la XX^e^ ; quatre, en Germanie : la I^re^ Minervienne, la VIII^e^, la XXII^e^ et la XXX^e^ ; deux, en Mésie : la IV^e^ et la VII^e^ ; enfin une en Italie : la II^e^ Parthique (6). La présence des légions de Bretagne parmi les troupes de Carausius est toute naturelle ; la seule chose étonnante est de ne pas rencontrer sur ses monnaies militaires le nom de la VI^e^ Victrix qui, elle aussi, était cantonnée en Bretagne. Mais comme le pays qu'elle occupait au nord de l'Humber et de la Mersey, avec Eburacum (York) pour capitale (7), était assurément soumis à la domination de Carausius, puisque c'est là qu'on a trouvé la seule inscription portant son nom que l'on possède, il est possible que cette lacune soit comblée quelque jour à la suite d'une heureuse trou-

(1) Je me figure que Carausius resta toujours maître de Boulogne et de la côte. Roulez admet qu'il l'abandonna à cette époque et la reconquit ensuite (*l. c.*, p. 346). Cela n'est dit nulle part ; or, l'abandon du port de Boulogne eût été une grosse faute militaire.

(2) D'où les légendes monétaires qui se lisent sur certaines monnaies de Carausius : *Expectate, veni* ! (Cohen, VII, p. 8) ; *Adventus Augusti* (Ib., p. 3).

(3) *Inc. panegyr. Constantio Caes*, 12 : *isto vero nefario latrocinio abducta primum a fugiente privata classe quae olim Galliam tuebatur.*

(4) *Op. cit.*, p. 50 et 51.

(5) Cohen, VII, p. 16 et suiv.

(6) Cf., sur l'emplacement de ces différentes légions, Ch. Robert, *Les légions romaines et leur emplacement sous l'Empire.*

(7) Cf. Haverfield, *The roman army in Britain*, p. 19.

vaille ; il suffit de noter le fait aujourd'hui sans en tirer de conséquences. Quant aux légions du Rhin, du Danube et d'Italie dont j'ai cité plus haut les noms, je ne vois qu'un moyen d'expliquer leur présence sur les monnaies d'un empereur reconnu par la Bretagne et la côte septentrionale de la Gaule, mais point au delà. Il faut admettre que des détachements de ces différentes légions avaient été appelés en Gaule pour tenir tête aux ennemis de l'extérieur et de l'intérieur, qu'ils avaient été placés sous les ordres de Carausius au moment où Maximien lui confia la défense du pays répartis *per littus saxonicum*, qu'ils se prononcèrent en faveur de leur général lorsqu'il se révolta contre Maximien et s'attachèrent dès lors à sa fortune. Il n'eut qu'à compléter leur effectif pour se trouver, par le fait, à la tête d'une dizaine de légions. Voilà qui nous donne une autre idée des forces de Carausius que la phrase sonore mais vide du panégyriste.

Par contre, celui-ci nous donne, à propos des troupes auxiliaires dont le général disposait, des renseignements plus précis. Il s'attacha, nous dit-il, *aliquot peregrinorum militum cunei*. Or, les cunei sont — c'est un terme technique usité au IVe siècle et qui est ici appliqué par anticipation au IIIe — des troupes irrégulières qui ne rentrent pas, comme les ailes ou les cohortes, dans les cadres réglementaires ; nous savons, par les inscriptions, qu'il en existait de tels en Bretagne, comme dans tout l'empire (1). De plus, il fit des levées dans le pays et en forma évidemment des corps analogues. Puis, pour soutenir son autorité sur mer et assurer sa suprématie, au cas où Maximien chercherait à se créer une nouvelle flotte destinée à le réduire, il mit sur les chantiers des bateaux de type romain (*aedificatis plurimis in nostrum modum navibus*) et leva, pour les armer, des matelots parmi la population maritime et marchande des côtes de la Gaule et de la Bretagne (2). Quant aux vivres et à l'argent, il les trouva aisément dans cette province qui fournissait, à cette époque, tout le Nord de la Gaule de blé, qui possédait de riches mines de plomb et d'étain et qui payait chaque année à l'Empire des impôts considérables (3). Fort de toutes ces mesures, il attendit l'ennemi de pied ferme.

L'empereur ne pouvait pas, en effet, se résoudre à l'inaction. Il tenta un coup de force ; mais, malgré des préparatifs considérables, dénué de vaisseaux et avec un personnel tout à fait inexpérimenté des choses de la mer (4), il ne pouvait espérer la victoire. Il échoua (5). Peut-être eût-il essayé à nouveau l'aventure si des raisons plus puissantes ne lui avaient

(1) Mommsen, *Hermes*, XIX, p. 231 et suiv.

(2) *Inc. panegyr. Constantio Caes.*, 12 : *contractis ad dilectum mercatoribus gallicanis, sollicitatis per spolia ipsarum provinciarum non mediocribus copiis barbarorum atque his omnibus ad munia nautica flagitii illius auctorum ministerio eruditis.*

(3) Schiller, *loc. cit.*

(4) Inc. *Panegyr., Constantio Caes*, 12 : *exercitibus vestris in re maritima novis.*

(5) Année 290, Goyau, *op. cit.* C'est à cette victoire que l'on rapporte les monnaies de Carausius au type de la *Fortuna redux* (Cohen, VII, p. 89 et suiv.).

conseillé un autre parti. La région du Rhin, qui continuait à s'agiter, réclamait toute son attention ; d'autre part, Carausius, grâce aux précautions qu'il avait prises, grâce à son ascendant sur les habitants, était le seul qui fût capable de défendre la Bretagne contre les invasions venues du Nord (1). Il valait encore mieux l'avoir pour allié que pour ennemi ; lui abandonner une petite part de l'autorité légitime de plein gré plutôt que de le voir se tailler par la force un royaume indépendant qu'il pouvait être tenté d'augmenter quelque jour. On se résigna donc à traiter. Carausius fut reconnu empereur par Dioclétien et Maximien : c'est pour célébrer cette « triarchie » que fut frappé le fameux petit bronze où on lit : *Carausius et fratres sui* (2).

Dès lors, son autorité s'étendit sans conteste sur toute la Bretagne jusqu'au mur d'Hadrien ; sous son administration, le pays pacifié prospéra, les routes furent entretenues, ainsi que le prouve la découverte du milliaire, auquel j'ai déjà fait allusion, aux environs de Carlisle ; le commerce et l'industrie furent florissants (3) ; si bien que lorsque Constance, en 296, reprit la Bretagne, il y trouva des ouvriers assez habiles pour les envoyer rebâtir Autun, ruinée par la guerre (4). On a même avancé que le commerce de la Gaule septentrionale était entièrement aux mains de Carausius, en se fondant sur la grande quantité de monnaies de ce prince trouvées dans le nord de la France, ce qui n'est pas, à vrai dire, un argument suffisant. En tout cas, il était maître et maître absolu du port de Boulogne qu'il occupait avec un fort effectif militaire.

Cependant, de grands changements politiques allaient s'accomplir ; il suffit d'en rappeler ici en deux mots la nature. Dioclétien et Maximien, pour consolider leur pouvoir, s'étaient adjoint deux collègues plus jeunes, avec le titre de Césars ; et l'un d'eux, le César Constance, était chargé de gouverner la Gaule.

Un de ses premiers soins (5) fut naturellement de faire rentrer dans l'obéissance la province de Bretagne. Il fallait d'abord chasser l'usurpateur de la Gaule, puis l'isoler dans son île et l'en déloger. Des troupes furent envoyées contre le port d'attache de la flotte, Boulogne, dont la possession était de toute importance. Nous avons conservé sur le siège de cette ville

(1) Aur. Vict., 39. *Postquam jussis ac munimenta incolarum contra gentes bellicosas opportunior habitus ;* Eutrop. IX, 22.

(2) Il représente le buste de Carausius accolé à ceux de Dioclétien et de Maximien, tous trois cuirassés. Au revers, on lit : PAX AVGGG, et on voit la Paix tenant une branche d'olivier et un sceptre. Il faut en raprocher les diverses monnaies où on lit : *Victoria Comes Augg.* (Cohn, VII, 27) ; *Hercules Conservator Auggg.* (Ibid., 49), etc.

(3) Cf. les monnaies de Carausius à la légende *Abundantia Aug.* (Cohen, VII, 1, et *Uberitas* (Eckhel *Doct. num. vet.*, p. 48), si tant est que ces légendes aient quelque valeur précise.

(4) Schiller, *Geschichte der Rom, Kaiserzeit*, II, p. 129.

(5) *Inc. panegr. Constantino Aug. : qui adscitus imperio, primo adventu suo excercitum illum qui Bononiensis oppidi littus insederat terra pariter ac mari salpsit.* — Ce texte paraît bien prouver que le siège de Boulogne eut lieu aussitôt après l'avènement de Constance.

des renseignements assez précis (1). Nous savons qu'on le mena à la fois sur terre ou sur mer, ou plutôt qu'on coupa habilement les communications de la flotte avec la ville ; une digue fut établie pour fermer aux vaisseaux l'entrée du port ; on planta des poutres dans la passe qui y donnait accès ; on y immergea de gros blocs ; ainsi isolée de la mer, la ville fut réduite à ses propres forces (2). Au bout de quelque temps, la famine aidant, malgré la solidité de ses remparts (3), elle fut contrainte de se rendre ; c'était un grave échec pour Carausius (4). Il eût été bien plus sérieux encore, si le vainqueur avait eu une flotte à sa disposition pour poursuivre l'ennemi ; mais Constance avait entrepris le siège de Boulogne en toute hâte, sans prendre le temps de créer une escadre (5) ; il lui restait à le faire.

Pendant qu'on la formait, il marcha contre les Francs, les Chauques, les Frisons, établis aux embouchures du Rhin et de l'Escaut, que Carausius avait attachés à sa cause et sur l'appui desquels celui-ci fondait un grand espoir pour la résistance. Il les battit, et même, pour les empêcher de porter secours à leur ancien allié, il en transporta plusieurs milliers avec femmes et enfants sur le territoire romain (6) ; puis il établit sur la frontière des forteresses aux endroits nécessaires et y laissa des garnisons.

Dès lors, il pouvait, sans arrière-pensée, passer en Bretagne et y poursuivre le cours de ses succès. Un événement, heureux pour lui, facilita sa tâche. Carausius fut assassiné par un de ses lieutenants, Allectus, qui se fit reconnaître empereur à sa place par l'armée. Il avait régné six ans.

Telle est, autant que nous la savons, l'histoire de ce souverain éphémère. Elle prouve qu'il ne mérite pas le mépris dont l'ont couvert les écrivains officiels. Véritablement nous ne saurions partager leur indignation de commande ; car nous n'avons pas, pour juger l'homme et son œuvre, les mêmes mobiles qu'eux. Son entreprise tendait, il est vrai, au démembrement de l'Empire ; mais on n'était plus à une époque où Rome était intangible et sa domination incontestée. Ce qui eût été étonnant, c'est que ce barbare se fût laissé retenir, dans son aventure, par des scrupules de patriotisme

(1) Incert. *panegyr. Constantino Aug*, 5 ; *Panegyr. Constantio Caes.*, 6. : *Siquidem illa celeritas qua omnis ortus atque adventus tui nuntios praevertisti cepit oppressam Gesoriacensibus muris pertinacem tunc errore misero manum piraticae factionis atque illis olim mari fretis alluentem portas ademit oceanum... Portus quem statis vicibus aestus alternat, defixis in aditu trabibus ingestisque saxis invium navibus reddidisti*, etc. Ibid., 7.

Statim atque obsidionem necessitas et clementiae vestrae fides solverat, eadem claustra qui primus incubuit aestus irruperit totaque illa, quoad usus fuit, invicta fluctibus acies arborum veluti signo dato et peracta statione dilapsa sit, ut nemo dubitaret portum illum qui piratae, ne suis opem ferret, occlusus fuisset, vobis ad victoriam sponte patuisse. (Printemps de 293 : Goyau *op. cit.* ; Preuss., p. 53.

(2) Desjardins, *Géogr. de la Gaule*, I, pl. XVIII et p. 373, prétend qu'il s'agit ici du vieux port de Boulogne, qui fut dès lors abandonné et remplacé par un port nouveau. Cette théorie est repoussée par la plupart des antiquaires.

(3) Sur ces remparts, voir Hamy, *Boulogne romaine*, p. 37 et 38, avec la coupe d'une portion du mur, découverte à la poterne de la Porte-Neuve.

(4) On raconte que la digue se rompit juste au moment où la ville se fut rendue ; le panégyriste voit naturellement dans cette coïncidence une intervention providentielle (*Panegyr. Canstantio Caes.*, 7.

(5) *Ibid*, 7.

(6) *Ibid*, 7, Cf. Prenss, *Kaiser Diocletian*, p. 39 et suivantes.

ou de loyalisme. Il ne sert à rien de le juger sur tel ou tel principe étranger à l'impartialité historique. L'important est surtout de constater le rôle qu'il a joué et la place qui lui revient dans l'ensemble de la vie de Rome. Je crois qu'il est difficile de la mieux définir que n'a fait M. Haverfield lorsqu'il écrit (1) : « Il périt par trahison après avoir montré, d'une façon éclatante, ce que de grands navires et de grands amiraux auraient pu faire dans le monde romain. »

M. J. Horace ROUND

De Londres.

LES BOULONNAIS ET L'ANGLETERRE AU XII[e] SIÈCLE

[944.27 « 12 »]

— Séance du 20 septembre —

Les relations les plus intimes ont existé entre le Boulonnais et l'Angleterre à trois époques distinctes.

Pendant la première ont été fondés, sur l'un et l'autre littoral du Pas de Calais par des peuplades congénères teutoniques, de nombreux établissements dont les noms géographiques observés dans le Boulonnais trouvent leurs pendants exacts dans les noms de lieux que l'on rencontre en Angleterre.

La seconde est inaugurée au milieu du XI[e] siècle par le mariage du comte de Boulogne, Eustache II, avec la sœur du roi Édouard le Confesseur. C'est de cette seconde époque, celle de la conquête de l'île par les Normands, et des règnes qui la suivent, que je me propose de dire quelques mots aujourd'hui.

La troisième est celle de la prise et de l'occupation de Boulogne par Henri VIII au XVI[e] siècle.

***

Le comte Eustache II avait, du chef de sa première femme, obtenu, dès avant la conquête, des terres en Angleterre ; il n'en conserva pas longtemps la jouissance. Ayant suivi l'étendard de Guillaume le Conquérant et pris part à la bataille de Hastings, il reçut, en récompense de son concours effectif, de nombreux domaines dans douze comtés d'Angleterre. Sa

(1) *The roman army in Britain*, p. 22.

malheureuse tentative de 1067 contre Douvres, dont il attaqua le château avec une expédition réunie à Boulogne, eut pour conséquence la perte, temporaire du moins, de ses seigneuries et de ses fiefs. Toutefois, le *Domesday Book* le montre en 1086, si son fils ne lui avait à cette époque succédé, en pleine jouissance de ce vaste domaine. La plus grande partie était située dans l'est de l'Angleterre, et particulièrement dans le comté d'Essex, où il possédait une centaine de terres. C'est probablement, ainsi que j'en ai émis l'idée, à la motte féodale d'Ongar, dont les terrassements subsistent encore, qu'était situé en Essex le chef-lieu de sa seigneurie.

La seconde femme d'Eustache II avait également reçu en Angleterre des propriétés qu'elle tenait directement de la couronne, en l'an 1086. Or, il se trouve que l'historien de la conquête de l'Angleterre, feu M. le professeur Freeman (*The History of the Norman Conquest*, 1871, IV, 746), a cru pouvoir dire que ses trois manoirs du comté de Dorset figurent dans le *Domesday Book* comme tenus autrefois par elle du roi Édouard le Confesseur, lequel doit donc les lui avoir concédés. C'est malheureusement une de ses nombreuses erreurs. Le *Domesday Book* (f° 85) constate, au contraire, expressément, que ces trois manoirs étaient tenus directement d'Édouard le Confesseur par une dame anglo-saxonne nommée Wulfgifu (Ulveva).

J'ai réussi à identifier tous les cinq manoirs de Sainte Ide : 1° de Nutfield (Notfelle), sis dans le comté de Surrey, elle fit don à saint Wulmer de Boulogne ; 2° de Winterbourne-Monkton, de Rockhampton-lèz-Stinsford et de Eightholes-lèz-Swanage, situés dans le Dorsetshire, elle fit don au prieuré du Wast. si ce n'est par le fait de son fils, le comte de Boulogne, Eustache III ; 3° à l'abbaye de Bermondsey, fille de Cluny ; elle fit don de Kinwardeston (aujourd'hui Kingsweston).

Revenons au comte de Boulogne, Eustache II, grand feudataire anglais. Le *Domesday Book* enregistre son beau manoir de Tring en tête de ses domaines du Hertfordshire, dont il dit : *In totis valent[iis] valet XXII libras de albis denariis ad pensum ejusdem comitis* (f° 137). Voilà une allusion fort nette à la possession par le comte de Boulogne d'un poids spécial en 1086 et à l'introduction de son poids dans l'Angleterre.

Si l'histoire des fiefs anglais possédés par les comtes de Boulogne est restée pour ainsi dire inconnue aux écrivains de l'un et de l'autre pays, il en a été de même de celle des seigneurs boulonnais qui suivirent le drapeau de leurs comtes outre Manche et participèrent au butin de la conquête.

Au XIIe siècle, on trouve campés dans leurs fiefs les comtes de Guines, les barons de Tingry et de Fiennes, le seigneur d'Austruy, connétable du Boulonnais ; les familles fieffées de Caieux et peut-être de Ferques, les

seigneurs de Doudeauville, et plus particulièrement la famille de Marcq. Celle-ci a laissé des souvenirs durables. A Mark's-Tey, en Essex, on reconnaît le nom de la branche cadette des vicomtes de Marcq. Dans le manoir de Merks (ou Marks), en Dunmow, « Adelolfus de Merc » tenait en 1086 un fief du comte Eustache ; un « Enguerrand de Merc » le tenait en 1258 et la famille en jouissait encore en 1340. L' « Adelolfus » ci-dessus occupait, en outre, féodalement plusieurs autres manoirs du même comté ; l'un d'eux subsiste encore à Mark Hall, en Latton, et ses descendants ont fait souche feuillue dans l'Essex. C'est ainsi qu'on y trouve Geffroy et Enguerrand de Merc en 1130, Henri et Simon de Merc en 1212. A cette colonie, originaire de Marcq, ajoutons un « Eustache » « de Oyes », fils d'Henri « de Merc », vivant au XII^e^ siècle ; comme par « Oyes », il faut comprendre Oye, il s'agit donc d'une famille originaire de Marcq en Calaisis, près d'Oye.

De non moins haute importance parmi les feudataires du comte Eustache, était un seigneur d'Ardres, l'Arnoul, dont la chronique de Lambert d'Ardres et le *Domesday Book* rapportent que son seigneur lui sous-inféoda des manoirs situés dans trois comtés : *Tenet Arnulfus de Arda de Comite*, etc. Ces fiefs descendirent ensuite à son héritier, le comte de Guines (J.-H. Round, *Feudal England*, p. 462, 4).

Le plus grand personnage boulonnais dont le nom se rencontre outre-Manche au XII^e^ siècle, c'est Féramus ou Faramus de Tingry. Dans une étude spéciale que je lui ai consacrée dans *The Genealogist*, j'ai établi qu'il était connu en Angleterre sous le nom de Faramus de Boulogne ; que son père y était connu sous celui de Guillaume de Boulogne, et que son grand-père, nommé Geoffroi, était fils — probablement fils naturel — du comte Eustache II. De son père, Guillaume de Boulogne, on possède, au Musée britannique, une charte, et de Faramus lui-même une autre qui porte les souscriptions testimoniales de trois autres seigneurs boulonnais, l'un seigneur d'Hesdigneul, le second de Questrèque et le troisième de Liembronne : ces noms portent à penser que Faramus était déjà fieffé de Fiennes à une date qui ne doit guère descendre plus bas que 1130.

De la mère de son père, fille d'un grand seigneur anglo-normand, Geoffroi de Mandeville, Faramus hérita en Angleterre de trois manoirs sis dans le comté de Surrey. Pendant le règne d'Étienne de Blois, il joua un rôle marquant comme fidèle adhérent du roi et de la reine Matilde ; cependant Henri II, peu après son avènement, le dota de terres sises dans le Buckinghamshire, à Wendover et à Eton ; il n'est pas improbable que ces largesses d'Henri II servirent de compensations pour la connétablie du château de Douvres, dont Faramus avait été, paraît-il, investi par le roi Étienne.

Son nom se trouve aussi, vers cette date, au pied de trois chartes de

Guillaume, comte de Boulogne, qui lui conférait le manoir de Martock dans le comté de Somerset, qui faisait partie du fief des comtes de Boulogne. En vertu de cette faveur, il prenait rang parmi les feudataires de trois comtés anglais. On le trouve, en outre, doté de trois autres domaines dépendant de l'honneur de Boulogne dans les comtés d'Essex, de Hertford et de Cambridge : au comte lui-même il devait le service féodal de six chevaliers.

Sa fille Sibyl hérita de toutes ces terres, qu'elle porta à Enguerrand de Fiennes, qui, on le sait, trouva la mort en Terre-Sainte, à Saint-Jean-d'Acre, en 1189.

Outre la châtellenie de Fiennes, ce gendre Enguerrand recueillit, par son mariage avec l'héritière de Faramus, des propriétés considérables outre Manche. Toutefois, j'ai cru devoir, dans un ouvrage tout récent, *la Commune de Londres et autres études* (1899), me refuser à attribuer aux seigneurs de Fiennes la châtellenie du château de Douvres, depuis la conquête, qu'on leur a attribuée à tort.

J'ai déjà fait mention d'une autre maison boulonnaise comme possédant des biens anglais à titre de sous-fiefs des comtes : c'est celle des Austruy, connétables héréditaires du Boulonnais. Au XII^e siècle ils devaient à leur seigneur le service de cinq chevaliers ; une moitié de leurs fiefs se trouvaient à Cowley, en Oxfordshire, tout près d'Oxford, et l'autre à Chiche, en Essex, à l'embouchure de la Colne, et à Shopland, dans le même comté. *Baldewinus de Osterwic... V. mil[ites], scilicet in Schopiland II mil[ites] et dim[idium] et in Chiche quam Abbas tenet, et in Covel quam Templarii tenent secus Oxoniam II milites et dim[idium].*

Le grand prieuré de Saint-Osyth, de l'ordre de Saint-Augustin, fut fondé à Chiche du temps du roi Henri I^er ; on voit que le manoir des Augustins fit partie de la fondation : *ex dono Baldewini constabularii et ex confirmatione comitis Stephani et Mathildis uxoris suæ et Willelmi comitis et heredis eorum tenementum de Chiche quod est de feodo Boloniæ.* C'est donc bien le connétable lui-même, et non pas un cadet qui possédait ces terres dans l'île anglaise. D'ailleurs, on rencontre encore un membre de cette famille en jouissance sous le roi Henri III. Baudoin le connétable était parmi les prisonniers français de Jean sans Terre, à Rochester, en 1215. Il a dû se rançonner.

La maison baroniale de Doudeauville avait aussi, dans le comté de Huntingdon, des terres pour lesquelles elle devait aux comtes de Boulogne le service militaire de cinq chevaliers. Une autre, qui portait le nom de Wissant (Whitsand), était également taxée au XII^e siècle au service d'un chevalier pour les biens qu'elle tenait de ses comtes à Parndon, en Essex.

***

Après les familles boulonnaises, voyons les établissements religieux du comté qui entretinrent des relations avec l'Angleterre au XII^e^ siècle : leur nombre est plus grand qu'on ne le croit généralement.

Nous savons déjà que Saint-Wulmer, de Boulogne, obtint de sainte Ide Nutfield, en Surrey, et que Saint-Michel du Wast fut doté de trois manoirs du Dorsetshire qui, réunis en un seul, ont porté depuis le nom distinctif de *Winterbourne-Wast*. Le rôle de l'Échiquier, pour 1130, démontre que les moines possédaient alors ces terres (*Monachis de Sancto Michaele de Wasto*, XXII^e^ vol., p. 22). Trois siècles se passèrent depuis la conquête avant que le prieur du Wast perdît, en 1370, la jouissance de cette dotation, à laquelle Eustache III avait ajouté les autels de Westerham et de Boughton-Alulf, dans le comté de Kent (Maitland's *Bracton's Note Book*, II, 216).

A ses dernières heures, Eustache III s'étant fait moine de Rumilly, avait donné à son prieuré une rente perpétuelle de 10 livres hypothéquées sur son manoir de Fobbing, en Essex : cette maison possédait déjà l'autelage d'une église située sur l'un des fiefs anglais du comte, celui de Coggeshall, en Essex, avant que le roi Étienne y eût fondé une abbaye qu'il donna aux moines de Savigny. Une autre rente perpétuelle de 20 livres était due sur les revenus de Fobbing aux moines de Saint-Wulmer, *Monachis de Sancto Wulmero*, comme le constate le *Liber rubeus de Scaccario*, p. 501. C'est là l'abbaye bénédictine de Samer, à laquelle Étienne de Blois, n'étant encore que comte de Boulogne, avait donné l'autel de Fobbing et qui possédait ailleurs les dîmes de Rivenhall, en Essex.

L'abbaye de Saint-Josse reçut du comte Mathieu d'Alsace une rente de 10 livres, assise sur Norton, et celle de Longvilliers une rente de 5 livres, assise sur la même commune. Le comte Renaud de Dammartin en déchargea Norton et l'imposa aux terres de Kirton, en Lindsey, où l'abbaye jouissait encore de cette dotation sous Édouard I^er^. Celle de La Capelle pouvait, d'après une bulle du pape Pascal du 28 octobre 1110, avoir possédé par delà la mer des autels qui s'y trouvaient dénommés. Il en est de même de quelques petits biens dont l'abbaye de Licques jouit à Caensby, en Lincolnshire.

Parmi les maisons hospitalières, on voit la Madeleine, de Boulogne, dotée par Eustache III d'une rente viagère de 20 livres, assise sur le manoir de Boughton-Alulf, dans le Kent, et confirmée par Étienne de Blois avant son élection au trône d'Angleterre. L'hospice de Wissant reçut avant 1156 une rente annuelle de 5 livres, à percevoir sur des terres de la couronne sises dans les comtés de Buckingham et de Bedford. Celui de Saint-

Inglevert reçut une aumône d'Henri II lors de son séjour à Saint-Bertin, de Saint-Omer (1156).

Outre ces bénéfactions, on peut noter les communions de prière que deux institutions religieuses du pays boulonnais établirent. L'une est l'abbaye de Licques, qui, après avoir fondé le prieuré de Newhouse, en Lincolnshire, devint la maison mère des Prémontrés anglais. L'autre est celle d'Arrouaise, qui est malheureusement peu connue. Il y eut ainsi, sur l'une et l'autre rive, de nombreux instituts de chanoines affiliés qui obéissaient à Arrouaise et tenus de se faire représenter à ses chapitres généraux.

***

Ce que les Anglais dénommèrent d'abord *the Boulogne Fief* et ensuite *the Honour of Boulogne* mérite d'être signalé; on en parle même dans la Grande Charte des libertés anglaises. Il comprenait d'abord des biens de toute origine, de toute provenance, de toute situation, concentrée ou dispersée, tenus par les comtes de Boulogne; ils reçurent quelques additions au commencement du XII[e] siècle grâce aux largesses d'Henri I[er]. Lorsque ce fief énorme atteignit son apogée, le comte titulaire pouvait, par l'effet régulier des sous-inféodations dont ses tenanciers avaient bénéficié, commander les services de plus de cent vingt chevaliers : définitivement constitué, l'*Honneur de Boulogne* possédait ses cours de justice et ses officiers administratifs. Il subsista ainsi jusqu'au commencement du XVI[e] siècle. L'existence d'un fief d'une aussi grande puissance sous la quasi-suzeraineté d'abord du comte de Boulogne, est un fait qui mérite plus d'attention que ne lui en ont donné nos historiens.

Notons en passant une tenure curieuse dans le manoir de Boughton-Alulf. Au comté de Kent, *dépendance de l'Honour of Boulogne*, un des tenanciers devait au comte de Boulogne la sergenterie de sa cuisine et l'autre la garde et entretien de ses chiens de chasse ou de ses oiseaux de vol.

Dans le manoir aussi de Riwenhall, en Essex, un tenancier devait au comte le service de chambellan. On parlait encore de cette sergenterie dans les documents du XV[e] siècle.

La mort d'Henri I[er] laissait son neveu Étienne de Blois non seulement comte de Boulogne, du chef de sa femme Mathilde, et comte de Mortain en Normandie, mais le plus grand seigneur féodal peut-être d'Angleterre.

Boulogne lui fournissait des marins dévoués, comme on voyait, en 1138, quand, les Boulonnais venant à l'aide de leur comtesse, la reine d'Angleterre, ont bloqué le port de Douvres et ont pu empêcher la garnison du château de se procurer des vivres du côté de la mer, « et Bolonien-sibus amicis et parentibus suis..... ut per mare hostes cohiberent man-

davit. Porro Bolonienses, dominæ suæ jussa libenter amplectentes, famulatum suum ei exhibent, naviumque multitudine operiunt illud fretum quod strictum est, ne castrenses sibi aliquatenus procurarent. (Ordericus Vitalis, *Société de l'Histoire de France*, V, 112.) Mais il possédait en outre :

1° La totalité du *Boulogne Fief ;*

2° Le fief confisqué sur Robert Malet, dit *The Honour of Eye*, qui comprenait plus de 250 manoirs et armait plus de 90 chevaliers ;

3° Le fief confisqué sur Robert « de Poitou », fils du comte Roger de Montgomery, qui comprenait plus de 400 manoirs ;

4° Un certain nombre de terres, tenues de la couronne, qui lui avaient été octroyées, de même que les deux fiefs ci-dessus, par son oncle Henri Ier (J.-H. Round, *Feudal England*, p. 202-3, 211).

Ces chiffres expliquent naturellement comment les rôles de l'Échiquier pour 1130 enregistrent des diminutions de contributions foncières concédées à ses domaines dans dix-sept comtés, quoique les rôles particuliers de plusieurs comtés fassent défaut. L'opulence et l'influence que la possession de tous ces fiefs lui assurait, ont dû puissamment aider Étienne de Blois dans le succès de ses prétentions à la couronne d'Angleterre. J'espère établir que ces deux mobiles vinrent également le seconder dans sa politique, lorsqu'il se prêta à laisser mettre la couronne sur la tête d'Henri II au lieu de celle de son propre fils. Ce fils, Guillaume, devint son héritier direct lorsque mourut Eustache, son aîné (10 août 1153). Or, il avait épousé le plus riche parti de l'Angleterre, Isabelle, fille du puissant Guillaume, comte de Warenne. Cette riche héritière lui apporta en dot le château de Lewes, en Sussex, Castle Acre au comté de Norfolk et Conisborough, en Yorkshire, et d'autres, avec tout un arrondissement, dit un Rape, du Sussex, ainsi que plus de 200 manoirs disséminés dans divers autres comtés. Ainsi ses biens personnels devinrent-ils plus considérables encore que ceux de son père. Mais, comme Étienne y ajouta au cours des événements de très grands biens en Angleterre, le jeune comte de Boulogne — tel est le titre que Guillaume portait dès lors — pouvait compter sur plus de sécurité en s'assurant la propriété de ces énormes domaines par un traité formel passé avec Henri d'Anjou qu'en lui disputant ses droits à la couronne. D'autre part, de par son titre de duc de Normandie, Henri se trouvait être suzerain du domaine des Warenne, en Normandie, et du comté de Mortain. Il fut assez fin politique pour offrir à Guillaume de Boulogne, par voie de transaction, de lui remettre les terres seigneuriales de Warenne, le comté de Mortain et divers biens sis en Angleterre, à condition qu'Henri d'Anjou prendrait paisible possession et serait garanti dans paisible jouissance de la couronne d'Angleterre.

Toutes ces questions de marchandage, discutées entre le roi Étienne et Henri d'Anjou, composent de nombreux articles du traité conclu entre les deux parties contractantes : Guillaume s'y trouva confirmé dans la possession de tous les biens que son père lui avait précédemment donnés : « Incrementum etiam quod ego Willelmo filio meo dedi ipse Dux ei concessit, castra scilicet et villas de Norwico cum septingentis libratis terre..... et totum comitatum de Nordfolk præter illa quæ pertinent ad ecclesias », et d'autres encore, surajoutés en surplus par le duc Henri comme successeur de son père présomptif : « Item ad roborandam graciam meam et dilectionem, dedit ei Dux et concessit quicquid Richerus de Aquila habebat de honore Peveveselli, et preter hec castra et villas Peveveselli, et servitium Faramusi preter castra et villas de Doure, et quod ad honorem Doure pertinet. » Ces derniers comprenaient le château de Pevensey et tout l'arrondissement du Sussex qui touchait à ses autres propriétés.

Les stipulations du traité donnaient à ce vassal une puissance qu'un roi éventuel pouvait redouter pour la sécurité de sa couronne. Ses châteaux forts jalonnaient et enserraient l'est, le sud et le nord de l'Angleterre, le couchant et le levant de la Normandie : à Bellencombre et à Mortemer, près de Neufchâtel. Son domaine était de proportions gigantesques.

Lorsqu'Henri fut monté sur le trône, il fut donc, pendant quelque temps, obligé de temporiser ; mais sa politique ne cessa jamais de poursuivre un double but :

1° Recouvrer les domaines aliénés de la couronne ;

2° Entrer en possession de tous les châteaux forts. Aussi voit-on, en dépit du traité solennel de 1153, le comte de Boulogne, obligé de lui rendre, en 1157, à la fois tous ses châteaux forts et toutes les terres qui étaient entrées dans son domaine héréditaire sous les garanties signées quatre ans à peine auparavant (1).

Mais le comte de Boulogne, Mortain et Warenne — tels étaient, en effet, les titres dont il continua à se parer — fut autorisé à jouir des propriétés immenses dont avait joui le roi Étienne avant son avènement, ainsi que des biens anglais et normands de son épouse.

Il trouva la mort, en 1159, dans l'expédition de Toulouse, où il accompagna son suzerain d'Angleterre. Cet événement fut sans doute le bienvenu, parce que c'était la dissolution de cette puissance territoriale menaçante.

(1) « Guillelmus filius Stephani regis, qui erat comes civitatis Constantiarum, id est Moritonii, et in Anglia comes Surreiæ, id est de Warenna, propter filiam tertii Guillelmi de Warenna, quam duxerat, reddidit ei Pevenesrl et Norwith et quicquid tenebat de corona sua et omnes munitiones proprias tam in Normannia quam in Anglia ; et rex fecit eum habere quicquid Stephanus pater ejus habuit in anno et die quo rex Henricus avus ejus fuit vivus et mortuus. »
Robert de Torigny, abbé du Mont-Saint-Michel, p. 92-3.

Mathieu d'Alsace, qui épousa sa sœur unique, Marie, l'héritière du Boulonnais, n'obtint pas l'investiture du fief des comtes de Boulogne en Angleterre. On lui refusait aussi le comté de Mortain. Enfin, en 1167, profitant de l'absence du roi Henri, qui se battait en France, il se proposa, comme Napoléon en 1803, d'envahir l'Angleterre et de demander, l'épée à la main, l'héritage de sa femme. A cette intention il avait réuni, disait-on en Angleterre, une flotte de six cents vaisseaux. L'effroi commençait à se répandre ; on approvisionna le château de Douvres ; on fortifia les portes de Cantorbéry ; la milice anglaise gardait les côtes. La tentative du comte a donc échoué (1). Il paraît, toutefois, que le roi Henri a cru devoir lui faire enfin des amendes de son refus. Il lui donna des rentes en Angleterre de 300 livres sterling par an, assises sur les terres de la couronne, à Kirton-in-Lindsey, Bampton et Ixning. Le comte en jouissait déjà en 1168, comme on voit par le rôle de l'Échiquier, 14 Henri II, et en outre il lui assura une rente viagère de 1.000 livres sterling, somme énorme à cette époque. « Ibidem enim rex mille libras Matthæo comiti Boloniæ se daturum spopondit. » (Materials for history of Thomas Becket, VI, 73, 4.) Son fils, Richard Cœur de Lion, est allé même plus loin. Il reconnut certains droits d'hérédité à Mathilde, fille de Mathieu ; car il conféra au duc de Lorraine, époux de Mathilde de Boulogne, cet *Honour of Eye*. dont son aïeul Étienne et son oncle Guillaume avaient été successivement titulaires (2).

Renaud de Dammartin, qui avait épousé sa sœur, la comtesse Ide, était également fieffé d'un nombre considérable de terres anglaises, dont quelques-unes tout au moins avaient fait partie des domaines du comte Mathieu d'Alsace. J'ai pu reconstituer ce domaine sous le règne de Jean sans Terre ; il comprenait les manoirs suivants :

1° Bampton, Norton et Piddington, en Oxfordshire ;
2° Kirton-en-Lindsey, en Lincolnshire ;
3° Ryhall, en Rutlandshire ;
4° Dunham, en Nottingamshire ;
5° Wrestlingworth, en Bedfordshire
6° Norton et Exning, en Suffolk.

La plupart de ces domaines, Kirton-in-Lindsey, Bampton et Dunham, étaient, au commencement du règne de Jean sans Terre, tenus par le comte Renaud en qualité d'allié du roi.

Le traité d'alliance, *fedus et convencio*, qui était intervenu entre le roi et

(1) Mathæus etiam comes Boloniæ, frater vere Philippi comitis Flandriæ, secentas naves, ut fama fuit, Flandrensibus armavit, juratus in Angliam venire ; conde motus magnus in Anglia factus est subtraxerit enim ei rex quosdam redditus in Anglia quos dicebat sibi de jure antiquo competere. Quo quia prece non potuit, armis conatus est revocare..... Verumtamen conatus ejus inanis effectus est, Ricardo de Luci cum Anglicana militia custodiam procurante (Gervase of Canterbury, I, 203).

(2) Et tenuit [Willelmus] illum honorem [iis.] annis, qui mortuus fuit in servicio Regis in exercitu de Tulosa (1159)..... Successit Ricardus Rex et dedit eundem honorem duci Loherengie cum nepte comitis predicti Willelmi, que erat proxima heres. Et Dux Loheringie tenet illum honorem [1212] sicut hereditatem uxoris sue. Testa de Nevill, 266.

le comte contre Philippe-Auguste, avait été conclu, le 18 août 1199, au Château Gaillard. Neuf mois plus tard, le 9 mai 1200, « à la Roche-d'Orival », c'est-à-dire Château-Fouet, sur la Seine, le roi Jean le compléta par cette clause additionnelle qu'il convient de souligner :

« Que si par cause de nous ou de notre guerre on se batterait dans le Boulonnais, le comte, avec sa femme et sa fille, pourrait se réfugier en Angleterre, et la quitter quand il voudrait, qu'on lui assurerait la liberté pleine pendant son séjour, et qui si il lui arriverait de mourir, sa fille serait libre de se marier selon la coutume du Boulonnais par le conseil de ses amis (1). »

Les relations internationales de l'Angleterre, de la France et des Flandres pendant la seconde moitié du XII^e siècle rendirent, à cause de la situation géographique du Boulonnais, facilement litigieuses les questions de la successibilité de ses comtes aux terres anglaises dont ils avaient eu la jouissance. L'Angleterre fit donc primer, non pas le droit, mais la politique.

Le jour où le comte de Boulogne prit parti contre le roi Jean, sa forfaiture annula le traité et tous ses fiefs furent confisqués. Mais il en reçut de nouveau la saisine dès qu'il eut repris le service de Jean en allant à Londres lui prêter serment d'homme lige le 3 mai 1212. Par une charte qui lui fut octroyée dès le lendemain, le roi y ajouta une rente de 1.000 livres sterling, qui lui fut assurée pour une période de trois années, pendant lesquelles l'on ferait une enquête sur la validité des droits que prétendaient la comtesse Ide et son époux Renaud sur les biens héréditaires sis en Angleterre et en Normandie (2). Ce même jour les sheriffs reçurent commandement de mettre le comte en jouissance desdits fiefs, et, dans la huitaine, Renaud toucha les 500 livres sterling qui formaient le premier semestre de sa rente.

Le roi Jean, dès son avènement, avait démontré sa bonne volonté à l'égard des Boulonnais en leur assurant le privilège exceptionnel que son

(1) Quod si occasione nostri vel werre nostre *in Buluneys'* werratum fuerit, et quod placuerit illi in terram nostram Anglie venire, ipsi et uxori et filie sue salvum venire et salvum stare et salvum inde recedere..... Et ipsum securum..... per cartam nostram et per barones nostros quod sive tempore pacis vel tempore werre nostre, sicut predictum est, illuc venerint, filiam suam libere..... et si de eo humaniter contigisset, ad ipsam maritandam *secundum consuetudinem de Buluneis* per consilium amicorum suorum, si vere..... quod absit, interim contigisset, barones nostri nichilominus eam libere dimittent ut predictum est (*Rotuli Chartarum*, I [1], p. 58).

(2) Sciatis quod reddidimus Reginaldo de Dammartin comiti Boloniæ Kirketon, Dunham et Norton quod est in comitatu Oxon', Bampt[on], et præterea Norton quod est in comitatu Suff', Ridal et Wrestli'ngehal' et Pedi'nt, cum omnibus pertinentiis suis in dominicis feodis et serviciis sicut ea tenuit die qua illa cepimus in manum nostram. Reddidimus eciam eidem comiti Boloniæ Ixning cum pertinentiis suis salvis militibus et libere tenentibus feodis et tenementis que Matheus pater Ide comitissæ Boloniæ, uxoris sue eis dedit per servicium quod inde debent; et pro defectu aliarum terrarum quas exigit tanquam jus suum et jus uxoris sue predicte Ide, dabimus ei annuatim mille libras sterlingorum..... a Pascha anno regni nostri quatuordecimo, usque in tres annos proximo sequentes, ut interim jus suum et jus uxoris sue possimus inquirere (*Rot. Chart.* I [1], p. 186).

père, Henri II, leur avait octroyé, c'est-à-dire l'exemption du lestage, un droit sur les marchandises dans toute l'Angleterre (1).

Il continua, jusqu'à la fin de son règne, à entretenir des relations de bon voisinage avec eux. C'est ainsi qu'on le voit, le 21 novembre 1215, adressant par lettres de cachet au connétable de Hastings l'ordre de remettre en liberté huit pêcheurs *(marinelli)* de Boulogne dont les noms sont annexés, et de relâcher leurs bateaux et leurs filets qui avaient été saisis par les Anglais *(Rot. lett. Chart.)*.

M^lle Marie BENGESCO

à Paris.

BOISERIES ET DÉCORATIONS INTÉRIEURES DANS LE BOULONNAIS AU XVIII^e SIÈCLE.

[729.62 (44.27 «18»)]

— Séance du 20 septembre —

Qui dit décoration, lambris sculptés ou dorés, dit parure, et j'ai presque des excuses à vous demander de traiter devant vous un sujet qui pourrait vous sembler futile.

Dans un pays où, d'un César à l'autre, on a soutenu tant de sièges, livré tant de combats, il est assez naturel que le souci de la décoration intérieure trouve peu de place.

Cependant on ne peut douter, en lisant la description que l'abbé Haigneré fait de Boulogne au XVIII^e siècle (2), que vous ayez subi l'attrait qu'exerçait, d'un bout de l'Europe à l'autre, la décoration française peinte ou sculpturale.

C'est vers 1722, lorsqu'il entra en charge, que le maïeur, Achille Mutinot, en relevant le commerce du hareng, des thés et des eaux-de-vie, fit naître une prospérité qui donna l'essor à la création de nouveaux quartiers et à l'embellissement ou plutôt au rajeunissement des vieilles demeures de la ville de Boulogne.

Nous avons cherché à savoir ce qu'y avait été la décoration intérieure au XVIII^e siècle et particulièrement cette sculpture en bois qui, dans l'Ile de France, jeta un éclat incomparable sur l'art décoratif français, depuis les dernières années du règne de Louis XIV, jusqu'au commencement de l'Empire.

(1) Precipimus quod homines de Bolonia sint quieti de lestagio per totam Angliam, et prohibemus quod nullus super hoc eis injuriam vel contumeliam faciat super x libras forisfacture sicut carta H. Regis patris nostri rationabiliter testatur. Lettre du 1201 (4 avril) — *Rot. Chart.* I [1], p. 95).

(2) Dictionnaire archéologique du Pas-de-Calais.

D'une manière générale, la sculpture n'a pas été l'élément essentiel de votre décoration, elle a plutôt servi de cadre à la peinture et presque toujours, lorsque sculpture et peinture concourent à une ornementation soit religieuse, soit civile, la supériorité de cette dernière se manifeste d'une façon évidente.

Le Boulonnais a pourtant eu des sculpteurs en bois de renom puisque en 1703, lorsque les religieux de Saint-Josse firent faire à leurs frais le retable du grand maître-autel *(fig. 1)* de l'église Saint-Michel à Étaples, ils en chargèrent le boulonnais Crouy.

Et ce sculpteur en bois avait eu des ancêtres de métier, car, bien avant cette époque, dans la seconde moitié du XVII^e^ siècle, nous voyons, dans un marché conclu le 1^er^ janvier 1667 avec Pierre Berrichon, menuisier, pour la façade du retable des Minimes, que les ornements sont donnés à M. G. Ennuyer, « maistre menuisier et sculpteur de cette ville (1) ».

Le retable de l'église d'Étaples me paraît être le plus important morceau de sculpture religieuse en bois dans le Boulonnais au XVIII^e^ siècle. Il est construit d'une forte architecture composée d'un arc en plein cintre dans lequel s'encadre une crucifixion peinte sous l'influence flamande, d'un entablement soutenu par des colonnes corinthiennes, d'une corniche à ressauts couronnée par un cartouche soutenu par des anges ; de leurs mains partent des guirlandes qui vont rejoindre les vases chargés de fruits qui se trouvent à l'extrémité de la corniche. Le retable est terminé des deux côtés par des volutes à feuillages avec traînées de fleurs.



FIG. 1. — Maître-autel de l'église Saint-Michel, à Étaples.

Les fleurs sont larges, épanouies, rendues dans tous leurs détails, sans transformation ornementale. Entre le cadre du tableau et les colonnes corinthiennes prennent place deux panneaux sculptés en haut relief. Il y

(1) Deseille, l'*Année Boulonnaise*.

a dans les bustes terminés par des grappes de fleurs une force et une verve toutes flamandes. Les figurines du tabernacle sont d'un moins bon style. Les petits bas-reliefs du Christ et de la Vierge sous les traits de Louis XIV et de madame de Maintenon suffiraient à dater le travail si l'on ne savait que ces boiseries avaient été exécutées entre 1703 et 1707. Ainsi alors que le style de la Régence se préparait, que l'ornementation s'allégeait, on s'en tenait dans le Boulonnais aux motifs décoratifs du commencement du règne.

L'art provincial a toujours été en retard sur l'art pratiqué dans l'île de France, mais c'est surtout dans le Boulonnais que les artistes restèrent attachés pendant plusieurs générations aux mêmes modèles. Il serait donc bien imprudent de dater, sans preuves d'archives, la partie décorative de ses monuments.

Comme sculpture religieuse on a un ensemble des plus complets à Boulogne même, dans la chapelle Saint-Louis, consacrée en 1702, et servant encore de lieu de prière aux malades.

Le chœur est orné de lambris décorés de pilastres et de chérubins ; le retable, moins développé que celui d'Étaples, se compose d'un arc en plein cintre, d'une frise soutenue par des pilastres cannelés, d'un fronton et enfin des deux volutes qui, ici comme ailleurs, terminaient les retables à cette époque ; pour ce dernier motif le même modèle a dû servir aussi bien à Crouy qu'à l'artiste qui sculpta le retable de Saint-Louis.

Le tabernacle et la chaire paraissent appartenir à une époque plus récente ; en tous cas certains détails d'ornementation, ajoutés peut-être après coup, tels que les morceaux des frises, les feuillages plats coupés par des rosaces, sont très voisins du style Louis XVI et touchent même à l'Empire. Le tabernacle contient deux bons morceaux de sculpture. Ce sont les petits panneaux en bas-relief sur lesquels sont groupés deux par deux les évangélistes avec leur attribut. Portés sur des nuages, ils n'ont rien de la mignardise ordinaire à ce genre de composition. Le dessin en est sobre, expressif, l'ouvrier possédant la légèreté de main propre aux sculpteurs français de toutes les époques. La chaire couronnée par un dôme à baldaquin, porte également sur ses panneaux l'image des évangélistes entourés de nuages. Le ciseau est moins habile, le geste à la fois retréci et déclamatoire. La construction rappelle celle de la chaire de l'église des Cordeliers, qui a trouvé asile dans la cathédrale.

Les chaires du XVIII^e^ siècle, dont le dôme est surmonté d'une renommée qui trompette la parole de vérité, appellent peu le recueillement. Sachons gré à nos artistes de n'avoir pas amplifié l'ornementation que la sculpture religieuse au XVIII^e^ siècle prenait plaisir à surcharger d'éléments inutiles et de figures ronflantes. Ils ont su garder une sobriété relative, et oublier leurs voisins, les Flamands.

Puisque le couvent des Cordeliers, cher aux magistrats, qui y faisaient dit-on, de fort bons déjeuners le jour de la Saint-François, a presque disparu, nous signalerons, à titre de souvenir, quelques boiseries provenant de leur sacristie, et actuellement recueillies chez un habitant de Boulogne (1); la nomenclature n'en sera pas longue. Ces débris se composent d'un fort joli dessus de porte à coquilles et à guirlandes, d'un tout petit panneau où la cordelière s'enroule autour d'une hache et d'un marteau, et d'un grand panneau dont le champ est libre, avec quelques sculptures dans les écoinçons.

Le retable de Saint-Nicolas n'est qu'une architecture sculptée, les pampres qui décorent les colonnes torses sont dorés; l'usage de la dorure sur le bois qui a conservé sa couleur naturelle, est fréquent en Belgique et dans le nord de la France.

Parmi les boiseries qui lambrissaient les monuments civils, celles de l'hôtel de ville sont les seules qui soient restées à peu près intactes. On peut en admirer la belle ordonnnace, cette suite de grands panneaux formant encadrement séparés par de petits panneaux finement décorés d'une arabesque terminée par un fleuron. Une traverse d'un caractère un peu massif, traverse que nous retrouvons dans les battants de porte des armoires, sert de couronnement aux cadres dans lesquels prennent place les portraits des gouverneurs du Boulonnais. L'hôtel de ville ayant été reconstruit en 1734, on peut placer la confection de ses lambris entre 1734 et 1740. A cette époque, l'art si élégant et si délicat qui avait pris naissance dans les dernières années du règne de Louis XIV subissait une crise. Le Turinois Meissonnier avait répandu partout ses modèles d'ornementation dessinés d'une main habile, mais avec une fantaisie bizarre. Les cartouches contournés, les déformations de la coquille et de ses stries affectaient les formes les plus bizarres. Ici on a échappé à cette maladie d'importation étrangère qui, fort heureusement, n'atteignit tout son développement qu'en Italie, en Allemagne et en Espagne. Les dessins dont s'y servaient les sculpteurs en bois sont sobres et symétriques; en revanche ils pèchent par une certaine monotonie. C'est la répétition constante des mêmes motifs que nous retrouvons non seulement dans la même pièce, mais encore dans le même édifice. Le petit salon contigu à la salle des mariages est garni de lambris conformes à ceux que nous venons de décrire; il contient un portrait de Louis XV attribué à Restout, et placé dans un beau cadre en bois sculpté dont le mascaron forme à lui seul une véritable œuvre d'art. Au dessus des grands panneaux de ces deux pièces, on remarque d'autres petits panneaux dont le champ est resté vide. Ils étaient ordinairement réservés

1. M. Magnier, rue Faidherbe.

aux trophées : trophées de sciences ou d'arts, trophées de guerre, trophées d'amour, trophées champêtres, que sais-je encore, glorification de tout ce qui était un métier ou un plaisir. C'est ainsi que sur les parois des murs le Moyen Age inscrivait des devises, que la Renaissance enlaçait des chiffres pour donner une physionomie à un intérieur, pour célébrer tout haut dans son foyer ce qu'on avait dans le cœur. Nous avons constaté avec regret une absence presque totale de cet élément décoratif dans les boiseries que nous avons été à même d'examiner. La Sénéchaussée démolie en 1850, avait sa salle d'audience lambrissée de boiseries à peu près semblables à celles de l'hôtel de ville. L'ordonnance en est différente; les grandes armoires avec leurs courbes gracieuses rompent la monotonie des lambris, mais le sculpteur a placé sur les panneaux des motifs peu nombreux et dont le dessin se rapproche de celui des sculptures de l'hôtel de ville. L'entrepreneur qui avait acheté ces boiseries comme matériaux de démolition, en a trouvé l'heureux emploi dans une des pièces de la maison appartenant à M. Farjon.

Le palais des ducs d'Aumont occupé par les Dames Ursulines, a conservé quelques boiseries; malheureusement elles se trouvent dans la partie cloîtrée de la maison, où une règle sévère nous interdit d'entrer.

Quelques boulonnais se souviennent encore d'un salon ovale à panneaux sculptés, compris dans les bâtiments de l'enclos de l'évêché ; nous avons la certitude que ces boiseries ont disparu, il ne reste dans le parloir des Dames réparatrices que les boiseries de la chambre à coucher de monseigneur Haffreingue, lambris à moulures, avec un très léger feuillage sculpté dans les écoinçons.

Rue Saint-Martin, chez les religieuses du Bon-Secours, un salon a conservé son ancienne ornementation. L'ensemble en est fort agréable, mais la sculpture est large, plate, hâtivement faite.

Cet ensemble plaisant à l'œil se retrouve encore dans un salon ovale de l'ancien château de Capécure, devenu aujourd'hui une raffinerie de sel. Trumeaux, armoires, tout est peint en gris, et décoré de gros feuillages peints en vert; aucune finesse dans le détail, mais du goût dans l'arrangement.

Les artistes boulonnais n'ont jamais manqué de goût ni de sobriété.

Je crois qu'on ne doit attribuer la pauvreté de leurs motifs de sculpture qu'à la nécessité où ils se trouvaient de faire vite et à bon marché. Si nous prenons pour exemple les châteaux de Rosamel et de Colembert, ces demeures seigneuriales, grands reflets de la vie du passé, dont l'éclat s'assombrit, mais dont l'image reste toujours fidèle, nous voyons que pour les grandes pièces de réception, on se contentait de cadres destinés à recevoir soit des tapisseries, soit des toiles peintes, dont l'usage est fort fréquent dans le pays.

L'ornementation de la chapelle de Rosamel, d'un goût exquis, est faite toute entière d'un espèce de stuc ou de mortier qui se désagrège facilement, et ce procédé est fréquemment employé dans les chambres des deux châteaux.

La sculpture en plein bois n'a presque pas existé dans le Boulonnais au XVIII^e^ siècle, la faveur s'en est allée vers la baguette fleurie et feuillagée, elle forme des cadres, des médaillons chantournés qui sont toujours placés de la même façon. Au-dessus de la cheminée, sur les trumeaux, et au-dessus des portes, le reste des parois reçoit un encadrement à moulures, dans lequel se logent des toiles peintes et plus rarement des tapisseries. Le plus charmant type de cette décoration se voit au château d'Odre bâti en 1755. Trois salons ont gardé une disposition complète de médaillons et de cadres chantournés à baguettes feuillagées d'un dessin fort délicat: l'intérêt de ces boiseries s'augmente encore des peintures qu'elles renferment. C'est une série de sujets, les uns d'après Chardin, les autres d'après Lancret ; on pourrait, après un examen attentif, retrouver quelques-unes des peintures de ces maîtres dont la copie ne nous est pas parvenue. On est, en outre, très heureux de constater que dans un château où l'on tenait à l'apparat, et le portrait de Louis XV, envoyé par le roi au baron d'Odre après la bataille de Fontenoy, témoigne des relations des propriétaires de ce château avec la cour, on est heureux, dis-je, de voir que Chardin, ce grand peintre de la vie familiale et bourgeoise, était apprécié dans une demeure seigneuriale.



FIG. 2. — Buffet de la salle à manger du château d'Hermerangues.

Dans le petit château d'Hermerangues, qui nous montre des arrangements intérieurs gracieux et pratiques à la fois, car nos ancêtres savaient parfaitement approprier les lieux à leurs besoins, nous retrouvons ces cadres à baguettes fleuries, dont l'un contient une copie d'un tableau connu d'Oudry.

Dans la salle à manger, une niche en arc surbaissé est garnie d'étagères et d'un buffet bas surmonté d'un marbre (*fig.* 2), combinaison pratique et agréable à l'œil; le fond de la niche est orné d'une de ces jolies natures mortes où les vases, les fleurs, les fruits et les orfèvreries marient leurs tons charmants.

Au château de Colembert, deux autres niches se faisant face sont réservées aux fontaines. A Hermerangue, ces deux niches sont placées dans le vestibule.

Dans plusieurs maisons de la haute ville, les cadres contiennent des camaïeux bleus qui dépassent la moyenne ordinaire de ce genre de décoration (1); un peintre de l'école de Boucher a dû passer dans le Boulonnais, car nous avons vu un fort joli spécimen de camaïeu bleu à Étaples (2) dans une fort curieuse maison qui a été une raffinerie de sel en fraude, un souterrain l'unissant à la mer.

Enfin, la même facture se retrouve à Samer (3), nous avons là toute une décoration en camaïeu bleu, et cette fois au lieu d'amours, le peintre a dessiné avec beaucoup d'esprit des chinoiseries.

Vous voyez que le Boulonnais n'a été étranger à aucune des modes charmantes qui se sont succédé pendant le XVIII^e^ siècle, son art décoratif est un art d'imitation, mais il a bien su choisir ses modèles.

Nous n'avons pu voir qu'une partie de la région, ceci n'est qu'un titre de chapitre, nous espérons que les érudits du pays compléteront et rectifieront au besoin ce petit travail.

M. G. H. PALMER

Bibliothécaire au South Kensington de Londres.

NOTICE SUR LE CHATEAU DE DOUVRES (5) [723.42 (42.2)]

— Séance du 20 septembre —

L'histoire de cette belle forteresse ancienne, considérée pendant des siècles comme la clef de l'Angleterre, longtemps avant l'époque romaine, semble avoir été pour les Bretons un camp retranché ; le rempart suivait proba-

(1) Notamment chez M^lle^ Legros, rue de l'Oratoire.
(2) Chez M. Maillet, pharmacien rue de Montreuil.
(3) Castel Louis XV, chez M. Macloud Fourdinier.
(4) Appartenait à M^me^ Louis Carmier.
(5) Traduction par M. Henri Malo.

blement la crête de la hauteur, sur la ligne de l'enceinte extérieure du moyen âge.

Le fossé a été creusé, et a subi d'autres modifications au cours de époques postérieures ; mais M. Clark, dont la mort récente nous a privés de la plus grande autorité en matière d'architecture militaire du moyen âge en Angleterre, pensait que « le tracé général est suffisamment clair » et que « l'on peut présumer avec certitude, d'après son aspect propre, qu'il est breton. »

Jules César nous dit qu'il attendit en vain, lors de sa première visite en Bretagne, les vaisseaux avec sa cavalerie, sur un emplacement dont la description correspond exactement à Douvres, mais qu'il n'essaya pas d'effectuer là un débarquement, trouvant les hautes falaises fortement occupées. Ses troupes rencontrèrent un vigoureuse résistance, lorsqu'elles débarquèrent sur un point moins élevé de la côte, probablement près de Deal. Cette année-là (55 avant J.-C.) il ne resta pas longtemps dans l'île, mais il revint l'année suivante avec des forces beaucoup plus considérables et débarqua encore au même point. Cette fois il traversa tout le Kent, et pénétra même au-delà de la Tamise. Il doit avoir eu connaissance de *Douvres*, et le fait qu'il n'en fait plus mention, prouve qu'il n'y avait pas là de point de ralliement important pour les Bretons, qu'il eût été imprudent pour lui de négliger sur ses derrières.

Près d'un siècle se passe avant que Rome fasse encore sentir son pouvoir dans l'île, cette fois pour en prendre possession pendant longtemps. Aulus Plautius y vint en 43, avec quatre légions, et son maître, l'empereur Claude, le suivit peu après pour partager la gloire des exploits de ses soldats. Peu d'années auparavant, Caligula avait bâti un grand phare, la fameuse Tour d'Odre, près de Boulogne, et il semble que bientôt après on ait pris des mesures semblables pour venir en aide aux marins sur la côte bretonne. En tout cas, on est généralement d'accord pour assigner à cette époque l'origine des phares du château de Douvres.

Cette construction ne semble pas avoir été la seule ; elle dut avoir un pendant sur les hauteurs de l'autre côté du port, et des fondations, que l'on suppose être celles de ce deuxième phare, ont été découvertes au cours de ce siècle dans la *drop redoubt*.

La Tour d'Odre s'écroula en 1644 ; mais d'après des récits anciens et des reproductions, nous savons que c'était une grande construction octogonale (peut-être comme les phares du château, avec une structure intérieure carrée) s'élevant « en 12 entablements surmontés d'une arcade de plan carré à une hauteur de 124 pieds, sans y comprendre 6 pieds de fondations. Le premier étage avait 224 pieds de circuit, la circonférence du dernier était de 30 pieds. Il y avait une porte à chaque angle et par conséquent 96 portes, non compris celle de la lanterne ». Le type anglais est

beaucoup plus petit. Dans sa hauteur actuelle de 42 pieds, nous pouvons compter 5 étages, depuis les ouvertures en plein cintre sur les côtés (non dans les angles). Ces ouvertures sont pour la plupart bouchées à l'heure actuelle, mais il en est auxquelles nous devrons nous reporter à un autre point de vue. L'intérieur forme un carré de 13 pieds 7 pouces de côté, l'extérieur un octogone qui diminue graduellement, l'épaisseur du mur variant de 12 pieds à la base à environ 7 pieds au sommet. Cette diminution me semble peut-être produite par la succession des entablements, comme pour la tour de Boulogne. Le sommet fut probablement aminci davantage lorsque, à peu près certainement au XIIIe siècle, on ajouta un étage pour loger des cloches, et on ajouta à l'ancienne maçonnerie une chemise de pierre. La plus grande partie de cette dernière refaçon est tombée, mais l'ancien ouvrage peut mieux s'étudier maintenant à l'intérieur, où nous voyons qu'il se compose d'une maçonnerie de pierre avec deux ou trois rangées de briques romaines tous les 4 pieds.

Voyons maintenant l'église attenante. Les phares ne sont pas orientés exactement suivant les points cardinaux, de sorte que la façade ouest de l'église n'est pas parallèle à la face orientale du phare, bien qu'elle lui ait été reliée. Le fait que l'orientation de l'église donne ce résultat prouve presque certainement : 1° qu'elle est postérieure au phare ; 2° que ce fut à l'origine un édifice religieux. Beaucoup contestent ce second point ; le dernier historien de Douvres, le révérend S. P. Statham, est un de ceux qui pensent que la nef et la tour sont un réduit romain des premiers temps, auquel la haute levée de terre qui l'entoure forme une enceinte extérieure. Il donne une grande importance au fait que les fondations de la tour centrale de l'église sont ininterrompues ; mais je pense que l'on pourrait expliquer ce point autrement.

M. Clark n'a pu trouver aucune trace de travail romain dans la levée de terre dont nous venons de parler, ni même dans aucun des ouvrages qui restent, et il pense que les phares, seuls de tout ce qui se trouve sur la hauteur, peuvent être attribués aux Romains en toute certitude. On a, à la vérité, parlé d'un camp élevé sur les hauteurs par Astorius Scapula, mais la station romaine permanente devait se trouver plus bas, près du port, à l'intérieur de la ville actuelle, où l'on a essayé, avec un certain succès, d'en tracer la ligne de murailles, et où on a trouvé des bains importants et d'autres restes. Des briques de la construction de ces bains portent la marque de la première cohorte britannique. M. Statham pense que la tour et la nef furent converties en église au IVe siècle ; d'autres assignent cette date à la première érection de la construction.

Je ne puis cependant considérer son existence comme prouvée, à aucun moment de la période romaine. Quant au caractère rappelant une forteresse, il dérive naturellement de sa position à l'intérieur du château, où

on l'adapta naturellement aussi pour s'en servir comme d'une défense intérieure.

Les Romains quittèrent le pays au v^e^ siècle ; en 591, saint Augustin et ses moines apportèrent le christianisme au pays devenu l'Angleterre, et commencèrent leur mission dans le royaume de Kent, gouverné par Ethelbert. On dit que saint Augustin lui-même consacra à nouveau l'église du château de Douvres peu après, mais ceci n'a d'autre autorité que la tradition ; on dit aussi que le fils d'Ethelbert, Eadbald, y établit avant l'année 640, un collège d'ecclésiastiques, que plus tard Wihtred, en 725, transporta au prieuré de Saint-Martin, qu'il fonda dans la ville à leur usage. Sir Gilbert Scott attribue au temps d'Eadbald l'église du château, que, si nous adoptons cette hypothèse, nous devons considérer pour la plus grande part comme le travail des missionnaires romains. Il restaura entièrement l'église en 1860-1861, et pensa que tout ce qu'il trouva alors dénotait une origine saxonne.

Aujourd'hui cependant, plusieurs personnes faisant autorité, tout en étant d'accord que ce travail est saxon, lui assignent une date ultérieure et le considèrent comme un peu antérieur à la conquête. A leur tête, M. J. T. Micklethwaite a étudié les églises saxonnes, et particulièrement leur plan dans le volume LIII de l'*Archeological Journal ;* il n'est pas loin de faire la preuve de cette opinion.

L'église avait évidemment une galerie occidentale à laquelle on accédait en venant des phares et en passant par la porte qui a été transformée en fenêtre à l'extrémité occidentale. La tour centrale possède plus haut une ouverture à laquelle probablement on accédait aussi des phares par le toit. M. Micklethwaite cite d'autres exemples d'habitations reliées à des églises saxonnes, particulièrement dans les tours ouest, et également des cas où ces tours sont reliées à des galeries qui devaient servir probablement à prier la nuit. Avant de quitter le problème de l'église, en émettant l'avis qu'elle est des x^e^ et xi^e^ siècles, nous parlerons de l'histoire subséquente du bâtiment. C'est à peu près certainement pendant la seconde moitié du xii^e^ siècle que le chœur fut voûté, reçut ses fenêtres à arc en tiers-point et la stalle de pierre ; c'est à cette époque qu'il faut rapporter la porte nord de la nef, la voûte du carré du transept, l'agrandissement des arcs correspondant aux bras du transept, et peut-être les deux niches dans le mur oriental des bras du transept, (primitivement ornées de dais voûtés). Les ædilia et les piscines de l'extrémité est de la nef datent d'environ 1225, et l'autel qui s'y trouvait devait probablement servir à la garnison. Les soldats étaient responsables de la lumière qui brillait sur cet autel au moins dès 1267, et on perça, sans doute pour eux, une petite fenêtre dans le mur ouest.

Il semble que l'église ait été maintenue en bon état jusqu'au règne d'Eli-

sabeth, mais elle fut ensuite négligée et on la dépeint comme une ruine sans toit au XVIII^e siècle. Elle servit longtemps de magasin, même de dépôt de charbon ; la soigneuse restauration de sir George Scott, en 1860-61, l'appropria de nouveau au service divin. Lui et son entrepreneur ont heureusement publié ce qu'ils ont trouvé alors dans l'*Archeologia Cantiana* Enfin nous devons à M. Butterfield, en 1890, l'addition d'une « lancet » au chœur et la décoration des murs en mosaïque.

Passons maintenant de l'église à la forteresse. Il paraît certain que de bonne heure les Saxons eurent là un réduit fortifié, bien que ce ne soit guère qu'au XI^e siècle que nous ayons des renseignements à ce sujet. Nous ne trouvons aucune mention certaine du château dans les relations de la tentative du comte Eustache de Boulogne, pour se retrancher avec ses hommes dans la ville de Douvres, lorsqu'il revint de faire en 1051, une visite à son royal beau-frère à Glocester ; mais dans plusieurs versions de la lutte entre Harold et Guillaume de Normandie, nous voyons qu'on donne une très grande importance à la forteresse et à son puits. Le séjour de Harold en Normandie, où, en fait, il se trouva prisonnier, quelle que soit la vérité à ce sujet, se place en 1064. Guillaume de Poitiers dit dans sa chronique que Harold, en prêtant serment, s'en rapporta au château comme « studio atque sumptu suo communitum ». Ceci veut dire que bien qu'il ne fût pas le premier à avoir dressé des ouvrages en cet endroit, il avait fait fortement travailler à la forteresse; nous devons assigner à ces travaux une date postérieure à 1053, époque à laquelle il succéda à son père en qualité de comte de cette province de l'Angleterre. Si nous acceptons comme date de l'église la plus tardive, c'est à lui qu'il faudrait l'attribuer.

On a l'état d'une dépense de plus de 4.500 livres sur cette partie du château et sur les nouveaux ouvrages avancés vers le nord, que Hubert de Burgh jugea nécessaires à la suite de l'attaque des Français, lors du siège activement poussé, mais infructueux, de 1216 par le Dauphin. La vigoureuse résistance de Hubert, la mort de Jean Sans Peur et la victoire navale qu'il remporta l'année suivante à la tête de la flotte des Cinq-Ports, rendirent inévitable le retour du Dauphin en France. L'enceinte extérieure resta alors à peu près ce qu'elle est maintenant, bien que depuis on ait retravaillé la plupart des tours et que la porte du Connétable, peut-être la plus belle en son genre qui existe en Angleterre, soit entièrement de style flamboyant. On a, à une époque récente, refait entièrement l'enceinte du côté du sud. Dans les parties anciennes, la forme des tours est très variable et on peut y étudier plusieurs variétés de défenses de flanquement.

La seconde enceinte enferme la grande levée de terre saxonne qui se trouve autour de l'église ; elle se dirigeait vers la falaise au-delà des murs, à peine visibles maintenant, qui la reliaient aux travaux extérieurs. La

porte de Peverell indique l'endroit où un de ces murs de traverse les rejoignait. La porte conduisant à cette enceinte intermédiaire, Colton Gate, est encore debout, mais à l'état de ruine. Elle détermine l'emplacement de l'entrée saxonne, mais c'est un travail normand, dont le haut a été refait postérieurement. En face, se trouvait une des trois tours avancées ; celle-ci et celle de l'est qui se correspondaient, étaient carrées et probablement de l'époque normande, tandis que celle qui se trouvait juste en face de la levée de terre était circulaire et sans doute du XIII^e^ siècle.

L'enceinte intérieure et le donjon sont de la fin de l'époque normande, M. Clarke pense que 1153 est la date de construction du donjon ; elle correspond exactement avec l'aspect de la construction ; mais de 1153 à 1180 nous ne trouvons dans les Pipe Rolls de dépenses que celles nécessitées pour les réparations. De 1180-1187, on dépense beaucoup d'argent, assez pour bâtir trois châteaux ordinaires ; d'après d'autres comptes, plusieurs chapitres de ces dépenses sont affectés spécialement à la « turris » et au « cingulus », c'est-à-dire au donjon et à l'enceinte intérieure.

L'enceinte intérieure possède une courtine très élevée et quatorze tours sans projection intérieure qui s'élève derrière. La plus grande partie de la maçonnerie a été recrépie ou rebâtie, mais en général suivant le plan ancien. Les constructions qui sont adossées sont les unes anciennes, les autres modernes, mais de même style. Cette enceinte a deux portes : *King's Gate* au nord, *Palace Gate* au sud. Chacune avait un « portcullis » et un ouvrage avancé. Cet ouvrage est resté suffisamment complet au nord, mais la porte du sud a presque entièrement perdu le sien.

Le donjon se dresse absolument seul au milieu de l'enceinte. Il a 96 pieds carrés et 93 pieds de haut de la base au sommet. Les murs ont à la base de 17-21 pieds ; outre cette épaisseur exceptionnelle, ils présentent cette particularité d'enfermer vingt-sept chambres dans leur épaisseur. L'intérieur est divisé en deux moitiés par un mur de traverse. Puis, nous trouvons ainsi à chacun des trois étages deux chambres d'un peu plus de 50 pieds de long sur plus de 20 pieds de large. L'entrée principale se trouve dans un bâtiment avancé comportant trois tours ; elle conduit par des approches bien défendues, qui méritent une étude sérieuse, au principal étage, le deuxième, où les deux belles salles sont empâtées dans une lourde voûte en briques, construite au siècle dernier pour soutenir une plate-forme à canons, et remplissant la moitié de leur élévation. L'une contient de vieilles armes dont quelques-unes sont très intéressantes, l'autre contient des fusils modernes. On accède aux différents étages par des escaliers bien éclairés qui vont du sol jusqu'au toit, et se trouvent dans les angles N.-O et S.-E. L'orifice du principal puits est dans une chambre du deuxième étage prise dans l'épaisseur du mur. Pourtant, la maçonnerie est exceptionnellement plane, sans presque aucune trace d'ornementa-

tion, sauf dans la chapelle du bâtiment avancé, qui méritent d'attirer l'attention et offrent des détails très semblables à ceux que nous avons notés dans l'église, et qui sont contemporains.

Le dernier siège du château auquel j'ai fait allusion est de 1216; bientôt, la forteresse eut à traverser des époques troublées; elle changea plusieurs fois de mains, lors de la guerre des barons contre Henri, avant que le prince Henri l'eût définitivement occupée à nouveau pour le roi en 1265. Plus tard, Édouard IV et Henri VIII firent beaucoup pour elle; on trouve des traces des Tudor dans les cheminées, etc., du donjon, mais après le règne d'Élisabeth, le château fut très négligé. Un reste de cette époque est le superbe canon de 24 pieds de long, enrichi d'armes royales, de superbes arabesques, fondu à Utrecht en 1544, et qui passe pour avoir été donné à Élisabeth par la Hollande. Au début de la guerre civile, la faible garnison du château fut surprise par une très petite troupe au profit du Parlement, et un grand effort des royalistes pour le reprendre resta infructueux. Ce n'est plus que lors des guerres américaine et française, à la fin du XVIII^e^ siècle, que le génie militaire y fit, et a continué à y faire, depuis, des travaux souvent regrettables.

Les autres circonstances où le château a pris rang dans l'histoire, les visites de rois, les départs d'expéditions, etc., ainsi que l'intéressante histoire des différents projets pour le conserver et le défendre, sortent du cadre de cette étude et ne peuvent être traitées ici.

M. le D^r^ LEWIS JONES,

de Londres.

SUR LE TRAITEMENT ÉLECTRIQUE DE L'INCONTINENCE D'URINE DIURNE ET NOCTURNE

[616.63 : 615.84]

— Séance du 15 septembre —

L'incontinence d'urine est un symptôme pour lequel l'électricité a été souvent recommandée; aussi me demande-t-on fréquemment d'entreprendre son traitement électrique lorsque les médicaments ont échoué.

Tous ces cas d'incontinence ne sont pas seulement nocturnes, car, dans certains d'entre eux, surtout chez les jeunes filles, l'enquête révèle un certain degré d'incontinence diurne aussi bien que nocturne; on peut constituer un troisième groupe des cas dans lesquels l'incontinence ne

se produit que pendant le jour. La comparaison de ces trois groupes m'a suggéré les idées suivantes concernant leur nature :

1° L'incontinence purement nocturne peut coexister avec un sphincter urétral parfaitement efficace tant que le sujet est éveillé. Ce n'est pas le jour ou la nuit qui détermine l'incontinence, mais l'état de sommei. ou de veille. Ainsi un sujet atteint d'incontinence nocturne peut laisser s'écouler l'urine en tombant endormi sur un siège pendant le jour; c'est une règle que les sujets atteints d'incontinence nocturne dorment très profondément, et ceux dont l'incontinence est occasionnelle y sont plus exposés quand, par suite de fatigue, ils dorment plus profondément.

En fait, l'incontinence nocturne, comme celle des états comateux, tient à ce que le contrôle cérébral des centres automatiques lombaires est défectueux, et disparaît dès que le sommeil atteint un certain degré d'intensité. On peut dire que chez les sujets atteints d'incontinence nocturne, le mécanisme de la mixtion est resté à l'état infantile par défaut d'éducation des centres supérieurs de contrôle.

Le traitement doit donc s'appliquer à faire l'éducation de ces centres, à les mettre de nouveau en rapport avec les centres lombaires. Dans mon opinion, l'électricité agit d'une façon réflexe par l'intermédiaire des impressions douloureuses qu'elle produit; c'est pourquoi j'emploie chez les garçons une électrode périnéale, et chez les filles une électrode en forme de gland placée dans la vulve; je stimule fortement la région pendant sept ou huit minutes avec le courant d'une bobine d'induction, puis pendant deux minutes, je produis trente à quarantes chocs successifs par le courant galvanique renversé.

Habituellement la première application produit un effet considérable en réduisant la fréquence des accidents nocturnes. Le traitement doit être continué pendant plusieurs semaines, la principale difficulté étant de faire disparaître les dernières traces d'une habitude ancienne. Lorsque cela est possible, on doit apprendre au malade à coopérer au traitement en s'appliquant lui-même à corriger son habitude, et le temps nécessaire à la guérison dépend, en partie, de l'intelligence du sujet. Celle-ci n'est pas toujours d'un degré très élevé chez les malades atteints d'incontinence nocturne.

Je prescris au malade de s'habituer pendant la veille à retenir l'urine aussi longtemps que possible dans la vessie à laquelle on impose ainsi une sorte de gymnastique pour l'accoutumer à tolérer son contenu. Je recommande d'éviter la fatigue et les veilles prolongées, je fais placer dans la chambre une horloge frappant fortement les heures. Je n'impose aucune restriction en ce qui concerne la diète alimentaire ou la quantité de boisson.

De cette manière, j'ai obtenu d'excellents résultats ; l'incontinence

nocturne, non compliquée, tend vers la guérison spontanée lorsque les enfants grandissent, et le traitement suffit habituellement pour obtenir une guérison permanente dans quelques semaines ou quelques mois.

Le second groupe, avec faiblesse diurne, comprend surtout des femmes. Le sphincter de la femme est à peine suffisant pour retenir le contenu de la vessie et pour cette raison un certain degré d'incontinence se produit plus facilement chez les filles que chez les garçons, autant que j'en puis juger d'après l'âge de mes malades. Sur 80 cas, j'ai trouvé seulement 2 garçons au-dessus de dix-sept ans et 13 filles de dix-huit à vingt et un ans. Naturellement, avec un sphincter faible, l'incontinence nocturne est plus difficile à guérir.

Pour le traitement électrique de l'incontinence nocturne avec faiblesse diurne chez les filles, j'emploie une électrode différente, ayant la forme d'une sonde de métal nu que j'introduis dans l'urètre, j'agis directement de cette manière sur le sphincter tout en produisant la stimulation générale précédemment décrite.

Les résultats sont bons, quoique plus longs à obtenir que dans les cas d'incontinence purement nocturne. Souvent une légère amélioration dans les conditions du sphincter suffira pour permettre à la malade de se tenir sèche, excepté peut-être lorsqu'elle éternue ou tousse fortement.

Je considère les cas du troisième groupe, incontinence purement diurne, comme résultant d'un défaut de l'urètre ou du sphincter, et comme entièrement différents de ceux dans lesquels le sommeil joue un rôle prédominant. J'ai noté vingt de ces cas traités par moi, et plus de la moitié chez des femmes mariées qui avaient eu des enfants. Parmi les autres cas, on en trouve de consécutifs à la dilatation chirurgicale de l'urètre, et un, une rareté, présentant un défaut congénital de formation de l'urètre avec absence de clitoris, celui-ci étant représenté par deux petites caroncules largement séparées l'une de l'autre.

Le traitement électrique fut utile dans plus de la moitié de mes cas de ce groupe, il fut appliqué à l'aide de la sonde métallique.

J'ai intentionnellement omis, dans ce mémoire, les cas d'incontinence dus à la paralysie, à la cystite, aux états irritables des organes urinaires, mais je tiens à mentionner le fait que l'incontinence d'urine peut être le symptôme principal du *spina bifida occulta*, et c'est un fait à se rappeler dans l'examen d'un cas qui ne serait pas purement nocturne.

M. le Dr LEDUC

Professeur à l'École de médecine de Nantes.

RAYONS ÉMIS PAR UNE POINTE ÉLECTRISÉE (1)

— Séance du 15 septembre —

Une pointe, en rapport avec l'un des pôles d'une machine électro-statique, l'autre pôle étant isolé, est un centre actif de production de rayons non éclairants, exerçant à distance une action photographique qui permet d'en effectuer l'étude.

Une plaque photographique, au gélatino-bromuré d'argent, placée dans une complète obscurité, en face de la pointe, à une distance de 10 à 40 centimètres et même davantage, est impressionnée en quelques secondes.

Les deux pôles produisent les rayons ; mais le pôle négatif a un rayonnement plus intense et donne les meilleurs résultats. Avec le pôle négatif, on évite la production d'une aigrette à la pointe sur laquelle il n'existe qu'une petite lueur violette à peine visible, laquelle est le foyer d'émission des rayons.

Des objets interposés entre la pointe et la plaque donnent, alors même qu'ils sont éloignés de la plaque, des silhouettes nettes.

L'image de la source, obtenue à l'aide d'un diaphragme percé d'un trou et placé entre la pointe et la plaque, est un point. La source d'émission est donc condensée au sommet de la pointe, et le faisceau des rayons émis est homocentrique.

Le verre blanc et, en général, les corps transparents pour la lumière blanche sont transparents pour ces rayons, qui impressionnent la plaque photographique malgré l'interposition de ces objets entre la plaque et la source.

Les corps qui ne sont transparents que pour les rayons les moins réfrangibles du spectre sont très opaques pour les rayons des pointes électrisées. C'est ainsi que des plaques de verre vert et jaune, à travers lesquelles une bougie impressionnait fortement une plaque photographique, arrêtaient complètement les rayons de la pointe. Le verre rouge est tout à fait opaque pour les rayons de la pointe.

(1) Nous avons communiqué une note sur ce sujet à l'Académie des Sciences, séance du 12 juin 1899.

Les substances transparentes pour les rayons Rœntgen, mais opaques pour la lumière, telles que le bois, le liège, le papier noir, etc., sont opaques pour les rayons des pointes électrisées, qui, par conséquent, n'émettent point de rayons Rœntgen.

La transparence des corps à l'égard des rayons des pointes électrisées, jointe à l'action photographique de ces rayons, permet de les utiliser pour tirer, en pleine obscurité, d'un cliché négatif, des épreuves positive par contact. Nous avons tiré un grand nombre d'épreuves positives sur papier au gélatino-bromure avec ces rayons non éclairants (1).

Les rayons des pointes électrisées sont réfléchis par toutes les surfaces polies réfléchissant la lumière. On peut donc, à l'aide de miroirs, constituer des faisceaux de formes déterminées, les diriger dans un sens voulu et les étudier en les interceptant avec une plaque photographique sur laquelle ils impriment leur section.

Ces rayons sont également réfractés par les milieux transparents, d'où la possibilité de les dévier et de les disperser par le prisme, de concentrer leurs faisceaux à l'aide de lentilles.

Ils subissent dans les milieux cristallisés la double réfraction, se polarisent, provoquent la fluorescence et la phosphorescence, et semblent posséder toutes les propriétés des rayons ultra-violets du spectre auxquels ils semblent identiques.

Finsen, de Copenhague, a fait connaître l'efficacité remarquable des rayons chimiques du spectre pour le traitement de certaines dermatoses, du lupus en particulier.

Ce traitement exige un matériel et une installation qu'un spécialiste seul peut posséder. Avec une machine électro-statique, susceptible de rendre tant d'autres services, il suffira d'une électrode spéciale concentrant les rayons émis, pour faire agir en un point des téguments un faisceau intense de rayons chimiques et mettre à la portée de tous les malades les avantages de ce traitement.

On ne doit pas oublier la nécessité d'anémier les téguments en les comprimant à l'aide d'une plaque transparente aux rayons pour éviter l'absorption par le sang et permettre leur pénétration.

Le souffle et l'effluve électrique sont toujours accompagnés de ces rayons chimiques non éclairants, dont il faudra maintenant tenir compte, toutes les fois que l'on voudra interpréter les actions physiques, chimiques et biologiques de l'effluve et du souffle.

Certains auteurs, M. le Professeur Doumer, en particulier, ont signalé l'efficacité du souffle et de l'effluve électrique dans le traitement de certaines dermatoses; ces auteurs appliquaient ainsi, sans le savoir, le

(1) Nous trouvons préférable l'expression (rayons non éclairants) à celle de lumière noire appliquée par M. G. Lebon à des rayons analogues observés par lui dans des conditions bien différentes.

même agent que Finsen, et la concordance des effets obtenus, plaide fortement en faveur de la méthode.

Les pointes électrisées avc des décharges intermittentes émettent également des rayons chimiques, mais les résultats nous ont paru bien meilleurs en employant la décharge continue des machines électro-statiques.

M. le Dr PANSIER

d'Avignon

L'EMPLOI DE L'ÉLECTRO-AIMANT POUR RECHERCHER ET DÉCELER LES PETITS DÉBRIS DE FER DANS LES YEUX ÉNUCLÉÉS

— Séance du 18 septembre —

L'électro-aimant rend, en oculistique, pour l'extraction des corps étrangers métalliques (1) de l'œil, des services dont l'importance n'est pas à contester : je veux seulement attirer l'attention sur son emploi pour rechercher les corps étrangers métalliques dans l'œil énucléé. La question paraît avoir, au premier abord, peu d'intérêt, mais, en y réfléchissant, on se rendra compte qu'il n'est pas sans utilité de pouvoir déceler et démontrer la présence dans un œil d'un débris de fer ou d'acier de petite dimension, surtout quand il s'agit d'un rapport ou d'une expertise médico-légale. Voici d'ailleurs le fait dans toute sa simplicité :

J'énucléai, dernièrement, un œil pour une irido-cyclite grave mais banale en sa marche : le seul point intéressant et délicat était de déterminer l'origine et la cause exacte de l'affection. En effet, le malade me réclamait une attestation pour intenter une action judiciaire, donnant comme cause de son affection un corps étranger qu'il aurait reçu dans l'œil, et voulant rendre responsable de l'accident la compagnie pour laquelle il travaillait.

L'œil énucléé, ma première idée fut de recourir à la radiographie; en y réfléchissant, j'y renonçai vite : le corps étranger probablement métallique, s'il existait, était extrêmement petit, et les renseignements que m'aurait fournis cette méthode auraient été insuffisants pour servir de base à mon rapport médico-légal. J'eus alors l'idée de recourir à l'électro-aimant, et voici comment je procédai : le corps du délit devait se trouver dans l'iris ou la région ciliaire; je sectionnai l'œil en deux parallèlement à l'iris; le vitré ramolli s'étant échappé, je cons-

(1) Métallique ne comprend ici que fer, acier ou fonte.

tatai l'absence de cristallin qui rendait moins douteuse la présence du corps étranger. Je pris alors l'électro-aimant d'Hirchsberg et en promenai la pointe recourbée sur toute la surface postérieure de l'iris (j'avais préalablement examiné celle-ci à la loupe : elle était tomenteuse et ne présentait rien d'apparent); il se détacha par le frottement quelques parcelles noirâtres qui se collèrent à la pointe de l'instrument : c'étaient de simples débris de pigment, ainsi que je pus m'en convaincre en plongeant la pointe de l'électro-aimant dans l'eau, où par une légère agitation, il se détachèrent.

Je reportai la pointe coudée de mon instrument sur la même surface de l'iris en appuyant un peu plus fortement. Ma pointe se garnit encore de parcelles diverses : après agitation dans l'eau, il ne resta adhérent à l'électro-aimant qu'une petite parcelle brunâtre, comme une pointe d'aiguille rouillée de 1 millimètre de long. Je déposai ce corps sur une lamelle où il tomba dès que le courant fut interrompu; je le recouvris avec une seconde lamelle et, par une légère pression, j'obtins sur chaque lamelle une petite tache brune.

Il restait à m'assurer si oui ou non ces taches contenaient de l'oxyde de fer, si ce petit débris que j'avais extrait de l'iris était bien le corps métallique rouillé que je supposais être la cause de l'affection. Pour cela, une des taches est traitée par une goutte de solution de tannin, qui devient assez rapidement brunâtre. La tache de la seconde lamelle est un peu plus grande; à la loupe, on distingue quelques petits grains noirs : elle est traitée par une goutte d'acide sulfurique, puis évaporée à l'étuve; en versant une goutte de ferrocyanure de potassium, nous obtenons alors une belle coloration bleue.

Il n'y avait plus de doute, le corps étranger extrait de l'iris était bien un débris de fer ou d'acier et l'étiologie donnée par le malade était donc parfaitement vraie.

Voici cette observation avec quelques détails essentiels :

M. F... quarante ans, poseur de la voie, vient me trouver le 3 mai, me racontant que quelques jours auparavant, travaillant sur la voie, il s'était garé pour le passage du rapide; au moment où le train arriva, il ressentit une violente piqûre dans l'œil; la douleur ne dura pas et il put continuer son travail. Quarante-huit heures après, se déclarèrent des douleurs péri-orbitaires violentes; l'œil devint rouge larmoyant, avec photophobie intense. Attachant peu de valeur à ces commémoratifs du malade, je me crus en présence d'une simple iritis rhumatismale et donnai un traitement en conséquence.

Le 7 mai, sous l'influence de l'atropine, l'iris s'est dilaté en dehors seulement; l'inflammation n'a pas diminué, les douleurs sont toujours vives. Constatant, le 9 mai, une recrudescence des phénomènes inflammatoires, je conseille au malade une iridectomie supéro interne immédiate. Elle est différée pour des raisons extra-médicales, et, quand le malade revient le 15 mai, occlusion complète de la pupille, plus de chambre antérieure; les douleurs sont continues; phénomènes sympathiques dans l'œil opposé; il n'y avait plus que l'énucléation à conseiller.

Ce n'est qu'au bout de deux mois de souffrances que le patient s'y résigna. Je pus ensuite constater la présence d'un petit éclat de fer dans l'iris.

Dès lors, l'étiologie de l'affection était facile à établir : le débris d'acier avait traversé la cornée vers le limbe, et s'était implanté dans l'iris et le cristallin à la partie interne. La blessure du cristallin avait amené sa résorption, pendant que la présence du corps étranger dans l'iris entretenait l'inflammation.

Quant à la trace du passage du corps étranger à travers la cornée, elle échappe facilement à l'examen quand il s'agit de corps si minimes; j'étais d'ailleurs, dans

ce cas, doublement excusable de l'avoir méconnue, d'abord parce que je ne vis le malade que cinq jours après l'accident, ensuite parce que l'œil était, à ce moment-là, le siège d'une inflammation qui avait troublé et la cornée et le liquide de la chambre antérieure.

M. le Dr E. DESNOS

Ancien interne des hôpitaux de Paris.

RÉSULTATS ÉLOIGNÉS DES ÉLECTROLYSES DE L'URÈTRE.

[616.64 : 615.84]

Séance du 19 septembre

L'électrolyse appliquée au traitement des rétrécissements de l'urètre constitue une méthode déjà ancienne, car on peut faire remonter à trente ans et au delà les premiers essais publiés et appliqués par quelques spécialistes. Elle était tombée presque dans l'oubli, puis elle avait repris faveur, il y a une dizaine d'années, à la suite de publications retentissantes. J'avais alors, comme beaucoup de chirurgiens, traité par l'électrolyse linéaire un assez grand nombre de malades, puis les indications de ce mode de traitement devinrent de plus en plus rares. Je me propose d'exposer ici les raisons qui m'ont fait abandonner l'électrolyse linéaire et qui, au contraire, m'ont permis de continuer à appliquer l'électrolyse lente; pour l'une et pour l'autre je me suis laissé conduire par les résultats obtenus.

Je ne puis, dans cette courte note, retracer le mode d'action ni le manuel opératoire de l'un et de l'autre de ces procédés. Chacun sait, d'ailleurs, que l'électrolyse linéaire est une méthode rapide qui permet souvent de diviser un rétrécissement en un temps très court. L'instrument de Jardin, calqué sur l'urétrotome de Maisonneuve, représente le type des instruments employés : il se compose d'une lame mousse de platine qui, glissant dans la rainure d'un conducteur isolé, vient buter contre le rétrécissement; là, le chirurgien arrête la progression de la lame qu'il maintient appliquée contre l'obstacle. A ce moment, on place l'électrode positive sur l'abdomen ou la cuisse du malade. La lame de platine est reliée à la partie extérieure de l'instrument par un fil conducteur isolé qu'on met en contact avec l'électrode négative; on fait alors passer le courant, auquel on donne une intensité déterminée, en exerçant une légère pression sur le rétrécissement. Au bout d'un temps variable, on

sent la tige de l'instrument devenir libre brusquement et progresser dans l'urètre ; le rétrécissement est franchi.

Tout autre est l'électrolyse lente ou méthode de Newmann : le matériel instrumental est ici des plus simples et consiste en une série de boules ou d'olives qu'on peut visser successivement sur une tige isolée et porter au contact du rétrécissement.

Le calibre de celui-ci ayant été exactement déterminé au préalable, on choisit une olive d'un diamètre un peu plus considérable que celui du rétrécissement, mais très rapproché de lui, de deux ou trois numéros de la filière au plus. La boule étant fixée à la tige conductrice, on la porte au contact du rétrécissement, sur lequel on l'applique, mais sans exercer de pression.

Cette tige est mise en communication avec l'électrode négative, pendant que l'électrode positive est placée sur la cuisse du malade. Ce qui caractérise la méthode, c'est que Newmann n'emploie que de très faibles intensités, 4 à 5 mA, tout au plus, pendant un temps qui varie de cinq à vingt minutes. Presque toujours le rétrécissement est franchi : les séances sont répétées après un intervalle d'une semaine au moins.

On voit combien sont différentes les deux méthodes,

J'ai voulu, il y a quelques années, me rendre un compte exact du mode d'action de l'électrolyse linéaire, et j'ai institué une série d'expériences dont j'ai présenté les résultats (1) à la Société de Chirurgie; je ne ferai que les résumer brièvement.

Ayant produit artificiellement sur des chiens un rétrécissement du canal de l'urètre qui ne laissait passer qu'une bougie n° 6, j'ai cherché à diviser ce rétrécissement au moyen des courants continus. Pour cela, je me suis servi d'un conducteur spécial construit par M. Gaiffe de la façon suivante : dans la lumière d'une petite sonde-bougie n° 6, on fait passer un fil de platine qui perfore la sonde à 3 centimètres de son extrémité effilée pour y être réintroduite 5 millimètres plus loin ; la partie découverte du métal, aplatie latéralement pour former une lame mousse, décrit une anse de 8 millimètres de longueur; la saillie que celle-ci forme correspond au n° 15 de la filière Charrière, c'est-à-dire au calibre de l'urètre normal des animaux dont nous nous sommes servi pour nos expériences.

L'intensité du courant fut d'abord de 12 mA., portée ensuite jusqu'à 25, et ce n'est que dans quelques cas que, progressivement, elle atteignit 35 à 40 mA.

Je ne puis entrer ici dans le détail de ces expériences, et je me bornerai à en résumer les résultats :

(1) Desnos, Recherches expérimentales sur l'électrolyse de l'urètre (*Annales des mal. génito-urinaires*, août 1893).

1° Lorsqu'on applique sur un rétrécissement de l'urètre une électrode négative en employant une courant relativement faible (10 à 12 mA.), il se produit dès les premières secondes une action de diurèse assez marquée qui s'arrête bientôt; si le rétrécissement est serré ou étendu, il faut doubler ou tripler l'intensité du courant pour le diviser complètement.

2° Lorsque l'on a franchi de la sorte un rétrécissement, il se produit une récidive rapide; le tissu qui le forme est dur et peu extensible.

3° Le courant négatif, porté au moyen d'une lame mousse sur un point limité d'un urètre normal, exerce sur la muqueuse une action de diurèse peu marquée; la partie la plus superficielle de la muqueuse est divisée dès les premières secondes, puis le travail paraît s'arrêter, et il faut employer une intensité beaucoup plus considérable pour y creuser un sillon profond. Dans ce cas, la destruction n'est pas limitée au point touché par la lame électrolytique, mais elle s'étend en surface : il en résulte une escarre superficielle.

4° Sous l'action du passage du courant, une congestion vive se produit au point électrolysé ; si l'intensité augmente, une ecchymose et de petits épanchements sanguins sous-muqueux apparaissent.

5° L'application du courant négatif sur la muqueuse saine y détermine à bref délai un rétrécissement ; il semble que celui-ci est produit à la fois par la rétraction cicatricielle de la muqueuse cautérisée et par le travail de résorption du petit épanchement sanguin sous-jacent, suivant un processus comparable à celui des rétrécissements traumatiques chez l'homme.

Ces résultats sont pleinement confirmés par ceux que m'a fournis l'observation clinique.

Si l'on s'en tenait aux effets immédiats, sans doute on aurait lieu de considérer l'électrolyse comme uue bonne opération, car le malade est soulagé séance tenante, et sa fonction urinaire est rétablie dès que l'instrument est retiré; mais là n'est pas le but à atteindre : il faut viser au maintien du calibre reconquis.

Or, sur 37 malades aujourd'hui soignés par cette méthode, je trouve qu'au bout d'un temps qui a varié entre six semaines et deux ans, 11 sont restés à peu près dilatables ou avec une récidive peu prononcée, 18 indilatables et avec reproduction d'un rétrécissement serré; chez 6 d'entre eux, enfin, le rétrécissement n'a pu être franchi.

Plus intéressante que cette statistique prise en bloc est l'analyse du détail de ces faits. En effet, chez tous les malades qui sont restés dilatables, la durée de l'électrolyse a toujours été courte, atteignant à peine 10 mA. Au contraire, lorsque la dureté, la longueur, la multiplicité des rétrécissements, très rapprochés les uns des autres, obligeaient à prolonger la séance et à augmenter le nombre des éléments, une récidive rapide a été la règle.

Nous passerions encore condamnation sur ce point, car, bien que d'autres méthodes permettent aujourd'hui dans bon nombre de cas d'obtenir une guérison durable, il n'est jamais possible de promettre ce résultat. Mais une objection plus grave doit être faite, c'est que le rétrécissement ne conserve plus les mêmes caractères ; beaucoup de strictures molles; souples et dilatables, sont transformées en tissu induré inextensible et ne se prêtent plus à la dilatation. J'ai devant moi six observations de rétrécis qui, depuis de longues années, se faisaient dilater ou se dilataient eux-mêmes régulièrement ; les uns et les autres, séduits par la promesse d'une guérison radicale, se laissèrent électrolyser ; or, à une époque qui a varié chez chacun d'eux, mais très rapprochée de leur électrolyse, le rétrécissement s'est produit avec des caractères d'induration tels que quatre d'entre eux ont dû être urétrotomisés.

Enfin les deux observations suivantes me semblent également très concluantes, car elles concordent avec les résultats de mes expériences sur les chiens.

Un malade vient me consulter en 1890, se croyant atteint d'un rétrécissement. Comme il ne présentait aucun symptôme, je l'explore sans rencontrer le moindre obstacle, et, pour lui fournir une démonstration, j'introduisis d'emblée une bougie n° 46 Béniqué. La conviction ne fut pas de longue durée, et il alla trouver un autre chirurgien qui, trompé sans doute par la résistance de la région membraneuse, pratiqua d'emblée l'électrolyse. Trois mois après le malade revint me voir ; il présentait au niveau du cul-de-sac du bulbe un rétrécissement qui n'admettait qu'un 14 (Charrière).

Il y a deux ans, j'ai été témoin d'un autre fait exactement semblable.

Ces deux observations sont, à mon point de vue, des plus importantes et ont toute la valeur d'un fait expérimental, surtout si on les rapproche des résultats de mes expériences.

J'ai une autre preuve des résultats défectueux et nuisibles de l'électrolyse dans l'examen direct de la muqueuse pratiquée au moyen de l'urétroscope. Si l'on éclaire convenablement un urètre qui vient d'être soumis à l'électrolyse, on observe des lésions différentes, suivant que cet examen est pratiqué à une époque plus ou moins rapprochée de l'opération. Au bout de quelques semaines, on voit déjà une reproduction du rétrécissement, car le calibre en est plus petit ; l'infundibulum qui apparaît au bout du tube endoscopique n'est plus régulier, mais des saillies de la muqueuse viennent modifier l'aspect des stries convergentes que présente une muqueuse normale. Celle-ci a, d'ailleurs, perdu sa coloration, et on voit des taches blanchâtres plus accentuées sur la partie supérieure, au point où a porté la lame électrolytique. Si l'examen est pratiqué à une époque plus éloignée, il montre l'aspect d'un rétrécissement ; l'infundibulum normal a complè-

tement disparu; mais ce qui caractérise surtout une muqueuse électrolysée, c'est la disparition de tout poli et de sa coloration physiologique ; on a sous les yeux un tissu blanchâtre, irrégulier, d'aspect cicatriciel, qui s'étend à toute la circonférence de l'urètre ; on observe, toutefois, une réelle prédominance de ces lésions sur la paroi supérieure, là où la section électrolytique a porté,

On voit donc que l'anatomie pathologique, ainsi que la clinique, démontre que l'électrolyse détermine dans les tissus urétraux et périurétraux un travail de sclérose qui se traduit par la production d'un véritable tissu de cicatrice dont la principale propriété est la tendance à la rétractabilité. Ce travail se fait sur une certaine profondeur des tissus qui deviennent inextensibles: ce qui explique la résistance à la dilatation et la nécessité de recourir ultérieurement à une urétrotomie.

Bien différente, je l'ai dit au débnt, est l'électrolyse lente, au passif de laquelle il serait difficile de trouver des accidents. Newmann avance que, sur 200 cas traités par lui, il n'a jamais observé ni insuccès ni rechutes ; ces résultats son merveilleux, mais je ne pourrai, d'après les résultats de ma pratique, apporter des chiffres aussi éloquents.

Mes observations personnelles, tout en étant favorables à la méthode de Newmann, ne permettent pas cependant de l'accepter comme une méthode générale. Sur un total de 48 malades traités, je relève 29 améliorations ou guérisons. Mais je trouve, par contre, une proportion assez grande (10) de rétrécis qui ont résisté complètement à l'action électrolytique. Chez deux d'entre eux, huit séances d'électrolyse lente n'avaient amené aucun résultat, bien que leurs rétrécissements ne fussent pas très étroits ; chez eux et chez les autres, l'induration des parois était médiocre, et ils semblaient devoir se prêter à l'action douce et lente de l'électrolyse à faibles courants. Je me hâte de constater qu'aucun de ces malades n'a vu, d'ailleurs, son état aggravé par les essais de cette méthode ; je ne pourrais pas en dire autant de l'électrolyse linéaire.

Enfin, chez tous mes malades améliorés par la méthode de Newmann, j'ai retrouvé, soit immédiatement, soit après un intervalle plus ou moins long, une souplesse particulière du canal, telle que j'ai pu l'employer, ainsi que je l'ai dit, comme un moyen de corriger l'induration de certains urètres qui se prêtent mal à la dilatation et ont une grande tendance à la récidive. C'est là, à mon avis, l'avantage le plus particulier qu'on peut retirer de ce mode de traitement.

Dans ces cas aussi j'ai voulu contrôler l'action de l'électrolyse sur la muqueuse au moyen de l'urétroscope, et j'ai constaté que l'aspect différait fort peu de celui d'un urètre normal, C'est à peine si on voit dans le champ de l'urétroscope quelques taches blanches ou jaunâtres sur les parois de l'infundibulum ; les reflets, les plis normaux se retrouvent presque toujours,

et la plupart du temps il faut savoir que l'urètre à été électrolysé pour voir une différence avec l'aspect physiologique.

Aussi une telle méthode mérite-t-elle de prendre une place importante dans la thérapeutique des rétrécissements de l'urètre. Malheureusement, elle exige une durée toujours longue, qui se compte par mois et parfois par années ; peu de malades, et j'ajouterai peu de chirurgiens, ont une patience suffisante pour atteindre le but.

MM. WARLUZEL et JOLANT

à Boulogne.

RECHERCHE DES CORPS ÉTRANGERS ET DES POINTS VISIBLES INTÉRESSANTS DANS L'INTÉRIEUR DES CORPS PERMÉABLES AUX RAYONS X

— Séance du 19 septembre —

Principe. — La méthode consiste à recevoir sur un écran fluorescent ou une plaque sensible les ombres portées par l'objet éclairé successivement par deux sources de rayons X.

Il est évident que les deux cônes d'ombre qui se coupent suivant une section de l'objet recherché ont chacun pour sommet le foyer qui a servi à les former.

Donc, si on détermine sur les deux ombres portées sur l'écran ou la plaque sensible, deux points homologues m, m' et qu'on joigne ces deux points aux deux foyers, les deux lignes ainsi obtenus se rencontreront dans l'espace en un point M qui appartient au corps cherché.

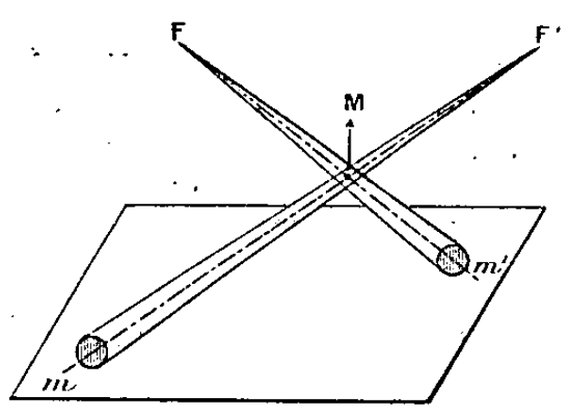


FIG. 1.

Cette méthode exige évidemment, pour donner un résultat précis, que les foyers d'émission des rayons X soient déterminés rigoureusement à chaque opération.

Détermination des foyers d'émission des rayons X. — Pour déterminer exactement le foyer d'émission des rayons X dans l'ampoule employée,

on projette, sur deux écrans EE′ faisant entre eux un angle quelconque, l'ombre portée par deux croisées de fils métalliques *aa′*. On marque les points de projection AA′.

Il est évident qu'en tendant ensuite un fil entre A*a* et un autre entre A′*a′*, et en les prolongeant, leur point de croisement est F, le foyer.

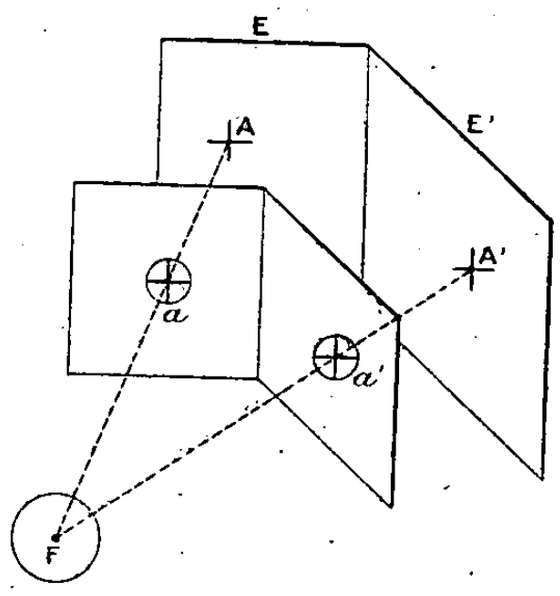


FIG. 2.

Description de l'appareil. — L'appareil se compose essentiellement d'un plateau en bois B pouvant se placer sur une table quelconque, sur un lit, ou sur des pieds mobiles C.

Ce plateau porte des rainures dans lesquelles on peut faire glisser à

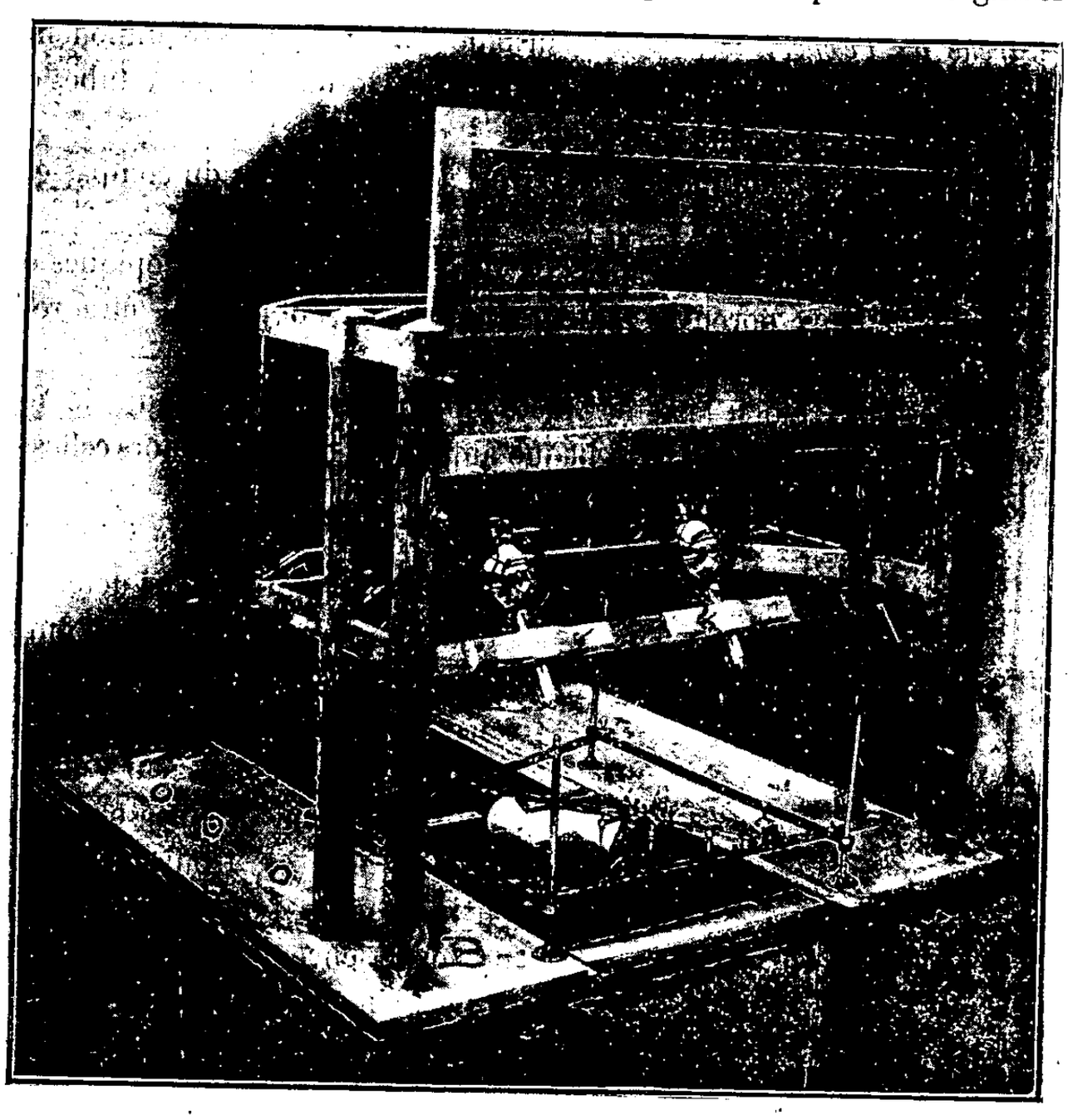


FIG. 3.

volonté et sans déplacer l'objet à examiner, soit un écran fluorescent, soit un châssis portant une plaque sensible D.

Sur le plateau, on peut adapter, dans une position convenable, au moyen des trous O, O, un châssis destiné à supporter les ampoules et les écrans devant servir à déterminer les foyers d'émission des rayons X.

Le plateau porte également un compas spécial destiné à repérer d'une façon rigoureuse l'objet à examiner. Ce compas est formé d'une tige rigide pouvant se fixer horizontalement sur un châssis métallique. Cette tige en porte quatre autres, dont trois sont mobiles horizontalement et verticalement, et la quatrième est montée sur un genou qui lui permet de prendre toutes les directions.

Les trois premières tiges sont amenées en contact avec trois points fixes de l'objet, choisis arbitrairement, et qu'on marque d'une façon indélébile (crayon de nitrate d'argent, pointe de feu, etc...).

La quatrième servira à déterminer la direction et la profondeur du corps étranger.

Marche de l'expérience. — On installe l'objet le plus commodément possible sur le plateau et on dispose au-dessus le châssis porte tubes et le compas dans des positions convenables.

On repère l'objet au moyen des trois tiges verticales du compas et on enlève celui-ci.

On procède alors, suivant le cas, à deux examens fluoroscopiques ou à l'obtention de deux épreuves radiographiques, et l'objet peut être retiré, sa présence étant devenue inutile.

On détermine alors, par la méthode indiquée plus haut, le foyer d'émission des rayons X dans chaque ampoule ; on enlève alors celles-ci ; on tend les fils qui déterminent les centres.

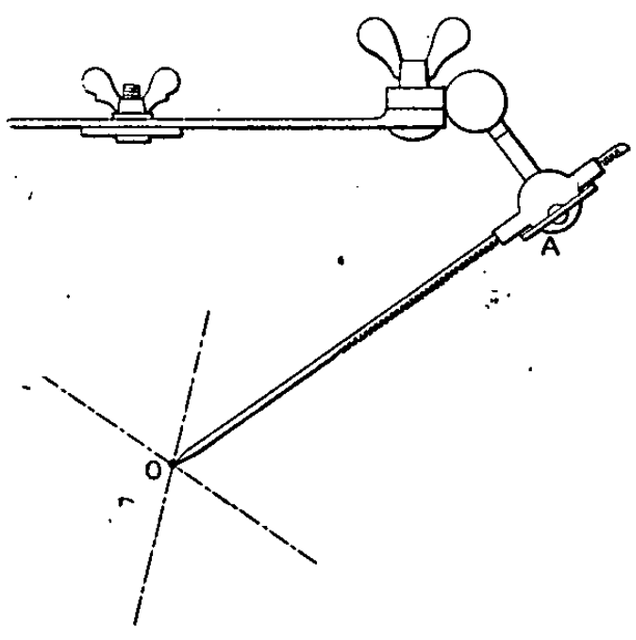


FIG. 4.

On n'a plus alors qu'à joindre par deux fils les centres ainsi déterminés à deux points homologues des ombres portées sur l'écran ou les plaques sensibles, ces deux points ayant été préalablement repérés sur une planchette qui vient occuper exactement la place où se trouvaient l'écran ou les plaques sensibles au moment de l'expérience.

Le point de croisement des deux fils dans l'espace donne évidemment un point du corps étranger recherché.

On replace alors le compas, par un dispositif spécial, dans la position exacte qu'il occupait avant l'enlèvement de l'objet à examiner, et on dirige la quatrième tige de ce compas

de manière que sa pointe vienne coïncider avec le croisement des fils qui représente un des points du corps étranger.

On marque alors sur cette tige la distance OA qui donne la profondeur du corps étranger dans la direction qu'on a choisie. Cette direction est entièrement à la disposition de l'opérateur qui, s'il est notamment chirurgien, pourra ainsi aller à la recherche du corps étranger par le chemin qui lui semblera le plus facile ou le plus court.

MM. WARLUZEL et JOLANT

PROCÉDÉ RADIOGRAPHIQUE POUR LA RECHERCHE DES CORPS ÉTRANGERS

— Séance du 19 septembre —

Soit un corps quelconque à examiner, contenant un corps étranger *a*.

Nous plaçons l'ampoule en F et l'écran en E, puis nous amenons l'extrémité d'une baguette en acier en A, de façon que l'ombre de cette extrémité coïncide avec l'ombre du projectile. Nous opérons de même pour le point C, nous marquons sur la surface du corps les points A et C.

Nous déplaçons alors l'objet ou l'ampoule de façon à obtenir l'ombre du corps étranger suivant une seconde direction et nous répétons pour les points B et D ce qui vient d'être dit pour les points A et C.

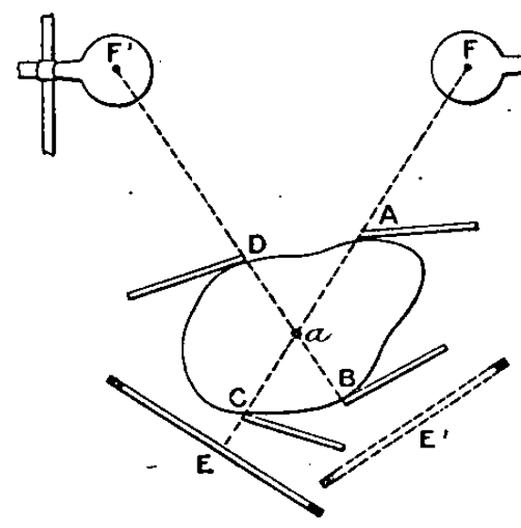


FIG. 1.

Nous avons donc marqué sur le corps les quatre points A, B, C, D, qui sont dans un même plan, puisque les deux lignes AC et BD se coupent au point *a*.

Nous prenons alors une bande de plomb de $0^m,01$ de largeur et de $0^m,004$ à $0^m,005$ d'épaisseur environ et d'une longueur suffisante ; nous la faisons passer sur le corps même par les points A, B, C, D et nous marquons ces points sur la bande à laquelle nous avons fait épouser exactement la forme du corps.

On écarte alors un peu les extrémités de manière à dégager la bande, en ayant soin de la déformer le moins possible, puis on place cette bande refermée sur une feuille de papier. La croisée des lignes AC et BD donne évidemment le point *a* dont on peut dès lors déterminer la profondeur par rapport à un point quelconque de la section A, B, C, D.

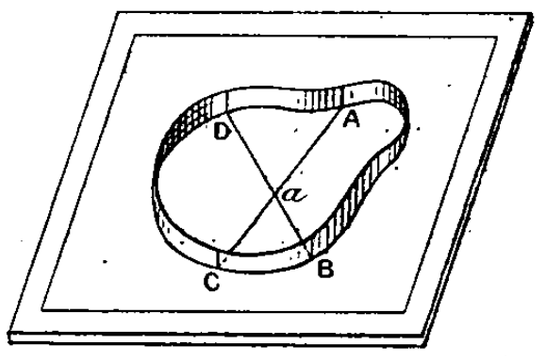


FIG. 2.

Ou peut alors, si l'on veut, employer l'instrument dont le croquis est placé ci-contre. Il se compose :

1° D'une tige rigide MNO.

2° Des tiges MP, NQ et OV, fixées perpendiculairement à la tige MNO, et percées à leurs extrémités P, Q et V, de trois trous en ligne droite.

La tige T est mobile dans les trous Q et V. Il en est de même de la tige T′ dans le trou P.

Le croquis indique l'emploi de cet instrument. On amène la tige T dans la position indiquée et on marque sur cette tige, à partir du point B, la longueur *a*B mesurée sur la feuille de papier, ce qui permet de donner la profondeur de l'objet recherché.

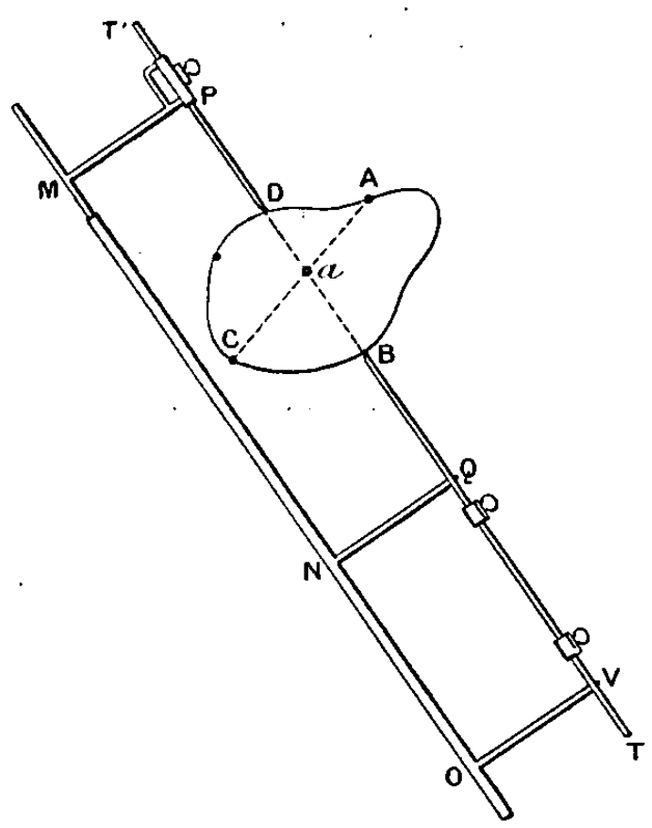


FIG. 3.

On remarquera que l'emploi de l'appareil n'est nullement indispensable et qu'il suffira presque toujours d'indiquer au chirurgien l'une des profondeurs B*a*, A*a*, D*a* ou C*a*.

M. le Dr J. BERGONIÉ

Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

TRAITEMENT ÉLECTROLYTIQUE DES ANGIOMES GRAVES

[616.992 : 615.84]

— Séance du 19 septembre —

Le traitement électrolytique des angiômes graves m'a paru présenter quelques particularités intéressantes, et, d'autre part, ce traitement est si

simple et les résultats obtenus si complets que j'ai cru devoir exposer ici les particularités de ce traitement.

Nous classerons les angiômes suivant leur gravité ou leur importance, classification qui, à notre point de vue, est la plus utile, puisque les moyens thérapeutiques sont d'autant plus actifs que la tumeur appartient à telle ou telle classe. Dans la première classe nous mettrons les angiômes « *plans* », formant les taches angiomateuses caractéristiques parce qu'ils ne font aucune saillie ou une saillie très faible au-dessus de la peau. Dans la seconde classe nous mettrons les angiômes simples dans lesquels les vaisseaux capillaires de nouvelle formation ne diffèrent en rien des vaisseaux normaux et ne contiennent ni lacs sanguins ni dilatation bien importante. Enfin dans la troisième classe nous mettrons les angiômes caverneux dans lesquels le sang circule dans un système lacunaire analogue au tissu caverneux des organes érectiles et remplit des lacs sanguins d'un volume plus ou moins important. Ces angiômes peuvent se rapprocher de l'anévrysme cirsoïde, et en réalité on rencontre tous les termes de passage entre ces deux tumeurs sanguines. L'opinion de Broca, disant que « nombre d'anévrysmes cirsoïdes ont pour origine un noevus ignoré » confirme bien ce que nous avons vu nous-même,

Une description complète de l'angiôme grave ne serait pas ici à sa place; cependant nous en rappellerons les principaux caractères; tandis que dans l'angiôme simple les végétations vasculaires ne s'avancent guère dans les tissus profonds, au contraire, dans l'angiôme caverneux, les tissus profonds sont envahis et l'on retrouve des loges, cavités ou lacs sanguins au milieu des muscles et dans les interstices musculaires. Les artères et les veines, au voisinage de la tumeur, ont subi des modifications; ces vaisseaux sont augmentés de volume, flexueux. Ces modifications de la circulation autour de l'angiôme sont surtout nettes lorsque l'angiôme siège au niveau du cuir chevelu ou au niveau du cou; dans ce dernier cas, j'ai pu constater une augmentation du volume et nombre des veines superficielles de la poitrine, vraiment considérable.

Certaines tumeurs, sur les confins de l'anévrysme cirsoïde en de l'angiôme, peuvent être affectées de battements presque aussi nets que si l'on avait affaire à une tumeur anévrysmale. Pour en faire le diagnostic différentiel, ou pourra remarquer que le siège de l'angiôme et le siège de l'anévrysme sont habituellement différents; que, dans l'angiôme caverneux, les mouvements d'expansion de la tumeur sont beaucoup moins marqués que dans l'anévrysme et ressemblent à des mouvements transmis Enfin la coloration de la peau mettra le plus souvent sur la voie du diagnostic exact. Quant au bruit de souffle, nous l'avons perçu maintes fois, soit sur des angiômes à larges lacs sanguins et à développement considérable, situés au niveau du cuir chevelu soit au niveau du cou.

Pour compléter le diagnostic différentiel entre l'angiôme grave et l'anévrysme vrai, on se rappellera que l'angiôme a une compressibilité particulière, qu'il se laisse réduire presque complètement, sous une pression un peu prolongée, pour reparaître ensuite lorsque la pression cesse; cette réapparition de la tumeur s'effectue plus ou moins lentement. Dans tous les cas, la surface de la tumeur qui se reforme ne suit pas immédiatement la main qui se retire. Lorsque la pression a cessé, on peut voir l'angiôme se reformer plus ou moins rapidement, suivant que les artères qui l'alimentent ont un calibre plus ou moins large et qu'elles sont abouchées plus ou moins directement avec la tumeur. L'effort fait par le malade augmente habituellement le volume de l'angiôme; la rapidité avec laquelle se fait cette augmentation de volume, à partir du moment ou l'effort a commencé, est encore une indication qu'on ne doit pas négliger de rechercher.

Ce court rapprochement entre l'angiôme grave et l'anévrysme n'est pas inutile, car si l'on connaît aujourd'hui le danger de l'intervention électrolytique dans les grands anévrysmes, tels que celui de l'aorte par exemple, il est nécessaire de démontrer *a priori* qu'on ne court pas les mêmes dangers dans l'intervention électrolytique pour les angiômes graves. Si nous cherchons, en effet, à nous rendre compte de la nature des accidents constatés à la suite de l'intervention électrolytique dans les anévrysmes graves, nous trouvons que l'électrolyse a eu pour effet néfaste d'affaiblir mécaniquement, par la perforation et pathologiquement par l'endarterite qui a été la suite de l'électrolyse, la paroi de la poche anévrysmale qui a été traitée. Cette diminution de résistance de la poche est une erreur et une faute d'autant plus graves, que la pression sanguine, dans l'anévrysme, s'attaque au *locus minoris resistantiæ* que l'on a ainsi créé et travaille sans relâche à sa rupture.

Dans l'angiôme au contraire, même dans l'angiôme grave, la différence est considérable; à la place d'une pression élevée du sang, nous ne trouvons dans les lacs sanguins de la tumeur qu'une pression très amoindrie. Cette pression ne se transmet à la surface extérieure de la tumeur que par des intermédiaires, loges sanguines, lacs sanguins, tissus cellulaires à larges mailles, analogues au tissu érectile, communiquant plus ou moins étroitement entre eux. La force destructive qui tente de forcer de l'intérieur à l'extérieur toute partie de paroi dont la résistance a été amoindrie, n'existe donc plus ici que dans une mesure relativement faible et il sera possible, sinon de l'annuler, du moins de lui résister et de la rendre inoffensive par une technique appropriée.

Nous devons retenir de cette comparaison, au point de vue pratique, la règle suivante : dans les angiômes de la première ou de la seconde classe, en dehors du point de vue esthétique, peu importe que la paroi de l'an-

giôme, muqueuse ou peau, soit ou non amoindrie comme résistance, ou même détruite par l'opération électrolytique.

Dans le traitement de l'angiôme grave, au contraire, il importe beaucoup de ne pas atteindre par l'électrolyse les parois de l'angiôme, surtout lorsque ces parois sont minces, affectées de battements transmis, ou qu'elles suivent rapidement la main qui vient de les déprimer.

Pronostic dans le cas du traitement électrolytique des angiômes graves. — Je n'insisterai pas sur la valeur, aujourd'hui universellement reconnue, du traitement électrolytique des angiômes ordinaires; lorsque la technique est bien appropriée et l'opération bien conduite, on ne doit compter que des succès, tant au point de vue esthétique qu'au point de vue de la suppression radicale de la tumeur.

Lorsque l'on a affaire à un angiôme caverneux largement développé, sans que le pronostic devienne grave, il doit être cependant plus réservé.

Le traitement électrolytique est plus pénible, plus long surtout, à cause des parties de l'angiôme qui, électrolysées une première fois et rendues tout d'abord imperméables au sang, peuvent redevenir perméables, si la rétraction cicatricielle n'a pas acquis une résistance suffisante pour résister à l'afflux sanguin qui cherche à pénétrer entre ces mailles.

J'estime, malgré tout, que le traitement par l'électrolyse des angiômes graves donnera toute satisfaction à ceux qui en entreprendront hardiment la cure avec la technique que nous allons indiquer.

Technique instrumentale. — Je n'insisterai pas sur les instruments nécessaires au traitement électrolytique des angiômes, ce sont ceux utilisés dans toute opération électrolytique : source de courants galvaniques, milliampèremètre gradué de zéro à 100 mA, rhéostat permettant de faire varier insensiblement l'intensité du courant; ce sont là des instruments familiers à tout médecin-électricien. Une indication cependant, en ce qui concerne la source du courant continu : cette source, devant travailler sur une résistance relativement faible, n'a pas besoin d'avoir un voltage très élevé, 20 à 30 volts suffisent amplement.

Aiguilles. — Je m'étendrai davantage sur les aiguilles qui doivent être utilisées dans le traitement des angiômes graves. Ces aiguilles seront toujours au nombre de deux, car la méthode bi-polaire me paraît toujours et depuis que je l'ai préconisée la première fois (Congrès de l'A. F. A. S., août 1890), la méthode de choix. C'est avec elle qu'on se rend le mieux compte du trajet des lignes de flux, c'est avec elle encore que l'on tire d'une quantité d'électricité donnée tous les effets électrolytiques secondaires et tertiaires qu'elle est capable de donner. Les deux aiguilles dont on se servira seront donc aussi rigides que possible, d'un diamètre compris entre 5 et 8/10e de millimètre, d'une longueur variable, suivant les cas, mais jamais bien

longue, (3 centimètres et demi à 4 centimètres au plus entre l'extrémité de l'aiguille et l'entrée dans le porte-aiguille), me paraît la longueur la plus convenable. On peut, avec de telles aiguilles, électrolyser aussi bien les angiômes mous que ceux à parois épaisses et dures ; elles ne risquent pas de fléchir au moment de leur introduction et pénètrent à une profondeur plus que suffisante.

L'isolement des aiguilles est un point important à considérer ; il faut déterminer quelle sera la longueur de cet isolement partiel pour un cas donné. Cette longueur varie dans chaque cas particulier. Une règle très simple, qui permettra de déterminer dans chaque cas la longueur de la partie active ou non isolée de l'aiguille, est la suivante que je me suis toujours bien trouvé d'avoir observée : si, d'après l'examen de la partie à électrolyser, on juge que l'aiguille doit être enfoncée de 2 centimètres, on décapera l'aiguille jusqu'à 1 centimètre seulement, à partir de sa pointe ; si on doit l'enfoncer jusqu'à 3 centimètres, on la décapera jusqu'à 1 centimètre et demi à partir de cette même pointe et ainsi de suite, en n'enlevant le vernis isolant que sur la moitié de la longueur de la partie à introduire dans la tumeur. En appliquant cette règle dans le traitement des angiômes graves, on pourra être à peu près sûr de ne jamais léser la paroi de l'angiôme au niveau des points d'entrée des aiguilles ni même d'affaiblir entre les deux points d'entrée des aiguilles cette même paroi touchée par des lignes de flux trop nombreuses.

Porte-aiguilles. — Le porte-aiguilles qui sera utilisé dans le traitement des angiômes graves mérite aussi d'être choisi avec soin. Celui dont je me sers actuellement a été décrit dans les *Archives d'électricité médicale* (juin 1899), je ne reviendrai pas sur cette description. Cet instrument donne entière satisfaction. On a pu reprocher à l'emploi du porte-aiguilles la nécessité d'être tenu à la main pendant le passage du courant, tandis qu'il n'en est pas de même pour les aiguilles libres qui sont abandonnées à elles-mêmes, une fois implantées dans la tumeur. Je crois pour ma part que ce défaut, reproché au porte-aiguilles, est une de ses qualités. Elle permet, cette qualité, d'orienter les aiguilles dans la direction la plus convenable et de faire varier cette orientation pendant l'électrolyse ; elle permet encore de retirer ou d'enfoncer plus ou moins les aiguilles pendant le passage du courant ; enfin le porte-aiguilles substitue à des prises de contact, trop souvent infidèles sur les aiguilles libres, des contacts parfaits dont on n'a jamais rien à craindre. Pour ces raisons je considère l'emploi du porte-aiguilles, dans la méthode bi-polaire, comme un perfectionnement très net sur les anciennes méthodes.

L'emploi des aiguilles dénudées, à partir de leur pointe jusqu'à une certaine longueur, est le plus général; cependant je me suis servi quelquefois d'aiguilles isolées à partir de cette même pointe, jusqu'à un centimètre et

demi, décapées dans leur partie moyenne et de nouveau isolées jusqu'à leur talon. Ces aiguilles doivent êtres enfoncées en *séton* à travers les tumeurs de forme régulière, mais présentant une épaisseur relativement petite. Bien qu'il ne faille pas exclure absolument ce mode d'électro-puncture dans les angiômes graves, il est bien rare qu'elle soit préférable à l'électro-puncture ordinaire. On comprend en effet que les chances de lésion de la paroi électrolysée soient doubles et que, de plus, les chances d'hémorragie par les quatre orifices pour deux aiguilles soient également doubles. Je ne cite donc ce procédé que pour mémoire, sans le proscrire absolument, mais aussi sans le recommander.

Technique opératoire. — La technique opératoire dans les angiômes graves, diffère, par certains points, de celle que l'on doit utiliser dans les angiômes ordinaires. Tout d'abord il s'agit de reconnaître les points de la tumeur où devront être faites les premières piqûres. Je choisis toujours les points les plus saillants, qu'ils soit affectés ou pas de battements. mais en essayant de me rendre bien compte si l'artère n'est pas dans un plan trop superficiel pour être atteinte soit directement par les aiguilles, soit indirectement, par un trop grand nombre de lignes de flux.

L'écartement des aiguilles ne doit jamais dépasser 12 à 15 milimètres, pour être bien sûr de localiser, dans un noyau relativement étroit, toutes les lignes de flux, et par conséquent, toute l'action du courant. Ce dont il faut être bien sûr, c'est que les aiguilles sont assez enfoncées, à partir du commencement de la couche d'isolant, pour que la paroi de l'angiôme soit bien protégée et ne puisse s'escharifier.

Lorsque l'on ne peut enfoncer également les deux aiguilles, doit-on enfoncer l'aiguille positive davantage ou moins que l'aiguille négative ? Rapprocher cette dernière du centre de la tumeur ou l'en éloigner? Habituellement, je dispose les deux aiguilles de manière qu'elles comprennent entre elles la partie de la tumeur dont je veux provoquer la coagulation et la régression; mais si l'une des aiguilles doit être sacrifiée à l'autre, si l'une doit être moins enfoncée, si sa partie décapée doit être plus rapprochée de la peau, c'est toujours l'aiguille positive que je choisis et je préfère enfoncer plus profondément l'aiguille négative qui risque davantage de donner des eschares au point où elle pénètre.

Intensité. — L'intensité et la durée du courant sont des données très variables dans chaque cas. Cependant, je considère qu'une séance d'électrolyse n'a pas donné tout ce qu'elle aurait pu lorsque l'intensité ne s'est pas élevé à 40 mA avec une durée d'au moins cinq minutes. D'ailleurs, les durées et les séances ne peuvent pas toujours être fixées à l'avance ; elles dépendent de la manière dont les aiguilles ont été enfoncées et de ce qui se passe au niveau des points d'implantation. Si vous voyez ces points

d'implantation changer de couleur, même légèrement, surtout celui de l'aiguille négative, soit par le fait de la chute du vernis isolant, ou d'un autre défaut quelconque, n'hésitez pas, dans le cas d'angiôme grave, à terminer aussitôt que possible la séance d'électrolyse, quitte à la recommencer un peu plus loin.

Hémorragies consécutives, — J'arrive maintenant aux hémorragies consécutives aux opérations électrolytiques, Le danger de ces hémorragies, aussi bien que leur importance, ont été grossis, et l'on sait aujourd'hui que, dans les angiômes peu étendus, ces hémorragies s'arrêtent bientôt spontanément. Dans les angiômes caverneux ou à très larges lacs sanguins, leur bénignité, sans être aussi grande, n'est cependant pas contestable. J'irai même plus loin, et je dirai que lorsqu'une électrolyse a été bien faite, lorsque la paroi de l'angiôme a été bien protégée, on le reconnaît à ce qu'il s'échappe, au moment où l'on retire les aiguilles, quelques gouttes de sang par leur orifice d'entrée. Cette affirmation peut sembler un paradoxe, mais en réalité il en est bien ainsi. Théoriquement, en effet, si les aiguilles ont été introduites dans un large lac sanguin, de manière à y faire pénétrer leur partie isolée en même temps que leur partie active, il reste entre le caillot formé autour de leur partie active et la paroi, une mince couche de liquide non traversé par les lignes de flux, et par conséquent non coagulée, mince couche qui doit s'échapper par les orifices au moment où l'on retirera les aiguilles. Quelquefois même le sang qui s'écoule jaillit à l'orifice comme après la piqûre d'une artère. C'est un phénomène que j'ai observé bien des fois dans le cas d'angiômes graves du cuir chevelu, et après les séances les mieux réussies d'électrolyse, avec de fortes intensités et des durées relativement longues ; ce jet de sang est d'ailleurs unique et se termine par quelques gouttes qui sortent en bavant de l'orifice. L'explication en est simple : dans le cas où la poche de l'angiôme n'est que très difficilement dilatable, peu élastique, comme dans les angiômes du cuir chevelu, les gaz mis en liberté par l'électrolyse gagnent la partie supérieure de la poche et s'y accumulent. Ce volume de gaz n'est pas négligeable, comme on peut s'en rendre compte par un calcul électrolytique très simple, lorsque l'intensité du courant s'est élevée à 50 mA et a duré 10 minutes. La poche angiomateuse peut être alors assimilée à un réservoir de liquide, au-dessus duquel s'exerce la pression d'un gaz et l'on comprend que, si un orifice est percé dans ce réservoir au-dessous du niveau du liquide, celui-ci puisse jaillir jusqu'à ce que la pression gazeuse soit satisfaite. Il ne faut donc pas prendre au tragique ce brusque jet de sang ; un peu de compression arrête rapidement cette hémorragie, tout au plus un léger bandage compressif est-il nécessaire lorsqu'on ne peut pas surveiller le malade à la suite de l'opération.

Dégagement gazeux. — A propos de ce dégagement, je signalerai encore un autre phénomène qu'il n'est pas rare d'observer pendant l'électrolyse des angiômes graves ; l'intensité étant assez élevée, on voit vers la fin de l'opération de grosses bulles gazeuses se déplacer dans l'intérieur de la paroi des vaisseaux superficiels et soulever nettement cette paroi ; ce déplacement peut même se faire avec un certain bruit ressemblant à celui de l'ébullition d'une faible quantité de liquide. Le gaz qui se déplace ainsi, quelquefois même dans le calibre de vaisseaux assez volumineux, est certainement de l'hydrogène et l'on songe tout d'abord à l'accident grave de l'introduction de l'air dans les veines. En réalité, il ne survient rien de particulier et, quoique ayant observé bien des fois ce phénomène, je ne l'ai jamais vu produire d'accidents.

Nombre de séances et éloignement de ces séances. — Lorsqu'on s'est attaqué à un angiôme grave, l'on doit, après chaque séance et quelque temps après, constater le durcissement de la partie électrolysée, la cessation des battements, s'il en existait, et l'affaissement consécutif de la tumeur à cet endroit. Dans une même séance, il faudra essayer de faire au moins trois ou quatre piqûres bi-polaires et ne pas s'en tenir à une seule ; il m'a semblé que les caillots successifs ainsi formés se prêtaient mutuellement appui et résistaient davantage à la désagrégation de l'ondée sanguine. Si on le peut, si l'angiôme n'est pas trop volumineux, on pourra même essayer de faire la coagulation de toute la tumeur en une seule fois par autant de piqûres bi-polaires qu'il sera nécessaire. Ce sont là les cas de traitement les plus heureux.

Résultats éloignés. — Mais, quel que soit le résultat obtenu, il ne faudra pas le considérer comme définitif, car la désagrégation des caillots et même du tissu cicatriciel formé dans l'intérieur des lacs sanguins peut ménager des récidives qu'il est important de surveiller. Aussi je considère que l'on ne doit pas trop éloigner les séances d'électrolyse dans l'angiôme grave, sous peine de perdre, dans l'intervalle, une partie au moins du bénéfice de l'électrolyse précédente ; tant qu'il y aura une partie de la tumeur dépressible ou affectée de battements, ou seulement de consistance molle, on devra intervenir sans laisser la désagrégation se produire. Même lorsque le résultat complet sera obtenu, une surveillance longtemps continuée et attentive sera prudente.

M. le Dr H. GUILLEMINOT

RAPPORT SUR LA DÉFINITION DES INCIDENCES DANS LA RADIOGRAPHIE CLINIQUE. — DÉFINITION DE LA SITUATION DU TUBE DE CROOKES PAR RAPPORT AU SUJET ET A LA PLAQUE SENSIBLE.

— Séance du 20 septembre —

Je vais traiter ici un sujet de la plus haute importance pour tout médecin radiographe : je veux parler de la définition des incidences en radiographie médicale, c'est-à-dire du moyen de définir la position du tube de Crookes par rapport au sujet et à la plaque sensible.

En général nous ne savons pas placer notre ampoule, ou plutôt nous ne savons pas dire comment elle est placée. Nous expliquons avec plus ou moins de précision la manière dont nous avons opéré, mais nous ne nous faisons pas comprendre, parce que nous ne parlons pas tous le même langage, parce que nous n'avons pas encore un système de notation uniforme.

Et pourtant l'importance de cette définition n'échappe à personne.

Il est parfois impossible d'interpréter une radiographie sans savoir sous quelle incidence elle a été prise.

Les ombres projetées sur une plaque photographique ou sur l'écran fluorescent proviennent de corps opaques situés dans des plans différents. En conséquence, les dimensions, les formes, les rapports de ces ombres projetées varient à l'infini suivant la position du tube de Crookes par rapport au sujet et au plan de projection.

Et de fait, si nous regardons une radiographie de thorax pris d'avant en arrière, nous voyons que l'ombre du cœur, par exemple débordera d'autant plus à gauche que l'ampoule, aura été plus à droite du sternum.

Comment pourrons-nous interpréter une radiographie du cœur avec précision si nous ne savons sous quelle incidence a été prise la ligne ventriculaire? Dans certaines radiographies de thorax nous voyons des ombres parallèles au rachis : Organes médiastinaux ? Ganglions bronchiques ? Tumeur débordant la projection des corps vertébraux? Sternum pris de biais par les rayons qui le frappent obliquement? Qui nous mettra sur la voie de l'interprétation vraie, si nous ne savons même pas comment a été radiographié le sujet ?

Dans les radiographies de corps étrangers, de fractures, de luxations, de malformations osseuses, dans toute radiographie ayant pour objet de faire

voir une anomalie organique, n'est-il pas indispensable avant tout de savoir dire comment la partie intéressante a été irradiée?

En outre, dans cette étude des anomalies organiques, il est toujours une ou plusieurs positions dans lesquelles le fait intéressant est mis plus spécialement en saillie. Quand nous l'avons trouvée, cette position d'élection, n'est-il pas utile de pouvoir la définir? N'est-ce pas indispensable, si nous voulons suivre l'évolution de cette anomalie, et reprendre ultérieurement une radiographie analogue? N'est-ce pas indispensable pour la médecine légale, indispensable aussi pour l'étude comparée des mêmes organes chez d'autres sujets?

Il est d'ailleurs toujours difficile, beaucoup plus difficile qu'on ne le croit généralement, de s'orienter dans les radiographies les plus simples, comme celles des membres, des articulations par exemple, et je ne parle pas seulement de l'incidence des rayons, mais de la position même du sujet qui n'est presque jamais évidente par elle-même et demande le plus souvent une longue réflexion.

Savoir définir la position du sujet, celle de la plaque photographique, celle de l'ampoule de Crookes devrait être l'ABC de la science radiographique appliquée à la médecine. Aussi je crois le moment venu de proposer à l'appréciation des membres de ce Congrès un procédé qui, par sa simplicité, nous permettra de nous orienter, quelle que soit la région du corps photographiée et quelle que soit la position que nous devions donner au sujet.

EXPOSÉ DE LA MÉTHODE

La méthode que je présente permet:

1° De définir la position du sujet, la position de la plaque photographique et la position du tube de Crookes, au moyen d'une formule simple, toujours la même;

2° De reconstituer facilement, à la seule inspection de cette formule chez le sujet en question, le mode opératoire pour reprendre après un temps quelconque une radiographie identique;

3° De reconstituer avec la même facilité une position homologue chez un sujet de taille différente et par conséquent de faire la radiographie comparée.

Elle a en outre l'avantage accessoire de nous dire les dimensions, la corpulence de la partie photographiée.

Voici en quoi elle consiste.

On peut la décomposer en deux parties bien distinctes :

Première partie. — Détermination d'un point choisi extérieurement sur le sujet, repéré sur ce sujet dans une position donnée, bien définie, et appelé *point incident* ou *point d'incidence*.

Deuxième partie.— Détermination de la direction du rayon passant par le point d'incidence, rayon que nous appellerons simplement rayon incident.

Nous étudierons chacune de ces opérations dans un chapitre distinct.

CHAPITRE PREMIER

Choix et définition d'un point incident.

Nous allons voir d'abord comment nous devons choisir notre point incident, puis nous exposerons le procédé par lequel ce point sera défini d'une façon mathématique.

Section I.

Choix d'un point incident.

Les rayons émergeant d'un tube de Crookes étant infiniment nombreux, il y a évidemment une infinité de points incidents dans le champ irradié.

Il s'agit d'en choisir un pour le préciser.

Ce choix est évidemment libre. Nous pourrions aussi bien arriver à définir une radiographie avec un point incident choisi loin de la partie intéressante qu'avec le point le plus voisin de cette partie.

Cependant, plus nous choisirons le point incident près de la région intéressante, moins nous nous exposerons aux chances d'erreur, une petite erreur d'angle dans la définition du rayon pouvant devenir d'autant plus préjudiciable qu'on s'éloigne du point incident considéré.

D'ailleurs pour la radiographie comparée, en raison des différences anatomiques individuelles, il y a urgence absolue de ne pas s'écarter de la région en vue.

Enfin, nous verrons qu'on a habituellement avantage à faire tomber les rayons X normalement sur la région étudiée; nous pourrons donc ainsi choisir le point même où tombe le rayon normal au plan d'appui du corps, avantage énorme, comme nous le verrons au deuxième chapitre.

Pour ces différentes raisons, tout en restant libres dans notre choix, nous devons prendre en principe un point incident voisin de la partie intéressante, et autant que possible le point frappé normalement par les rayons X,

Section II.

Définition du point incident choisi.

Pour que la définition d'un point repéré sur le corps soit rigoureusement exacte, il faut que ce point soit géométriquement et anatomiquement déterminé, le corps étant placé dans des positions types préfixées.

Nous allons voir successivement le procédé de repérage et le moyen de placer le corps dans des positions préfixées.

§ 1er. —.Repérage ou détermination du point choisi.

En géométrie plane on définit un point par ses distances à deux axes perpendiculaires. ou, ce qui revient au même, par la longueur de la perpendiculaire AB abaissée de ce point sur un axe donné CD et par la distance BC du pied de cette perpendiculaire à un point d'origine C; — AB est l'abscisse, BC l'ordonnée.

De même ici nous choisirons pour chaque région un axe bien défini par deux points anatomiques, et nous définirons un point quelconque par rapport à cet axe.

Avant d'entrer dans l'application de ce principe à chaque région, prenons un exemple pour bien faire comprendre le procédé. Soit un point pris dans la région de la pointe du cœur en avant du thorax.

L'axe choisi pour le thorax est la ligne allant du milieu de la fourchette sternale pour origine, au milieu du bord supérieur de la symphyse pubienne.

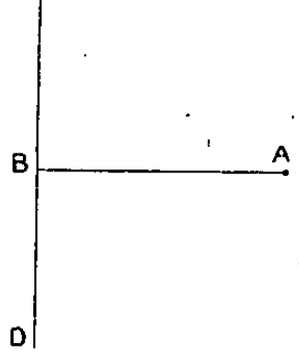


FIG. 1.

Nous abaissons une perpendiculaire de ce point A sur l'axe sterno-pubien; sa longueur constitue l'abscisse; et nous mesurons la distance de la fourchette au pied de la perpendiculaire, c'est l'ordonnée.

Nous aurions pu ainsi définir simplement en centimètres l'abscisse et l'ordonnée du point choisi, mais comme l'un des desiderata de tout système est de permettre la radiographie comparée, nous faisons entrer un deuxième facteur dans la notation, c'est la longueur de l'axe lui-même pour l'ordonnée, et la circonférence de la région pour l'abscisse.

Je m'explique :

Au lieu d'exprimer l'ordonnée par 7 centimètres par exemple quand la distance BC est de 7 centimètres sur l'axe sterno-pubien qui, lui, mesure je suppose, 54 centimètres, je l'exprime par la fraction $\frac{5}{57}$.

Au lieu d'exprimer l'abscisse par 5 centimètres par exemple quand la perpendiculaire AB mesure 5 centimètres, je l'exprime, en supposant que la circonférence du corps en ce point soit de 75 centimètres, par la fraction $\frac{5}{75}$ droite ou gauche.

Cette notation a l'avantage de laisser aux deux coordonnées 5 et 7 leur valeur absolue en centimètres, et en même temps leur valeur relative par rapport à la taille et à la grosseur du sujet, ce qui permet de choisir des

points homologues chez des sujets différents. Ainsi le point désigné par

$$\text{ordonnée}\ \frac{25}{50}$$
$$\text{abscisse}\ \frac{15}{60}$$

chez un sujet dont l'axe sterno-pubien sera 50 centimètres et la circonférence au point choisi 60 centimètres correspond au point :

$$\text{ordonnée}\ \frac{30}{60}$$
$$\text{abscisse}\ \frac{20}{80}$$

chez un sujet mesurant 60 d'axe sterno pubien et 80 de tour de taille au point incident.

Ce point est dans les deux axes en effet le point latéral extrême situé au milieu du tronc.

§ 2. — Choix des positions types dans lesquelles on devra placer chaque région.

En géométrie descriptive on étudie les corps dans l'espace par leurs projections sur deux plans perpendiculaires. En radiographie nous avons intérêt aussi à choisir pour chaque région deux positions types telles que si nous radiographions cette région dans chacune de ces positions avec une incidence normale, nous réalisions le procédé de la géométrie descriptive.

En outre, nous verrons que ce sont là les positions types les plus faciles à faire prendre au corps, les plus faciles à définir et à réaliser.

Nous admettrons donc pour chaque région deux positions types :

α) Une position frontale dans laquelle le corps ou la région photographiée s'offre à l'ampoule en plan frontal.

β) Une position sagittale dans laquelle c'est le plan sagittal qui s'offre naturellement à l'ampoule.

Nous n'avons pas besoin d'expliquer ces appellations. Tout le monde connaît les sutures crâniennes, et il nous suffira de dire pour chaque région le mode opératoire.

Nous allons donc immédiatement appliquer ces règles générales au tronc, aux membres, au cou et à la tête.

§ 3. — Application à chaque cas particulier.

I.— Radiographie du tronc.

PREMIÈRE POSITION-TYPE

Position frontale.

Position du sujet. — Le sujet repose sur le plan d'appui dans la position de décubitus dorsal. Ce n'est qu'exceptionnellement que nous le mettons à plat ventre, la disposition du lit d'opération doit toujours être telle que l'on puisse mettre l'ampoule en dessous. L'axe rachidien étant placé parallèlement aux bords longitudinaux du lit, et les épaules portant bien sur son plan, la position est ainsi bien assurée.

Axes des ordonnées. — C'est en avant la ligne unissant le milieu du bord supérieur de la fourchette sternale au milieu du bord supérieur de la symphyse pubienne (axe sterno-pubien) ; et, en arrière, l'axe épineux mesuré entre l'apophyse épineuse de la septième cervicale pour origine, et le croisement de la ligne biiliaque ou ligne unissant la partie supérieure des crêtes iliaques pour extrémité inférieure.

DEUXIÈME POSITION-TYPE.

Position sagittale.

Elle est exceptionnelle, car on sait le peu d'utilité que nous tirons en médecine des radiographies du tronc pris dans le sens transversal.

Que le malade soit pris en décubitus latéral droit ou gauche, le plan d'appui doit être toujours celui qui supporte la hanche et la partie supérieure du thorax, le bras étant en abduction et flexion en avant, abstraction faite de la dépression variable de la taille.

Si le point incident est plus en arrière qu'en avant, on l'exprime par rapport à l'axe épineux, s'il est en avant ou sur la ligne axillaire par rapport à l'axe sterno-pubien. — Il vaut mieux d'ailleurs indiquer toujours par deux initiales l'axe employé. — On mettra par exemple :

Position sagittale en appui latéral droit :

$$\text{ordonnée (axe SP)}\ \frac{18}{72}$$

$$\text{abscisse gauche (axe SP)}\ \frac{10}{58}.$$

II. — Radiographie des membres supérieurs.

PREMIÈRE POSITION-TYPE.

Position frontale en supination.

Position du sujet. — Le sujet est en décubitus dorsal. Le bras repose sur le lit d'opération par sa face postérieure. L'angle que fait le bras avec le corps a peu d'importance, puisque c'est toujours sa face postérieure qui repose sur le plan du lit; néanmoins il vaut mieux indiquer cet angle, et quand on le peut, toujours opérer avec le même écartement. Habituellement nous mettons le bras à 30° du corps à cause de la facilité avec laquelle on peut approximativement déterminer cet angle. Il suffit en effet de mesurer le long du corps, à partir du creux axillaire, une distance quelconque, et d'écarter le bras en ce point de la moitié de la distance mesurée.

Axe des ordonnées. — L'axe des ordonnées ou axe brachial antérieur est la ligne qui unit l'articulation acromio-claviculaire à l'extrémité du médius en passant par le milieu du pli du coude et le milieu du pli du poignet. On arrive facilement à trouver l'articulation acromio-claviculaire en suivant le bord inférieur de la clavicule de dedans en dehors comme le conseille de M. le professeur Farabeuf.

Le pli du coude s'obtient en fléchissant l'avant bras sur le bras et, s'il y a doute, en marquant les extrémités des saillies latérales de l'humérus que l'on réunit suivant la direction des plis formés.

Le pli du poignet s'obtient en unissant la pointe extrême du radius et celle du cubitus.

En raison de l'inclinaison de l'axe de l'avant-bras sur l'axe du bras (170° en moyenne d'après Mouchet), la ligne brachiale antérieure est une ligne brisée.

Nous compterons nos ordonnées sur cette ligne à partir de l'articulation acromio-claviculaire comme origine, mais de la façon suivante :

Si le point incident se trouve sur le bras, nous écrirons au numérateur purement et simplement le chiffre indiquant sa distance (1). S'il se trouve sur l'avant-bras, nous écrirons au numérateur deux chiffres : 1° celui qui exprime la distance de l'articulation acromio-claviculaire au pli du coude, et 2° celui qui exprime la distance du point incident au pli du coude. S'il se trouve sur la main, le numérateur aura trois chiffres.

Inutile de faire ressortir l'avantage de ce système qui établit les repères,

(1) C'est-à-dire la distance du pied de la perpendiculaire abaissée de ce point sur l'axe brachial antérieur au point d'origine.

points d'origine des mesures, le plus près possible de la région intéressante, tout en conservant à l'ensemble de la notation son uniformité.

Quant au dénominateur, il sera composé de trois chiffres indiquant la distance du point d'origine au pli du coude, celle du pli du coude au pli radio-carpien, et celle du pli radio-carpien à l'extrémité du médius.

Occupons-nous maintenant de l'abscisse.

Le numérateur sera, dans tous les cas, la distance du point incident à l'axe brachial antérieur. Le dénominateur sera la circonférence du membre à ce point.

Remarque n° 1. — Le point incident étant en général choisi sur l'axe, l'abscisse est presque toujours zéro dans l'incidence antérieure.

Remarque n° 2. — Quand l'incidence est postérieure, l'abscisse est ordinairement exprimée au numérateur par *demi-circonférence*, le dénominateur restant le même, c'est-à-dire, égal à la circonférence.

Remarque n° 3. — Dans la radiographie du troisième segment, comme les repères anatomiques sont nombreux et précis, dans le cas où l'abscisse est différente de $\frac{0}{\text{circ.}}$ ou de $\frac{1/2 \text{ circ.}}{\text{circ.}}$, le plus simple est de préciser le point anatomique d'incidence. N'oublions pas que notre méthode n'est faite que pour suppléer à l'insuffisance de la définition anatomique, ou pour faciliter les comparaisons. Dès lors que la région se prête à la précision anatomique rapide, c'est le procédé de choix.

Remarquons que si nous employons la notation mathématique pour la main, c'est toujours la circonférence totale qu'il faut inscrire au dénominateur.

DEUXIÈME POSITION-TYPE

Position sagittale en appui cubital.

Position du sujet. — Ici le malade est assis, le haut du corps à peu près vertical, la table d'appui pour le bras à hauteur de l'aisselle. Le bras, l'avant-bras et la main reposent sur la table par leur face interne ou bord cubital, le bras étant, bien entendu, en abduction sur le corps à un angle droit. L'avant-bras est en extension sur le bras; la main en extension sur l'avant-bras. La main est au besoin maintenue par une équerre fixée à la table ou par un aide.

S'il est utile de fléchir l'avant-bras sur le bras, la position ne change pas, étant donné que c'est toujours le bord cubital qui repose sur le plan d'appui. Mouchet, pour l'étude des fractures du coude, met l'avant-bras en flexion sur le bras d'un « angle obtus ».

Axe des ordonnées. — On aurait pu tracer un axe brachial externe qui aurait eu l'avantage de donner ordinairement une abscisse = 0, mais c'est compliquer inutilement la méthode.

De même que l'axe sterno-pubien nous a servi pour les positions sagittales du tronc, de même l'axe brachial antérieur nous servira pour la position sagittale du bras.

Rien n'est plus simple que de déterminer l'ordonnée et l'abscisse, le bras étant en extension, en rapportant ces mesures à l'axe brachial antérieur.

Lorsque le point est médian externe, on a généralement pour abscisse $\frac{1/4 \text{ circ. ext.}}{\text{circ.}}$; s'il est médian interne $\frac{1/4 \text{ circ. int.}}{\text{circ.}}$.

Une difficulté se présente ici, c'est lorsque l'avant-bras est fléchi sur le bras. Alors il faut toujours déterminer le point d'incidence avant la flexion.

Dans le cas où, par suite de fracture ou luxation, le bras reste fléchi, on tourne la difficulté en déterminant le pli du coude que l'on prolonge sur les côtés externe et interne en s'aidant, si possible, des saillies inférieures de l'humérus dont on marque les extrémités. La distance entre l'articulation et le point du pli du coude situé dans le plan sagittal ne diffère du premier segment de l'axe brachial antérieur que de 5 à 6 millimètres ($0^{cm},5$ pour les bras d'enfant, $0^{cm},6$ pour les grands bras d'adultes), différence presque négligeable. Aussi le plus simple pour mesurer l'ordonnée sera de la déterminer sur cette ligne insensiblement oblique, et l'abscisse sera comme toujours marquée $\frac{1/4 \text{ circ. int. ou ext.}}{\text{circ.}}$ (1) si le point incident est médian, ce qui est de règle (2).

DEUXIÈME POSITION MODIFIÉE.

Position sagittale du bras avec la main en pronation.

Cette modification à la deuxième position est justifiée par la commodité qu'il y a à prendre la main sur sa face palmaire.

Le bras repose sur son bord cubital. L'avant-bras, au lieu de se présenter dans le plan sagittal, se présente dans un plan qui devient de plus en plus frontal à mesure qu'on se rapproche de la main.

Les points incidents se déterminent toujours par rapport à l'axe bra-

(1) Au coude, la circonférence ne pouvant être mesurée dans la flexion, si le point incident est voisin du coude, on mettra la dénomination abstraite $\frac{1/4 \text{ circ, int. ou ext.}}{\text{circ.}}$ sans chiffres, ce qui est assez significatif pour désigner le point incident médian externe ou interne.

(2) Si le point incident n'était pas médian, on augmenterait ou on diminuerait le numérateur du chiffre marquant la distance de ce point au point médian correspondant.

chial antérieur. Quand ce point est médian et par trop élevé sur l'avant-bras, il a naturellement pour abscisse $\frac{1/2\,\text{circ.}}{\text{circ.}}$.

La plupart des photographies de mains que l'on trouve dans toutes les collections radiographiques sont prises dans cette position.

Remarque. — Il est utile souvent, pour la comparaison des mains, de prendre les deux mains sur la même plaque. Le rayon incident normal tombe habituellement à égale distance des deux mains. L'ordonnée se compte suivant la règle habituelle ; quant à l'abscisse, le plus simple est de l'exprimer $\frac{DG = n^{cm}}{2}$, ce qui signifie que le point incident considéré se trouve à moitié de la ligne DG marquant la distance entre l'axe brachial antérieur droit et l'axe brachial antérieur gauche et que cette distance mesure n centimètres. De sorte que cette notation a, du même coup, l'avantage de préciser la position respective des deux membres. C'est cette même notation que nous emploierons pour les membres inférieurs.

III. — Radiographie des membres inférieurs.

PREMIÈRE POSITION-TYPE

Position frontale.

Position du sujet. — Le sujet est couché sur le lit d'opération, l'axe du pied maintenu dans le plan frontal, le pied en demi-extension.

Axe des ordonnées. — L'axe des ordonnées ou axe crural antérieur est la ligne qui unit l'épine iliaque antérieure et supérieure à l'extrémité du troisième orteil en passant par le milieu du pli du genou prolongé en avant suivant le bord inférieur de la rotule et par le milieu du pli du coude-pied ou ligne unissant les pointes extrêmes des malléales.

Nous comptons les ordonnées sur cette ligne à partir de l'épine iliaque, suivant le procédé indiqué pour le bras, c'est-à-dire avec un, deux, trois chiffres, suivant le segment, au numérateur, et les longueurs des trois segments au dénominateur.

L'abscisse se compte de même façon qu'au membre supérieur.

Remarque. — Cette position est non seulement la position d'élection pour la jambe, mais aussi pour le pied. Le pied en demi-extension se présente mieux à l'ampoule qu'en équerre sur la jambe. Seulement la plaque sera placée sur un plan incliné dont l'angle est déterminé facilement = (45° ordinairement).

DEUXIÈME REMARQUE. — Quand les deux jambes sont prises à la fois, l'incidence doit presque toujours tomber normalement au milieu de l'intervalle qui les sépare. L'ordonnée s'exprime comme d'habitude. L'abscisse, comme nous l'avons vu pour le bras, s'exprime par la formule conventionnelle $\frac{DG = n^{cm}}{2}$, qui signifie que le point incident considéré se trouve au milieu de la distance DG qui sépare l'axe crural antérieur droit de l'axe crural antérieur gauche. Elle indique en même temps en centimètres la distance DG.

DEUXIÈME POSITION-TYPE.

Position sagittale en appui tibial.

Position du sujet. — Il y avait deux positions possibles :

1° Placer le sujet sur le côté, le membre à radiographier reposant sur le lit par la face externe. Écarter le plus possible l'autre membre par la flexion (ou l'extension forcée, le premier étant un peu fléchi). L'incidence est alors interne quand l'ampoule est dans la position habituelle (ampoule en dessus).

Cette position présente de nombreux inconvénients. Tout le poids du corps repose sur le membre à photographier, qui se fatigue vite, surtout si le sujet est maigre. La stabilité est douteuse, surtout dans l'extension. Enfin, le membre sain se trouve plus rapproché de l'ampoule que la partie à radiographier, ce qui doit, autant que possible, être évité.

2° Placer le sujet latéralement sur le côté sain. Une tablette reposant sur quatre pieds à hauteur variable est introduite entre les deux membres. On soulève progressivement les quatre pieds jusqu'à ce que le membre à radiographier repose franchement sur elle. On a eu soin de mettre un bon rembourage sur le lit, ce qui n'a aucun inconvénient, puisqu'il ne recevra pas la plaque.

La plaque est mise sur la tablette. L'ampoule dans la position « ampoule en dessus » frappe le membre par sa face externe, ce qui a l'avantage d'être absolument comme dans la position n° 2 du bras.

Les pieds sont gradués pour assurer le parallélisme de la tablette de la table.

Si l'on veut prendre le membre « ampoule en dessous », il suffit de mettre le membre sain en flexion complète hors des entrepieds et de supprimer les plateaux du lit pour donner plus de transparence.

Axe des ordonnées. — Le repérage se fait par rapport à l'axe crural antérieur suivant le mode indiqué pour le bras, position n° 2.

IV. — Radiographie de la tête et du cou.

PREMIÈRE POSITION-TYPE

Position frontale.

Position du sujet. — C'est la position naturelle du décubitus dorsal.

Il est bon d'avoir un pupitre sur lequel repose la tête. On peut le placer horizontalement; il se confond alors avec le plan du lit, ou l'élever d'un certain angle — que l'on doit toujours préciser.

Ce pupitre doit pouvoir permettre l'extension de la tête pour les photographies de la région cervicale.

Axe des ordonnées. — L'abondance des repères anatomiques dispense le plus souvent de repérer le point incident choisi quand il s'agit de la face. Néanmoins il faut, pour n'être jamais pris au dépourvu, savoir repérer sur l'axe sterno-fronto-occipital ou ligne partant du milieu de la fourchette sternale passant par le milieu du menton, la glabelle, la suture métopique, la protubérance occipitale et finissant à la septième cervicale.

Cette ligne est divisée en cinq segments à partir de son point d'origine ou fourchette sternale.

L'axe sterno-hyoïdo-mentonnier ayant son origine à la fourchette (1), l'axe facial allant de l'angle du menton à la glabelle, l'axe crânien allant de la glabelle à la protubérance occipitale, et l'axe occipito-cervical allant de cette protubérance à l'apophyse épineuse de la septième cervicale.

L'abscisse, par exception, comme il s'agit d'une partie sphérique, aura pour dénominateur, non pas la circonférence de la tête prise au point incident, mais la circonférence prise au niveau de la glabelle en avant et de la protubérance occipitale en arrière. La longueur de l'axe occipito-mentonnier et la longueur de la circonférence occipito-glabellaire sont, en effet, les deux dimensions pratiques qui peuvent le mieux établir le volume de la tête, et par conséquent servir de base à l'étude comparée.

DEUXIÈME POSITION-TYPE

Position sagittale.

La tête repose en plan sagittal sur un caisson lui permettant de rester normale au plan des épaules. Quand la précision anatomique est insuffisante, on repère le point incident sur l'axe gonio-bregmatique. Cet axe part de l'angle du maxillaire inférieur pour aboutir à la suture sagittale, au milieu de la distance qui sépare la glabelle de la protubérance occipitale, un peu en arrière du bregma toujours difficile à définir.

(1) Il faut, pour cet axe (utile dans la radiographie cervicale), écrire deux chiffres au dénominateur. La longueur sterno-hyoïdienne et la longueur hyoïdo-mentonnier.

*
* *

En résumé, nous voyons que l'application de la règle générale à chaque cas particulier ne présente aucune difficulté sérieuse et qu'il est désormais facile de repérer un point quelconque sur une partie quelconque du corps. Nous allons étudier maintenant la direction du rayon frappant ce point.

CHAPITRE II

Détermination de la direction du rayon incident.

Le rayon incident peut être perpendiculaire au plan d'appui (plan sur lequel repose la partie photographiée, et ordinairement aussi plan de la plaque sensible) ou oblique sur lui.

Dans le premier cas, nous disons que l'incidence est normale ; dans le second, elle est oblique.

L'incidence normale est toujours l'incidence de choix, à cause de sa précision, de sa commodité. L'incidence oblique, quoique rendue très simple et très pratique par l'emploi du radiogoniomètre, ne devra être employée que dans les cas spéciaux où elle est nécessaire.

*
* *

Qu'il s'agisse de faire tomber le rayon normalement ou bien obliquement sur un point donné, il est une condition nécessaire qui s'impose dans le mode opératoire, c'est la mobilité de l'ampoule. Je ne parlerai pas ici du dispositif que nous employons à cet effet à l'hôpital de la Charité, au laboratoire de M. le professeur Bouchard, M. Radiguet s'étant chargé de présenter à la Section nos appareils modifiés et perfectionnés par lui et par M. Massiot (1). Qu'il nous suffise de dire que l'ampoule est mobile en tous sens, qu'il est facile de mesurer les déplacements qu'on lui fait subir et que, à la seule inspection de son support, on connaît sa distance au plan d'appui.

Dans toute radiographie, on doit exprimer, en effet, la distance de l'ampoule au plan d'appui = (signe abréviatif d^p) et la distance de l'ampoule au point incident (d^i). D'ailleurs, quand une seule de ces distances est exprimée, il est toujours facile, si besoin est, de connaître l'autre. Nous verrons, dans la description du radiogoniomètre, combien cette opération est simple.

(1) Cf. aussi Arch. élect. médicale de Bordeaux, 1899, *Des Incidences en radiologie*, p. 181 et 385 (15 mai et 15 août).

*
* *

Nous allons donc successivement étudier l'incidence normale et l'incidence oblique.

Section I

Incidence normale.

Pour déterminer une incidence normale, nous avons deux procédés à notre disposition :

L'un, approximatif, applicable presque exclusivement quand on opère sur lit horizontal, c'est le procédé du fil à plomb et ses dérivés.

L'autre, précis, applicable à tous les cas, c'est le procédé du radiogoniomètre.

α) *Procédé du fil à plomb et ses dérivés.*

Tout le monde connaît le procédé du fil à plomb, qui consiste à mettre approximativement le fil à plomb dans la direction du sommet du cône d'émergence (habituellement le centre de l'anticathode dans les tubes bianodiques), la pointe étant dirigée sur le point incident.

Il est facile de donner un peu plus de précision à ce procédé en remplaçant le centrage à l'œil par un dispositif simple que tout le monde peut faire et qui consiste à embrasser l'ampoule dans un arc métallique léger supporté par un pivot en son milieu et prolongé dans son plan en bas par un crochet qui supporte le fil à plomb. Un fil métallique non flexible supporte le pivot de l'arc en dessous de l'ampoule et prend appui sur la saillie de l'anode et sur le col de l'ampoule. Ce pivot peut d'ailleurs être placé à tel lieu du fil-support qu'il est utile. On conçoit dès lors que lorsque le centre de l'anticathode est dans le plan de l'arc dont les deux branches forment viseur, le fil à plomb est en bonne direction.

Ce procédé du fil à plomb ne peut être employé directement si le plan d'appui est incliné. Dans certains cas pourtant, on peut tourner la difficulté. Voici comment.

Supposons que le lit soit incliné de 30° dans le sens de la longueur. Nous tendrons un fil directeur entre l'ampoule (le petit crochet du système d'arc viseur) et le point incident. Ce fil directeur supportera le long de son trajet un fil à plomb léger. L'ensemble des deux fils sera placé approximativement dans le plan longitudinal, et l'angle du fil à plomb avec le fil directeur sera de 30°.

Inutile d'insister sur le manque de précision de ce procédé, qui ajoute à l'imperfection du centrage du fil directeur celle de l'orientation défectueuse du système dans le plan longitudinal.

Si le lit était incliné aussi dans le sens de la largeur, il serait plus diffi-

cile encore d'appliquer ce système des deux fils, car il faudrait orienter leur plan dans le plan vertical de la ligne de pente maxima.

Il y a un deuxième moyen de tourner la difficulté : c'est le procédé de glissement des cadres avec emploi préalable du fil à plomb. On fait l'incidence verticale sur le point choisi en plaçant l'ampoule à une distance égale à $d^i \sec \omega$ (d^i = distance proposée définitive, ω = angle d'inclinaison), et on fait glisser longitudinalement les cadres porte-ampoule d'une distance égale à $d^i \, tg\omega$. Si l'inclinaison a lieu dans le sens de la longueur et dans celui de la largeur, on y arrivera aussi, mais par des calculs trigonométriques qu'il n'y a pas lieu d'expliquer ici.

Remarquons que ces procédés deviennent inapplicables si le plan d'appui est vertical.

Ainsi, le procédé du fil à plomb, simple ou modifié, permet de déterminer une incidence normale sur plan horizontal avec assez d'approximation. Il permet de déterminer, dans certains cas, une incidence normale sur plan incliné avec moins d'exactitude. Il devient insuffisant dans les grandes inclinaisons et impossible dans la situation verticale.

Je n'ai insisté sur ce procédé que parce qu'il est couramment employé et pour montrer ses défauts. Le radiogoniomètre évite tous ces inconvénients et unifie le mode opératoire.

β) *Procédé du radiogoniomètre.*

(Voir la description de l'appareil à la fin de ce mémoire.)

Il suffit, quelle que soit la position du plan d'appui dans l'espace, de placer le pied de l'instrument sur ce plan d'appui, sans aucune précaution d'orientation, de mettre les deux aiguilles à zéro, d'amener le style sur le plan incident en déplaçant le pied, et, l'obscurité étant faite, il n'y a plus qu'à déplacer l'ampoule jusqu'à ce que le croisement des arcs soit projeté sur le centre de l'écran.

Inversement, si l'ampoule est en position d'élection et qu'il s'agisse de trouver le point normal, on place l'appareil sur le lit, on modifie sa position jusqu'à centrage de la projection de la croix, et il n'y a plus qu'à laisser glisser le style, qui marque lui-même le point incident normal cherché.

Section II

Incidence oblique.

§ 1er. — Définition de l'angle d'obliquité, du plan normal incident, etc.

L'angle que forme un rayon incident avec la normale au plan d'appui s'appelle l'*angle d'obliquité* ou angle d'incidence.

On appelle *plan normal du rayon incident* le plan déterminé par le rayon incident et par la normale du point incident.

On donne le nom de *plan d'incidence longitudinal* au plan longitudinal ren-

fermant le rayon incident, ou plutôt et plus exactement au plan renfermant le rayon incident et parallèle à l'axe des ordonnées de la partie photographiée.

On donne le nom de *plan d'incidence transversal* au plan renfermant le rayon incident et perpendiculaire à l'axe des ordonnées.

§ 2. — Expression de l'obliquité.

Il y a deux moyens d'exprimer l'obliquité :

1° Exprimer l'angle d'obliquité tel qu'il est et définir la situation du plan normal d'incidence ;

2° Exprimer l'angle d'obliquité longitudinale (c'est-à-dire l'angle formé par le plan transversal d'incidence avec le plan transversal normal) et l'angle d'obliquité transversale (c'est-à-dire l'angle formé par le plan longitudinal d'incidence avec le plan longitudinal normal). La rencontre de ces deux plans obliques est précisément le rayon incident.

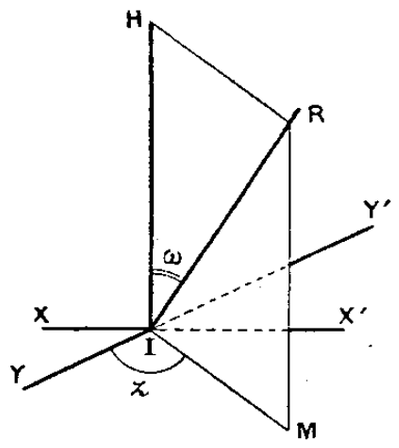


FIG. 2. — 1er procédé.

RI rayon incident.
HRMI plan normal d'incidence.
YY' axe des ordonnées de la partie radiographiée (ou parallèle à cette ligne).
XX' Perpendiculaire à cette ligne (axe des abscisses).
HIR (ω) angle d'obliquité.
YIM (z) azimut du plan normal incident.

La seule inspection des deux figures ci-jointes fera comprendre ces deux méthodes. Le premier procédé consiste à exprimer l'angle d'obliquité HIR, et l'angle du plan HIMR avec le plan normal longitudinal HIYY'. Ce dernier angle, qui se mesure en MIY, s'appelle l'azimut du plan considéré. Nous ne faisons donc ici qu'appliquer au tube de Crookes le procédé astronomique du théodolyte qui mesure la hauteur apparente d'un astre et son azimut par rapport à un premier vertical bien défini.

Le deuxième procédé consiste à exprimer l'angle du plan XRX' avec le plan normal renfermant XX', et en second lieu l'angle du plan YRY' avec le plan normal renfermant YY'.

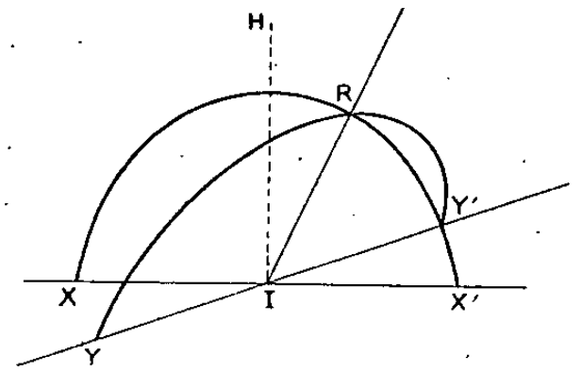


FIG. 3. — 2e procédé.

RI rayon incident.
YRY' Plan longitudinal incident.
XRX' Plan transversal incident.
HI Normale du point incident.
N. B. — Le plan XX', IH est le plan transversal normal. Le plan YY' est le plan longitudinal normal.

Ces deux plans obliques se coupent suivant RI, qui est précisément le rayon incident.

On verra qu'il suffisait de réaliser cette simple figure démonstrative pour obtenir un instrument d'une commodité et d'une simplicité presque puériles pour la détermination d'un rayon incident.

§ 3. — Mesure de l'obliquité d'un rayon d'après ces données.

Nous passerons rapidement sur les procédés que nous étions obligés d'employer avant la construction du

radiogoniomètre, procédés applicables seulement sur plan horizontal.

α) L'un d'eux, exprimant l'obliquité par la première méthode (obliquité vraie et azimut) consistait à tendre un fil directeur entre l'ampoule et le point incident, ce fil supportant un fil à plomb léger, comme nous l'avons décrit déjà. L'angle des deux fils était l'angle d'obliquité (mesuré approximativement avec un rapporteur vulgaire). L'angle PIY était l'azimut mesuré approximativement aussi par ce même procédé *(fig. 4)*.

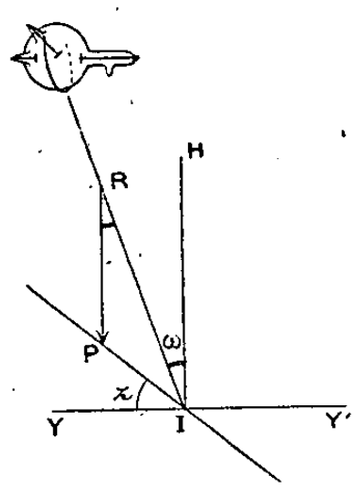


FIG. 4.

Inutile de dire avec quelle inexactitude pouvait se déterminer ainsi un rayon oblique. Défauts inhérents à l'emploi du fil à plomb lui-même, défauts dans la mesure des angles, autant de causes d'erreurs qui s'ajoutent les unes aux autres.

β) Un deuxième procédé dérivait de la deuxième méthode. Il consistait à faire tomber normalement un rayon incident sur le point choisi, par le procédé vulgaire du fil à plomb, à placer l'ampoule à une distance égale à $d^i \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2 \varphi + tg^2 \varphi'}}$ (φ étant l'angle longitudinal, φ' l'angle transversal), puis à faire glisser les cadres longitudinalement d'une distance égale à $d^i \sin\varphi$ et transversalement d'une distance égale à $d^i \sin\varphi'$.

Je n'insiste pas sur ce procédé, qui a l'avantage d'être plus précis que le précédent, puisqu'on passe mathématiquement d'une incidence normale à une incidence oblique; mais c'est une précision un peu illusoire, étant donné que le fil à plomb employé au début de la manœuvre n'est qu'approximatif. Puis nous n'aimons pas à calculer des tangentes ni à extraire des racines carrées pendant que notre malade attend sur la table d'opération.

Je crois donc pouvoir conclure de ce coup d'œil rétrospectif que l'emploi courant des incidences obliques était impossible avec ces procédés, et j'en arrive tout de suite au procédé définitif qui, sans calcul, sans manipulations difficiles, permet d'arriver avec la précision la plus absolue à déterminer une incidence oblique, quelle qu'elle soit, soit sur plan horizontal, soit sur un lit incliné ou vertical.

Procédé du radiogoniomètre.

On nous donne une incidence d'élection oblique à définir.

Nous mettons l'extrémité du style sur le point incident choisi, nous laissons les arcs libres et nous déplaçons l'appareil jusqu'à ce que le centre de croisement se projette sur le centre de l'écran. La seule précaution à prendre est que la petite branche du pied reste parallèle à l'axe repère de

la région étudiée. Il suffit alors de lire les deux angles des goniomètres (1).

Nous demande-t-on, au contraire, de réaliser une incidence oblique proposée?

Nous inclinons nos goniomètres de la quantité indiquée. Nous les fixons. Nous amenons l'extrémité du style sur le point incident. Et il n'y a plus qu'à faire voyager notre ampoule jusqu'à ce que le croisement des arcs se projette sur le centre de l'écran (2).

Précision et commodité opératoires, ce sont là, je le répète, les deux grands avantages de cet appareil qu'il nous reste à présent à décrire (3).

Le radiogoniomètre.

Le radiogoniomètre se compose essentiellement d'un socle formé d'un disque en cuivre. Le diamètre du disque est de 14 centimètres environ, celui de son ouverture de 6 centimètres environ.

Aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires l'un sur l'autre, ce disque présente quatre pivots.

Chaque paire de pivots reçoit les axes des arcs viseurs : arcs demi-circonférenciels mobiles autour de leur diamètre extrême comme axe.

Chaque arc viseur est constitué par deux fils d'acier parallèles écartés de 1 millimètre et demi l'un de l'autre. L'un de ces arcs est intérieur par rapport à l'autre, de telle sorte qu'ils peuvent prendre sans se gêner toutes les inclinaisons respectives qu'il est utile de leur donner.

A l'une de leurs extrémités ils présentent une vis de pression pour les immobiliser au besoin. A l'autre, une aiguille perpendiculaire à leur axe et située dans le plan de leur fente. Cette aiguille indique sur un demi-cadran spécial l'angle d'obliquité de chacun des arcs, le zéro correspon-

(1) Quand le goniomètre longitudinal est incliné du côté du sommet de la tête (ou de la racine des membres), nous appelons l'angle : angle *céphalique*. Dans le cas contraire, l'angle est dit *podalique*. De même, le goniomètre transversal donne des angles droit ou gauche (position frontale), antérieur ou postérieur (position sagittale).

(2) Remarquons que rien n'est plus facile de passer d'un système de notation à l'autre : si l'on a une obliquité exprimée par l'angle d'obliquité ω et l'azimut z, il est facile de connaître l'angle longitudinal φ et l'angle transversal φ', et inversement grâce aux relations :

$$\begin{cases} tg\ \omega = \sqrt{tg^2\ \varphi + tg^2\ \varphi'} \\ tg\ z = \dfrac{\sqrt{tg^2\ \varphi + tg^2\ \varphi'}}{tg\ \varphi} \end{cases}$$

$$\begin{cases} tg\ \varphi = \dfrac{tg\ \omega}{tg\ z} \\ tg\ \varphi' = tg\ \omega \sqrt{1 - \dfrac{1}{tg^2\ z}} \end{cases}$$

(3) Déjà nous avions décrit un appareil (*Arch. d'électricité médicale*, 15 mai 1899) permettant la mesure des angles. Mais s'il donnait la mesure de l'angle longitudinal vrai, il donnait celle de l'angle transversal mesuré dans le plan incident longitudinal, et non dans le plan longitudinal normal. Il était d'ailleurs beaucoup plus difficile à manipuler que ce nouvel appareil.

dant au moment où l'arc viseur est perpendiculaire au socle, c'est-à-dire le zéro étant au zénith du demi-cadran.

Le trou central du socle, appelé *voyeur*, présente deux tiges métalliques qui se croisent en son centre. L'une est destinée à être placée parallèlement à l'axe des ordonnées de la région photographiée. Chacune d'elles correspond à l'axe d'un des arcs viseurs. Le voyeur a pour but de laisser voir en dessous de lui la région intéressante pour orienter le socle.

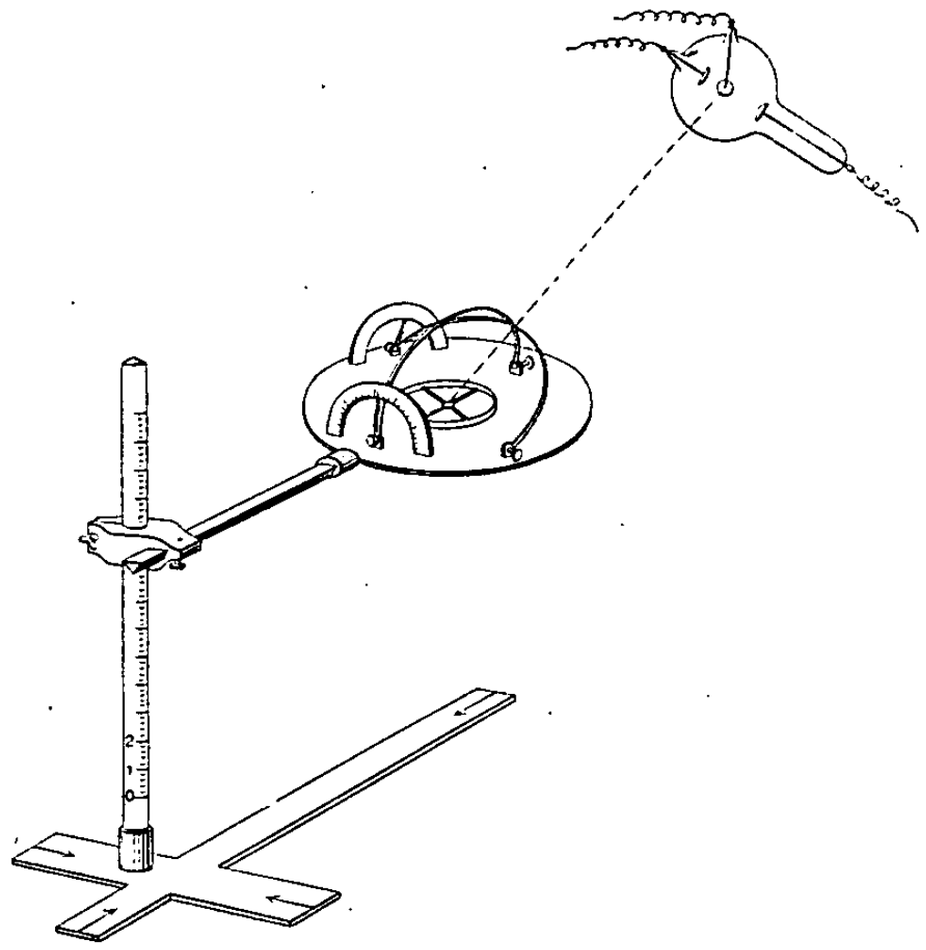


FIG. 5. — Le radiogoniomètre disposé pour servir comme compas d'épaisseur.

Le croisement des tiges est percé d'un trou évasé en haut et en bas appelé le trou du style.

Un style métallique passe par ce trou et s'engage à la fois dans la fente des deux arcs viseurs.

Au-dessus du voyeur on peut placer à volonté un écran de platinocyanure de baryum percé en son centre pour laisser libres les mouvements du style.

Le socle est maintenu par une tige triangulaire glissant dans une noix mobile elle-même le long d'une tige qui se dresse perpendiculairement sur le pied de l'appareil.

Ce pied est formé par deux tiges en croix. L'utilité de cette disposition est d'orienter l'appareil approximativement avant de se servir du voyeur en mettant *grosso modo* la petite branche du pied parallèle à l'axe longitudinal de la région étudiée.

Fonctionnement de l'appareil.

Le pied est placé sur le plan d'appui du sujet. Le diamètre longitudinal est mis parallèlement à l'axe-repère de la région par le voyeur. L'appareil est ainsi orienté.

L'appareil étant orienté, il faut le mettre au point. La mise au point consiste à faire coïncider le rayon incident avec le style. Elle est obtenue lorsque le croisement des arcs viseurs se projette sur le centre du disque de platino-cyanure de baryum.

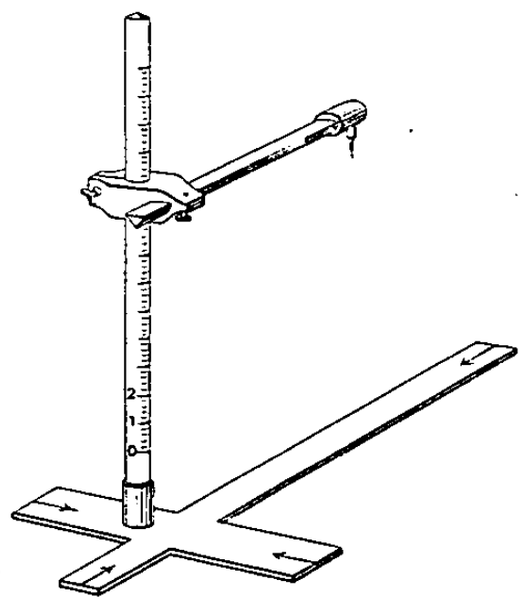


FIG. 6.

Orientation et mise au point sont deux opérations extrêmement faciles et qui se font avec une grande précision.

Le goniomètre placé dans le plan longitudinal indique l'angle longitudinal d'incidence ; le goniomètre placé dans le plan transversal indique l'angle transversal d'incidence.

L'appareil sert aussi de compas d'épaisseur, comme l'indique la figure 6. Il est ainsi facile d'avoir la distance du point incident au plan d'appui, donnée nécessaire pour passer de d^i à d^p quand c'est utile.

M. le Dr A. BÉCLÈRE

Médecin de l'hôpital Saint-Antoine.

ÉTUDE PHYSIOLOGIQUE DE LA VISION DANS L'EXAMEN RADIOSCOPIQUE

— Séance du 20 septembre —

Les rayons de Röntgen ne se révèlent pas directement à nos sens ; l'écran fluorescent est l'intermédiaire à l'aide duquel nous en prenons connaissance dans l'examen radioscopique. Ces radiations, normalement invisibles, excitent la substance fluorescente qui recouvre l'écran et en font une source de radiations visibles, analogue aux autres sources de lumière, au soleil, aux flammes, aux corps incandescents. Suivant la nature des obstacles interposés sur leur passage, les rayons de Röntgen excitent plus ou moins fortement les diverses portions de l'écran et les rendent inégalement lumineuses ; ainsi se forment les images radioscopiques. Je me propose d'étudier la fonction visuelle pendant l'examen radioscopique ; je voudrais montrer la part très importante que prennent, dans les résultats de cet

examen, des phénomènes dont l'étude ne relève pas de la physique, mais de la physiologie.

Le sens de la vue nous sert à percevoir la lumière, les couleurs et les formes. La perception de la lumière et celle des formes entrent seules en jeu dans l'examen radioscopique. Il importe de les séparer soigneusement l'une de l'autre; elles correspondent à deux fonctions différentes de la rétine. Aussi j'étudierai successivement d'une part la sensibilité à la lumière émanée de l'écran fluorescent, d'autre part la faculté de distinguer les limites et les contours des diverses portions inégalement lumineuses de cet écran, c'est-à-dire l'acuité visuelle proprement dite. Sans rien ajouter aux notions acquises sur la persistance de l'impression rétinienne, je dirai, en terminant, quelques mots de ce phénomène.

LA SENSIBILITÉ RÉTINIENNE A LA LUMIÈRE DANS L'EXAMEN RADIOSCOPIQUE. — C'est un fait connu de tout le monde qu'après un séjour de quelque temps dans l'obscurité l'œil est impressionné par de faibles intensités de lumière qui d'abord le laissaient tout à fait insensible. Pour en faire l'expérience, il suffit de passer de la pleine lumière du jour dans une cave très faiblement éclairée par un étroit soupirail. On commence par n'éprouver aucune sensation lumineuse, on croit être dans la plus complète obscurité ; puis, après quelques minutes, l'œil reçoit des impressions, d'abord faibles, qui, peu à peu, deviennent plus vives, si bien qu'au bout d'un certain temps presque tous les objets contenus dans la cave sont perçus distinctement. Le même phénomène se répète dans l'examen radioscopique. Lorsque les appareils producteurs de rayons de Röntgen ne sont pas très puissants et que l'obstacle interposé entre l'ampoule et l'écran est un thorax d'adulte assez volumineux, c'est toujours une surprise pour celui qui passe de la pleine lumière du jour dans la chambre noire où se fait l'examen de ne percevoir qu'une très faible lueur émanée de l'écran, sans pouvoir distinguer à sa surface aucune image, tandis que les observateurs entrés dans la chambre quelque temps avant lui voient nettement, par exemple, les images mouvantes qui correspondent aux battements du cœur et aux contractions du diaphragme. C'est seulement après quelques minutes de patience que l'écran semble au nouveau venu s'illuminer et devenir de plus en plus brillant. Les images que voyaient ses devanciers lui apparaissent à son tour; bientôt il distingue, à la lumière de l'écran, les personnes et les objets qui l'entourent ; souvent même, après que l'écran n'est plus illuminé, il découvre que de nombreuses fissures laissent pénétrer dans la chambre, tout d'abord si noire en apparence, la lumière du jour.

Ce fait si connu, on l'exprime communément en disant qu'il faut quelque temps pour s'habituer à l'obscurité, mais cela n'est pas une explication. Il n'y a pas longtemps, on tentait de l'expliquer par la fatigue à laquelle venait d'être soumise la rétine sous l'impression d'une vive lumière : elle

avait besoin de repos avant de pouvoir recouvrer toute sa sensibilité. La part de la fatigue existe, il est vrai, pour le nerf optique comme pour les autres nerfs, et c'est un élément à ne pas négliger complètement. Mais on sait aujourd'hui de façon certaine que, dans les variations de la sensibilité visuelle dont il vient d'être question, la fatigue et le repos du nerf optique ont un rôle très accessoire. C'est au docteur Parinaud (1) qu'on doit la nouvelle interprétation du phénomène. Ses recherches expérimentales ont démontré que le séjour dans l'obscurité provoque un véritable accroissement de la sensibilité rétinienne, d'ailleurs très inégal vis-à-vis des différentes parties du spectre solaire, qu'il s'agit en réalité d'une fonction tout à fait spéciale à laquelle il a donné le nom d'*adaptation rétinienne*. S'appuyant à la fois sur des faits fournis par l'expérimentation physiologique, par la pathologie, par l'anatomie comparée, il a localisé anatomiquement cette fonction spéciale dans certains éléments de la rétine, dans les bâtonnets, à l'exclusion des cônes, et il a fait dépendre physiologiquement son existence de la sécrétion du pourpre rétinien, la substance fluorescente qui imbibe le segment externe des bâtonnets.

C'est grâce à cette fonction spéciale de la rétine, l'adaptation aux faibles intensités de lumière, que nous pouvons voir encore convenablement avec des éclairages relativement faibles, comme celui du crépuscule, celui de la lune, celui des lumières artificielles qui éclairent les rues ou nos appartements. La lumière qui provient de l'écran fluorescent est, comme celles qui viennent d'être énumérées, une lumière de faible intensité; il n'est pas douteux que l'*adaptation rétinienne* entre en jeu dans l'examen radioscopique et y joue un rôle très important.

J'ai cherché à déterminer la sensibilité de la rétine à la lumière émanée de l'écran fluorescent avant, pendant et après l'adaptation, de la manière suivante.

La propagation des rayons de Röntgen est rigoureusement rectiligne, sans réflexion ni réfraction. Il est démontré que leur action, comme celle de la lumière, comme celle de la chaleur, varie en raison inverse du carré de la distance, c'est-à-dire que si l'écran fluorescent, placé à une certaine distance d'un foyer constant de rayons Röntgen, reçoit une certaine excitation, il recevra, à une distance double, une excitation quatre fois moindre. On s'assure, en éloignant l'écran du foyer qui l'excite, que son éclat lumineux diminue très rapidement. Il est très vraisemblable que l'intensité de la lumière provenant de l'écran est proportionnelle à l'excitation qu'il reçoit des rayons de Röntgen, mais je n'en ait pas fait la vérification expérimentale et je ne crois pas que cette vérification, très difficile, ait été faite par d'autres. J'ai supposé, toutefois, que la lumière de l'écran varie sensi-

(1) H. PARINAUD, *La vision, étude physiologique*, Paris, Octave Doin, éditeur, 1898.

blement en raison inverse du carré de la distance qui le sépare du foyer radiogène, et que cet écran fluorescent se comporte, à peu de chose près, comme le ferait, en présence d'un foyer lumineux, un écran translucide, c'est-à-dire qu'à une distance double l'écran est quatre fois moins lumineux, qu'à une distance triple il est neuf fois moins lumineux. C'est de ce principe que sont parties les recherches auxquelles ont bien voulu se prêter, avec une grande complaisance, MM. Andrieux, Bidault, Israëls, Leroux, Navarre et Signeux, alors externes dans mon service, à l'hôpital Tenon.

Le générateur d'énergie électrique qui servait, dans une salle assez grande et tout à fait obscure, à la production des rayons de Röntgen consistait en une série de trois accumulateurs Blot de 80 ampères-heures de capacité et un transformateur Wydts-Rochefort de 25 centimètres d'étincelle. Les accumulateurs, pendant tout le temps où ils n'étaient pas employés, d'une matinée à l'autre, demeuraient en communication avec une pile de 12 éléments de Lalande à l'oxyde de cuivre, qui maintenait leur charge au maximum.

Dans une première série d'expériences, chacun des externes passe à son tour de la pleine lumière du jour dans la chambre noire, les yeux fixés sur l'écran fluorescent qu'il tient verticalement devant lui, à une distance invariable. Il marche dans la direction de l'ampoule dont la luminescence est soigneusement dissimulée sous un voile épais. Aussitôt que l'écran lui paraît lumineux, il s'arrête. Un très gros fil métallique a été préalablement fixé au dos de l'écran et le divise en deux moitiés verticales; par le contraste de l'ombre qui en résulte avec les deux plages fluorescentes, ce fil facilite à l'observateur la détermination de l'instant précis où l'écran lui apparaît lumineux. A ce moment on mesure aussi exactement que possible la distance qui sépare l'écran du foyer des rayons de Röntgen, puis l'observateur retourne à la lumière du jour. On connaît ainsi la distance à laquelle l'écran fluorescent fournit la quantité de lumière qui représente le minimum visible pour chacun. Si l'on veut comparer la sensibilité rétinienne chez les divers observateurs, il est évident que pour chacun le degré de sensibilité rétinienne est inversement proportionnel au minimum de lumière visible. Par conséquent, le degré de la sensibilité rétinienne de chaque observateur est directement proportionnel au carré de la distance du foyer radiogène à laquelle il s'est arrêté dès que l'écran lui a paru lumineux.

Quand on connaît ainsi, pour chaque observateur venant directement du plein jour, le degré de sa sensibilité rétinienne à la lumière de l'écran, on le fait demeurer pendant cinq minutes dans l'obscurité complète, puis de nouveau on mesure, par la distance du foyer radiogène à laquelle il s'arrête dès que l'écran lui paraît lumineux, le degré que vient d'atteindre

sa sensibilité rétinienne. On recommence l'expérience successivement après qu'il est demeuré dix minutes, quinze minutes, vingt minutes dans l'obscurité complète, et chaque fois on mesure le nouveau degré que vient d'atteindre sa sensibilité rétinienne ; mais on a soin, après chaque expérience, de le faire retourner à la clarté du jour et de l'y laisser assez longtemps pour qu'il perde le bénéfice de l'adaptation précédemment acquise.

Pour ces recherches il faut une salle assez longue ; on peut remédier à l'insuffisance de la salle soit à l'aide d'une de ces petites chambres noires portatives appelées fluoroscopes, soit, comme je l'ai fait dans une autre série d'expériences, à l'aide d'un cylindre creux obliquement coupé à l'une de ses extrémités, de manière à s'encastrer complètement dans l'orbite de l'observateur, sans laisser passer la lumière ambiante, et fermé à l'autre extrémité par un petit écran fluorescent ; dans ce cas, l'observateur a soin de fermer l'œil qui ne regarde pas l'écran et, par surcroît de précaution, de se couvir la tête d'un voile noir épais, pour se mettre complètement à l'abri de la lumière du jour.

Voici le résultat des recherches du 12 juin 1898 :

M. L..., venant du plein jour, voit l'écran lumineux à 90 centimètres du foyer radiogène.

M. L..., après cinq minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à $3^{m},60$ du foyer radiogène.

D'après un calcul très simple, on trouve que si l'on prend pour unité la sensibilité rétinienne de M. L... au sortir du plein jour, elle est devenue, après cinq minutes d'obscuration, au moins 16 fois plus grande.

M. S..., venant du plein jour, voit l'écran lumineux à 45 centimètres du foyer radiogène.

M. S..., après cinq minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à $3^{m},30$ du foyer radiogène.

M. S..,, après dix minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à $4^{m},32$ du foyer radiogène.

Des calculs analogues montrent que la sensibilité rétinienne de M. S... est devenue, après cinq minutes d'obscuration, au moins 53 fois plus grande qu'au sortir du plein jour ; qu'elle est devenue, après dix minutes d'obscuration, au moins 92 fois plus grande qu'au sortir du plein jour.

Voici le résultat des recherches du 14 juin 1898 :

M. N..., venant du plein jour, voit l'écran lumineux à 54 centimètres du foyer radiogène.

M. N..., après cinq minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à $2^{m},11$ du foyer radiogène.

M. N..., après dix minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à 5 mètres du foyer radiogène.

Ainsi la sensibilité rétinienne de M. N... a augmenté, après cinq minutes d'obscuration, dans la proportion de 1 à 15 au moins ; après dix minutes d'obscuration, dans la proportion de 1 à 85 au moins.

M. A..., venant, du plein jour, voit l'écran lumineux à 79 centimètres du foyer radiogène.

M. A..., après cinq minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à 6 mètres du foyer radiogène.

La sensibilité rétinienne de M. A... a augmenté, après cinq minutes d'obscuration, dans la proportion de 1 à 64 au moins.

M. I..., venant du plein jour, voit l'écran lumineux à 54 centimètres du foyer radiogène.

M. I..., après dix minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à 6 mètres du foyer radiogène.

La sensibilité rétinienne de M. I... a augmenté. après dix minutes d'obscuration, dans la proportion de 1 à 123 au moins. Pour M. I..., comme pour M. A..., les chiffres qui mesurent l'augmentation de la sensibilité rétinienne sont certainement au-dessous de la vérité : les dimensions de la salle n'ont pas permis de vérifier si l'écran leur paraissait lumineux à une distance supérieure à 6 mètres.

Voici le résultat des recherches du 26 juin 1898, faites à l'aide du fluoroscope cylindrique appliqué au-devant de l'œil droit :

M. A..., venant du plein jour, voit l'écran lumineux à 57 centimètres du foyer radiogène.

M. A..., après cinq minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à $3^{m},12$ du foyer radiogène.

M. A..., après dix minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à $6^{m},07$ du foyer radiogène.

M. A..., après quinze minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à $8^{m},12$ du foyer radiogène.

M. A..., après vingt minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à $8^{m},56$ du foyer radiogène.

La sensibilité rétinienne de M. A... a augmenté de telle sorte que, mesurée par 1 au sortir du plein jour, elle est mesurée par 30 environ après cinq minutes d'obscuration, par 113 après dix minutes, par 203 après quinze minutes, et par 225 après vingt minutes.

M. B..., venant du plein jour, voit l'écran lumineux à 44 centimètres du foyer radiogène.

M. B..., une première fois, après cinq minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à 1m,25 du foyer radiogène.

M. B..., une seconde fois, après cinq minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à 2m,63 du foyer radiogène.

M. B..., après dix minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à 6 mètres du foyer radiogène.

M. B..., après quinze minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à 7m,43 du foyer radiogène.

La sensibilité rétinienne de M. B... a augmenté de telle sorte que, mesurée par 1 au sortir du plein jour, elle est mesurée, après cinq minutes d'obscuration, une première fois par 8, une seconde fois, par 35; elle est mesurée, après dix minutes, par 185, après quinze minutes, par 285.

M. L.., venant du plein jour, voit l'écran lumineux à 61 centimètres du foyer radiogène.

M. L..., après cinq minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à 2m,78 du foyer radiogène.

M. L..., après dix minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à 8 mètres du foyer radiogène.

La sensibilité rétinienne de M. L... a augmenté de telle sorte que, mesurée par 1 au sortir du plein jour, elle est mesurée environ par 20 après cinq minutes d'obscuration, par 111 après dix minutes, par 171 après quinze minutes.

M. S..., au sortir du plein jour, voit l'écran lumineux à 94 centimètres du foyer radiogène.

M. S..., après cinq minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à 4m,26 du foyer radiogène.

M. S..., après dix minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à 6m,84 du du foyer radiogène.

La sensibilité rétinienne de M. S... a augmenté de telle sorte que, mesurée par 1 au sortir du plein jour, elle est mesurée environ par 20 après cinq minutes d'obscuration et par 53 après dix minutes.

M. N..., au sortir du plein jour, voit l'écran lumineux à 76 centimètres du foyer radiogène.

M. N..., après cinq minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à 4m,04 du foyer radiogéne.

M. N..., après dix minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à 6m,58 du foyer radiogène.

La sensibilité rétinienne de M. N... a augmenté de telle sorte que, mesurée par 1 au sortir du plein jour, elle est mesurée environ par 27 après cinq minutes d'obscuration, et par 74 après dix minutes.

Les recherches que je viens d'exposer font voir toute l'importance de

l'adaptation rétinienne dans l'examen radioscopique ; elles montrent l'instabilité de la sensibilité rétinienne, qui varie d'une manière incessante suivant l'adaptation de l'œil. En raison de cette instabilité, l'évaluation numérique des phénomènes de sensibilité visuelle est, à vrai dire, illusoire. Aussi les chiffres que j'ai cités et auxquels j'étais obligé d'avoir recours ne peuvent-ils avoir qu'une valeur très relative ; on ne saurait prétendre, en pareille matière, à une exactitude mathématique qu'il est sans doute impossible d'atteindre et dont la poursuite n'ajouterait rien aux résultats cherchés. Tels qu'ils sont cependant, ces chiffres aident à saisir l'énorme différence qui existe, en face de l'écran fluorescent, entre la rétine non adaptée et la rétine adaptée, l'accroissement presque incroyable de sensibilité que donne à la rétine une obscuration de quelques minutes. On peut dire, d'une façon très générale, que, dans les conditions indiquées, après dix minutes d'obscuration, la sensibilité rétinienne devient de *50* à *100* fois plus grande, qu'après vingt minutes d'obscuration elle devient environ *200* fois plus grande qu'au sortir du plein jour ; il est même vraisemblable, bien que je ne l'aie pas vérifié, que, passé ce délai, elle grandit encore : telle est la notion capitale qui ressort de ces recherches.

L'étude comparée des variations individuelles de la sensibilité rétinienne fournit d'autres notions intéressantes. On voit d'abord que, dans les mêmes conditions apparentes, chez diverses personnes venant du plein jour, la sensibilité rétinienne à la lumière de l'écran est de valeur très inégale. C'est ainsi que, dans les recherches du 12 juin, la sensibilité rétinienne de M. L... est quatre fois plus grande que celle de M. S... ; dans les recherches du 14 juin, tandis que M. N... et M. I... ont le même degré de sensibilité rétinienne, M. A... possède une rétine deux fois plus sensible. On voit que, dans les mêmes conditions apparentes, l'accroissement de la sensibilité rétinienne, au cours de l'adaptation, ne suit pas la même marche chez les diverses personnes qui se prêtent à cette étude, alors même qu'au sortir du plein jour elles possédaient le même degré de sensibilité. On voit que le degré d'accroissement de la sensibilité rétinienne, au cours de l'adaptation, peut varier d'un jour à l'autre, chez la même personne, sous l'influence de conditions diverses qu'il n'est pas toujours possible de déterminer, par exemple sous l'influence de la fatigue. Enfin, tout en tenant compte de ces variations journalières de la sensibilité rétinienne, on voit qu'il subsiste, entre les diverses personnes dont on étudie l'adaptation, une inégalité permanente. Certaines d'entre elles, par la rapidité et l'intensité de leur adaptation rétinienne, possèdent manifestement sur les autres une supériorité marquée. M. A... était un exemple remarquable de cette supériorité qui lui rendait de grands services dans l'examen radioscopique des malades ; il était toujours le premier à voir appa-

raître sur l'écran les images caractéristiques. Cependant M. A... était myope et astigmate, c'est dire que l'adaptation rétinienne est une fonction tout à fait indépendante de l'état de la réfraction oculaire. Avant de prendre part à des examens radioscopiques, M. A... avait déjà eu occasion, pendant son année de service militaire, de constater l'extraordinaire faculté d'adaptation aux faibles intensités de lumière dont il était doué ; au cours des exercices de nuit, parmi la centaine d'hommes dont se composait sa compagnie, il se montrait toujours en possession de la rétine la plus sensible à la lumière ; c'est au point que ses chefs commençaient par douter de la réalité des objets ou des personnes qu'il était le premier à apercevoir; il lui arriva, pendant une nuit sans lune, de voir et de signaler, à une centaine de pas, une patrouille de trois hommes qui, cependant, ne se profilaient pas sur le ciel ; cela parut presque incroyable. M. A... avait hérité de sa mère cette remarquable faculté d'adaptation, c'était un véritable *nyctalope*.

Les notions qui précèdent n'ont pas seulement un intérêt de curiosité, il en découle un certain nombre de conséquences pratiques, très importantes pour le médecin désireux d'avoir recours à la radioscopie comme moyen de diagnostic.

La première, c'est que nous ne sommes pas tous également doués pour ce genre d'examen, et qu'à ce point de vue, comme le font les astronomes pour les observations et les mesures astronomiques, chacun de nous a intérêt à connaître ce qu'on peut appeler son *équation personnelle*. Il existe un trouble de la sensibilité rétinienne, connu sous le nom d'*héméralopie*, qui consiste essentiellement, comme l'a montré le Dr Parinaud, en une diminution ou une abolition de cette fonction spéciale de l'adaptation de la rétine aux faibles intensités de lumière. J'ai cherché des héméralopes ; mais, malgré tout mon désir d'en trouver et de mesurer leur sensibilité à la lumière de l'écran fluorescent, je n'ai pu jusqu'à présent en rencontrer; cependant je crois pouvoir supposer *a priori* que les héméralopes feraient preuve, dans l'examen radioscopique, d'une très notable infériorité.

Une autre conséquence, c'est que, pour l'examen radioscopique, le choix de l'heure, la recherche de certaines conditions ont une importance capitale, surtout dans le cas où les appareils de Röntgen n'ont pas une grande puissance. A l'hôpital, où les examens ont lieu presque toujours dans la matinée, on passe brusquement du plein jour dans l'obscurité. Ce sont là de très mauvaises conditions, qui expliquent en partie pourquoi les médecins n'ont pas fait encore à la radioscopie « sa part », pourquoi tous les hôpitaux, ceux de Paris en particulier, ne ont pas encore dotés, comme il serait nécessaire, d'une salle d'examen radioscopique, et pourquoi, dans les hôpitaux qui déjà possèdent une salle de ce genre, elle n'est pas journellement fréquentée par les chefs de service, accompagnés de leurs élèves;

il faudrait ou bien que ceux-ci aient la patience d'attendre, pendant quelques minutes, que leur rétine soit adaptée, ou bien que des appareils très puissants suppléent par une intense illumination de l'écran à l'insuffisance de l'adaptation rétinienne des observateurs. C'est après le coucher du soleil qu'il est préférable, quand cela est possible, de pratiquer l'examen radioscopique; à ce moment la rétine est déjà plus ou moins adaptée. Il importe aussi d'éviter tout ce qui peut diminuer l'adaptation rétinienne acquise par l'obscurité. Dans la pièce où a lieu l'examen, l'obscurité doit être aussi complète que possible. Il convient de dissimuler soigneusement la luminescence de l'ampoule. Il convient aussi de n'employer qu'un écran de faibles dimensions ou mieux d'avoir deux écrans, un grand pour prendre d'abord une vue d'ensemble du thorax et en comparer les deux moitiés, un petit pour passer en revue successivement les diverses régions; on peut encore, à l'aide de diaphragmes métalliques de divers diamètres, limiter à volonté la surface éclairée de l'écran : par l'un ou l'autre de ces procédés on évite qu'une trop grande étendue de la source lumineuse ne diminue l'adaptation rétinienne. Enfin, le médecin a tout avantage, dans l'intervalle de deux examens, à n'exposer ses yeux qu'à une lumière de faible intensité et, s'il est possible, à une lumière bleue ou violette de préférence, pour la raison que j'indiquerai plus loin, s'il ne veut pas perdre le bénéfice de l'adaptation acquise. C'est dans ce but qu'à l'hôpital je recommande aux personnes qui prennent part à l'examen radioscopique de fermer les yeux chaque fois qu'entre deux examens on ouvre la porte de la salle ou qu'on allume le gaz. Tout ce qui précède fait comprendre combien une véritable chambre noire est préférable, pour l'examen radioscopique, aux fluoroscopes à main dont l'emploi ne doit jamais constituer qu'un pis-aller.

Une autre conséquence non moins importante, c'est que, s'il y a grand intérêt à ce qu'un hôpital, un établissement d'enseignement médical possède des appareils très puissants pour la production des rayons Röntgen, la même nécessité ne s'impose pas au médecin praticien. Ce dernier peut fort bien se contenter d'appareils moins puissants, partant moins encombrants et surtout moins coûteux. S'il a soin de prendre toutes les précautions convenables pour pratiquer l'examen radioscopique avec une rétine bien adaptée, il obtiendra, à l'aide d'instruments très simples, d'excellents résultats, comparables à ceux que donnent, sans adaptation préalable, les meilleurs foyers radiogènes. Qu'importe, en effet, une différence du simple au double dans la longueur de l'étincelle que peut fournir une machine statique ou une bobine d'induction, si c'est au centuple et deux fois au centuple que l'adaptation fait grandir la sensibilité rétinienne?

A l'hôpital Saint-Antoine, j'ai soin de faire dans une salle très faiblement éclairée la conférence hebdomadaire qui précède l'examen radiosco-

pique des malades; ainsi mes auditeurs apportent à cet examen une rétine déjà notablement adaptée. Dans de telles conditions, j'ai pu leur montrer, à diverses reprises, qu'un générateur électrique aussi peu puissant qu'une petite machine de Wimshurst, à deux plateaux, mue simplement à la main, suffit pour donner sur l'écran fluorescent une très bonne image des organes thoraciques.

Une dernière conséquence, c'est qu'il faut se souvenir de l'instabilité de la sensibilité rétinienne et de ses incessantes variations toutes les fois qu'on est tenté d'évaluer le degré de luminescence de l'écran. On ne peut, à vrai dire, mesurer exactement ce facteur si important de l'examen radioscopique; c'est l'œil qui crée surtout l'intensité plus ou moins grande de la lumière provenant de l'écran fluorescent, et, au point de vue physiologique, il n'existe pas d'unité de lumière. Le médecin oublieux de ces notions s'expose à des mécomptes. Si, par exemple, il compare, dans un ordre déterminé et sans revenir en arrière, une série d'ampoules au point de vue de leur puissance radiogène, il a chance de décerner injustement le prix à celle qu'il examine la dernière, c'est-à-dire avec la meilleure adaptation rétinienne. Pour régler la durée de la pose pendant les opérations radiographiques, il peut se servir avec avantage de fluoroscopes spéciaux, tels que le posomètre de M. Ch. Brandt où des numéros ajourés dans une lame métallique apparaissent les uns après les autres, au fur et à mesure qu'augmente l'intensité du foyer radiogène; mais s'il ne sait que, sans changement dans l'intensité de ce foyer, les mêmes numéros apparaissent aussi successivement au fur et à mesure que s'accroît la sensibilité rétinienne sous l'influence de l'adaptation, il risque d'attribuer à tort une certitude absolue et une rigoureuse précision aux renseignements fournis par ce très ingénieux instrument. Enfin, c'est surtout au cours de l'examen radioscopique des malades, dans l'interprétation des ombres portées sur l'écran, au moment de conclure, par exemple, de la plus ou moins forte accentuation d'une ombre à la densité plus ou moins grande du tissu osseux d'une côte, à la plus ou moins grande épaisseur d'une lame d'épanchement pleurétique, que le médecin doit avoir présentes à l'esprit l'instabilité de la sensibilité rétinienne et ses incessantes variations.

Je viens d'exposer les résultats de mes recherches sur le rôle de l'adaptation rétinienne dans l'examen radioscopique et, courant au plus pressé, j'ai montré les conséquences pratiques qui en découlent. Il me reste à rapprocher ces résultats des travaux du Dr Parinaud, qui en donneront l'explication physiologique.

Des recherches expérimentales du Dr Parinaud trois faits principaux se dégagent que je commenterai tour à tour au point de vue spécial de la radioscopie.

1° *L'accroissement de sensibilité de la rétine, qui caractérise l'adaptation à l'obscur, intéresse inégalement les lumières de longueur d'onde différente; il est d'autant plus grand qué la longueur d'onde est plus petite.* L'influence de l'adaptation, nulle pour le rouge spectral, devient considérable pour le violet et l'ultra-violet.

Avec plus de précision, en cherchant pour les différentes radiations du spectre solaire, en particulier pour les radiations voisines des raies de Frauenhöfer, quelles différences existent entre la sensibilité de la rétine non adaptée et celle de la rétine adaptée, le Dr Parinaud a trouvé que l'accroissement de sensibilité produit par l'adaptation rétinienne est représenté, au voisinage de chacune des raies de Frauenhöfer, par les chiffres suivants :

Raies	A	B	C	D	E	F	G	H
		0	0	50	100	500	1400	?

Le Dr Parinaud n'a pu indiquer avec une approximation suffisante l'influence de l'adaptation au delà de la raie G du spectre, située, on le sait, à peu près à la limite du bleu et du violet. Il croit pouvoir admettre que la progression indiquée par ces chiffres se prolonge non seulement jusqu'à l'extrémité du spectre visible, mais encore jusque dans le spectre ultra-violet, et fait ressortir combien l'accroissement de sensibilité produit par l'adaptation doit être considérable pour les rayons de très courtes ondes : de fait, le spectre ultra-violet, dit *invisible*, devient parfaitement visible avec une adaptation suffisante de la rétine.

Pour ma part, je n'ai pas encore cherché, malgré l'intérêt d'une telle recherche, à déterminer exactement le spectre de la lumière provenant de l'écran au platino-cyanure de baryum et à voir par l'absence de quelles radiations ce spectre diffère du spectre solaire. Mais il m'a suffi de regarder un écran fluorescent à travers un de ces petits spectroscopes à main qui servent aux recherches cliniques, pour m'assurer que le spectre du platino-cyanure de baryum est riche en radiations bleues et violettes. Puisque pour les radiations bleues voisines de la raie G la sensibilité de la rétine adaptée est déjà 1.400 fois plus grande que celle de la rétine non adaptée, il n'est pas étonnant que, vis-à-vis de la lumière complexe provenant de l'écran fluorescent, la sensibilité de la rétine adaptée devienne, comme je l'ai constaté, 200 fois plus grande. On comprend aussi pourquoi je recommande au médccin, dans l'intervalle de deux examens radioscopiques, de n'exposer ses yeux qu'à une faible lumière, bleue ou violette de préférence.

2° *L'accroissement de sensibilité de la rétine, qui caractérise l'adaptation à l'obscur, ne porte que sur l'intensité lumineuse de la couleur qui, tout en paraissant plus lumineuse, devient moins saturée.* L'effet produit par cette

modification subjective de l'appareil visuel est à peu près le même que si l'on ajoutait de la lumière blanche à la couleur observée. Finalement, la sensibilité pour la lumière devient tellement prépondérante sur celle de la couleur que, sous une faible intensité, les couleurs spectrales les plus pures sont perçues à l'état de lumière incolore, le rouge excepté.

Le fait signalé par le Dr Parinaud est très facilement vérifié au cours de l'examen radioscopique. L'écran au platino-cyanure de baryum, vu à la lumière du jour, présente une couleur d'un jaune vert, plutôt verte que jaune, très caractéristique. Quand, dans l'obscurité, il devient fluorescent sous l'influence des rayons de Röntgen, la lumière qu'il donne paraît d'abord jaune; elle se rapproche, comme couleur, de la lumière fournie par les lampes électriques à incandescence; puis, à mesure que l'adaptation accroît la sensibilité rétinienne, la lumière de l'écran paraît à la fois de plus en plus intense et de moins en moins colorée; finalement, l'écran brille d'un vif éclat tout à fait incolore.

3° *L'accroissement de sensibilité de la rétine, qui caractérise l'adaptation à l'obscur, fait défaut dans la « fovea »*. Ainsi, la *fovea* ne participe pas à l'adaptation rétinienne.

Les deux espèces d'éléments, *bâtonnets* et *cônes*, qui composent la couche sensible de la rétine y sont inégalement réparties. La *fovea*, ou fossette centrale de la rétine, placée sur le prolongement de l'axe visuel, sur laquelle vient se peindre l'image des objets fixés, ne contient que des cônes; elle est dépourvue de bâtonnets et de pourpre rétinien ou *érythropsine*. C'est surtout sur ce fait que s'appuie le Dr Parinaud pour localiser anatomiquement l'adaptation rétinienne dans les bâtonnets, à l'exclusion des cônes. L'anatomie et la physiologie comparées confirment cette localisation; elles montrent la faculté de l'adaptation rétinienne, la faculté de voir convenablement la nuit, très développée chez certains animaux, hiboux, chouettes, chauves-souris, hérissons, etc., dont la rétine contient exclusivement ou de façon prédominante des bâtonnets, tandis qu'au contraire les animaux dont la rétine est privée de pourpre et de bâtonnets, comme les poules, les pigeons et la plupart des oiseaux, sont également privés de l'adaptation rétinienne et de la vision crépusculaire, c'est-à-dire qu'ils sont normalement héméralopes.

Pour résumer le résultat des recherches du Dr Parinaud, il y a dans la rétine humaine comme deux rétines fusionnées ensemble, celle des cônes et celle des bâtonnets. Ces deux rétines combinent évidemment leur action dans la sensation résultante, mais elles n'en ont pas moins des attributs fonctionnels parfaitement distincts. Les cônes constituent les éléments fondamentaux de la rétine humaine. Ils nous donnent non seulement la sensation du clair et de l'obscur, mais aussi les sensations innombrables des couleurs. La sensibilité des cônes est relativement fixe, autant du moins

que le comportent les phénomènes de sensibilité. Les bâtonnets ne nous donnent qu'une sensation de lumière incolore. Les bâtonnets et le pourpre sont en rapport avec une fonction particulière dont le but est de renforcer par un processus spécial la sensation, de manière à rendre la vision encore possible avec de faibles intensités de lumière. Leur mode de sensibilité fait varier l'intensité de la sensation lumineuse dans des proportions extraordinaires, suivant l'éclairage ambiant. Dans l'examen radioscopique, nous nous servons surtout, sinon exclusivement, de la rétine des bâtonnets.

Quant au processus spécial, par lequel le pourpre visuel produit cette singulière modification de la rétine qui augmente la sensibilité dans des proportions si considérables pour certaines radiations, le Dr Parinaud l'interprète de la façon suivante : *l'action du pourpre visuel est due à sa fluorescence*. Il fait remarquer que les rayons du spectre dont la visibilité est augmentée, après un séjour suffisamment prolongé de l'œil dans l'obscurité, sont précisément ceux qui agissent sur les substances fluorescentes, et que cette augmentation de la visibilité est d'autant plus grande que les rayons sont plus réfrangibles, c'est-à-dire que leur propriété de développer la fluorescence est plus grande. C'est un point sur lequel il est inutile ici d'insister davantage ; mais, comme on le verra plus loin, il est nécessaire, pour l'étude de la fonction visuelle pendant l'examen radioscopique, de signaler ce fait que, sous l'influence de l'obscuration, se développe au fond de l'œil un écran fluorescent naturel, constitué par l'érythropsine ou pourpre rétinien dont est imbibé le segment externe des bâtonnets.

L'acuité visuelle dans l'examen radioscopique. — La perception des formes à l'aide du sens de la vue repose essentiellement sur la faculté que possèdent les éléments nerveux de la rétine de recevoir des excitations géométriquement distinctes et de les transmettre isolément au cerveau : c'est ce qu'on appelle l'acuité visuelle proprement dite.

Tout le monde sait que, lorsque l'éclairage ambiant diminue, l'acuité visuelle diminue aussi. Quand le jour baisse, on cesse de voir distinctement les caractères du journal qu'on lisait avec facilité ; ce sont d'abord les plus petits caractères dont on ne peut plus nettement distinguer la forme et les contours, puis c'est au tour des plus gros caractères de devenir confus et indistincts, bien avant que soit tombée l'obscurité de le nuit. Quand, au sortir du plein jour, on entre dans la chambre noire où se fait l'examen radioscopique, en présence de la faible lumière provenant de l'écran fluorescent, on ne possède donc plus qu'une acuité visuelle très diminuée ; il suffit pour s'en convaincre, d'essayer de lire un journal à la lueur de l'écran. Après quelques minutes, quand la rétine adaptée est devenue plus sensible et que l'écran paraît plus lumineux, l'acuité visuelle augmente, mais il s'en faut de beaucoup que son accroissement marche de pair avec

celui de la sensibilité rétinienne. Pour s'en assurer, on peut employer divers procédés ; j'ai eu recours au moyen suivant.

Au fond du fluoroscope cylindrique dont j'ai parlé plus haut, et tout contre la surface fluorescente du petit écran qni le ferme à l'une de ses extrémités, j'ai placé une bande de métal où un mot quelconque, le mot BIEN, se détache en lettres ajourées ; ainsi, les lettres apparaissent lumineuses sur un fond obscur quand l'écran devient fluorescent ; la bande métallique est horizontalement disposée, de telle sorte qu'au-dessus et au-dessous persiste une assez large plage fluorescente. Voici le résultat de l'une des expériences faites avec l'instrument modifié de cette façon :

M. B..., venant du plein jour, voit l'écran lumineux à 23 centimètres et lit le mot BIEN à 7 centimètres seulement du foyer radiogène.

M. B..., après dix minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à $1^{m},62$ et lit le mot BIEN à 27 centimètres seulement du foyer radiogène.

M. B..., après vingt minutes d'obscuration, voit l'écran lumineux à $3^{m},42$ et lit le mot BIEN à 66 centimètres du foyer radiogène.

Comment convient-il d'interpréter cette expérience ? D'après les chiffres observés, si le degré de la sensibilité rétinienne de M. B... mesurée au sortir du plein jour, était 1, après dix minutes d'obscuration il était environ 50, et après vingt minutes, il était devenu 220. On aurait pu croire, *a priori*, que si M. B... était capable, au sortir du plein jour, de lire distinctement le mot BIEN sur un écran producteur d'une certaine intensité de lumière, il devait, après dix minutes d'obscuration, quand sa sensibilité rétinienne était devenue 50 fois plus grande, continuer à lire ce mot sur le même écran 50 fois moins lumineux. L'observation montre qu'après dix minutes d'obscuration, quand il est parvenu à lire le mot BIEN sur l'écran, celui-ci, d'après sa distance du foyer radiogène, était seulement 14 fois moins lumineux qu'au début de l'expérience.

Après vingt minutes d'obscuration, alors que sa sensibilité rétinienne était devenue 220 fois plus grande, il n'a pu lire ce mot que sur un écran qui était seulement 88 fois moins lumineux. Je n'attribue aux chiffres qui précèdent qu'une valeur relative ; c'est pourquoi je m'abstiens de rapporter en détail les autres expériences du même genre auxquelles se sont obligeamment soumis les différents externes du service : toutes ont donné des résultats analogues, toutes ont démontré que, pendant l'adaptation de l'œil, l'acuité visuelle croît en même temps que la sensibilité rétinienne, mais n'augmente pas de pair avec celle-ci.

Il est un autre fait non moins certain : si grande que soit l'augmentation de la sensibilité rétinienne produite par l'obscuration chez chaque observateur, son acuité visuelle en présence de l'écran demeure toujours inférieure à l'acuité visuelle qu'il possède en plein jour. Pour s'en convain-

cre, il suffit de faire lire successivement à la même personne, d'abord à la lumière du jour, puis à la lueur de l'écran fluorescent, avant, pendant et après l'adaptation de la rétine, une de ces échelles typographiques qui servent à la mesure de l'acuité visuelle, en notant pour chaque groupe de caractères la plus grande distance de l'œil à laquelle il est vu distinctement dans chacune de ces diverses conditions : jamais à la lueur de l'écran, même avec la plus complète adaptation, la distance de la vision distincte n'est aussi grande qu'à la clarté du jour. Pour rendre la comparaison plus précise, on peut remplacer les caractères imprimés des échelles typographiques par des caractères de semblables dimensions, découpés dans une lame métallique, et les appliquer successivement dans une chambre noire d'abord sur un écran de verre dépoli et translucide fermant cette chambre et rendu lumineux par les rayons solaires qui le traversent, puis sur un écran de platino-cyanure de baryum, rendu fluorescent par les rayons de Röntgen : le résultat est toujours le même, l'acuité visuelle devant l'écran fluorescent demeure inférieure à celle du plein jour.

D'ailleurs l'acuité visuelle de l'observateur placé en face de l'écran fluorescent n'est pas moins instable que sa sensibilité rétinienne, et présente, comme celle-ci, d'incessantes variations, Pour l'acuité visuelle, comme pour la sensibilité rétinienne, il convient d'abord de déterminer l'*équation personnelle* de chacun et de faire la part de l'acuité plus ou moins normale que possède sa vision à la lumière du jour. Cette part faite, on voit que deux facteurs font varier l'acuité visuelle pendant l'examen radioscopique : en première ligne, l'excitation plus ou moins forte que reçoit des rayons de Röntgen la substance fluorescente de l'écran, ce qu'on pourrait appeler l'intensité réelle de sa lumière, d'autant plus grande que le foyer de production des rayons de Röntgen est plus actif et que l'écran est à une distance moindre de ce foyer; en seconde ligne, l'adaptation rétinienne avec laquelle varie l'intensité apparente de la lumière de l'écran.

La diminution de l'acuité visuelle pendant l'examen radioscopique donne, je crois, la véritable explication d'un fait constaté par tous les observateurs depuis la découverte de Röntgen, celui de la supériorité des images radiographiques sur les images radioscopiques au point de vue de la netteté des contours et de la finesse des détails. Après l'examen radioscopique d'un malade, que, sans modifier en rien la production des rayons de Röntgen, sans rien changer à la situation respective du foyer radiogène, du malade et de l'écran, on substitue à ce dernier une plaque photographique, qu'après un temps de pose convenable on la développe et on la fixe, puisque, du cliché ainsi obtenu on tire sur papier une épreuve dite positive, cette épreuve reproduira, sans changement de dimensions, l'image radioscopique d'abord vue sur l'écran, elle lui sera superposable, mais elle sera incontestablement plus nette, plus précise, plus détaillée. Comment donc expliquer ce fait

paradoxal ? Est-ce que ce ne sont pas exactement les mêmes radiations qui viennent impressionner la plaque et l'écran ? Pourquoi l'image durable enregistrée sur la plaque et l'image fugitive aperçue sur l'écran ne sont-elles pas exactement semblables ? Il convient d'écarter tout d'abord l'argument tiré de l'absence de fixité de l'image radioscopique. Avec des images tout à fait fixes, comme celles qu'on obtient soit à l'aide d'une machine statique, soit avec de très nombreuses interruptions du courant inducteur d'une bobine, la différence signalée persiste. M. le professeur Gariel, dans une conférence faite à l'Association Française pour l'Avancement des Sciences sur la vision et la photographie par les rayons de Röntgen, a donné en 1897 l'explication que voici : « On peut dans une radiographie bien prise voir des détails que l'on ne perçoit pas dans l'image radioscopique : cela tient à ce que, dans une certaine mesure au moins, les impressions s'ajoutent avec le temps sur une plaque photographique, tandis qu'il n'en est pas de même dans l'œil. C'est d'ailleurs la même raison qui explique au moins en partie l'usage que l'on fait de la photographie en astronomie. » L'interprétation de M. le professeur Gariel contient certainement une part de vérité et a été d'autant plus facilement admise qu'elle a été énoncée à une époque où la radiographie exigeait toujours un assez longtemps de pose. Aujourd'hui, on obtient avec une pose de quelques secondes seulement des radiographies pour ainsi dire instantanées qui n'en demeurent pas moins plus précises et plus détaillées que les images correspondantes sur l'écran ; il faut donc chercher une autre explication.

Je crois l'avoir trouvée dans la différence d'acuité visuelle avec laquelle nous examinons les épreuves radiographiques et les images radioscopiques : nous voyons les premières à la lumière du jour, c'est-à-dire avec toute notre acuité visuelle, avec l'acuité visuelle normale, si notre œil est bien conformé, tandis que nous voyons les secondes sur l'écran fluorescent avec une acuité visuelle toujours plus ou moins diminuée. Pour être convaincu que telle est bien la raison principale de la supériorité des images radiographiques sur les images radioscopiques, il suffit de faire l'expérience suivante, très démonstrative. On prend une épreuve radiographique bien faite, une épreuve du thorax par exemple, on l'examine à la pleine clarté du jour et on note l'existence de quelques fins détails, puis on examine cette épreuve loin du jour, à la lumière d'une lampe : déjà la précision des détails, la netteté des contours s'atténuent. Enfin, on examine la même épreuve dans une chambre noire, à la lueur de l'écran fluorescent : les contours s'estompent, les fins détails disparaissent, elle se rapproche de l'image radioscopique. On peut faire mieux encore, c'est de prendre la plaque même qui a été impressionnée par les rayons de Rœntgen, ou, de préférence, une épreuve positive sur verre du cliché ; on la regarde successivement d'abord par transparence à la lumière du jour, puis appliquée

contre la surface fluorescente de l'écran, dans la chambre noire; alors cette épreuve apparaît très différente d'elle-même, moins nette, moins précise, moins détaillée, et reproduit assez exactement l'image radioscopique correspondante. S'il subsiste une différence, elle provient surtout de la structure cristalline et de l'état grenu de la substance fluorescente de l'écran, un peu moins favorables que la surface polie de la plaque photographique à la finesse et à la netteté de l'image.

Du fait de la diminution de l'acuité visuelle devant l'écran et de l'infériorité relative des images qu'offre ce dernier, il faut surtout retenir que l'examen radioscopique, si précieux par sa simplicité, sa rapidité, son privilège de montrer les mouvements des organes, donne parfois des renseignements insuffisants et doit être complété par la radiographie. Pour en citer quelques exemples, un corps étranger mince et menu, tel qu'une aiguille, peut fort bien échapper à l'examen radioscopique et n'être décelé que par la radiographie; au début de la tuberculose pulmonaire, la radiographie peut révéler à l'un des sommets de faibles taches, de minimes ombres que la radioscopie n'avait pas découvertes. C'est dire qu'en de semblables circonstances la radiographie est le complément obligé de l'examen radioscopique.

Comment expliquer la diminution de l'acuité visuelle devant l'écran fluorescent? Des deux espèces d'éléments qui composent la couche sensible de la rétine, les bâtonnets et les cônes, ce sont les cônes qui possèdent le rôle principal dans la faculté de différencier les impressions lumineuses géométriquement distinctes, d'où résulte la perception des formes ou acuité visuelle. On sait, en effet, que l'acuité visuelle atteint sa plus grande perfection dans la *fovea*, où il n'y a que des cônes, et baisse rapidement en dehors de la *fovea* et dans les parties périphériques de la rétine où les cônes deviennent de moins en moins nombreux. Dans la *fovea*, où les cônes existent seuls, ils y sont plus petits et plus serrés les uns contre les autres que partout ailleurs; leur diamètre atteint à peu près exactement la moitié de la plus petite distance où deux images lumineuses de la rétine peuvent déterminer deux sensations distinctes, ce qui montre une corrélation certaine entre la perception des formes et la disposition anatomique des cônes dans la rétine. Or, on a vu plus haut que l'adaptation rétinienne fait défaut dans la *fovea*, que l'adaptation rétinienne est la fonction des bâtonnets, que c'est la rétine des bâtonnets qui entre en jeu presque exclusivement pendant l'examen radioscopique. Il n'est donc pas étonnant que la rétine adaptée à la faible lueur de l'écran fluorescent ne possède, avec une sensibilité rétinienne fort accrue, qu'une acuité visuelle amoindrie.

Mais pourquoi les bâtonnets sont-ils moins aptes que les cônes à isoler des excitations lumineuses distinctes? Deux raisons, l'une d'ordre anato-

mique, l'autre d'ordre physiologique, expliquent cette infériorité des bâtonnets. Anatomiquement, les travaux de Ramon y Cajal sur la structure de la rétine montrent que chaque cône est en rapport avec une cellule bipolaire, tandis qu'une seule cellule bipolaire est affectée à plusieurs bâtonnets. Physiologiquement, le mode d'excitation des cônes est, mieux que celui des bâtonnets, en rapport avec les propriétés isolatrices de la rétine. Chaque cône est, en effet, directement excité par la lumière et ne réagit nullement sur les cônes qui l'entourent, tandis qu'un bâtonnet excité par l'intermédiaire de la fluorescence du pourpre qui imbibe son segment externe transmet nécessairement une part de l'excitation qu'il reçoit aux bâtonnets, ses plus proches voisins. La faculté isolatrice des bâtonnets est donc plus faible que celle des cônes. Deux expérimentateurs, Von Kries et Fick, ont cherché à l'évaluer exactement en expérimentant sur la rétine fortement adaptée, à l'aide d'objets lumineux phosphorescents ou éclairés par transparence. L'acuité des bâtonnets serait de 1/4 à 1/10 de celle des cônes suivant les sujets ; contrairement à l'acuité ordinaire prise à la lumière du jour, elle augmente du centre à la périphérie.

Ces résultats confirment les recherches du Dr Parinaud et contribuent à expliquer la diminution de l'acuité visuelle pendant l'examen radioscopique. Le fait de l'accroissement de l'acuité des bâtonnets du centre à la périphérie de la rétine et surtout la non-participation de la *fovea* à l'adaptation rétinienne expliquent aussi comment, à l'exemple d'Arago qui voyait mieux les étoiles en déviant légèremeut l'œil qu'en les fixant directement, on distingue parfois mieux certains détails de l'image radioscopique en la regardant un peu de côté qu'en l'examinant de face.

Persistance de l'impression rétinienne. — On sait communément que les impressions produites sur la rétine persistent un certain temps, de telle sorte que des excitations discontinues mais suffisamment rapprochées, donnent la sensation d'une excitation continue. Ce phénomène joue dans l'examen radioscopique un rôle important. C'est grâce à la persistance de l'impression rétinienne que, malgré la production intermittente des rayons de Rœntgen à l'aide des bobines d'induction, on obtient cependant sur l'écran une image qui paraît fixe et persistante, à la condition que les interruptions du courant inducteur se succèdent à intervalles assez rapprochés. Il importe donc de connaître la durée de la persistance de l'impression rétinienne. Le Dr Parinaud a fait voir qu'on ne peut exprimer cette durée par un seul chiffre : il a indiqué les limites de temps entre lesquelles elle oscille et déterminé les influences qui la font varier. Il a démontré expérimentalement que les différences d'intensité de l'excitation lumineuse constituent la cause principale des différences de durée de

l'impression rétinienne : à mesure que l'intensité de l'excitation diminue, la durée de la persistance de l'impression rétinienne augmente. En résumé, il a prouvé que la durée de la persistance de l'impression rétinienne varie suivant l'intensité de la lumière existante en 1/45 et 1/10 de seconde. La conséquence au point de vue de l'examen radioscopique, c'est qu'en tenant compte de l'adaptation rétinienne, telle image sur l'écran peut paraître fixe à un observateur alors qu'un autre la voit papillotante ; aux yeux d'un même observateur, cette image peut papilloter, puis se fixer, ou inversement, sans que rien soit changé dans le nombre des interruptions du courant inducteur. La conclusion pratique, c'est que pour obtenir, dans l'examen radioscopique, à l'aide de bobines d'induction, une fixité de l'image comparable à celle que donnent les machines statiques, il ne faut guère moins d'une cinquantaine d'interruptions par seconde.

Au résumé, ce qui caractérise la vision dans l'examen radioscopique, c'est, d'une part, sous l'influence de l'adaptation de l'œil à l'obscur, une extraordinaire augmentation de la sensibilité rétinienne ; c'est, d'autre part, malgré l'adaptation de l'œil, une notable diminution de l'acuité visuelle.

M. le Dr J. BERGONIÉ

Professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux.

DE L'UTILITÉ DES MESURES ÉLECTRIQUES EN RADIOGRAPHIE

— Séance du 20 septembre —

Tous ceux qui ont fait des radiographies ou des radioscopies savent à quels déboires on est souvent exposé, combien varient les diverses circonstances favorables qui doivent toutes être réunies pour tirer d'un sujet donné la meilleure épreuve radiographique ou le meilleur examen radioscopique. Il semble qu'il n'y ait rien de plus inconstant et que tout est soumis à des variations .que le plus attentif est incapable de prévoir. La source d'électricité, le courant fourni par la bobine, le nombre des interruptions ou la fréquence du courant, la résistance électrique du tube, les

qualités des rayons X qu'il émet, le temps de pose, la distance du tube à la plaque, l'épaisseur et la transparence des tissus pour les rayons X, la sensibilité des émulsions, sans parler des opérations photographiques consécutives, toutes ces conditions sont soumises à des variations parfois considérables qui peuvent s'ajouter ou se compenser pour produire les résultats quelquefois les plus inattendus, soit en bien, soit en mal.

On s'est déjà occupé des conditions d'émission des rayons X que l'on peut réunir sous le nom de *radiométrie*. Les photomètres pour rayons X, les X-omètres, les posomètres divers d'Imbert et Bertin-Sans, de Buguet, de Brandt, etc., peuvent dans une certaine mesure parer aux variations radiométriques ; mais il me semble qu'on a trop laissé dans l'ombre jusqu'aujourd'hui les *conditions électrométriques* de production des rayons utilisés dans la pratique médicale. Peut-être est-ce parce qu'elles sont théoriquement très complexes. Ce sont ces conditions que j'ai essayé d'éclaircir pour en tirer quelques enseignements pratiques devant servir à ceux qui s'occupent de radiographie ou de radioscopie.

Quelles sont les mesures que l'on peut facilement réaliser au point de vue pratique? Au point de vue théorique, il y en a un très grand nombre. Tout d'abord mesures caractérisant la *source* utilisée : voltage, résistance intérieure. Cette dernière négligeable lorsqu'on se sert de batteries d'accumulateurs ou de courants d'usine centrale. Dans ce dernier cas l'emploi des rhéostats en tension si commodes pour la graduation du courant complique un peu la connaissance du voltage utile, celui aux bornes d'entrée de la bobine inductrice. Il est préférable, si l'on a une batterie d'accumulateurs, d'avoir un collecteur d'éléments permettant d'ajouter un, deux, trois accumulateurs de plus. Le voltage est toujours ainsi parfaitement connu, car les accumulateurs étant convenablement chargés, le voltage qu'ils fournissent est égal au nombre d'accumulateurs accouplés en tension multiplié par *deux*.

Le mieux et le plus simple est de déterminer pour une bobine donnée et surtout avec l'interrupteur dont on se sert, le voltage qui convient le mieux, le voltage optimum, et une fois qu'il est déterminé, de s'y tenir et de le reprendre chaque fois avant de commencer toute expérience. On a ainsi *une constante*, ce qui est appréciable au milieu de tous les éléments variables que nous allons passer en revue.

Bobine. — On peut assez facilement connaître la résistance des deux circuits induits et inducteurs ; leurs mesures ne présentant d'ailleurs aucune difficulté, quelques constructeurs soigneux les indiquent. Mais la connaissance de ces résistances est bien peu importante; il vaudrait mieux connaître le coefficient d'induction mutuelle des deux bobines, ou encore le nombre de spires sur la bobine inductrice d'où l'on pourrait tirer au

moins le *coefficient de transformation* de ce transformateur qu'est la bobine de Ruhmkorff (1).

Mais aucune de ces quantités ne nous est habituellement connue, et dans la pratique de la radiographie et de la radioscopie nous devons tâcher de nous en passer. J'indiquerai cependant en passant un moyen qui m'a donné de très bons résultats pour modifier le cœfficient d'induction mutuelle des deux bobines et que je n'ai vu nulle part pratiqué ni même indiqué dans ce cas particulier, bien qu'il soit très souvent pratiqué en électrothérapie. C'est de faire varier l'écartement des deux bobines inductrices et induites après les avoir rendues mobiles l'une par rapport à l'autre. J'ai fait construire pour cela une bobine inductrice mobile qui peut être introduite plus ou moins dans l'intérieur de la bobine induite ; on modifie ainsi, même pendant la marche et sans toucher au courant inducteur, la force électromotrice induite.

Ne comptons donc aucune constante électrique facile à mesurer pratiquement du côté de la bobine de Ruhmkorff et, supposons que nous nous servons d'une bobine toujours la même, ce qui est le cas de la plupart d'entre nous.

Interrupteur. — Examinons maintenant les conditions électriques dans lesquelles fonctionne l'interrupteur. C'est ici où l'on s'aperçoit de toute la complexité de la question, car pour ainsi dire, autant de constructeurs, autant d'interrupteurs, la plupart du temps nullement comparables entre eux et basés sur des principes tout différents. Pour essayer de mettre un peu d'ordre dans ce chaos nous remarquerons que, tandis que tous les interrupteurs, quels qu'ils soient, ont pendant l'interruption du circuit une résistance pratiquement infinie, quelques-uns ont pendant la fermeture, produite par eux, du circuit, une résistance négligeable, tandis que d'autres ont une résistance qui ne descend jamais au-dessous d'un certain chiffre nullement négligeable vis-à-vis de la résistance totale. D'où la division des interrupteurs en :

(1) En effet dans un transformateur ordinaire on démontre que le rapport des forces électromotrices primaire E_1 et secondaire E_2 est très approximativement égal au rapport des membres de spires du circuit primaire n' et un circuit secondaire n_2.

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{n_1}{n_2} = \text{coefficient de transformation.}$$

D'autre part comme l'on a, $E_1 I_1 = E_2 I_2$ ou $\frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1}$

I_1 et I_2 étant les intensités des courants primaires et secondaires, on a encore :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}.$$

Les intensités dans les circuits primaires et secondaires sont en raison inverse du nombre des spires de ces deux circuits.

Cela par approximation seulement, toutes réserves faites sur les modifications qu'il faudrait apporter à ces formules appliquées à la bobine de Ruhmkorff, à cause de la forme particulière de la variation du courant inducteur, mais approximation suffisante dans la pratique.

1° Interrupteurs sans résistance intérieure ;

2° Interrupteurs avec résistance intérieure.

D'ailleurs cette classification est naturelle, pourrait-on dire puisquelle comprend d'un côté tous les interrupteurs à contact métallique tels que interrupteurs à mercure, à mouvement alternatif, rotatif, etc., et de l'autre tous les interrupteurs électrolytiques, Wehnelt, Caldwell et leurs dérivés.

Interrupteurs sans résistance intérieure.— L'une des conditions que l'on essaie de réaliser dans ces interrupteurs, quelle qu'en soit la construction, c'est, tout en conservant une fréquence assez grande, d'augmenter autant que possible la durée pendant laquelle le courant est fermé et l'interrupteur à sa résistance minima, et de diminuer d'autant le temps pendant lequel le courant est ouvert. Cette préoccupation constante à laquelle satisfaction est nettement donnée, surtout dans les derniers interrupteurs rotatifs à jet de mercure, répond aux lois électriques d'établissement du courant dans un conducteur doué de self-induction.

D'autre part on peut avoir pour tous ces interrupteurs le nombre d'interruptions par seconde qu'ils sont capables de produire. Pour les interrupteurs à plongeur aussi bien que pour les interrupteurs centrifuges à jet de mercure, il conviendra de déterminer pour chacun d'eux, et dans chaque cas particulier, la meilleure vitesse qui convient et aussi bien pour la radiographie que pour la radioscopie de s'en tenir à cette vitesse unique qui deviendra une des constantes de l'installation.

Interrupteurs électrolytiques. — Pour les interrupteurs de la deuxième classe, ceux dont la résistance minima n'est pas négligeable vis-à-vis de la résistance totale du circuit, pour les interrupteurs électrolytiques en un mot, les circonstances électriques de leur fonctionnement sont bien plus complexes. Pour les mettre bien en lumière, prenons un exemple et supposons une installation radiographique fonctionnant avec un interrupteur de Wehnelt modèle Carpentier à électrode positive réglable. Les conditions de voltage dans lesquelles cet interrupteur fonctionne le mieux sans qu'on ait besoin d'élever la température du liquide qu'il contient sont comprises entre 35 et 45 volts. Aucune autre résistance que celle de la bobine n'étant interposée dans le circuit ; fixons à 40 volts le voltage de la source : nous savons que le nombre des interruptions de l'interrupteur variera avec la surface variable de l'électrode positive, avec le coefficient de self-induction de la bobine et aussi avec l'énergie dépensée dans le circuit secondaire. Dans l'interrupteur de Carpentier, on règle la longueur de l'électrode positive en la faisant plus ou moins saillir hors d'un tube de verre qui en limite la partie active. Ce réglage se fait au moyen d'une vis tournant dans un écrou fixe, la vis portant la tige de platine soudée à son

extrémité. Hors la résistance de l'appareil varie dans de larges limites pendant ce réglage, et l'on peut dire que ce réglage aboutit surtout à faire varier la résistance totale du circuit. Ainsi par exemple, j'ai trouvé qu'avec l'interrupteur de Carpentier la résistance intérieure de l'appareil pouvait varier entre 0,7 et 0,9 ohms pour la plus faible résistance lorsque la tige de platine fait une saillie de 15 millimètres à peu près hors du tube de verre, jusqu'à 15 ohms à peu près lorsque la tige de platine est entièrement rentrée dans l'intérieur du tube de verre et que l'interrupteur fonctionne comme le Caldwell.

Pour montrer les conditions complexes dans lesquelles fonctionne l'interrupteur, je rapporterai ici l'expérience suivante :

Prenant l'interrupteur de Wehnelt, modèle Carpentier, et me servant d'un voltage de 34 volts, d'un tube bi-anodique en bon état, aucun rhéostat n'étant intercalé dans le circuit, j'ai commencé par donner à l'interrupteur sa plus grande résistance en amenant l'extrémité de la tige de platine à l'affleurement de l'orifice du tube. Puis j'ai fait avancer cette tige de platine constituant l'électrode positive, au moyen de la vis disposée à cet effet, et j'ai observé à chaque tour de vis quelle était l'insensité du courant inducteur, comment variaient les interruptions et l'aspect du tube. Les résultats de cette expérience sont résumés dans le tableau suivant ; le pas de la vis est d'à peu près $0^m,83$.

Tours.	Intensités.	Interruptions,	Aspect du tube.
0	3A	Très fréquentes avec arrêts.	Très peu lumineux.
1	4A	Moins fréquentes, arrêts rares.	Peu lumineux.
2	5A 25	Moins fréquentes, marche très irrégulière.	Peu lumineux.
3	6A	Moins fréquentes, marche irrégulière.	Peu lumineux.
4	7A 5	Marche assez régulière.	Assez lumineux.
5	8A 5	Régulière.	Lumineux.
6	9A	Régulières: insuffisantes pour radioscopie.	Très lumineux.
7	10,75	Régulières : faible fréquence.	Peu lumineux.
8	10A 2	Irrégulières, plus faible fréquence.	Très peu lumineux.
9	10A	Rares interruptions.	Éclairs.
10	10A	Électrolyse, pas d'interruptions.	Pas éclairé.

Ce tableau montre qu'il est à peu près impossible d'utiliser avec le Wehnelt les mesures d'intensité de courants, car le nombre des interruptions est en même temps modifié.

Mesures des intensités de courants dans le circuit inducteur. — Pour se rendre bien compte de l'importance des mesures de l'intensité du courant

utilisé dans le circuit inducteur, toutes les autres circonstances restant les mêmes, il faut utiliser un interrupteur donnant toujours le même nombre d'interruptions à la seconde, quelle que soit l'intensité du courant qu'il interrompt; un interrupteur à mercure, comme ceux qui sont employés aujourd'hui en radiographie et dont le moteur est indépendant du circuit de la bobine, remplit ces conditions. Je me suis donc servi d'un semblable interrupteur et j'ai réglé une fois pour toutes la vitesse du moteur qui l'actionne, de manière à obtenir des interruptions assez nombreuses pour faire un bon examen radioscopique.

Appareil servant à mesurer les intensités.— On comprend qu'un ampère-mètre ordinaire ne puisse être utilisé dans ces cas-là pour mesurer avec quelque précision l'intensité du courant inducteur. Je me suis donc servi d'un ampère-mètre thermique soigneusement vérifié et dans lequel l'intensité indiquée par la déviation de l'aiguille équivaut à celle d'un courant continu circulant dans l'ampère-mètre. L'appareil a une telle apériodicité que lorsque les interruptions du courant sont celles utilisées dans un examen radioscopique, l'aiguille se déplace lentement et n'oscille pas.

Influence de l'intensité du courant sur la valeur des clichés radiographiques. — Ayant ainsi rendu constantes toutes les données électriques ou mécaniques de mon installation, sauf l'intensité du courant qu'il était très facile de faire varier, soit en faisant varier le voltage, soit en introduisant des résistances supplémentaires, j'ai essayé de me rendre compte du rapport qu'il pouvait y avoir entre les intensités utilisées dans le circuit inducteur, le temps de pose et la valeur des clichés radiographiques qu'on pouvait obtenir avec ces diverses intensités.

Tout d'abord il était indispensable de pouvoir mesurer l'action du tube de Crookes ainsi alimenté par des valeurs de courants inducteurs variables sur la plaque photographique. J'ai essayé de le faire optiquement et n'ai que très incomplètement réussi (1). Je me bornerai donc à indiquer ici la comparaison des deux clichés en me servant d'expressions peut-être un peu vagues, telles que *beaucoup plus vigoureux*, *plus vigoureux*, *plus faible*, *beaucoup plus faible*, etc., qui sont la traduction de l'impression

(1) Je me suis pour cela servi du colorimètre ordinaire, modèle Duboscq, et j'ai essayé de superposer des fragments des clichés à comparer découpés dans le fond du cliché, c'est-à-dire dans sa portion ne contenant aucune partie de l'image. Ces fragments étant superposés, on observe à la lunette colorimétrique et l'on essaie d'obtenir la même teinte. Ce procédé ne m'a donné que des résultats incomplets; il est très peu sensible et permet seulement de dire si un cliché est plus vigoureux qu'un autre.

J'ai encore essayé de dissoudre la gélatine d'un négatif faible et d'obtenir une émulsion qui, placée dans le récipient du colorimètre, pourrait servir à égaler la teinte du cliché à mesurer, en faisant varier l'épaisseur de la couche d'émulsion. Ce procédé, bien que meilleur que le précédent, ne m'a pas donné non plus de résultats bien comparables, car l'argent en suspension gagne assez rapidement le fond du vase colorimétrique et l'émulsion n'est plus homogène au bout de très peu de temps.

faite sur l'œil par l'examen des clichés à la lunette colorimétrique, mais qui n'ont aucune prétention comme mesure exacte, au point de vue pratique, ces expressions seront peut-être plus utiles qu'une véritable mesure.

Mais, dans le cas qui nous occupe, pour que cette méthode puisse conduire à des résultats probants, il faut que la différence d'intensité des deux clichés à comparer puisse être absolument attribuée aux rayons X impressionnants et non aux opérations photographiques de développement, de fixage, etc., ou encore à la différence de sensibilité des plaques employées. Pour me mettre à l'abri de toutes ces causes d'erreurs, je n'ai jamais comparé entre eux que deux clichés faits sur la même plaque, cette plaque étant ensuite développée et fixée par les procédés ordinaires; pour faire deux clichés sur la même plaque, habituellement une plaque 30/40, la moitié de la plaque enfermée dans une double pochette de papier noir était recouverte d'une épaisse lame de plomb qui la protégeait contre les rayons X émis par le tube pendant l'exposition de la moitié découverte. Je crois que je me suis placé ainsi dans les meilleures conditions pour que l'intensité des deux clichés obtenus fût bien comparable et que la différence de ces intensités ne puisse être attribuée qu'aux rayons X impressionnants.

Voici le résultat de quelques-unes de ces expériences :

Numéro du cliché.	Intensité du courant.	Temps de pose.	Distance du tube.
392	9 ampères	30″	50 centimètres
393	9 —	30″	50 —

L'œil ne saisit aucune différence dans la vigueur de ces clichés.

Cette première expérience a été faite pour vérifier si, toutes les conditions restant les mêmes, telles que : même tube, même plaque, même intensité de courant, même distance du tube à la plaque, même objet radiographié (main), même temps de pose, on obtiendrait des clichés identiques.

L'expérience a vérifié, comme on pouvait s'y attendre, mais comme on n'en avait pas l'absolue certitude, le résultat. L'intensité des clichés, mesurée comme il a été dit, a été trouvée absolument identique, la netteté de ces clichés est parfaite, et ils donneraient au tirage positif d'excellentes images.

Ces clichés serviront de terme de comparaison.

Deuxième expérience.

Numéro du cliché.	Intensité du courant.	Temps de pose.	Distance du tube.
390	7A 5	30″	50 centimètres
391	12A	30″	50 —

L'intensité de ces deux clichés, mesurée comme il a été dit, a donné les résultats suivants :

Cliché n° 390 : Très faibles ;

Cliché n° 391 : Vigoureux.

Le cliché 390 est beaucoup plus faible que les clichés 392 et 393.

Il était intéressant de se rendre compte si le temps de pose pouvait dans une certaine mesure compenser une intensité plus petite du courant inducteur, en un mot de savoir si, en appelant I l'intensité du courant inducteur et t le temps de pose, pour une même valeur du produit It, on aurait des clichés de même intensité, c'est ce qui a été fait dans l'expérience suivante :

Troisième expérience.

Numéro du cliché.	Intensité du courant.	Temps de pose.	It.
396	2A 4	3′	432
397	3A 9	1′51″	432

La distance du tube à la plaque est, bien entendu, restée la même pour ces deux clichés, et la mesure de leur intensité a donné les résultats suivants :

Cliché 396 : très faible ;

Cliché 397 : bon, assez vigoureux, bien plus vigoureux que 396 (à peu près deux fois plus).

Ces expériences ont été répétées avec des intensités différentes, et la comparaison des clichés m'a toujours donné les mêmes résultats que ceux signalés ci-dessus.

Dans un autre ordre d'idées, j'ai essayé de me rendre compte si la résistance du tube influe sur l'intensité du courant inducteur, toutes les autres circonstances restant les mêmes ; j'ai choisi pour cela une série de tubes et je les ai rangés par ordre de *dureté* en prenant d'abord le plus *dur* et en allant jusqu'au plus mou. Le tableau suivant indique les résultats obtenus :

Numéro du tube.	Dureté du tube.	Intensité luc.	Observations.
3	Très dur.	7A 5	A peine éclairé.
7	Très dur.	7A	Mal éclairé.
4	Assez dur.	7A 5	Un peu plus éclairé.
12	Dur.	7A 5	Éclairé.
14	Assez mou.	7A 5	Bien éclairé.
8	Très mou.	7A 5	Très éclairé.

Ce tableau démontre que, quelle que soit la résistance du tube, toutes

les autres conditions restant constantes, l'intensité du courant inducteur ne change pas. Ce résultat peut être attribué d'une part :

1° A ce que la bobine Ruhmkorff est un assez mauvais transformateur pour que l'intensité dans le circuit primaire ne varie pas proportionnellement à l'intensité dans le circuit secondaire ;

2° A ce que les pertes par effluves, dans le cas d'un tube dur, compensent dans une certaine mesure la faible intensité qui passe par le tube.

Conclusions. — Je tirerai de ce travail purement expérimental les conclusions suivantes :

1° Les mesures électriques d'intensité du courant inducteur dans une installation radiographique, peuvent s'effectuer très facilement au moyen des ampère-mètres thermiques ;

2° Dans la pratique de la radiographie on ne saurait trop se rendre compte de l'intensité du courant inducteur utilisé, car l'on peut dire que, toutes choses égales d'ailleurs, et particulièrement avec le même tube et un même temps de pose, la vigueur de cliché obtenu est proportionnelle à l'intensité du courant inducteur utilisé.

3° La vigueur du cliché est bien moins augmentée par la durée du temps de pose que par l'intensité du courant employé, et l'augmentation de ce temps de pose ne compense pas, à beaucoup près, le défaut d'intensité du courant inducteur ;

4° Dans une même installation de radioscopie ou de radiographie, toutes les autres circonstances restant les mêmes, l'intensité dépensée dans le courant inducteur ne dépend en rien de la dureté du tube employé.

M. le Dr FOVEAU de COURMELLES

A Paris.

OSMOSE ET BI-ÉLECTROLYSE

— Séance du 20 septembre —

La marche des liquides dans l'organisme, les phénomènes qui l'influencent ou en provoquent au dehors et sans ouverture l'épanchement ou la sortie, ont de tous temps préoccupé les médecins et les savants. L'Aca-

démie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg posait dès 1785 cette question :

« Quelle est la cause qui hors des vaisseaux met les humeurs en mouvement? » Mais la marche elle-même des liquides dans leurs parois vasculaires, la pénétration à travers celles-ci de diverses substances moins visibles pendant longtemps, n'en restent pas moins importantes à étudier, à connaître. N'est-elle pas la base des injections hypodermiques ou de toute introduction par frictions cutanées, électrolyse.

Dutrochet fit connaître l'osmose en 1826, et Graham vit la dialyse, phénomène à double courant isolant les substances dites *cristalloïdes* des *colloïdes*, permettant le cheminement des premières, alors que les secondes restaient *in situ*. Que de phénomènes biologiques, physiques, industriels, se sont ainsi vus expliqués !

Dans l'organisme, au voisinage des vaisseaux, en les espaces intercellulaires, les mouvements des liquides, de pénétration ou de rejet, dépendent de la tension des liquides, de la capillarité, de la contractilité vitale. L'*exosmose*, phénomène local excrétoire, ou l'*endosmose*, courant liquide de sens inverse et pénétrant, s'effectuent à travers les parois cellulaires, à travers le protoplasma des cellules et se font ainsi de proche en proche. La nature des corps, des sels dissous est un élément important dans le cheminement, dans sa vitesse, dans son sens même qui peut être interverti selon le degré de la solution. Le chlorure de sodium, si employé dans les applications électrothérapiques, est endosmotique quand il correspond à 0,00125 du poids de l'eau et exosmotique quand cette proportion devient 0,01 ; il en est de même du chlorure de potassium (Dr Chiaïs, d'Évian).

Chez l'être vivant, l'état physiologique et les cas individuels sont encore des éléments à faire entrer en ligne de compte. Les quantités de liquides bus dans les vingt-quatre heures, et les heures de digestion comparées aux quantités et heures de rejets (urines, sueurs), fournissent des indications précieuses. Les urines surtout ont été étudiées à ce point de vue ; elles sont généralement, normalement, un peu supérieures en quantité des vingt-quatre heures, au volume des boissons ingérées ; différentes peu après le repas de midi de ce qu'elles sont avant ou plus tard, c'est-à-dire peu denses et peu colorées ; le repas du soir agit très peu dans ce sens ; plus des deux tiers des urines des vingt-quatre heures sont rendus dans les douze heures du jour sous l'action des mouvements, de la nutrition et il est alors très facile d'y retrouver les traces de substances ingérées anormalement.

Quant aux chlorures, ceux de sodium, — celui-ci vanté avec l'électrolyse dans les cas de néphrite — et de potassium, varient en quantité dans les humeurs pouvant modifier leurs proportions, en vingt-quatre heures, de 12 à 14 grammes. Le plasma sanguin total d'un homme adulte ne contient

que 16gr,711 de chlorures (Schmidt), mais ce poids ne peut être absolu, les excrétions varient avec les individus, leur état de santé, leur mode de vie, la température...

***

Partant de ces données, surtout s'il s'agit d'agents anormaux médicamenteux, il est facile de se rendre compte des phénomènes d'osmose électrique, par l'analyse des urines des patients ainsi traités; la lithine, l'iode ont été ainsi trouvés maintes fois, prouvant la pénétration médicamenteuse. Tous les électrothérapeutes avaient d'ailleurs remarqué ces faits depuis longtemps, les interprétant souvent mal et ne les utilisant pas, par suite, rationnellement. Ainsi, sans remonter aux recherches sur la cataphorèse de Pivati, en 1750, on trouve, dans maints travaux de ce siècle, la constatation évidente de l'endosmose sous l'action des courants électriques; le docteur Arthuis écrivait, en 1873, que l'électricité dynamique provoquant des actions de transport le long des fils conducteurs, amenait dans l'organisme les métaux et les acides des piles génératrices, substances nocives qui lui faisaient préférer l'emploi de l'électricité statique; il se basait sur la saveur qu'accusaient les patients électrisés, saveur acide ou métallique. Cette sensation est plus accusée, voire modifiée, transformée même, quand on applique sur les glandes salivaires des tampons portant des substances médicamenteuses dont la pénétration, l'endosmose donne souvent la saveur de l'agent introduit. Fabré-Pelaprat, Bardet, Péterson, Edison, Oudin... ont également signalé les actions de transport électro-médicamenteux.

Il est très difficile d'isoler, avec l'emploi des courants continus, les simples actions de transport, osmotiques, des phénomènes d'électrolyse qui s'y surajoutent. Dès 1890, avec l'induction, je différenciai et démontrai la cataphorèse, — l'électrolyse étant nulle ou à peu près : de la peau de poulet recouvrant, entourant un papier incolore de cyanure de potassium, recevait extérieurement par deux tampons imbibés de sulfate de fer, le courant induit; celui-ci faisait cheminer en ligne droite dans la peau conductrice le sel de fer qui, arrivé sur le cyanure de potassium, y formait un cyanure double de potassium et de fer, du bleu de Prusse enfin qui s'accusait par de petites taches très nettes, très bleues et ne pouvant provenir de simples phénomènes d'imbibition.

Avec les courants continus, le transport accompagné d'électrolyse est plus complexe. Il se forme des corps doués de propriétés plus actives, d'affinités plus puissantes, de vertus thermo-chimiques — expliquait récemment M. D. Tommasi en l'*Électro-chimie*. — Les corps qui y sont soumis ont ce que les chimistes appellent l'*état naissant*. Les lois de Berthollet sur les décompositions des corps en présence sont souvent enfreintes,

grâce à l'adjonction du courant électrolytique déterminant l'état naissant. Rien de plus facile avec l'iodure de potassium de démontrer clairement la formation d'iode naissant. Et je rendis dès 1890 et 1891 (communications à l'Institut des 24 novembre 1890 et 18 janvier 1891) plus manifestes ces phénomènes d'*électrolyse*, d'*électrolyse médicamenteuse*, de *bi-électrolyse*, ainsi que je les appelais dès lors, et portant sur deux corps en présence, en les soumettant à des courants continus, par des expériences *in vitro*.

Ainsi on peut opérer avec une cuve de verre renfermant une solution saturée de carbonate de lithine et des cristaux d'oxalate de chaux enveloppés de membranes parcheminées, c'est-à-dire dialysantes et osmotiques. Un courant continu passe pendant plusieurs heures. On trouve alors vidées les membranes et extérieurement de l'eau trouble avec précipité blanc de carbonate de chaux. Il s'est fait là des échanges intéressants qui expliquent la dissolution de la nodosité goutteuse. Cette expérience infirme, en tant qu'explication, la théorie d'Edison dont on a tant parlé il y a peu d'années : la guérison d'un goutteux en quatre séances. D'abord la guérison est beaucoup plus longue, et puis s'il y avait simple transport, le carbonate de lithine formerait au sein de la nodisité goutteuse un précipité de carbonate de chaux, aussi insoluble que l'oxalate de chaux préexistant, et n'ayant, par suite, aucune raison de disparaître.

Une autre expérience est la suivante, la bi-électrolyse, avec l'isolement des éléments des corps en présence, y apparaît également très nette :

Un morceau de graisse isolante et, par suite, non perméable à l'électricité, reçoit dans son intérieur, par une injection, une solution d'iodure de potassium. Puis, par des aiguilles, un courant y arrive. Que se produit-il? La masse non conductrice voit ses réseaux, les supports de ses molécules graisseuses, — qui sont conducteurs — se détruire, grésiller, brûler, crépiter... et la masse tombe en grumeaux dans un liquide devenu jaunâtre.

Depuis la découverte de l'interrupteur de Wehnelt, qui a montré la discontinuité de l'électrolyse, la production de chaleur assez considérable qui s'y produit, — sous l'action de courants intenses, il est vrai — on peut comprendre et admettre que les phénomènes thermiques jouent également un rôle dans l'électrolyse organique. Dans notre expérience, nous avons trouvé une élévation de 2/10e de degré. Ainsi se comprend le mécanisme complexe et multiple de la destruction des fibromes, — quand elle a lieu.

Pour l'état naissant, l'iode très apparent, surtout au pôle positif, le démontre.

Depuis, tant de faits nouveaux oubliant les précurseurs ont été présentés, parfois comme de telles et bruyantes innovations, qu'il est inutile d'insister davantage sur l'osmose et la bi-électrolyse électriques, désormais établies, consacrées. Je vais donc me borner à décrire mes appareils du début *officiel* tant reproduits depuis, et alors décrits dans une pièce indé-

niable, mon brevet d'invention du 22 novembre 1890 que j'ai de suite laissé tomber dans le domaine public.

***

Pour le but, l'outillage et le mode d'application, je préfère citer textuellement mon brevet d'invention du 22 novembre 1890 :

« Cette invention a pour but l'absorption électrique des médicaments au moyen des appareils spéciaux ci-dessous décrits, sans que la digestion, les injections sous-cutanées ou les bains y jouent aucun rôle.

» L'importance de mes appareils est facilement saisissable puisqu'ils permettent de porter sur les organes malades eux-mêmes les substances médicamenteuses sans en infester toute l'économie. De plus, ils rendront possible l'introduction dans l'organisme humain des substances toxiques ou difficilement assimilables, que les individus affaiblis ne peuvent pas supporter. Il en serait de même pour les animaux.

» Mes appareils se composent essentiellement :

» 1° D'une pile électrique à courants continus ou d'un appareil d'induction à courants interrompus ;

» 2° De deux électrodes spéciales dites *dialytiques* destinées à contenir les médicaments qui seront portés dans l'économie.

» Comme pile, je prends de préférence des éléments au bisulfate de mercure dont je varie le nombre et la surface des éléments selon les effets à obtenir. Une tige à crémaillère permet d'enfoncer plus ou moins dans le liquide les zincs et les charbons formant les pôles de la pile. Un galvanomètre d'intensité permet le dosage électrique. Une double bobine d'induction avec commutateur automatique, le tout adaptable à volonté à la pile, permet de transformer en courants interrompus ou induits, les courants continus. »

Un certificat d'addition du 19 février 1891 porte :

« Le transport électrique des médicaments sur les organes internes peut se faire non seulement par les courants continus et interrompus, mais encore et surtout :

» 1° Par l'électricité statique, c'est-à-dire l'électricité des machines à frottement, dans les machines de Ramsden, Holtz, Wimshurst, Carré, etc. ;

» 2° Par les accumulateurs, c'est-à-dire les piles secondaires où la production électrique est plus grande et le courant plus constant. »

« Quant aux électrodes, dit le brevet du 22 novembre 1890, elles constituent la *nouveauté principale de mon invention*. Elles sont constituées notamment selon les cinq types suivants :

» 1° L'électrode dialytique n° 1 est formée d'un réservoir en verre, en

métal ou toute autre substance, de forme cylindro-conique pourvu à chacune de ses extrémités d'un robinet. L'une de ses extrémités est traversée par un fil métallique généralement en platine, en communication avec l'un des pôles de la pile, et près de cette extrémité se trouve un entonnoir permettant de verser le liquide médicamenteux sans interposition d'air. Près de l'autre extrémité se trouve une poire en caoutchouc permettant, par l'ouverture d'un robinet, de faire ventouse et de fixer à la peau, dans le voisinage de l'organe malade, une partie de caoutchouc. L'intervalle est rempli du liquide tenant en solution la substance agissante. Une membrane de parchemin animal peut ou non fermer la partie ouverte de l'électrode. Cette membrane se mouillant sera bonne conductrice de l'électricité, et pourra en outre, grâce à ses propriétés endosmotiques, être traversée par les substances médicamenteuses. L'autre électrode est identique à la première et toutes deux sont reliées par des liens isolants, soie, coton, cuir, caoutchouc, avec ou sans courroies qui permettent de les fixer comme il convient sur la partie malade. La capacité de l'appareil peut varier de 1 centimètre cube à 1 litre et plus;

» 2° L'électrode dialytique n° 2 se compose d'un tube en verre rempli de substance médicamenteuse en solution, en communication par une extrémité avec la pile et fermée à l'autre par une membrane en parche-

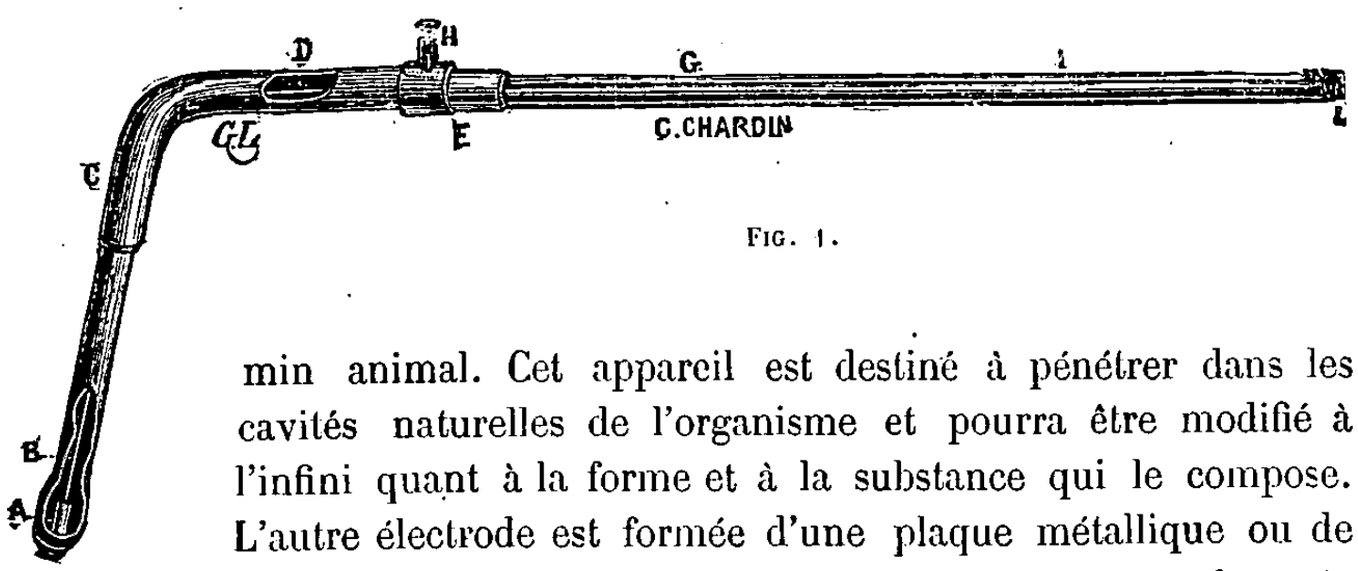


FIG. 1.

min animal. Cet appareil est destiné à pénétrer dans les cavités naturelles de l'organisme et pourra être modifié à l'infini quant à la forme et à la substance qui le compose. L'autre électrode est formée d'une plaque métallique ou de l'électrode dialytique n° 1 placée à l'extérieur, sur la peau, le plus près possible de l'organe malade;

» 4° L'électrode dialytique n° 3 est un stylet métallique creux, analogue au trocart chirurgical, renfermant intérieurement *soit un autre métal*, soit un tube de verre ou de caoutchouc contenant une substance médicamenteuse en solution. Il est destiné à perforer les organes malades pour y pénétrer. L'autre électrode est encore l'électrode dialytique n° 1, comme dans le cas précédent;

» 4° L'électrode dialytique n° 4 est un brassard métallique, bracelet, treillis, chaîne, tige..., se fixant sur un membre ou toute autre partie du

corps, variant de métal selon les cas pathologiques et pouvant ainsi faire pénétrer et *réagir* à l'intérieur divers métaux *médicamenteux :* cuivre, fer, antimoine..., ou même des minerais. C'est là la première application médicale des conducteurs fixés sur le malade et variant de

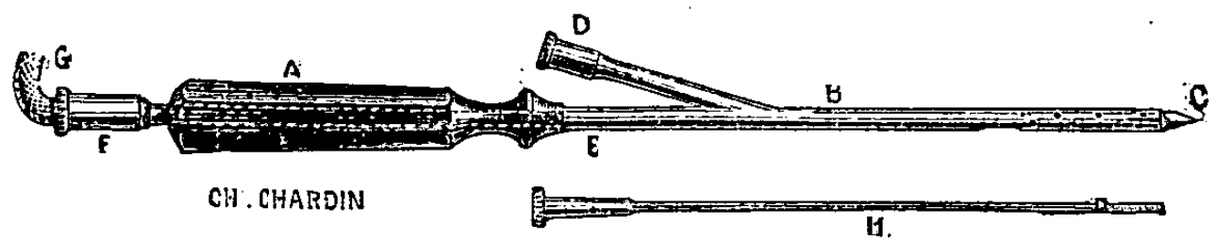


FIG. 2.

nature, au lieu d'être constamment en cuivre, le cuivre ayant servi jusqu'à présent d'agent conduisant l'électricité, rien de plus. La communication avec les deux pôles de la pile par deux électrodes, semblables ou non, est constante.

» L'électrode dialytique n° 5, la plus simple de toutes, est un tampon ou une éponge imbibée de la substance médicamenteuse.

» Il est évident qu'on peut beaucoup varier ces appareils, et qu'il est impossible dans un brevet d'indiquer toutes les formes spéciales des électrodes qui doivent varier suivant l'organe, la maladie et l'individu : mais mon invention porte sur un ordre d'idées entièrement nouvelles, *puisqu'il n'a encore été construit aucun appareil dans le but que je me propose.*

» Mes appareils peuvent être formés de tous les métaux possibles, contenir toutes les substances salines et métalliques, tous les alcaloïdes, enfin tous les médicaments quels qu'ils soient. Seuls, *ils permettent la dialyse électrique, et le dosage rigoureux des substances pénétrées*, grâce aux pesées avant et après la médication, grâce à la forme particulièrement maniable de mes appareils, et aussi *au titrage des solutions employées.* »

Le certificat d'addition du 19 février 1891 précité contenait encore :

« Les électrodes dialytiques destinées à ce transport électrique des substances médicamenteuses en dehors des types indiqués, peuvent encore être ainsi formées :

» 1° De tubes coudés à angles droits avec extrémités et coudes en ébonite, et deux parties en verre où le niveau du liquide est visible, terminées d'une part par une membrane dialytique, de l'autre par un bouchon se vissant, et parcouru par le fil amenant le courant électrique ;

» 2° De ventouses en verre et caoutchouc où arrive un tube de verre rempli de la substance active et parcouru par le courant ;

» 3° De feutre imbibé de la substance en solution ou d'un sel cristallisé soluble par addition d'eau au moment de l'opération et permettant par son dosage préalable, l'emploi du procédé par le malade lui-même, après indication du médecin. Un godet de verre fermé d'une membrane dialytique peut atteindre le même but ;

» 4° De corsets, isolants et conducteurs tout à la fois, en communication par les parties conductrices avec la source d'électricité et renfermant la substance active. »

La pénétration électrique n'est pas seule visée, on a pu voir qu'à propos des métaux médicamenteux, depuis appelés *électrodes solubles*, il était question de les faire *agir et réagir* à l'intérieur de l'organisme.

D'autre part, une communication à l'Institut du 19 janvier 1891 parlait de la séparation des éléments, de leur choix instinctif par les parties morbides, autrement dit du *pouvoir électif* de celles-ci. Il s'effectue ainsi des actions à distance très curieuses, visibles dans les *nœvi* électrolysés par exemple, où la régression se fait même en dehors du circuit, *parfois mieux*, constituant ce que j'ai appelé le *paradoxe électrique. (Précis d'électricité médicale*, 1891, *et Électricité curative*, 1895.)

*
* *

Ces appareils, électrodes et rhéophores variés, se peuvent évidemment adapter à toutes les sources d'énergie électrique, toutes cataphorétiques ou osmotiques, quoiqu'à des degrés divers. Mais au point de vue des réactions chimiques, bi-électrolytiques, on peut remarquer que seuls, les courants continus peuvent provenir des piles primaires et secondaires, ou des courants de secteurs d'éclairage. Ces derniers, quoi qu'en aient pensé, il y a encore peu d'années, les esprits les plus judicieux, ne présentent nullement les dangers qu'on leur a attribués. Je me sers, ainsi que de nombreux électrothérapeutes d'ailleurs, depuis un certain nombre d'années, des courants continus de la Compagnie Edison, à Paris, et je ne sache pas qu'aucun accident ait été signalé. J'ai imaginé de grouper en un tableau rhéostatique mural, facile à reproduire par tous les praticiens, les courants continus, discontinus, rythmés... avec collecteur, renverseur, mouvement d'horlogerie, bobines de rechange, éclairage des cavités ; cela constitue un compendium peu embarrassant, peu dispendieux, qui a figuré aux Expositions de la Société Française de Physique et de la Société Internationale des Électriciens de 1896 (1).

(1) Des rhéostats très fins, par suite très résistants, où le courant vient en dérivation de lampes à incandescence, changeables à volonté, donneront une intensité minime facile à graduer par le collecteur interposant plus ou moins de résistances, et par les lampes dont l'ampérage peut être choisi, selon les expériences ou besoins physiologiques, physiques ou médicaux; que l'on demande à l'appareil. On a ainsi tout d'abord le courant continu médical, avec renverseur de pôles ou de sens, utile en électrolyse, ou de lumière médicale pour les cavités organiques. Le premier est mesuré par le galvanomètre apériodique. En dehors du circuit de celui-ci est le courant envoyé à un mouvement d'horlogerie (interrupteur automatique) donnant les courants galvano-faradiques au rythme et à l'intensité désirés, de même le courant envoyé au chariot d'induction où l'on peut recueillir à volonté le courant induit et l'extra-courant. Un combinateur permet sans changement de fils de recueillir l'un ou l'autre de ces courants, voire de les combiner entre eux. En des bornes supplémentaires, on peut brancher les fils amenant un courant quelconque et utiliser ainsi, sans le déplacer, le galvanomètre de l'appareil.

La Compagnie Edison ne dépasse jamais 440 volts quand elle a cinq fils côte à côte, et le plus souvent elle n'en a que trois ou deux, c'est-à-dire 220 ou 110 volts ; le consommateur n'a donc que 110 volts avec de faibles variations de quelques volts quand, dans le circuit extérieur, se produisent

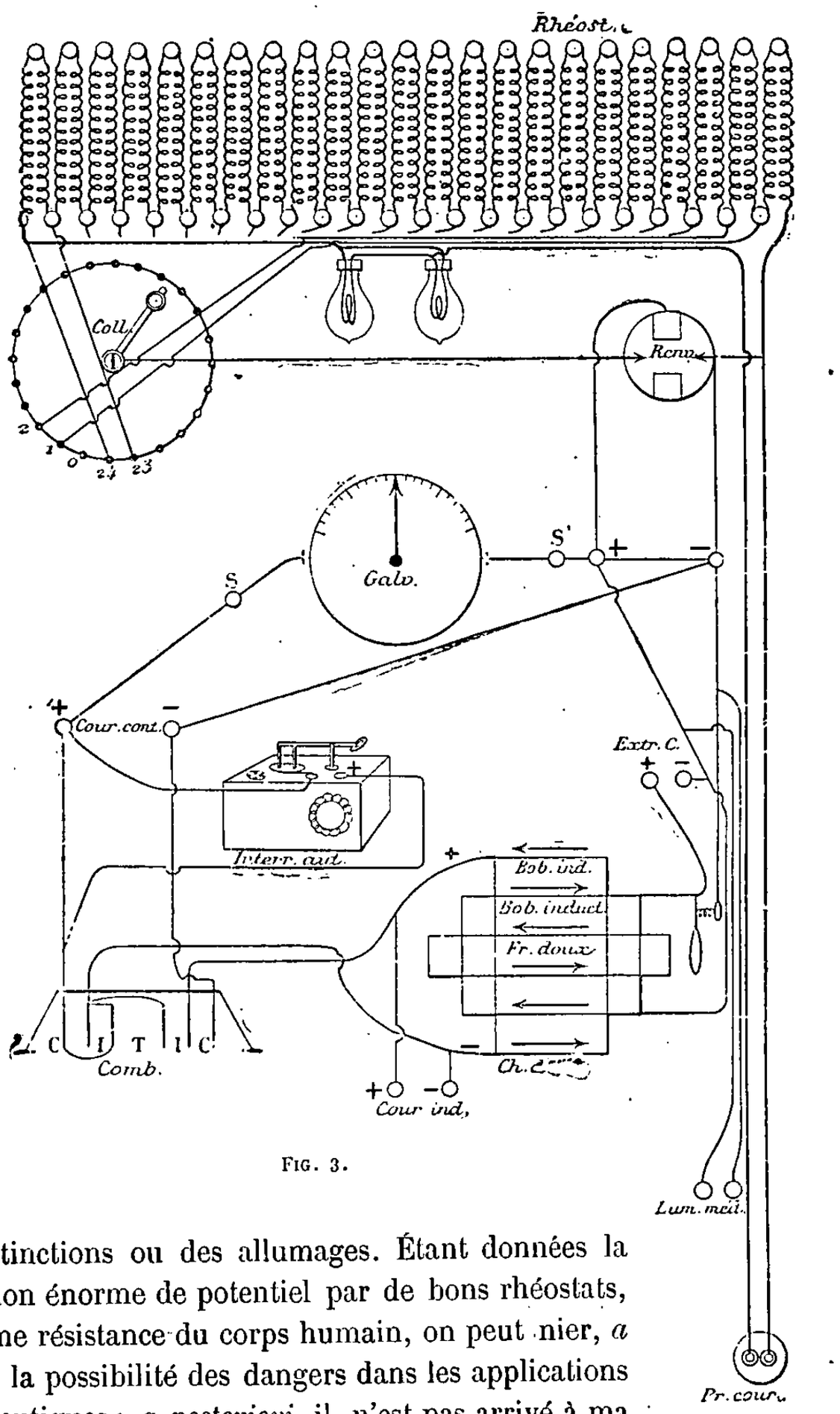


FIG. 3.

des extinctions ou des allumages. Étant données la réduction énorme de potentiel par de bons rhéostats, l'énorme résistance du corps humain, on peut nier, *a priori*, la possibilité des dangers dans les applications thérapeutiques ; *a posteriori*, il n'est pas arrivé à ma connaissance d'accidents, cela, bien que des oculistes s'en soient servis pour l'organe délicat qu'est l'œil. On peut donc, pour les applications médicamenteuses, thérapeutiques, se servir des courants continus quels

qu'ils soient ; et si je me suis étendu sur les secteurs d'éclairage, c'est à cause de quelques discussions soulevées à leur sujet.

Les courants de haute fréquence, le champ électrique des tubes de Crookes m'ont paru également avoir des actions de pénétration, ou permettre des phénomènes de transport et d'électrolyse ; mais mes recherches dans ce domaine ne sont pas encore suffisantes pour en tirer des conclusions fermes.

*
* *

La description des électrodes a permis déjà en grande partie de comprendre et de prévoir certaines applications thérapeutiques ; aussi vais-je rapidement résumer celles-ci et dire surtout dans quels cas l'osmose bi-électrolytique m'a donné les meilleurs résultats. Les électrodes métalliques attaquables par les courants et les liquides organiques ont été préconisées par maints auteurs, sous le nom d'*électrodes solubles :* le cuivre, le zinc, l'aluminium, le fer, à l'état d'aiguilles, de tiges, de trocart, *bi* ou *monopolaires* — font disparaître ou régresser maintes tumeurs cutanées ou profondes ; elles agissent sur les utérus parenchymateux, atones..., pour en rétablir ou régler les sécrétions. La polarité est également un élément agissant : on combattra l'aménorrée et la dysménorrée en reliant l'électrode intra-utérine au pôle négatif ; pour la ménorragies, le pôle positif sera seul employé. Quand ces symptômes accompagnent les fibromes, les applications seront identiques ; mais, dans ce cas, il conviendra de substituer aux électrodes métalliques, l'électrode-tube rempli d'iodure de potassium ou encore d'injecter préalablement cette substance dans la cavité utérine et d'y amener ensuite le courant. Diverses tumeurs se peuvent résoudre de même, l'*orchite* par exemple, alors par de simples plaques feutrées placées sur elles.

Cette dernière méthode m'a donné également de bons résultats dans la *blennorragie*, mais le tube porte médicament est préférable. On le promène, rempli d'azotate d'argent au 1/25e, dans le canal uréthral et relié au pôle positif jusqu'à ce que le patient accuse un maximum de douleur. On est ainsi sur le siège de la lésion, sur le point de départ du processus morbide. C'est une sorte d'instillation électrique qui réussit très bien et qui, employée dès le début, constitue une véritable méthode abortive. On peut avec une sonde à œil, de l'ouate hydrophile émergeant en cet œil, un fil de platine à l'intérieur et la solution d'azotate d'argent constituer extemporanément un tube électrode porte-médicament. Pour combattre l'*hypertrophie prostatique*, le traitement, quoique efficace, étant généralement lent, j'ai imaginé une électrode dont peut se servir le malade, après l'examen et le réglage par le médecin. Un tube en celluloïde courbé porte un

œil assez large d'où émergera l'ouate hydrophile imbibée d'une solution saturée de chlorhydrate d'ammoniaque, — substance choisie à cause de son action sur la prostate quand on la prend à l'intérieur. — Un anneau en caoutchouc que l'on colle à l'endroit voulu pour que l'ouate soit bien appliquée au centre de l'hypertrophie prostatique, empêche le malade d'aller trop loin, arrête le tube en partie introduit à l'entrée de l'anus.

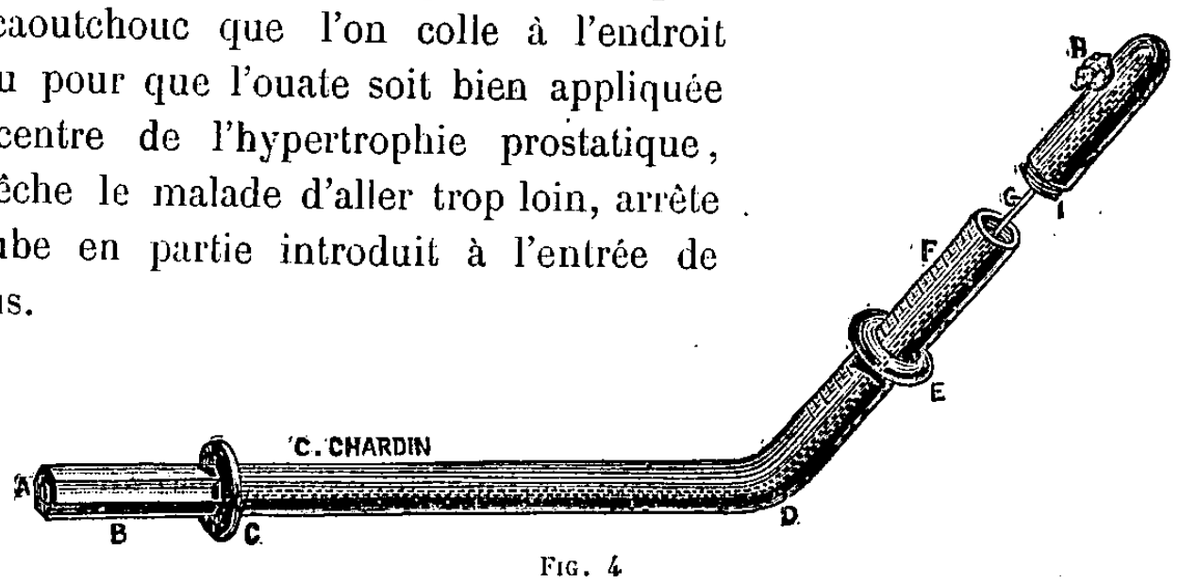


FIG. 4

Pour les *calculs de la vessie*, la même méthode serait vraisemblablement applicable. La dissolution de tophi goutteux — et très nombreuses sont les guérisons ou améliorations que j'ai ainsi obtenues — les recherches de M. Yvon et les miennes sur l'électrolyse des alcalins en présence de véritables calculs, le démontrent.

Mais bien que pour l'organisme on emploie des courants faibles, on ne peut, avant que des recherches faites dans la vessie des animaux en aient prouvé l'innocuité, les appliquer d'emblée dans la vessie humaine, au risque de l'ulcérer et de produire des accidents septiques ou urémiques ; on ne peut qu'émettre le vœu de voir les électrophysiologistes élucider bientôt cette question. L'électrode que je vais décrire pour l'estomac serait indiquée, mais je crains bien que la lenteur de l'action électrolytique, ne l'empêche de remplacer de sitôt la lithotritie, même si le problème de son inocuité était résolu.

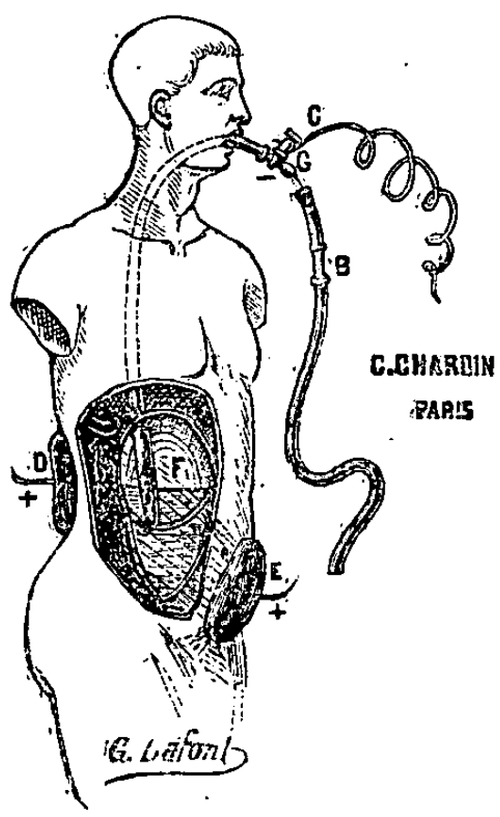


FIG. 5.

L'électrisation interne de l'estomac a été réalisée depuis longtemps avec adjonction de liquide conducteur par Bardet ; l'électrode est isolée à son extrémité, sa partie conductrice étant excavée et profonde pour que, s'il y a contact avec les parois, il n'y ait pas d'électrolyse de ces parois. L'électrode positive intra-stomacale avec ingestion de solution chlorhydro-ammoniacale faible m'a donné des succès dans l'hypochlorhydrie.

Contre le symptôme douleur, qu'il soit provoqué par la névralgie, le rhumatisme, le cancer..., j'ai employé les alcaloïdes et leurs sels, l'alcool

camphré..., Très souvent, presque toujours, j'ai obtenu avec la morphine, la cocaïne..,. appliquées avec le pôle positif, une sédation immédiate, plus ou moins durable ; dans deux cas de cancers du sein, à forme extrêmement douloureuse, j'ai obtenu un calme, une absence de douleur, durant plusieurs heures, amenant le sommeil et que n'avaient pu produire les injections de morphine. Des dentistes ont pu ainsi enlever des dents avec la cocaïne et le courant continu. Et si je place ici ces applications dans cette partie de mon étude plus spécialement consacrée à la bi-électrolyse, c'est qu'il s'y passe également des phénomènes de décomposition chimique, intéressants à mentionner ; en effet, prend-on des tampons de linge absolument blanc et entourant l'éponge mouillée de l'alcaloïde en solution incolore, on trouve très souvent aux deux pôles des colorations différentes, attestant la formation électrolytique de deux corps différents à chaque pôle. De même que Ciniselli a démontré la production aux dépens de l'organisme de radicaux acides et alcalins, il ne répugne pas à l'esprit d'admettre que les alcaloïdes simples ou mélangés se comportent de même ; pour leurs sels, cela paraît évident. Mais c'est là une étude que faute de loisirs et d'instrumentation spéciale, l'électrothérapeute ne peut que signaler au chimiste. Il est certain que l'électrolyse fournissant de la chaleur à certains corps qui en ont besoin pour sortir de combinaison ou se combiner, ainsi que l'a depuis longtemps démontré M. Donato Tommasi, permet d'expliquer non seulement l'*état naissant* des chimistes, mais encore certaines actions inexpliquées et curatives des phénomènes électriques.

Dans la tuberculose, les ventouses employées, remplies d'iodure de potassium créosoté, subissent aussi des variations de coloration. Les résultats thérapeutiques ont été souvent très encourageants, les signes morbides de l'affection pulmonaire diminuant d'intensité. La ventouse classique avec pompe peut être employée, ou encore diverses ventouses du commerce avec petit récipient et fil additionnels ; pour la ventouse classique, on la remplit à demi de liquide, un fil relié au robinet ou soudé intérieurement amène le courant dans le liquide. Il se passe alors un ensemble d'actions concourant à l'absorption du liquide ; la ventouse a soulevé la peau, augmentant ainsi sa porosité, et le courant électrique agit dans le même sens, sans compter l'escharre, la révulsion que l'on peut aussi produire si le fil amenant le courant touche la peau. J'ai souvent placé deux électrodes semblables et diamétralement opposées sur le siège d'une caverne. Malheureusement, les applications ne sont pas toujours possibles, les malades très amaigris n'offrent pas toujours une surface plane suffisante ; en outre, les ventouses laissent des ecchymoses noirâtres assez longues à disparaître et qui effraient ou ennuient les malades et les empêchent de recourir à cette médication...

*
* *

De cet exposé assez long, résulte qu'existent, et même sont consacrées, les applications déjà anciennes, méthodiques, rationnelles... de la *bi-électrolyse*.

Les observations, les faits cliniques, les multiples guérisons de ma pratique médicale, quelques cas, datant de plus de dix ans et que je pourrais personnellement donner coïncideraient avec celles, nombreuses, récentes, publiées un peu partout, surtout en ces dernières années. Les observations médicales et les expériences de laboratoire ont contribué à appeler l'attention et à éclaircir un chapitre nouveau de physique biologique : la capillarité et l'osmose dans les tissus vivants, sous l'action de divers agents, avec des substances variées... Les pesées faciles avec mes tubes ou mes tiges solubles électrodiques permettent au physicien la détermination facile, avec un courant déterminé, du poids des substances introduites; le clinicien n'en ayant pas toujours le loisir. La bi-électrolyse, ensemble de phénomènes thermo-chimiques, accompagne toujours, avec les courants continus, l'osmose et la capillarité vivante. Quoi qu'il en soit, cet ensemble méthodique d'applications électrothérapiques, qui entre de plus en plus dans la pratique médicale, et auquel j'ai largement contribué depuis quelques années, méritait d'être résumé et mis au point des légitimes priorités; c'est ce que je crois avoir fait devant vous, en ce premier fonctionnement de la Sous-Section d'Électricité médicale du Congrès de l'Association française pour l'Avancement des sciences.

M. le Dr FOVEAU de COURMELLES.

DE QUELQUES CAS RADIOGRAPHIQUES INTÉRESSANTS.

— Séance du 20 septembre —

Il est aujourd'hui difficile de faire du nouveau en radiographie et en radioscopie, en ce sens que ce domaine a été tellement et multiplement exploré qu'on ne peut plus guère trouver que des questions de détail. C'était d'ailleurs l'opinion que j'émettais dès mon enseignement des rayons X à l'École pratique de la Faculté de Médecine de Paris, *premier*

enseignement radiographique, alors paru, en 1897. Mais dans le champ des applications médicales, il n'est pas, du reste, de détails insignifiants, la portée thérapeutique pouvant être très intéressante.

Ainsi, voici un cas où l'on put se demander quelle était la conduite à suivre, et où d'autres et antérieures radiographies enseignèrent l'expectation.

L'observation suivante est du Dr S. Bernheim, qui m'a amené l'enfant à radiographier. Elle est très intéressante; elle démontre que, dans certains cas, la radiographie, tout en révélant des lésions insoupçonnées à l'examen ordinaire, démontre la réparation possible et sans interventions.

Divers clichés déjà pris par d'autres confrères leur ont aussi montré le pouvoir réparateur de l'organisme, ainsi que j'ai pu m'en informer après la constatation suivante.

Le premier examen de cette enfant eut lieu le 25 novembre 1898 et à ses résultats indiqués dans l'observation qui suit ; quant aux résultats prévus, ils furent confirmés par de nouvelles radiographies prises le 18 février 1899.

Observation du Dr Bernheim. — Petite fille, âgée de six ans et demi, saine et n'ayant aucun antécédent morbide personnel ou héréditaire, est tombée d'un lit assez élevé par terre dans la nuit du 15 octobre 1898. Le médecin du Perreux, M. Collardot, appelé immédiatement, diagnostique une luxation du coude, en arrière. Il tente vainement la réduction et le lendemain 16 octobre, nous réduisîmes sans chloroforme cette luxation et nous plaçâmes le bras en écharpe, avec une vessie de glace en permanence, à cause du gonflement énorme du coude. Sous l'influence du repos et de la glace continuée pendant plusieurs jours, le volume du coude diminua et au bout de huit jours, je pus me rendre un compte plus exact de l'état local. Je constatai alors, en examinant le bras de l'enfant, une fracture de l'extrémité inférieure de l'humérus. Je posai le bras en bonne position dans un appareil plâtré ; je constatai une hyperostose de la partie antérieure de l'extrémité inférieure de l'humérus ; j'attribuai cette hyperostose au cal. Je cherchai vainement à mobiliser cette articulation, dont le moindre mouvement fut extrêmement douloureux, et j'eus recours, à cause de cet insuccès, à la radioscopie pratiquée par le Dr Foveau de Courmelles. La radioscopie et mieux la radiographie nous donna la clef du mystère. Ma patiente ne peut remuer le coude à cause d'un décollement de l'extrémité inférieure de l'épiphyse de l'humérus et d'une hyperostose énorme de la face antérieure de l'extrémité inférieure du même os. L'olécrâne est intégral et à sa place.

Que devons-nous faire? Pratiquer une intervention chirurgicale? Il s'agit là d'un enfant en bas âge chez lequel la nature de l'épiphyse humérale est certaine. Quant à l'hyperostose on a des chances aussi de voir la résorption. C'est pourquoi l'expectation est indiquée tout en plaçant le coude dans la position la plus favorable ; c'est la conduite que j'ai adoptée.

Le 18 février 1899, à un endroit accusé par l'enfant sur l'avant-bras, on trouve une exostose radiale avec un trait de fracture également visible sur les précédentes radiographies, sans déplacement d'ailleurs ; les ostéophytes de la tête humérale se sont en partie résorbées, et cette même tête humérale reprend

sa forme normale ; une sorte de bande osseuse anormale la relie à l'olécrâne.

Dans une autre observation, un jeune homme de vingt ans, tombé de bicyclette sur le poignet droit, le chirurgien, agrégé de Paris, trouvait une fracture du radius, alors qu'en réalité un décollement épiphysaire de l'extrémité inférieure du cubitus s'accusait très net. Il est vrai que le traitement, l'immobilisation du poignet droit, s'imposait dans les deux cas. Mais ici la radiographie a montré que malgré un point douloureux très net au radius, dû soit à la déchirure des ligaments, soit à l'énorme épanchement sanguin entre les deux os, et encore très visible radiographiquement quinze jours après, le diagnostic pouvait être erroné ; il en résulte que maints diagnostics chirurgicaux qui paraissent évidents à première vue seront vraisemblablement redressés peu à peu par la radiographie. Pour les fractures sans déplacement, souvent niées, c'est déjà un fait acquis et j'ai pu maintes fois en radiographier.

***

La pénétration des rayons X se fait aujourd'hui profondément avec une durée de pose relativement infime, même pour de grandes épaisseurs à traverser, aussi les accidents, les brûlures, les érythèmes... deviennent-ils du domaine de l'histoire. Mais il faut opérer avec des bobines de 40, 50, 60 centimètres d'étincelles et de forts tubes de Crookes. Voici une observation de grande épaisseur de tissus gras traversés.

M. C.., agé de soixante-quatre ans, fermier établi dans le Loir-et-Cher, souffre depuis plusieurs mois de troubles vésicaux : mictions fréquentes et douloureuses, hématurie survenant particulièrement à la suite de marches à pied ou de promenades en voiture, tiraillements des reins et douleurs abdominales, surtout au moment d'uriner. Le patient n'a jamais uriné de sable. Il est cependant arthritique et atteint d'artério-sclérose généralisée.

Envoyé par un confrère de province, ce malade, dont l'état général est très satisfaisant, est examiné à la sonde, mais cet examen, qui, du reste, provoque une hématurie assez abondante, ne fournit pas de diagnostic précis. S'agit-il d'une néoplasie, de varices du col, ou de calcul vésical ? On n'en sait rien. C'est dans ces conditions de doute que le Dr Bernheim nous amène ce malade pour le radiographier. L'opération nous semble d'abord difficile à cause de l'épaisseur des tissus à traverser. Néanmoins nous tentons l'expérience et l'épreuve nous donne une figure opaque ronde très nette, placée derrière la branche montante gauche du pubis.

C'est avec ces données que le patient est endormi par le Dr Aubeau qui tente la lithotritie. Notre distingué confrère cherche d'abord à charger le calcul en dirigeant son instrument dans toutes les directions de la vessie. Puis, il consulte encore l'épreuve, et il dirige enfin le bec de l'instrument sur le point indiqué par la photographie. Il atteint presque sans difficulté un calcul énorme, très dur à broyer et composés de cristaux d'acide urique. L'analyse des urines faite avec soin par le Dr Miquel avait du reste décelé une quantité exagérée d'acide urique. Les suites de l'opération furent normales.

***

Voici maintenant un résultat nouveau pour l'homme. Il s'agit de l'estomac. En ce domaine biologique MM. Balthazard et Roux ont, l'an dernier, constaté chez des animaux de petite taille, par l'ingestion de sous-nitrate de bismuth, la marche du bol alimentaire dans l'estomac. Boas a vu la grande courbure et la marche dans l'intestin par des capsules contenant du sous-nitrate de bismuth. Depuis, l'Allemand Rosenfeld a rendu visible l'estomac à la radioscopie en le déplissant, le sortant en quelque sorte peu à peu d'au-dessous du foie qui en gêne la vision, par une insufflation méthodique en une sonde appropriée; un tube de caoutchouc, fermé à son extrémité ingérée et percé de petits trous, porte une certaine quantité de grains de plomb. Le poids joint à l'insufflation d'air distend l'estomac et le rend visible. Mais je crois que le premier document durable, la première radiographie stomacale, sur le vivant n'a été prise qu'en décembre dernier, et très sommairement publiée depuis peu (lecture à l'Académie de Médecine du 23 mai 1899; présentation de la radiographie). Je vais vous donner l'observation aussi complète que possible, car, vu les réticences du malade, les racontars de l'entourage, le milieu névropathique, j'ai dû éliminer bien des affirmations qui m'ont paru erronées.

M. R. G.., cinquante ans, vient se faire électriser chez moi pour un rétrécissement de l'estomac diagnostiqué par un grand nombre de médecins et de chirurgiens de Paris et de province, et non des moindres. A l'examen, en effet, on observe facilement à la pression, une masse dure de volume limité occupant la région gastrique. Interrogé, le patient répond que pendant de longues années il a vécu d'une vie factice, énervante et mangeant peu ou point; il avait « l'estomac capricieux, » se nourrissant alors d'un peu de thé et c'était tout! Le malade ne peut supporter aucune sonde et le lavage de l'estomac qui a été tenté n'a pu être continué, aussi ne puis-je songer à la radioscopie ni au déplissement de l'abdomen; la radiographie, peut-être possible, est seule à tenter. Il m'était impossible de penser à l'ingestion de petites lampes à incandescence, qui chez les individus amaigris, m'ont permis, il y a déjà neuf ans, de voir par transparence les néoplasmes.

Le 20 décembre, je prescris en même temps que l'alimentation, dans de la confiture, l'ingestion de dix grammes de sous-nitrate de bismuth; une demi-heure après le malade était chez moi prêt à être radiographié; la photographie prise et révélée ne donna rien. Une semaine après, répétition de l'ingestion de bismuth et de la radiographie; ce jour là, le malade ayant eu « meilleur appétit » avait mangé plus abondamment et avait la sensation d'avoir l'estomac bien plein. Diverses radiographies de 30×40 furent prises, mais la première seule a donné des résultats qui se peuvent constater sur l'image : une sorte de masse bi-trapézoïdale, à petites bases accolées, représente l'estomac; des aspects moins noirs latéraux indiquent vraisemblablement des portions sclérosés de l'organe sécréteur du suc gastrique, les côtes se détachent à droite nettement, à gauche

d'une façon vague avec des plans divers superposés, de lecture assez difficile. Le foie plus pâle se trouve très éloigné de l'estomac, comme s'il était également rétracté.

Peu après la prise de cette radiographie, le malade très affaibli eut une angine simple pultacée, qui présenta un caractère de gravité extraordinaire avec syncopes extrêmement fréquentes, dont on le tirait rapidement par les tractions rythmées de la langue, du Dr Laborde. J'eus alors l'occasion de voir fréquemment l'entourage et d'apprendre quelque peu les antécédents du malade, c'est-à-dire diverses tentatives de suicide par une solution concentrée de bromure de potassium notamment, par du laudanum, la volonté bien arrêtée de ne pas manger. On comprend qu'en ces conditions, le malade ait eu peu de peine à rétrécir son viscère central digestif et à lui donner l'aspect décelé par les rayons X.

Depuis, le malade guéri de son angine, semble avoir bénéficié de son affection intercurrente et des faradisations stomacales faites auparavant, les aliments passent mieux et le vin rouge est toléré, — ce qui n'était plus depuis longtemps — et l'état général est meilleur. Une autre radiographie doit être prise d'ici peu, qui complétera l'histoire du malade, mais d'ores et déjà, vu cette priorité de radiographie stomacale, j'ai cru bon de donner cette observation rapide et incomplète pour les raisons que j'ai dites.

J'ai répété à plusieurs reprises cette expérience sur quelques amis ayant copieusement dîné et pris comme terme de comparaison, et moi-même ayant absorbé en plus 10 et 20 grammes de sous-nitrate de bismuth ; nos estomacs étant normaux ou dilatés, nos résultats furent peu nets ; seul, mon estomac se montra d'une manière fugace, sur l'épreuve, lors du développement. Je me propose de reprendre ces tentatives avec des doses double ou triple du corps opaque, pour rendre l'estomac normal apparent définitivement.

Quoi qu'il en soit, peu à peu, sans grands progrès réels depuis 1897, et ainsi, je le répète, que je le prévoyais dès cette époque, la radiographie étend son champ d'observation par des artifices opératoires et de légers perfectionnements dans les appareils et la vue de l'estomac rétréci, notamment, est absolument acquise.

Ce n'est pas sensationnel, mais la marche vers le mieux est incessante, et n'est vraisemblablement pas près de s'arrêter ! Tous nos organes, contenant et contenu, livrent ainsi un à un leurs secrets. Il n'existe plus de corps opaques ; il n'y a plus que des substances plus ou moins perméables à la lumière obscure découverte par Roentgen ; ce n'est plus qu'une question de puissance des appareils ou d'artifices chimiques, pour qu'elles soient toutes traversables ; les degrés divers de transparence étant d'ailleurs des éléments précieux de diagnostic et de différenciation.

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'astériques * se rapportent à celles de la deuxième partie.

Abus du tabac, p. 364, * 890.
Accidents des chaudières à tubes d'eau, p. 204, * 176.
—— des meules, p. 210, 211, * 262.
Acétylène, p. 201, 228, 235.
—— (Hydrogénation de l'), p. 230.
Acide adipique, p. 231.
Acoustique, p. 218, 263, * 268, 271.
Acte germinatif, p. 259.
Action de l'arc voltaïque sur les gaz, p. 229.
Adam-Smith (Un document inédit d'), p. 344.
Aéroplane (Nouvel), p. 244, 385.
Aérostats (Direction des), p. 244.
Afrique, p. 37, 200, 263, 331, * 168, 814.
Age de la pierre en Tunisie, p. 284.
—— (Analyse pétrographique), p. 285.
—— *du Pas-de-Calais*, p. 196, 248, 295, 296, * 597.
Agrégation des maçonneries, p. 209, * 228.
Agriculture (École coloniale d'), p. 319.
—— (Électro-chimie agricole), p. 328.
—— (Coopération dans l'), p. 337.
Agronomie, p. 318, * 769.
Aigre (Dr D.). — Discours, p. 117.
Amiante (Électrodes en), p. 451.
Air liquide, p. 72.
—— (Oxygène de l'), p. 237.
Aire d'une courbe gauche, p, 142, * 135.
Aisne (Industrie quaternaire de la région de Soissons), p. 284, * 550.
—— (Le bronze dans l'), p. 290, * 588.
—— (Œuvre de Godin, de Guise), p. 341.
Algérie (Recherches paléthénologiques), p. 278.
Albumens cornés, p. 257.
Albuminurie, p. 311.
Alcoolisme, p. 338.
Allard (F.). — Discussion sur le traitement par le flux statique induit, p. 392.
—— Traitement du glaucome, p. 393.
—— Discussion sur les courants transformés, p. 451.
Allemagne (La mer allemande), p. 240, * 357.
—— (Électrochimie agricole), p. 328.
—— (Habitations ouvrières en), p. 361, * 833.
Allier (Crâne de Beauléon), p. 293.
Allocution de M. Barthélemy, p. 278.
—— du Dr Hamy, p. 296.
Aloy (Dr). — Cyanure double, p. 230, * 329.
Alpes-Hautes (Zone du Briançonnais), p. 248; * 403.
Alternatives voltiennes dans le traitement des atrophies musculaires, p. 455.
Aluminium (Son emploi), p. 207, * 195.
Amans (Dr). — Nouveau phonographe, p. 218, * 268, 271.
—— Mécanique animale appliquée à la phonographie, p. 263.
Ambleteuse (Station biologique d'), p. 266, * 500.

Amphioxus lanceolatus, p. 272.
Analyse pétrographique, p. 285.
Anatomie des Passerina provençaux, p. 258, 262, * 491.
—— de l'appareil vasculaire de l'Amphioxus lanceolatus, p. 272.
Angiomes graves, p. 455, * 990.
Anglais (Enseignement de l'), p. 356.
Angles (Fossiles des), p. 250.
Angleterre (Plantes observées en), p. 260, * 479.
—— (Côtes d'), p. 276.
—— (Engin balistique en usage en), p. 373, * 895.
—— (Château de Douvres), p. 374, * 968.
—— (Boulonnais et) au XIIe siècle, p. 383, * 952.
—— (Excursion générale à Douvres), p. 491.
—— (Excursion à Cantorbery), p. 498.
Animaux aveugles, p. 1.
Anomalies du Mercurialis annua, p. 252.
Anthropologie, p. 278, * 541.
Automne (Cultures dérobées d'), p. 322, * 783.
Automobilisme, p. 166, 189.
—— (Transport des automobiles en chemin de fer), p. 192.
—— aux colonies, p. 213, * 245.
Aphroditiens, p. 269.
Appareil pour l'action de l'arc voltaïque sur les gaz, p. 229.
—— *aérien*, p. 244, * 385.
—— *vasculaire* de l'Amphioxus lanceolatus, p. 272.
—— venimeux de la vipera aspis, p. 274, * 522.
—— à masser, p. 308, * 705.
Arc à courants alternatifs, p. 227.
Archéologie, p. 373, * 895.
Archipel Bréhat (Botanique de l'), p. 258, * 456.
Ardèche (Observations météorologiques dans l'), p. 241.
Ardennes (Stations campigniennes des), p. 280.
Ardre (Vallée de l'), p. 281.
Ardres (Entrevue d'), p. 380.
Annélides polychètes, p. 263, * 491.
—— des côtes d'Angleterre, p. 273.
Armorique (Assises ordoviciennes de l'), p. 248, * 411.
Arnould (Cel C.). — École des Hautes-Études industrielles de Lille, p, 356.
Arras (Excursion finale), p. 501.
Arthrites, p. 461.
Articulations (Mobilité des), p. 308.
Ascenseur des Fontinettes, p. 506.
Ascroft (V.). — Discussion sur le rouget gris, p. 268.
—— La pêche au châlut, p. 268.
—— La pêche à la ligne sur les côtes de la Galles du Nord, p. 268.
Assainissement des ports, p. 366.
Assemblée générale, p. 99.
Assises ordoviciennes, p. 248, * 411.
Assistance mutuelle en matière d'hospitalisation, p. 343.
Association britannique (Séances avec l'), p. 215. 277, 296, 317, 329.
—— *Réception*, p. 484.
Association française en 1898-1899, p. 128.
Astigmatisme (Correction de l'), p. 222, * 283.
Astronomie, p. 137.
—— physique, p. 142.
Atelier de fabrication paléolithique, p. 291.
Atlantique (Diatomées rares de l'), p. 252, * 437.
Atmosphère (Exploration de la haute), p. 243.
—— (Électricité atmosphérique), p. 244.
Atrophies musculaires, p. 455.
Aubrun (Ph.). — Mutualité scolaire, p. 355.
—— Réforme du certificat d'études, p. 358.
Ault du Mesnil (G. d'). — Stations préhistoriques de la Picardie, p. 282.
Auto-régulateur de la constance de la température animale, p. 274, * 519.
Avancement d'un plan immergé dans un fluide, p. 164.
Babinet (Système de construction des cartes de), p. 139, * 73.
Baccalauréats (classique et moderne), p. 454.
Badigeonnage de gaïacol, p. 314 * 737.
Bains de lumière, p. 311.
Balistique (engin), p. 373, * 895.
Ballons-sondes, p. 243.
Balnéation populaire, p. 367.
Baraduc. — Effluvation, électro magnétique chaude, p. 458.
Barbier-Delayeus. — Discussion sur la natalité, p. 339.
—— Habitations à bon marché, p. 340.
Barbier de Montault (Mgr) — Mobilier de Pierre Brossonnet de Saint-Victor, à Béthune, p. 384.
Barthélemy. — Allocution, p. 278.
Bas-Boulonnais (excursion archéologique) p. 376.
Basse-Provence (Préhistoire de la), p. 294.
Bataillon. — Blastoderme et parablaste chez les poissons osseux, p. 275, * 529.
—— Pigmentation chez des métis des poissons osseux, p. 275, * 533.
Batraciens, p. 394.
Beauléon (Le crâne de), p. 293.
Beauvais (Industrie quaternaire de la région de), p. 284, * 550.
—— (Néolithique de la région de), p. 288, * 559.
Béclère. — Discussion sur le goitre exophtalmique, p. 407.
—— La vision dans l'examen radioscopique, p. 459, * 1017.

Beghin (A.). — Règle à calculs, pp. 143, 224 * 142.
Behaguel. — Acclimatation du « mimulus lutens », p. 261, * 489.
Belèze (Mlle M.). — Plantes rares des environs de Montfort-l'Amaury, p. 255.
—— Flore des ruines, p. 255.
—— Parasites végétaux des rosacées, p. 255.
Belfort (Territoire de) (grottes de Cravanche) p. 283.
Bengesco (Mlle M.), Décorations intérieures dans le Boulonnais au XVIIIe siècle, p. 384, * 962.
Benoît. — Allocution, p. 218.
Benzène, p. 229, * 325.
Benzine (Lois de substitution de), p. 237.
Bergonié (Dr J.). — L'électricité médicale et le médecin électricien, p. 386.
—— Discussion sur le traitement par le flux statique induit, p. 393.
—— —— sur les courants à haute fréquence, p. 395.
—— —— sur l'incontinence d'urine, p. 408.
—— —— sur le mal plantaire perforant, p. 408.
—— —— sur les rétrécissements, p. 439.
—— —— sur les courant et effluve induits, p. 439.
—— —— sur les courants transformés, p. 451.
—— —— sur les rétrécissements, p. 453.
—— Traitement des anomalies graves, p. 455, * 990.
—— Utilité des mesures électriques en radiographie, p. 459, * 1035.
Bergues (Excursion à), p. 508.
Bernheim (S.). — Traitement de la tuberculose par la méthode de Landerer, p. 303 * 642.
—— La fièvre des tuberculeux, p. 304, * 654.
—— Ectopies cardiaques, p. 305, * 663.
Bertholon. — Enquête sur la tuberculose pulmonaire en Tunisie, p. 309, * 715.
Bertrand (C. Eg.). — Terrain houiller d'Hardinghen, p. 246, * 388.
—— Structure des fougères actuelles, p. 252.
Besançon. — Exploration de la haute atmosphère, p. 243.
Béthune (Mobilier de Pierre Brossonnet de Saint-Victor à), p. 384.
Béton armé, p. 208, * 216.
Bétterave à sucre, p. 329, * 308.
Bettremieux (Dr P.) — Névralgie et tics de la face, p. 306, * 698.
Beurres (Expertise des), p. 325.
Bicyclette dans le traitement des hernies, p. 309, * 718.
Biélectrolyse, p. 461, * 1044.
Bienfaiteurs, p. XVI.
Bilhaut (Dr). — Mal de Pott, p. 306.
—— Discussion sur la scoliose, p. 309.
—— Rapport sur la protection des œuvres scientifiques, p. 341.
—— Discussion sur un vœu, p. 342.
—— Assistance mutuelle en matière d'hospitalisation, p. 343.
Biologie des Olacinées, p. 257.
—— des *Passerina provençaux*, p. 358.
Bizerte (Débouché des phosphates tunisiens), p. 199.
Blaise (E.). — Cardage du coton, p. 363, * 885.
Blastoderme chez les poissons osseux, p. 275, * 529.
Bléville (Squelette de Dinosaurien recueilli à), p. 247.
Blondel (A.). — Unités électriques, p. 226, * 304.
—— Mesure rapide des faibles self-inductions, p. 226, * 311.
—— Erreur des wattmètres électro dynamiques, p. 227.
—— Propriétés photométriques des lentilles de projection, p. 227, * 316.
—— Arc à courants alternatifs, p. 227.
Blondiaux (mission), p. 331.
Boisement des dunes. p. 205. *, 188.
Boiserie du XVIIe siècle, p. 384, * 962.
Bonnet (Dr Ed). — Plantes des vases de Boscoréale, p. 251, * 419.
Bordas (L.). — Organes reproducteurs mâles des Coléoptères, p. 276, * 537.
Bordier (Dr A.). — Production d'ozone dans les courants de haute fréquence, p. 316, 457.
—— Discussion sur le traitement par le flux statique induit, p. 392.
—— —— sur l'incontinence d'urine, p. 408.
—— Traitement des rétrécissements en général, p. 409, 439.
—— Discussion sur les applications thérapeutiques des courant et effluve induits, p. 439.
—— —— sur les électrodes stabiles, p. 452.
—— Discussion sur les rétrécissements de l'urètre, p. 453.
—— Discussion sur les réactions après la mort, p. 454.
—— Électrolyse appliquée dans le canal de l'urètre, p. 455.
Borraginées (Racine des), p. 251, * 427.
Boscoréale (Vases de), p. 251, * 419.
Bosserons de Brunoy, p. 294.

Bosteaux-Paris. — Fouilles d'un cimetière gaulois, p. 279, * 541.
—— Études des industries primitives de la Marne, p. 280, * 542.
—— Stations campigniennes, p. 280.
—— Présentation d'objets de l'époque néolithique, p. 282.
—— —— de silex taillés recueillis à Wimereux, p. 292.
—— —— d'objets des industries préhistoriques de la Marne, p. 296.
Botanique, p. 251, * 419.
Bouchacourt (L.). — Rapport sur l'endodiascopie, p. 441.
Bouchard (Dr). — Discussion sur la diphtérie, p. 302.
—— Sur les névralgies, p. 307.
Boudin. — Discussion sur le rapport de M. Poucholle, p. 354.
Bou-Grara, tête du Transsaharien, p. 199.
Boulogne-sur-Mer (Congrès de), p. 99.
—— (Comité local), p. 111.
—— (Port de), p. 213.
—— (Visite au Musée de), p. 250, 296, 378.
—— (Monuments de), p. 378.
—— (Ensellure lombo-sacrée à), p. 282, * 548.
—— (Excursions préhistoriques aux environs de), p. 291, * 569.
—— (Conférences faites à), p. 263, 469.
—— Excursions du Congrès de), 483.
Boulonnais (Reptiles jurassiques du), p. 250, * 416.
—— (Mollusques marins du), p. 262.
—— (Préhistoire du), p. 278.
—— (Campement préhistorique à Wimereux), p. 284.
—— (Silex recueillis à Wimereux) p. 292.
—— (Division de la propriété dans le), p. 325. * 797.
—— (Excursions archéologiques), p. 376.
—— (Église de Dannes en), p. 380.
—— (Temple fortifié d'Estréelles), p. 381.
—— et l'Angleterre au XIIe siècle, p. 383, * 952.
—— (Décoration intérieure dans le) au XIIe siècle, p. 384, * 962.
Bourquelot. — Discussion sur l'histoire de l'ovule, p. 255.
—— Composition des albumens cornés, p. 256.
Bourses de session, p. 113.
Boussole (Déviation de la), p. 165, * 161.
Bouveault (L.). — La série du cyclopentane, d. 234.
Braemer (G.). — Station du mont Pilat, 242.
Braemer (Dr L.). — La microphotographie et l'histologie végétale, p. 257.
—— L'érythroxylon hypericifolium, p. 260.
Bréhat (Botanique des îles de), p. 258, * 456.
Brémond (Dr). — Discussion sur la balnéation, p. 367.
Bretagne (Assises ordoviciennes de), p. 248. * 411.
—— (Flore de Basse-), p. 251, * 433.
Breuil (Abbé). — Industrie des limons quaternaires, p. 284, * 550.
—— La grotte de Rotoma, p. 286, * 556.
—— La néolithique entre Beauvais et Soissons, p. 288, * 559.
—— Le bronze dans l'Aisne, l'Oise et la Somme, p. 290, * 588.
—— Excursions préhistoriques aux environs de Boulogne-s/M., p. 291, * 569.
Breuillard (Dr C.). — Massage pneumatique, p. 308, * 705.
Briançonnais (Zone du), p. 248, * 403.
Bricka. — L'automobilisme aux colonies, p. 213, * 245.
Brissaud (Dr). — Œuvre scientifique de Duchesne, de Boulogne, p. 469.
Broca (André). — Télégraphie sans fil, p. 27.
—— Communication à la session commune avec l'Association britannique, p. 216.
—— Discussion sur les oscillations électriques, p. 221.
—— Correction de l'astigmatisme, p, 222, * 283.
—— Champs de force et transports d'énergie, p. 224.
—— Discussion sur les variations électriques du cœur, p. 393.
Bronze dans l'Aisne, p. 290, * 588.
Brouardel (Dr P.). — Discours, p. 119.
Brunoy (Bosserons de), p. 294.
Bryozoaires santoniens de Tours, p. 248, * 406.
Buchet (G.). — Pêches canariennes, p. 264.
—— Dosage du Plankton, p. 265.
Buguet (A.). — Régénération osseuse chez les batraciens, p. 394.
Bureaux de l'Association, p. 103.
—— 1re et 2e Sections, p. 137.
—— 3e et 4e — p. 144.
—— 5e — p. 218.
—— 6e — p. 229.
—— 7e — p. 240.
—— 8e — p. 246.
—— 9e — p. 251.
—— 10e — p. 262.
—— 11e — p. 278.
—— 12e — p. 299.
—— 13e — p. 318.
—— 14e — p. 331.
—— 15e — p. 333.
—— 16e — p. 345.
—— 17e — p. 360.
—— de la Sous-Section d'archéologie, p. 373..

Bureau d'électricité médicale, p. 386.
Burin phonographique, p. 218, * 271.
Cabanes néolithiques, * 615.
Cacheux (É.). — Coopération chez les marins pêcheurs, p. 336, * 822.
—— Habitations ouvrières, p. 361, * 835.
Caféine (Effets psychiques de la), p. 313, * 734.
Cagnat. — L'empereur Carausius, p. 382, * 943.
Calais (Port de), p. 380.
—— (Excursion à), p. 498.
Calcul des carènes, p. 163, * 158.
Calculs (Règle à), p. 143, * 142.
Calendrier (Réforme du), p. 142, * 140.
Callot (Dr). — Guérison des tumeurs blanches, p. 307.
Campement préhistorique, p. 284, 292.
Camus (Dr F.) — Botanique de l'archipel Bréhat, p. 258, * 456.
Canal venimeux de la Vipera aspis, p. 274, * 522.
—— de l'urètre, pp. 409, 452, 455, * 981.
Canalicule séminifère du Moineau, p. 269.
Canaries (Pêche aux), p. 264.
Canaux (Traction mécanique sur les), p. 209.
—— *sécréteurs* des graines des guttifères, p. 259.
Cancroïde labial, p. 364, * 890.
Cannon. — Un document inédit d'Adam Smith, p. 344.
Cantorbéry (Excursion à), p. 498.
Canu. — Bryozoaires santoniens. p. 248, * 406.
Cap de la Hève, p. 247.
—— Gris-Nez, pp. 291, 497.
Capitan (Dr). — Discussion sur les industries primitives de la Marne, p. 280, * 542.
—— —— sur les stations néolithiques, p. 281.
—— Analyse pétrographique, p. 285.
—— Un atelier paléolithique.
—— Excursions préhistoriques aux environs de Boulogne, p. 291, * 569.
Carausius empereur, p. 382, * 943.
Cardage du coton, p. 363, * 885.
Carènes supprimant le tangage et le roulis, p. 162, * 148.
—— (Calcul des), p. 163, * 158.
Carica papaya, L. p. 255.
Carnot (Digue) du port de Boulogne, p. 213.
Carpentier (F.). — Droits universitaires, p. 355.
Cartaz (Dr A.). — Éléphantiasis du nez, p. 315, * 757.
Carte viticole, p. 327, * 805.
—— de France de Cassini, p. 331.
Cartes (Construction des), p. 139, * 73.
Casalonga. — Palier à rouleaux, p. 165.
—— Fumivore lavant les fumées, p. 191.
—— Moteur thermique sans échappement, p. 191.
—— Discussion sur le mouvement d'un aviateur aéroplane, p. 204.
—— —— sur le béton armé, p. 208.
—— —— sur le chauffage des chaudières, p. 210.
—— Équivalent mécanique de la chaleur, p. 225.
Cassini (Rapport sur la carte de France par), p. 331.
Catalogne (de). — Discussion sur les habitations à bon marché, p. 340.
Catalogue des reptiles jurassiques, p. 250, * 416.
—— de plantes rares, p. 255.
—— de stations préhistoriques, p. 282.
Cathédrale de Thérouanne, p. 374.
Catois (Dr) — Voies olfactives et cérébelleuses des poissons, p. 273, * 515.
Cauchy (L.). — Emploi de l'aluminium, p. 207, * 195.
Caullery (M.). — Parasites internes des annélides, p. 263, * 491.
Causard (M.). — Respiration branchiale chez les diplopodes, p. 275, * 527.
Causse. — Sur la morphine, p. 231. * 330.
Causse Méjean, p. 285, * 606.
Cavernes et animaux aveugles, p. 1.
Cavité respiratoire, p. 314.
Cécidies du Gard, p. 269.
Cellules cérébrales, p. 270.
—— jaunes de l'intestin du lombric, p. 271.
Centre d'énergie, p. 237.
Centres vaso-moteurs, p. 299.
—— *nerveux*, p. 460.
Céphalochordés, p. 273.
Certificat d'études, p. 358.
Cerveau pp. 270, 393.
Chaleur, pp. 191, 210, 225, 232.
Chalut à vapeur, p. 266, * 499.
—— (Pèche au), p. 268.
Chant magnétique (Toupie dans un), p. 222, * 287.
Champs de force, p. 224.
Chantre (E.). — Population préphara-onique de la Haute-Égypte, p. 296, * 618.
—— Recherches craniologiques, p. 296, * 618.
Charbon, p. 333, * 816.
Charencey (Comte de). — Races et langues du Japon, p. 286.
Charentes (Eaux de vie des), p. 327, * 805.
Charpentier (E.). — Société populaire d'instruction, p. 357, * 827.
Chasles (Porismes de), p. 142.

Château de Douvres, p. 374, * 968.
Chaudières à tubes d'eau, p. 204. * 176.
—— (Chauffages des), p. 212; *, 234.
Chauffage des chaudières, p. 212, * 234.
Chauveau (A.-B.). — Variation diurne, p. 244.
Chauvin. — Discussion sur la réforme du certificat d'études, p. 358.
Chavanon. — Le port de Calais au XIVe siècle, p. 380.
Chemins de fer africains, p. 37.
—— (*transport des automobiles* en), p. 192.
—— *transsaharien*. p. 199.
—— (Combustibles des), p. 200, * 168.
Chervin (Dr A.). — Influence française dans le monde, p. 96.
Chevalier. — Enseignement de l'anglais, p. 356.
Chimie, p. 229 * 325.
—— (Exposition retrospective de la), p. 229.
Chirurgie courante, p. 441.
Chlorhydrates, p. 235.
Cimetière gaulois, p. 279, * 541.
Cinématographe pour le cœur, p. 452.
Circoncision, p. 370.
Circulation des automobiles, p. 134.
Cirera Salse (Dr L.). — Traitement de l'Entropion, p. 440.
Cirrhose hépatique, p. 313, * 730.
Cités lacustres, p. 294.
Classification des assises ordoviciennes, p. 248, * 411.
—— des aphroditiens, p. 269.
Claude (Dr H.). — Cirrhose hépatique, p. 313, * 730.
—— Hémorragie de la muqueuse stomacale, p. 313, * 732.
Climat du plateau de Langres, p. 242, * 377.
Clusius (Plantes observées du), p. 260, * 479.
Cluzet (Dr). — Réactions électriques après la mort, p. 453.
Comité local de Boulogne-sur-Mer, p. 111.
Cœur (Ectopies cardiaques), p. 305, * 663.
—— (Appareil à cinématographier le), p. 458.
Coléoptères (Organes reproducteurs mâles des), p. 276, *, 537.
Collignon (Ed.), — Problème de mécanique, p. 139, * 40.
—— —— des tours équidistantes, p. 139, * 59.
—— Existence géométrique du rectangle, p. 140, * 87.
Colonies (Automobiles aux), p. 213, * 245.
Colonisation, p. 319.
Colonne de la Grande armée, p. 292.
Coloration des tissus végétaux, p. 256, * 454.
Combustible des chemins de fer de pénétration en Afrique, p. 200, * 168.
Commissions permanentes, p. 108.
Composition des albumens cornés, p. 255.
—— du liquide d'un kyste hydatique, p. 315, * 754.
—— *Compte rendu* moral, p. 128.
—— financier, p. 132.
Conférences, pp. 1, 12, 27, 37, 60, 72, 82, 96, 463, 469.
Congrès de Boulogne-sur-Mer en 1900, p. 99, 359.
—— *de géographie*, p. 331.
Conseil d'administration, p. 103.
Conservation de la masse, p. 233.
—— du centre d'énergie, p. 237.
—— de la matière vitale, p. 238.
Considère. — Étude du béton armé, p. 208, * 216.
—— Discussion sur la digue Carnot, p. 215.
Constance de la température humaine, p. 274, * 519.
Construction des cartes, p. 139, * 73.
Contamin (F.). — Hydrothérapie en chambre, p. 360.
Coopération chez les marins pêcheurs, p. 336, * 822.
—— *dans l'agriculture*, p. 337.
Coquilles crétaciques, p. 248, * 396.
Cordemoy (J. de). — Résine du Courbaril, p. 259.
Cornaille (F.). — Structure des fougères actuelles, p. 252.
Cornu (Max.). — Récolte et envoi des plantes exotiques, p. 261.
Correction des déviations de la boussole, p 165, * 161.
Corse (Pêche en) p. 263, * 497.
Cossmann (M.). — Coquilles crétaciques, p. 248, * 396.
Côte d'ivoire, p. 331.
Côtes du Nord (Botanique de l'archipel Bréhat), p. 258, * 456.
—— *d'Angleterre*, p. 273.
Coton, p. 363, * 885.
Couches stratifiées de la vallée de la Seine, p. 293.
Courants alternatifs, p. 227, 440.
—— —— ondulatoires, p. 457.
—— de haute fréquence, p. 316, 452 et de haute tension, p. 394.
—— voltaïques stables, p. 407.
—— induits, p. 439.
—— transformés, p. 451.
Courbaril (Résine du), p. 259.
Cours d'adultes, p. 345.
Crânes, p. 293, 296, * 618.
Cravanche (Grottes de), p. 283.
Création (temps de) p. 233.
Crèche (Hygiène d'une), p. 370.

Crocq. — Discussion sur les courants à haute fréquence, p. 395.
—— —— sur le goître exophtalmique, p. 407.
—— —— sur l'incontinence d'urine, p. 407.
—— Traitement du mal perforant plantaire, p. 408.
Croisier. — Principes d'astronomie physique, p. 142.
Croze de Tayac, p. 294.
Crucifères (Pistil des), p. 256.
Crustacés (Répartition des Monstrillidés), p. 269.
Cuénot. — Automobilisme sur route, p. 166.
—— Discussion sur le transport d'automobiles en chemins de fer, p. 198.
Cuivre (Son action sur l'acétylène), p. 235.
Cultures des dunes, p. 205, * 188.
—— dérobées dans le Pas-de-Calais, p. 321, 322, * 771.
Cuprène, p. 235.
Curie (Lieutenant-colonel J.). — Construction des cartes, p. 139, * 73.
Cuvillier (Observations météorologiques du Dr), p. 243.
Cyanure double, p. 230, * 329.
Cyclades (Hétéromorphoses comparées chez les Polyclades, et les), p. 271.
Cyclides de Dupin, p. 138.
Cyclopentane, p. 234.
Cystalgites, p. 310.
Cystites et cystalgites, p. 310.
Dalhols et la mer saharienne, p. 331, * 814.
Daniel (L.). — Parenté botanique en fait de greffe, p. 261, * 486.
Dannes (Église de) p. 381, * 914.
Darboux. — Classification des Aphroditiens, p. 269.
—— Quelques Cécidies du Gard, p. 269.
Déchets des villes, p. 371.
Décorations intérieures au XIIe siècle, p. 384, * 962.
Découverte d'un document inédit, p. 344.
Découvertes dans le Jura, p. 283.
Décret, p. I.
Degrés de chaleur (Équation des), p. 232.
Délégués de l'Association, p. 104.
—— de sections, p. 105.
Délégués officiels, p. 112.
Delisle (Dr F.). — Grottes des vallées du Tarn et de la Jonte, p. 285, * 606.
Delore (X.). — Enchondrome du placenta, p. 314, * 744.
Delort. — Découvertes dans le Jura, p. 283.
Demiautte (C.). — Betterave à sucre, p. 329, * 808.
Démonstrations de la formule pour calculer la résistance des carènes, p. 163, * 158.
Démonstration de la formule de Kékulé, p. 229, * 325.
Densité (Équatien de la), p. 232.
Deschamps. — Intervention électrolityque dans les arthrites, p. 461.
Desjardins. — Discussion sur les réactions après la mort, p. 454.
Desnos (Dr). — Cystites et cystalgites, p. 310.
—— Traitement des rétrécissements de l'urètre, p. 452, * 981.
Detaille (Colonel). — Le fourgon électrique, p. 188.
Détroit du Pas-de-Calais, pp. 248, 249, 278, 295, 296, * 597.
Deux-Sèvres (Observations météorologiques dans les), d. 243.
Développement de la pigmentation chez des métis de poissons osseux, p. 275, * 533.
Déviations de la boussole, p. 165, * 161.
Diabète, p. 313, 730.
Diatomées rares, p. 252, * 437.
Dickson. — Richesse du lait en matière grasse, pp. 323, 324, * 790.
Dieppe (Ensellure lombo-sacrée à), p. 282, * 548.
Dieu, la matière vitale, p. 238.
Digestion, pp 311, 313, * 724, 739, 732.
Digue Carnot du port de Boulogne, p. 213.
Dinosaurien (Squelette de), p. 247.
Diphtérie, p. 301, * 635.
—— aviaire, p. 324, * 796.
Diplopodes (Respiration branchiale chez les) p. 275, * 527.
Direction des aérostats, p. 244.
Discours, pp. 117, 119, 128, 132, 218, 278, 296, 318, 373, 386, 486, 487.
Dislère (P.). — Discussion sur Frédéric Sauvage, p. 147.
—— —— sur le mouvement dans les canaux, p. 162.
—— —— sur la suppression du tangage et du roulis, p. 162.
—— —— sur la résistance à l'avancement d'un plan immergé dans un fluide, p. 164.
—— —— sur l'automobilisme, p. 188.
—— —— sur l'organisation du personnel des voies navigables, pp. 189, 191.
—— —— sur le transport des automobiles en chemin de fer, p. 198.
—— —— sur le mouvement d'un aviateur aéroplane, p. 204.
—— —— sur le boisement des dunes, p. 206.
—— —— sur l'emploi de l'aluminium pour la navigation fluviale, p. 208.
—— —— sur le béton armé, p. 209.
—— —— sur les accidents des meules, p. 211.
—— —— sur la digue Carnot, p. 215.

Dislère (P.). — Allocution lors de la session com mune avec l'Association Britannique, p. 216.
Dissolution des sels, p. 236, * 337.
Diverticule hépatique des Céphalochordés, p. 273.
Divisions cellulaires directes dans le canalicule séminifère du moineau, p. 669.
Documents officiels, p. 99.
Dolmens (Industrie humaine à l'époque des) p. 294.
Dommer (F.). — L'air liquide, p. 72.
Dordogne (Croze de Tayac(, p. 294.
Dosage du Plankton, p. 265.
Douai (Excursion à), p. 502.
Douvres (Château de), p. 374, * 968.
—— (Excursion à), p. 491, .
Drapeyron (L.). — Grande carte de France, par Cassini, p. 331.
Droits universitaires, p. 355.
Drouineau (Dr). — Assainissement des ports, p. 366.
Druart (V.-E.). — Réforme du calendrier, p. 142, * 140.
Dubail-Roy. — Grottes de Cravanche, p. 283.
Duchenne, de Boulogné (Son œuvre), p. 469.
—— (Inauguration du buste de), p. 486.
Dunes (Boisement et culture des). p. 205, * 188.
Dunkerque (Excursion à), p. 508.
Dupin (Cyclides de), p. 138.
Duroy de Bruignac. — Calcul de la résistance des carènes, p. 163, * 158.
—— Discussion sur la résistance à l'avancement d'un plan immergé dans un fluide, p. 164.
Dyspepsie nervo-motrice, p. 392.
Eaux littorales (Présence du rouget gris dans les) p. 267, * 512.
—— *de-vie* des Charentes, p. 327, * 805,
Échappement (Moteur thermique sans) p. 191.
Éclogite (Variation d'aspect de l') employée pour la fabrication des haches de pierre), p. 285.
École coloniale d'agriculture de Tunis, p. 319.
—— des Hautes études industrielles, p. 356.
Économie politique, p. 333, * 816.
Ectopies cardiaques, p. 305, * 663.
Effets psychiques de la *caféine*, p. 313, * 734.
—— tertiaires de l'électrolyse, p. 455.
Effluvation électro-magnétique chaude, p. 458.
Effluve induite, p. 439.
Église de Dannes, p. 381, * 914.
Égypte (Population de la Haute-), p. 296, * 618.
Électricité, p. 221, 222, 223, 224, 226, 227, 229, 230, 231, 243, 244, 274, 316, * 274, 287, 292, 298, 304, 311, 519.
—— atmosphérique, p. 243, 244.
—— médicale, p. 386, * 974.
Électro-aimant (Champ d'un) p. 222, * 287.
—— (Recherche des débris de fer dans les yeux), p. 440, * 979.
Électrotechnie agricole, p. 328.
Électrodes stabiles, p. 451.
Électrolyse (Traitement des rétrécissements par l'), p. 409.
—— (Traitement par l') de l'entropion, p. 440.
—— *appliquée dans le canal de l'urètre*, p. 455.
—— *bipolaire*, p. 460.
—— de l'urètre, p. 452, * 981.
—— des angiômes graves, p. 455, * 990.
Éléments figurés du tube digestif et glycosurie, p. 311, * 724.
Éléphantiasis du nez, p. 315, * 757.
Embouchures fluviales (Pêche dans les) p. 276.
Embryogénie des Protula et Serpula, p. 296.
Embryons de poule, p. 276.
Empereur Carausius, p. 382, * 943.
Enchondrome du placenta, p. 314, * 744.
Endodiascopie, p. 441.
Engin balistique, p. 373, * 895.
Enlart. — Discours, p. 373.
—— Cathédrale de Thérouanne, p. 374.
Énergie électrique, p. 229.
—— (Équation de l') p. 232.
—— (Centre d'), p. 237.
—— (Vitale), p. 238.
Enquête sur la tuberculose pulmonaire, p. 309, * 715.
Enseignement, p. 345, * 827.
—— *de la géologie*, p. 246.
—— *Primaire supérieur*, p. 346.
—— *Secondaire*, p. 351.
—— *de l'anglais*, p. 356.
—— *Scientifique élémentaire*, p. 357.
Ensellure lombo-sacrée, p. 282, * 548.
Entropion (Traitement de l'), p. 440.
Envoi des plantes exotiques, p. 261.
Eocène (Fossiles de l'), p. 250.
Époque halstattienne, p. 274, * 541.
—— *gauloise marnienne*, p. 280, * 542.
—— *paléolithique*, p. 280, * 542.
—— *néolithique*, p. 282, 285, 293.
—— *quaternaire*, p. 284, 305, * 550, 615.
—— *du bronze*, p. 290, * 588.
—— (ateliers de fabrication quaternaire, p. 291.
—— *des dolmens*, p. 294.
—— *de la formation du Pas-de-Calais*, p. 249, 295, 296, * 597.
Équation de l'hydrodynamique, p. 137, * 1.
—— de l'énergie et de la chaleur, p. 232

Équivalent mécanique de la chaleur, p. 225.
Erreur des wattmètres électro-dynamiques, p. 227.
Erythroxylon hypericifolium, p. 260.
Espagne (Voyages botaniques en), p. 261.
Estomac, p. 313, * 730, 732.
Étaples (Pont d'), p. 205, * 186.
État pathologique des voies lacrymales, p. 307, * 698.
Ethnographie des populations de la Seine-Inférieure, p. 282, * 544.
—— du Japon, p. 286.
—— de l'Indo-Chine, p. 286.
—— du Haut-Tonkin, p. 287.
Ethylamines, p. 235.
Étincelle globulaire, p. 226, 243, * 301.
Étude graphique de la flexion des prismes, p. 141, * 128.
—— *du béton armé*, p. 208, * 216.
—— *des déviations de la boussole*, p. 165, * 168.
—— *botanique de l'archipel de Bréhat*, p. 258, * 456.
—— *du Plankton*, p. 267, * 507.
—— *craniologique*, p. 293, 296, * 618.

Evans (John). — Il y a quarante ans. (Première découvertes de l'homme préhistorique), p. 250, 296.
Évolution des Monstrillidés, p. 263.
—— du canal venimeux de la Vipera aspis, p. 274, * 522.
Examen radioscopique, p. 459, * 1017.
Excursion préhistorique, p. 291, * 569.
—— archéologique, p. 375.
Excursion du Congrès de Boulogne, p. 483.
Excursion générale à Douvres, p. 491.
—— à Wimereux, p. 493.
—— à Gris-Nez, p. 497.
—— à Calais, p. 498.
—— finale, p. 501.
Existence géométrique du rectangle, p. 140, * 87.
Exostoses ostéogéniques, p. 302.
Expertise des beurres, p. 325.
Exploration de la haute atmosphère, p. 243.
Exposition d'automobiles, p. 200.
—— *rétrospective* de la chimie, p. 229.
Extirpation partielle du sterno-mastoïdien, p. 302.
Extrême-Orient (Industrie de l'), p. 333.
Exulcération de la muqueuse gastrique, p. 313, * 739.

Eyssérie. — Du Soudan à la côte d'Ivoire, p. 331.
Fabrication paléolithique, p. 291.
Face (Tics de la), p. 307, * 698.

Faguet (Dr C.). — Tuberculose herniaire, p. 300, * 631.
Faradisation du nerf tibial postérieur, p. 408.
Faune malacologique, p. 263.

Febvre-Wilhélem. — Discussion sur l'industrie en Extrême-Orient, p. 335.
—— —— sur la coopération, p. 338.
Fécondation chez les Tuniciers, p. 262.
Fer (Navires en), p. 165, * 161.
Féret (A.). — La natalité, p. 338.
—— Édification d'une maison municipale dans chaque arrondissement de Paris, p. 339, 365.
—— Discussion sur les habitations à bon marché, p. 340.
—— Natalité, p. 362.
—— Une crèche, p. 370.
Féret (R.). — Étude graphique de la flexion des prismes, p. 141, * 128.
—— Addition de pouzzolanes aux matériaux d'agrégation des maçonneries, p. 209, * 228.
Ferrand (Dr). — Médication euphorique, p. 307.
Ferré (Dr G.). — La diphtérie, p. 301, * 635.
Fêtes du congrès de Boulogne, p. 483.
Feuille de Lupinus albus L., p. 260, * 467.
Fièvre des tuberculeux, p. 304, * 654.
—— *paludéenne*, p. 310.
—— *typhoïde* hyperpyrétique, p. 314, * 737.
Filage de l'huile à la mer, p. 207.
Filatures, p. 363, * 885.
Finances de l'Association, p. 132.
Flandres (Engin balistique en usage dans les). p. 373, * 895.
Flexion des prismes, 341, * 128.
Flore de Basse-Bretagne, p. 251, * 433.
—— *des ruines*, p. 255.
Fluide (Plan immergé dans un), p. 164.
Flux statique induit (traitement par le), p. 392.
Foie, p. 313, *, 730.
Fondateur, p. XVII.
Fonds de cabanes néolithiques, p. 385.
Fontaneau (E.). — Équation de l'hydrodynamique, p. 137, * 1.
Fontinettes (Ascenseur des) p. 506.
Formation du Pas-de-Calais, pp. 248, 249.
Formations secondaires de la racine des Borraginées, p. 251, * 427.
Formule pour le calcul des carènes, p. 153. * 158.
Fossile de l'Éocène, p. 250.
—— du Miocène, p. 250.
Fortineau (L.). — Ferments figurés du tube digestif et glycosurie, p. 311, * 724.
—— Réaction de la tuberculine dans l'urine des tuberculeux, p. 312.
Fouilles d'un cimetière gaulois, p. 279, * 541.
—— dans le Jura, p. 283.
—— dans les grottes de Cravanche, p. 283.
—— de la cathédrale de Thérouanne, p. 374.

Fougères (Structure des) , p. 252.
Fournier (E.). — Préhistorique de la Basse-Provence, p. 294.
Foveau de Courmelles. — Œuvre de Godin (de Guise), p. 341.
—— Incinération des déchets des villes, p. 371.
—— Osmose et biélectrolyse, p. 461, * 1044.
—— Radiographies, p. 461, * 1056.
Frédéric Sauvage, p. 144.
—— (Note rectificative), p. 510.
Frolov (Général). — Géométrie non euclidienne, p. 139, * 70.
Fumées, p. 191.
Fumeurs de tabac, p. 364, * 890.
Fumivore lavant les fumées, p. 191.
Furne (C.). — Division de la propriété dans le Boulonnais, p. 325, * 797.
—— Discussion sur l'électrotechnie agricole, p. 328.
—— Réforme de l'enseignement secondaire, p. 355.
Gabriac (Commandant). — Discussion sur l'organisation du personnel des voies navigables, p. 189.
Gaïacol (Badigeonnage de), p. 314, * 737.
Gain (E.). — Feuilles du *Lupinus albus* L, p. 260, * 467.
Galante (E.). — Les finances de l'Association, p. 132.
Galles du Nord (Pêche à la ligne), p. 268.
Galvanisation du sympathique cervical, p. 393.
Gandoyer. — Voyages botaniques, p. 261.
Gard (Fossiles du), p. 250.
—— (Cécidies du), p. 269.
—— (Grottes du Mont-Ventoux), p. 288.
—— (Nouvel hôpital de Nîmes, p. 369.
—— (Néolithique du), p. 385, * 615.
Gascard (A. père). — Enseignement scientifique élémentaire, p. 357.
Gastrorragie, p. 313, * 730.
Gaule (Cimetière gaulois), p. 279, * 541.
—— (Époque gauloise), p. 280, * 542.
Gauthiot. — Congrès de géographie, p. 331.
—— Rapports de la géographie et de l'économie politique, p. 344.
Gautier (Dr G.). — Courant alternatif ondulatoire, p. 457.
Gaz (Action de l'arc voltaïque sur les), p. 229.
Géneau de Lamarlière (L.). — Anomalies du Mercurialis annua, p. 252.
Génie civil, p. 144, * 148.
Géodésie, p. 137.
Géographie, p. 331, * 814.
—— (Congrès de), p. 331.
Géologie, p. 246, * 388.
Géométrie (problème de) p. 139, * 40.
Géométrie non euclidienne, p. 139, * 70.
—— (Existence géométrique du rectangle, p. 140, * 87.
—— du triangle, p. 140.
—— (Procédé géométrique pour la correction des déviations de la boussole), p. 165, * 161.
Géométrographie (Constructions de), p. 140, * 102.
Gerber (Dr Ch.). — Origine des huiles végétales, p. 237.
—— Pistil des Crucifères, p. 256.
—— Recherches sur les Passerina provençaux, p. 258.
Germination, p. 259.
Gibbosités expérimentales, p. 305, * 672.
Girard (Dr H.). — Populations du Nord-est de l'Indo-Chine, p. 287.
—— Thos du Haut-Tonkin, p. 287.
Glycosurie, p. 311, * 724.
Gobin (A.). — Discussion sur le transport des automobiles en chemins de fer, p. 198.
—— —— sur le boisement des dunes, p. 206.
—— —— sur l'emploi de l'aluminium, p. 208.
—— —— sur l'addition de pouzzolanes aux matériaux d'agrégation des maçonneries, p. 209.
Godard. — Emploi du pétrole pour le chauffage des chaudières, p. 212, * 234.
Godin (de Guise), son œuvre, p. 341.
Goitre exophtalmique, p. 407.
Gossart (É.). — Utilisation industrielle de l'acétylène, p. 201.
—— Lampes à acétylène, p. 228.
Gosselet (J.). — Ouverture du Pas-de-Calais, p. 295.
Graine (Histoire de la), p. 254.
Graines des guttifères, p. 259.
Grande-Armée (Colonne de la), p. 292.
Gravitation universelle, p. 237.
Gris-Nez (Excursion générale à), p. 493.
Grison-Poncelet. (J.). — L'industrie houillère, p. 333, * 816.
—— Discussion sur les habitations à bon marché, p. 340.
Grosclaude (É.). — Chemins de fer africains, p. 37.
Grosseteste (N.). — Le mot rail, en français, p. 206, * 193.
Grottes de Cravanche, p. 283.
—— de la vallée du Tarn et de la Jonte, p. 286, * 606.
—— de Rotoma, p. 286, * 556.
—— du Mont-Ventoux, p. 288.
Groupe 1er, p. 137, * 1.
—— 2e, p. 218 * 268.
—— 3e, p. 246, * 388.
—— 4e, p. 318, * 769.

Groupes échangeables et décomposables, p. 141.
Guérison des tumeurs blanches, p. 388.
Gui (Histoire du), p. 253, * 444.
Guibal. — Gibbosités expérimentales, p. 305, * 672.
Guilleminot (Dr). — Appareil pour cinématographier le cœur, p. 458.
—— Définition des incidences en radiographie, p. 458, * 998.
Guimet, (E.). — Exposition rétrospective de la Chimie, p. 229.
Guinée française (Grotte de Rotoma), p. 286, * 556.
Guise (Œuvre de Godin, de Guise), p. 341.
Guyot. — Discussion sur les semailles en ligne, p. 326.
Guttifères (Graines des), p. 259.
Habitations à bon marché, p. 340.
—— *ouvrières*, p. 361, * 833.
—— salubres, p. 362.
Haches néolithiques, p. 285.
Hallez (P.). — Discussion sur le détroit du Pas-de-Calais, p. 249.
—— Régénération comparée chez les polyclades et triclades, p. 270.
—— Heteromorphoses comparées chez les polyclades et les cyclades, p. 271.
Hardinghen (terrain houiller d'), p. 246, * 388.
Hamy (Dr). — Les temps préhistoriques dans la région boulonnaise, p. 278.
—— Allocution, p. 296.
Henriot. — Préparation de la mannose. p. 234.
Haut-Tonkin, p. 287.
Haute-Égypte (Population de la) p. 296, * 618.
Haute-Garonne (Mesures d'inclinaison dans la), p. 240, * 347.
Haute-mer (Présence du rouget gris en), p. 267, * 512.
Hautes-Études industrielles, p. 356.
Higgs. — Discussion sur un timbre postal international, p. 343.
—— —— sur l'assistance mutuelle en matière d'hospitalisation, p. 344.
Histoire des premières découvertes de l'homme préhistorique, pp. 250, 296.
—— *du gui*, p. 253, * 444.
—— *de l'ovule et de la graine*, p. 254.
—— *d'une crèche*, p. 370.
Histologie végétale, p. 257.
Heckel (Ed.). — Discussion sur le Mercurialis annua, p. 252.
—— Le *Carica papaya* L., p. 255.
—— Discussion sur les albumens cornés, p. 257.
—— Biologie des Olacinées, p. 257.
—— Canaux sécréteurs dans la graine des guttifères, p. 259.
Héliostat, p. 228.
Hémorragie de la muqueuse stomacale, p. 313, * 732.
Henry (Ch.). — Propriétés électriques de la laine et de la soie considérées comme un nouvel auto-régulateur de la constance de la température animale, p. 274, * 519.
Henry (L.). — Mouvement d'un aviateur aéroplane, p. 202.
Henrot (H.). — Prophylaxie de la tuberculose, p. 361.
Hermite. — Exploration de la haute-atmosphère, p. 243.
Hernie, pp. 300, 309, * 631, 718.
Herran (A.). — Équation de l'énergie et de la chaleur, p. 232.
—— Conservation de la masse, p. 233.
—— Pesanteur et gravitation universelle, p. 237.
—— Dieu, la matière vitale et l'énergie vitale, p. 238.
Héteromorphoses comparées chez les polyclades et les cyclades, p. 271.
Hillaret — (Système de construction des cartes d'), p. 139, * 73.
Homme préhistorique, p. 250, * 296.
Hôpital nouveau de Nîmes, p. 369.
Hôpitaux marins, p. 12.
Hospitalisation (Assistance mutuelle en matière d'), p. 343.
Houille, p. 333, * 815.
Houpeurt. — Nouveau pont d'Étaples, p. 205, * 186.
Huguet, — Pêche dans les embouchures fluviales, p. 266.
Huile (Filage de l') à la mer, p. 207.
Huiles végétales, p. 237.
Hydrocarbure nouveau, p. 235.
Hydrodynamique, p. 137, * 1.
Hydrogénation de l'acétylène, p. 230.
Hydrothérapie en chambre, p. 360.
Hygiène, p. 360, * 833.
—— *d'une crèche*, p. 370.
Hygiénistes (Un devoir des), p. 364, * 890.
Iles de Bréhat (Botanique des), p. 258, * 456.
—— *Canaries* p. 264.
Imbert de La Touche (Dr P.). — Bains de lumière, p. 311.
Impôt indirect, p. 329, * 824.
Inanition expérimentale, p. 313, * 732.
Inauguration du buste de Duchasne, p. 486.
—— De la plaque commémorative de la mort de Thomas Campbell, p. 490.
Incidences en radiographie (Leur définition, p. 458, * 998.
Incinération des déchets des villes, p. 371.
Inclinaison (Mesures d'), p. 240, * 347.
Incontinence d'urine, p. 407, * 974.
Indicateur à rayon X matérialisés, p. 441.
Indices céphaliques p. 286.

Indigènes de Tunis, p. 370.
Indre-et-Loire (Bryozoaires de Tours), p. 248, * 406.
Induction, p. 450.
Industrie des limons quaternaires, p. 284, * 550.
—— *humaine à l'époque des dolmens*, p. 294.
—— *sucrière*, p. 326.
—— *de l'Extrême-Orient*, p. 333.
—— *houillère*, p. 333, * 816.
Industries primitives de la Marne, p. 280, 296, * 542.
Influence française dans le Monde, p. 96.
Infra-néolithique (Couches stratifiées) de la vallée de la Seine), p. 293.
Injection sous-cutanée de quinine, p. 310.
Insalubrité des lavoirs publics, p. 371.
Inspection sanitaire des viandes, p. 362, * 844.
Institutions diverses représentées au Congrès, p. 114.
Instruction (Société populaire d'), p. 357, * 827.
Intégration des Équations de l'hydrodynamique, p. 137, * 1.
Intervention électrolytique dans les arthrites, p. 461.
Intestin du Lombric, p. 271.
—— Annélides des côtes d'Angleterre, p. 276.
Inventaire d'un mobilier, p. 384.
Isabelle de France, p. 380.
Issarts de la Croix de Courtet (Fossiles des), p. 250.
Itinéraires des missions Blondiaux et Eysséric, 331.
Japon (Langues du), p. 286.
Jigouzo. — Arc à courants alternatifs, p. 227.
Jodin (A.). — Racines des Borraginées, p. 251, * 427.
Jollant. — Recherche des corps étrangers, p. 454, * 986, 989.
Jonte (Vallée de la), p. 285, * 606.
Jourdain (S.). — Chalutage à vapeur, p. 266, * 499.
Journaux représentés au Congrès. p. 113.
Jozon. — Discussion sur le transport des automobiles en chemin de fer, p. 198.
Julin (Ch.). — Fécondation chez les Tuniciers, p. 262.
—— Sac rénal des Molgulidées, p. 273.
Jura (Découvertes dans le), p. 283.
Kékulé (Formule de), p. 229, * 325.
Kerforne (F.). — Assises ordoviciennes de Bretagne, p. 248, * 411.
Khozan (Nécropole de), p. 296, * 618.
Kilian. — La zône du Briançonnais, p. 248, * 403.
Kimméridien supérieur (Trouvaille dans le), p. 247.
Konakry (Grotte de Rotoma près), p. 286, * 556.
Kyste hydatique, p. 315, * 754.
Laboratoires maritimes, p. 266, 495, * 500.
Laboratoire de zoologie maritime de Wimereux, p. 495.
La Croix de Courtet (Fossiles des Issarts de), p. 250.
Ladureau. — Discussion sur la vinification, p. 320.
—— Vente des superphosphates, p. 320.
—— Discussion sur les cultures intensives, p. 323.
—— —— sur la diphtérie aviaire, p. 324.
—— Mesures à prendre pour protéger l'industrie sucrière, p. 326.
—— Discussion sur les eaux-de-vie, p. 328.
—— Raffinage du sucre en fabrique, p. 329.
Lafreté. — Discussion sur le transport des automobiles en chemins de fer, p. 198.
La Hève (Trouvaille à Bléville au nord du cap de), p. 247.
Laine (Propriétés électriques de la), p. 274. * 519.
Laisant (C.-A.). — Aire d'une courbe gauche, p. 142, * 135.
Lait, p. 323, * 790.
Lampes à acétylène, p. 228.
Lancashire (Pêche en), p. 268.
Landerer (Méthode du Dr), pour le traitement de la tuberculose p. 303, * 642.
Langue anglaise (Enseignement de la), p. 356.
—— *systématique* internationale, p. 358.
Langues du Japon, p. 286.
Langres (Plateau de), p. 242, * 377.
Lanterne (Paliers à rouleaux à), p. 165.
La Poterie (Silex taillés recueillis à), près de la Colonne de la Grande-Armée, p. 292.
Larat (Dr J.). — Courant alternatif ondulatoire, p. 457.
La Rivière. — Traction mécanique sur les canaux, p. 209.
Launois (Dr P.-E.). — Origines du microscope, p. 82.
La Valette (de). — Automobiles aux colonies, p. 213, * 245.
Laville (A.). — Couches infra-néolithiques et néolithiques stratifiées, p. 293.
Lavoirs publics, p. 371.
Lebesconte (P). — Formation du détroit du Pas-de-Calais, p. 249, 295, * 597.
Leduc (Dr S). — Étincelle globulaire ambulante, pp. 226, 243, * 301.
—— Discussion sur les gibbosités expérimentales, p. 305.
—— Réaction de l'urine dans les névropathies, p. 313.
—— Effets psychiques de la caféine, p. 314, * 734.

Leduc (Dr S). — Fièvre typhoïde hyperpyrétique, p. 314, * 737.
—— Discussion sur les courants à haute fréquence, p. 395.
—— —— sur le goître exophtalmique, p. 407.
—— Rayons émis par une pointe électrisée, p. 409, * 977.
Lefèvre (A.). — Frédéric Sauvage, p. 144.
—— Filage de l'huile à la mer, p. 207.
—— Temple fortifié d'Estréelles, p. 381.
Le Gendre (C.). — Histoire du Gui, p. 253, * 444.
Le Grix (Dr V.). — Abus du tabac, p. 364, * 890.
Legros (R.). — Appareil vasculaire de l'amphioxus lanceolatus, p. 272.
Lemanski. — Fièvre paludéenne, p. 310.
Lémeray. — Nombres combinatoires, p. 140, * 99.
Lemoine (É.). — Géométrie du triangle, p. 140.
—— Géométrographie, p. 140, * 102.
Lemoine (G.). — Propriétés physiques des chlorhydrates, des méthylamines et des éthylamines, p. 235.
Lennier. — Squelette de Dinausorien, p. 247.
Le Noir (Dr P.). — Syphilis secondaire des veines, p. 308, * 703.
—— Cirrhose hépatique, p. 313, * 730.
Lens (Visite à la Compagnie des mines de), p. 504.
Lentilles de projection, p. 227, 316.
Lesage (Dr P.). — Tension de la vapeur d'eau dans la cavité respiratoire, p. 314.
Lescluze (Ch. de), (Plantes observées en Angleterre par), p. 260, * 479.
Leuillieux (Dr A.). — Électrodes stabiles en amiante, p. 451.
Leeuwenhoek (Sa vie, son œuvre), p. 82.
Lèvre, p. 364, * 890.
Lewis-Jones (Dr). — Discussion sur les courants à haute fréquence, p. 395.
—— Traitement de la paralysie infantile, p. 406.
—— —— de l'incontinence d'urine, p. 407, * 974.
Lhomel (Comte G. de). — Les potiers de Montreuil-sur-Mer, p. 380, * 910.
Ligature des trompes après l'opération césarienne, p. 311, * 721.
Ligne (Pêche à la) sur les côtes de la Galles du Nord, p. 258.
Lignes (Semailles en), p. 326, * 807.
Lignier. — Discussion sur le Gui, p. 254.
Lille (École des Hautes-Études industrielles), p. 356.
Limons quaternaires, p. 284, * 550.
Liquide d'un kyste hydatique, p. 315, * 754.
Liste des Bienfaiteurs, p. XVI.
—— des Fondateurs, p. XVII.
—— des membres à vie, p. XXIV.
—— générale des membres, p. XXXIX.
—— des anciens présidents, p. 110.
—— des délégués officiels, p. 112.
—— des savants étrangers présents au Congrès, p. 112.
—— des boursiers de session, p. 113.
—— des journaux représentés, p. 113.
—— des Sociétés savantes et autres institutions représentées, p. 114.
Littoral de la Corse, p. 163, * 497.
Livon (Dr A.). — Action des sécrétions intèrnes, p. 299.
Logements ouvriers, p. 361.
Loir (Dr). — L'Association française en 1898-1899, p. 128.
—— Discussion sur la diphtérie, p. 301.
—— La bicyclette et les hernies, p. 309, * 718.
—— École coloniale de Tunis, p. 319.
—— Vinification, p. 319, 320, * 769.
—— Diphtérie aviaire, p. 324, * 796.
—— Vaccination, p. 365, * 893.
—— Circoncision, p. 370.
Loire (Station météorologique du Mont-Pilat), p. 242.
Lois régissant la matière et l'énergie, p. 233.
—— *de substitution* de la benzine, p. 237.
Loisel (Dr G.). — Canalicule séminifère du moineau, p. 269.
Lombric (Intestin du), p. 271.
Louqsor (Nécropole de Khozan près), p. 296, * 618.
Louvre (Musée du), p. 251, * 419.
Lozère (Causse Méjan), p. 285, * 606.
Lumière (Équation de la), p. 232.
—— (Bains de), p. 311.
Lupinus albus L., p. 260, * 467.
Lupus (Traitement du), p. 458.
Luraschi (Dr). — Courants transformés, p. 451.
Machine d'induction, p. 450.
—— statique, p. 451.
Maçonneries (Agrégation des), p. 209, * 228.
Magnétisme (Théorie magnétique du mouvement de la terre), p. 142.
—— p. 222. * 287.
—— (Équation du), p. 232.
Mac Intosh (W.-C.). — Le Rouget gris, p. 267, * 512.
Maillet. — Groupes échangeables et groupes décomposables, p. 141.
Maison municipale, p. 339, 365.
Mal de Pott, p. 305, 306, * 672.
—— *perforant* plantaire, p. 408.
Malaquin. — Évolution des Monstrillidés, p. 269.
—— Répartition des Monstrillidés, p. 269.

Malo-les-Bains (Excursion à), 509.
Malpeaux. — Cultures dérobées, p. 321, * 771.
Manche (Diatomées rares de la), p. 252, * 437.
—— (Annélides de la), p. 263, * 491.
Mannose (Préparation), p. 334.
Maria Lhaurens (La naine), p. 289, * 625.
Mariage de Richard II, p. 380.
Marie (Dr T.). — Rapport sur la radiographie et la radioscopie stéréoscopiques, p. 395.
—— Réactions électriques après la mort, p. 453.
Marins-pêcheurs (Coopération chez les), p. 336, * 822.
Marne (Cimetière gaulois de la), p. 279, * 541.
—— (Industries primitives de la), p. 280, * 542.
—— (Stations campigniennes de la), p. 280.
—— (Préhistoire de la Marne), p. 296.
—— (*Haute-*). Plateau de Langres, p. 242, * 377.
Marseille (Université populaire de), p. 345.
Martin (H.). — Appareil venimeux de la vipera aspis, p. 274, * 522.
Mas (B. de). — Mouvement dans les canaux, p. 155.
Massage pneumatique, p. 308, * 705.
—— français, léger (Sa supériorité), p. 315.
Mathématiques, p. 137.
Mathias (E.). — Mesures d'inclinaison, p. 240, * 347.
Matière (Lois qui régissent la), p. 232.
—— Vitale, p. 238.
—— *grasse* du lait, p. 323, * 790.
Maturation de l'œuf des Tuniciers, p. 262.
Maurice (C.). — Station biologique d'Ambleteuse, p. 266, * 500.
Mavré. — Enseignement de la géologie, p. 246.
Mécanique, p. 137.
—— (Problème de), p. 139, * 140.
—— *Animale appliquée à la phonographie*, p. 263.
Médecin électricien (Le), p. 386.
Médecine, p. 299, * 631.
—— *publique*, p. 360, * 833.
Médecins (Un devoir des), p. 364, * 390.
Médication euphorique, p. 307.
Mégalithes du Pas-de-Calais, p. 293, * 572.
Méjean (Causse), p. 285, * 606.
Membres à vie, p. XXIV.
Ménard (Dr V.). — Gibbosités expérimentales, p. 305, * 672.
Menhirs des Bosserons de Brunoy, p. 294.
Mer (Mollusques marins), p. 262.
— — (Annélides polychètes p. * 491.
—— Poissons du littoral de la Corse, p. 263, * 497.
—— (Dosage du Plankton), p. 264.
—— (Chalutage à vapeur), p. 266, * 499.
—— Station biologique d'Ambleteuse), p. 266, * 500.
—— (Plankton p. 265, 267, * 507. 266, 267, * 500, 507.
—— (Le Rouget gris), p. 267, 512.
—— Pêche au chalut, p. 268.
—— (Pêches sur les côtes de la Galles, du Nord), p. 268.
—— Répartition des Monstrillidés, p. 269.
Mer (Eilage de l'huile à la), p. 207.
Mer allemande (Périodicité des tempêtes dans la), p. 240, * 357.
Mer Saharienne, p. 331, * 814.
Mercator (Système de la construction des cartes de), p. 139, * 73.
Mercurialis annua, p. 252.
Merridew (F.-V.). — Timbre postal international), p. 342.
Mesnager. — Automobilisme sur raute, p. 166.
—— Discussion sur le transport des automobiles en chemins de fer, p. 198.
Mesnil (F.). — Parasites internes des annélides, p. 263, * 491.
Mesures des faibles self-induction, p. 226, * 311.
—— *électriques*, pp. 226, 459, * 304, 1036.
—— *d'inclinaison*, p. 240, * 347.
Métaux (Hydrogénation de l'acétylène en présence des), p. 230.
Météorologie, p. 240, * 347.
Méthode de coloration des tissus subéreux, p. 251, * 454.
Méthylamines, p. 235.
Métis de poissons osseux, p. 275, * 533.
Meules naturelles et artificielles, p. 210, * 262.
Microphotographie appliquée à l'histologie végétale, p. 257.
Microscope (Origines du), p. 82.
Mimulus luteus dans le Pas-de-Calais, p. 261, * 489.
Minéralogie, p. 246, * 388.
Minne (A.). — Intestin du lombric, p. 271.
Miocène burdigolien (Fossiles du), p. 250.
Mirot (L.). — Mariage de Richard III et d'Isabelle de France, p. 380.
Mission Blondiaux, p. 331.
Mobilier de Pierre Brossonnet de Saint-Victor, p. 384.
Moineau (Canalicule séminifère), p. 269.
Môle hydatiforme, p. 314, * 744.
Molgulidées (Sac rénal des), p. 273.
Mollusques (Parasites des), p. 262.
Monde souterrain, p. 1.
Montfort-l'Amaury (Plantes rares de), p. 255.
Monstrillidés (Évolution des), p. 263.

Monstrillidés (Répartition des), p. 269.
Mont-Pilat (Station météorologique du), p. 242.
—— *Ventoux*, p. 288.
Monteil (Lieutenant-Colonel). — Théorie magnétique du mouvement de la terre, p. 142.
—— Les Dalhols et la Mer saharienne, p. 331, * 814.
Montreuil-sur-Mer (Société républicaine d'instruction de), p. 357, * 827.
—— (Potiers de), p. 380, * 910.
Montricher (de). — Université populaire de Marseille, p. 345.
Monuments mégalithiques, p. 293, 294, * 572.
—— de Boulogne, p. 378.
Moreau (Dr). — Production d'ozone dans les courants de haute fréquence, p. 316, 457.
Morel. — Discusssion sur le rapport Poucholle, p. 354.
Morot. — Inspection sanitaire des viandes, p. 362, * 844.
Morphine, p. 231, * 330.
Morphologie des Passerina provençaux, p. 258.
Mort (Réactions électriques après la), p. 453.
Mortillet (A. de). — Monuments mégalithiques du Pas-de-Calais, p. 293, * 572
Moselle (Vallée la Sure affluent de la), p. 282.
Moteur (dans l'automobilisme), p. 171.
—— (thermique sans échappement), p. 191.
Mouth. — Grotte de Rotoma, p. 286, * 556.
Mouvement général d'une figure dans son plan, p. 138.
—— de la Terre, p. 142.
—— dans un milieu indéfini, p. 147.
—— d'un aviateur aéroplane, p. 202.
—— d'une toupie dans le champ magnétique, p. 222, * 287.
—— du Port de Calais, p. 380.
Moyen âge (Engin balistique du), p. 373, * 895.
Multicommunication en télégraphie, p. 223, * 292.
Muqueuse gastrique, p. 313, * 730.
—— stomacale, p. 313, 732.
Muscles (Réaction des) après la mort, p. 453.
—— (Atrophie des), p. 455.
Musée de Boulogne, p. 250, 378.
—— du Louvres, p. 251, 296, * 419.
Mutualité scolaire, p. 355.
Naine (La) Maria Lhaurens, p. 289, * 625.
Natalité, p. 338, 362.
Navigation, p. 144, 209, * 148.
Navigation fluviale, p. 207, 209, * 195.
—— maritime, p. 162, 165, 207, 213, * 148, 161.
—— aérienne, p. 202, 243, 244.
Navire sans tangage ni roulis, p. 162, * 148.
Navires en fer (Déviation de la boussole dans les), p. 165, * 161.
Nécropole de Khozan, p. 295, * 618.
Néolithique, p. 281, 282.
—— (Haches en pierre), p. 285.
—— entre Beauvais et Soissons, p. 288, * 559.
—— (Couches stratifiées du) de la vallée de la Seine, p. 293.
—— (Cabane du), p. 385, * 615.
Nerf tibial postérieur, p. 408.
Nerfs, p. 307, 313, 408, 453, 460, * 698, 734.
—— (Réaction des) après la mort, p. 453.
Névralgies, p. 307, * 698.
Névrites périphériques, p. 440.
Névropathies, p. 307, 313, 314, * 698, 734.
Nez (Éléphantiasis du), p. 315, * 757.
Nicolas (A.). — Langue systématique internationale, p. 358.
Nicolas (H.). — Fossiles de l'Éocène, p. 250.
—— Miocène burdigolien, p. 250.
—— Grottes du mont Ventoux, p. 288.
Nîmes (Hôpital nouveau du), p. 369.
Niort (Observations météorologiques à), p. 243.
Nobel (Dr de). — Traitement du lupus, p. 458.
Nodules du terrain houiller, p. 246, * 388.
Nœlting (É.). — Formule de Kékulé, p. 229, * 325.
—— Lois de substitution de la benzine, p. 237.
Nombres combinatoires, p. 140, * 99.
Nord (Canaux du), p. 209.
—— (Hautes études industrielles de Lille), p. 356.
—— (Excursion à Douai), p. 502.
Normand (Augustin) et les bateaux à hélice, p. 510.
Norvège (Pêche en Norvège), 60.
Note rectificative sur Frédéric Sauvage, p. 510.
Objets de l'époque néolithique, p. 282.
Observations météorologiques, p. 240, 241, 242, 243, 244.
—— *sur les tempêtes*, p. 240, * 357.
—— *pluviométriques*, p. 241, * 362.
—— *sur le terrain houiller*, p. 246, * 388.
—— sur des coquilles crétaciques, p. 248, * 396.
Octroi (Suppression de l'), p. 329, * 824.
Odorat chez les Poissons, p, 273, * 515.
Œuf (Rapport entre la sexualité des embryons de poule et la forme de l'), p. 276.
Œufs des Tuniciers, p. 262.
Œuvres de Godin (de Guise), p. 341.

Œuvres scientifique de Duchenne, de Boulogne, p. 469.
Œuvres scientifiques, p. 341.
Oise (Industrie quaternaire de la région de Beauvais), p. 550.
—— (Le Bronze dans l'), p. 290, * 588.
Oiseaux (Diphtérie des), p. 301, 324, * 635, * 796.
Olacinées (Biologie des), p. 257.
Ondes hertziennes, p. 222, * 298.
Opération césarienne, p. 311, * 721.
Optique, p. 139, 222, 227, 228, * 40, 283, 316.
Oran (Catalogue des stations préhistoriques), p. 282.
Organes reproducteurs mâles des Coléoptères, p. 256, * 537.
Organisation du personnel des voies navigables, p. 189.
Os, p. 394, 272.
—— (Tissus osseux des Poissons), p. 272.
Oscillations électriques, p. 221, 222, * 274, * 292.
Osmose, p. 461, * 1044.
Outil à cylindrer, p. 218, * 271.
Ouvrages imprimés présentés aux 3e et 4e sections, p. 217.
—— à la 5e section, p. 228.
—— à la 7e — p. 245.
—— à la 11e — p. 298.
—— à la 13e — p. 330.
—— à la 15e — p. 344.
—— à la 18e — p. 359.
Ouvriers (Logements des), p. 360, * 833.
Ovion (Dr). — Opération césarienne, p. 311, * 721.
Ovule (Histoire de l'), p. 254.
Oxygène de l'air, p. 237.
Ozone (Production d'), p. 316, 457.
Paléolithiques, p. 280, 291, * 542.
—— de la Vienne, p. 291.
Palier à rouleaux, p. 165.
Pallary (P.). — Étude la faune malacologique du N.-O. de l'Afrique, p. 263.
—— Recherches palethnologiques, p. 278.
—— Discussion sur les fouilles d'un cimetière gaulois, p. 279.
—— Stations préhistoriques du département d'Oran, p. 282.
Palmer (G.-H.). — Le château de Douvres, p. 374, * 968.
Pansier. — Recherches des petits débris de fer dans les yeux énuclés, p. 440, * 979.
Papillon (Dr). — Discussion sur la vaccination, p. 365.
—— —— sur l'assainissement des ports, p. 366.
—— —— sur la balnéation, p. 369.
Parablaste chez les poissons osseux, p. 275, * 529.
Paralysie infantile, p. 406.
Parasites des mollusques, p. 262.
Parasites internes des annélides, p. 263, * 491.
—— *végétaux*, p. 255.
Parenté botanique (Principe de la) en fait de greffe, p. 261, * 486.
Paris (Maisons municipales dans chaque arrondissement), p. 339.
Pas-de-Calais (Pont à Étaples), p. 205, * 186.
—— Boisement et cultures des dunes, p. 205, * 188.
—— Canaux du), p. 209.
—— (Port de Boulogne), p. 213.
—— (Terrain houiller d'Hardinghen), p. 246, * 388.
—— (Age du), p. 248, 249.
—— (Reptiles jurassiques du), p. 250, * 416.
—— (Musée de Boulogne), p. 250.
—— (Naturalisation du mimulus luteus dans le), p. 261, * 489.
—— (*Mollusques marins*), p. 262.
—— (*Station biologique d'Ambleteuse*), p. 266, * 500.
—— (*Préhistoire du Boulonnais*), p. 278.
—— *Ensellure lombo-sacrée à Boulogne*), p. 282, * 548.
—— (*Campement préhistorique à Wimereux*), p. 284.
—— (Age du détroit du), p. 196, 295, 296.
—— *Campement préhistorique*, p. 292.
—— (*Monuments mégalithiques du*), p. 293, * 572.
—— (*Cultures dérobées dans le*), p. 321, * 771.
—— (*Betterave à sucre dans le*), p. 329, * 808.
—— *Société populaire d'instruction de Montreuil*), p. 357, * 827.
—— (*Cathédrale de Thérouanne*), p. 374.
—— (*Potiers de Montreuil-sur-Mer*), p. 380, * 910.
—— (*Église de Dannes*), p. 380.
—— (*Temple fortifié d'Estréelles*), p. 381.
—— (*Monuments de Boulogne*), p. 375.
—— (*Musée de Boulogne*), p. 378.
—— (*Excursion archéologique dans le Bas-Boulonnais*), p. 376.
—— (*Entrevue d'Ardres*), p. 380.
—— (*Mouvement du port de Calais*), p. 380.
—— (*Mobilier de Pierre Brossonnet de Saint-Victor à Béthune*), p. 384.
—— (*Excursions générales* dans le), p. 493, 498, 501.
Pasqueau (A.). — Transport des automobiles en chemin de fer, p. 192.
Passer domesticus, p. 269.
Passerina provençaux, 258.
Paupières (Électrolyse des), p. 440.
Pavlot. — Électrolyse appliquée dans le canal de l'urètre, p. 455.
Paysage en Basse-Bretagne, p. 251, * 433.

Pays chauds (Vaccination dans les), p. 363, * 833.
Peau, p. 308, * 705.
Pêche en Norvège, p. 60,
—— en Corse, p. 263, * 497.
—— (*Chalutage à vapeur*), p. 266, * 499.
—— *dans les embouchures fluviales*, p. 266.
—— *au chalut*, p. 268.
—— *à la ligne sur les côtes de la Galles du Nord*, p. 268.
Pêches canadiennes, p. 245, * 827.
Pédagogie, p. 345, * 827.
Pellet (A.). — Les cyclides de Dupin, p. 138.
—— Mouvement général d'une figure dans son plan, p. 138.
Pellin (Ch.). — Spectrographie et héliostat, p. 228.
Pelseneer (P.). — Trématodes parasites des mollusques, p. 262.
Pénétration (Chemins de fer de) en Afrique, p. 200, * 168.
Pérard (J.). — Pêche en Norvège, p. 60.
Périodicité de tempêtes, p. 240, * 357.
Perrier (Dr G.). — Composition du liquide d'un kyste hydatique, p. 315, * 754.
Perrin (É.). — Deux porismes de Chasles, p. 142.
Pesanteur, p. 237.
Pesce. — Protection des œuvres scientifiques, p. 341.
Petit (P.). — Diatomées rares, p. 252, * 437.
—— (Mme P.). — Sexualité des embryons de poule, p. 276.
Petiton (A.). — Accidents des meules dans les ateliers, p. 210, 211, * 262.
—— Discussion sur la digue Carnot, p. 215.
Pétrole pour le chauffage des chaudières, p. 212, * 234.
Pétroles naturels, p. 231.
Portugal (Voyages botaniques en), p. 261.
Philippe (É). — Balnéation populaire, p. 367.
Philippe (J.). — Discussion sur la coopération, p. 337.
—— Suppression de l'octroi, p. 339, * 824.
—— Discussion sur les habitations à bon marché, p. 340.
Phonographe, p. 218, 263, * 268.
—— (Mécanique animale appliquée à la), p. 263.
Phosphates tunisiens, p. 199, 320.
Photométrie, p. 227, * 316.
Physiologie, p. 262, * 491.
Physique, p. 218, 268.
—— *du globe*, p. 240, * 347.
Phtisie pulmonaire, p. 303, 304, 309 361 * 642, 654, 715.
Piaud. — Discussion sur le chauffage des chaudières, p. 212.
Picardie (Stations préhistoriques de la), p. 282.
Picquenard (C.-A.). — La flore et le paysage en Basse-Bretagne, p. 251, * 433.
Pied (Mal perforant plantaire), p. 408.
Pierre (Dr). — Scoliose, p. 309, * 713.
Pierre (Age de la) en Tunisie, p. 284.
—— (Analyse pétrographique), p. 285.
Pierre Brossonnet de Saint-Victor (Mobilier de), p. 384.
Pierre-Poiret (Cimetière gaulois de la), p. 279, * 541.
Pigmentation chez des métis de poissons osseux, p. 275, * 533.
Pistat (L.). — Stations néolithiques, p. 281.
Pistil des Crucifères, p. 256.
Placenta (Enchondrome du), p. 314, * 744.
Plan immergé dans un fluide, p. 164.
Plankton (Dosage du), p. 265.
—— (Étude du), p. 267, * 507.
Plantes représentées sur les vases de Boscoréale, p. 251, * 419.
—— *rares de Montfort-l'Amaury*, p. 255.
—— *observées par Clusius*, p. 260, * 479.
—— *exotiques* (Récolte et entrées des), p. 261.
Plateau de Langres, p. 242, * 377.
Pluviométrie, p. 241, * 362.
Pochonnet, p. 373, * 895.
Poisson (J.). — Boisement et cultures des dunes, p. 205; * 188.
—— Histoire de l'ovule et de la graine, p. 254.
—— Naturalisation de la « Mimulus luteus » dans le Pas-de-Calais, p. 261, * 489.
Poissons du littoral de la Corse, p. 263, * 497.
—— (*Tissus osseux des*), p. 272.
—— (*Odorat chez les*), p. 273, * 515.
—— *Osseux*, p. 275, 529, 533.
Poitou. — Discussion sur les eaux-de-vie, p. 328.
—— —— sur l'électrotechnie agricole, p. 328.
Polyclades (Régénération comparée chez les) et les Triclades, p. 270.
—— (Héteromorphoses comparées chez les) et les Cyclades, p. 27.
Pont métallique d'Étaples, p. 205, * 186.
Population de la Seine-Inférieure, p. 282, * 544.
Ponte du Rouget gris, p. 267, * 512.

Pontfaverger (Cimetière gaulois de), p. 279, * 541.
Populations du Japon, p. 286.
—— du Nord-Est de l'*Indo-Chine*, p. 286.
—— *du Haut Tonkin*, p. 287.
—— *Prépharaoniques*, p. 296, * 618.
Porismes de Chasles, p. 142.
Port en eau profonde de Boulogne, p. 213.
—— de *Calais*, p. 380.
Ports (Assainissement des), p. 380.
Postes (Timbre international), p. 341.
Potassium (Cyanure double d'uranyle et de), p. 230, * 319.
Potiers de Montreuil-sur-Mer, p. 380, * 910.
Pouchollle. — Rapport sur la question proposée à la 16e section, p. 346.
Poule (Embryons de), p. 276.
Poumon, p. 303, 304, 309, 361, * 642, 654, 715.
Poussière de coton, p. 363, * 885.
Pouzzolanes (Leur addition aux matériaux d'agrégation des maçonneries), p. 209, * 228.
Poynting. — Communication lors de la session commune avec l'Association britannique, p. 216.
Préhistoire du Boulonnais, p. 278.
—— *de l'Oranais*, p. 282.
—— *de la Picardie*, p. 282.
—— (*Campement de Wimereux*), p. 284, 292.
—— (*Recherches de*), p. 285, * 606.
—— (*Excursions préhistoriques*), p. 291, * 569.
—— *de la Basse-Provence*, p. 294.
—— *de la Marne*, 296.
—— (*Homme préhistorique*), p. 250, * 296.
Préparation de la mannose, p. 234.
Présentation de silex taillés, p. 292.
—— *d'objets préhistoriques*, p. 296.
—— *de radiographies*, p. 459.
Présidents (Anciens), p. 103, 110.
—— de Section, p. 105.
Pression (Équation de la), p. 232.
Principe de la Conservation du centre d'énergie, p. 238.
—— —— *de la matière*, p. 238.
—— *de la parenté botanique*, p. 261, * 486.
Prismes (Flexion des), p. 141, * 128.
Procès-verbaux des séances, p. 99, 137, à 461.
Production d'ozone, p. 316, 457.
Programme général de la session, p. 116.
—— *des fêtes de Boulogne*, p. 483.
Projections (Lentilles de), p. 227, * 316.
Propagation des oscillations électriques, p. 221, 274.
Prophylaxie de la tuberculose, p. 361.
Propriété dans le Boulonnais, p. 325, * 797.
Propriétés photométriques des lentilles, 227, * 316.
—— *électriques* de la laine et de la soie, p. 274, * 519.
Protection de l'industrie sucrière, p. 326.
—— *des œuvres scientifiques*, p. 341.
Protula, p. 276.
Provence (*Passarina de*), p. 258.
—— (Préhistoire de la Basse-), p. 294.
—— (Industrie humaine en), p. 294.
Problème de géométrie, p. 139, * 40.
des tours équidistants. p. 139, * 50.
Propriétés physiques des chlorhydrates, des méthylamines et des éthylamines, p. 235.
Quaternaire, p. 284, * 550.
Querton (L.). — Action des courants à haute fréquence au point de vue physiologique, p. 394.
Questions proposées à la discussion des 3e et 4e Sections pour le Congrès de 1900, p. 217.
—— —— de la 16e Section (Congrès de 1899), p. 354.
—— proposées à la discussion de la 16e Section (Congrès de 1900), p. 359.
Quinine (Injections sous-cutanées de), p. 310.
Raboteuse, p. 218, * 271.
Races du Japon, p. 286.
—— de l'Indo-Chine, p. 287.
—— du Haut-Tonkin, p. 287.
Racine des Borraginées, p. 251, * 427.
Raclot (Abbé V.). — Climat du plateau de Langres, p. 242, * 377.
Radiguet. — Discussion sur la définition des incidences en radiographie, p. 458.
Radiographie, p. 394, 395, 454, 458, 459, 461, * 986, 989, 998, 1056.
—— Stéréoscopique, p. 395.
Radioscopie, p. 395, 454, 459, 461, * 986, 989, 1017, 1036, 1056.
—— *stéréoscopique*, p. 395.
Raffinage du sucre, p. 329.
Rail (Le mot) en français, p. 206, * 193.
Rappin (Dr). — Direction des aérostats, p. 244.
—— Nouvel appareil aérien, p. 244, * 385.
—— Discussion sur la diphtérie, p. 302.
—— Ferments figurés du tube digestif et glycosurie, p. 311, * 724.
—— Réaction de la tuberculine dans l'urine des tuberculeux, p. 313.
Rapport sur la résistance au mouvement dans un milieu indéfini, p. 147.
—— —— *dans les canaux*, p. 155.
—— *sur l'automobilisme*, p. 166.
—— *sur la carte de France de Cassini*, p. 331.
—— sur la question proposée en 1898 par la 16e Section, p. 346.

Rapport sur la radiographie et la radioscopie stéréoscopiques, p. 395.
—— *sur le traitement* des rétrécissements, p. 409.
—— sur l'endodiascope, p. 441.
Raulin (V.). — Observations pluviométriques, p. 241, * 362.
Ravier (L.). — Étude et correction des déviations de la boussole, p. 165, * 161.
—— Discussion sur le combustible des chemins de fer, p. 201.
—— Accidents des chaudières à tube d'eau, p. 204, * 176.
Raymond (Dr P.), — Cabanes néolithiques, p. 385 * 615.
Rayons X, p. 394, 395, 441, 450, 454, 458, 459, 461, * 986, 989, 998, 1017, 1036, 1056.
Réaction de la Tuberculose, 313.
—— de l'urine, p. 313.
Réactions électriques après la mort, p. 453.
Reboul (Dr J.). — La naine Maria Lhaurens, p. 289, * 625.
—— Extirpation partielle du sterno-mastoïdien, p. 302.
—— Exostoses ostéogéniques multiples, p. 302.
—— Nouvel hôpital de Nîmes, p. 369.
Réception de l'Association britannique, p. 384.
Recherches histologiques sur les voies olfactives et cérébelleuses chez les Poissons, p. 273, * 515.
—— palethnologiques, p. 278.
—— *des petits débris de fer dans les yeux*, p. 440, * 979.
—— *des corps étrangers par les rayons X*, 454, * 986, 989.
—— *histologiques*, p. 455.
Récolte des plantes exotiques, p. 261.
Récoltes intercalaires, p. 322, * 783.
Rectangle (Existence géométrique du), p. 140, * 87.
Réforme du Calendrier, p. 142, * 140.
—— *de l'Enseignement secondaire*, p. 355.
—— *du certificat d'études*, p. 358.
Réformes légales à souhaiter dans l'automobilisme, p. 484.
Régénération comparée chez les Polyclades et les Triclades, p. 270.
—— *osseuse*, p. 394.
Regey. — Discussion sur les habitations à bon marché, p. 340.
Régime de la pêche dans les embouchures fluviales, p. 266.
Régions arctiques, p. 241, * 362.
Règle à calculs, p. 143, 224, * 142.
Règlement, p. VII.
Régnault (É.). — Cultures dérobées d'automne, p. 322, * 783.
Régnier. — Traitement de la dyspepsie nervo-motrice, p. 392.
—— —— du goître exophtalmique, p. 407.
—— Discussion sur les rétrécissements p. 438.
—— Traitement des névrites périphériques, p. 440.
Rein (Sac rénal des Molgulidées), 273.
Relations internationales, p. 358.
Remy (Dr). — Discussion sur le mal perforant plantaire, p. 408.
—— Indicateur à rayons X matérialisés, p. 441.
Renaud (P.). — Électrotechnie agricole, p. 328.
Rendement (*Moteur thermique à grand*), p. 191.
—— *de l'arc à courants alternatifs*, p. 227.
—— *des récoltes*, p. 326, * 80.
—— *de la machine statique*, p. 451.
Répartition des Monstrillidés, p. 269.
Repelin (J.). — Industrie humaine à l'époque des dolmens, p. 294.
Reptiles du jurassique, p. 250, * 416.
Résine du Courbaril, p. 259.
Résistance au mouvement, p. 147.
—— à l'avancement d'un plan immergé dans un fluide, p. 164.
Respiration, p. 314, 315, * 757.
—— *branchiale chez les Diplopodes*, p. 275, * 527.
—— (Vapeur d'eau de la cavité respiratoire), p. 314.
Rétrécissements, p. 409, 452, 455, * 981.
Réunion des 8e et 11e Sections, p. 250, 295.
—— des 10e et 12e Sections à la Sous-Section d'électricité médicale, p. 316.
—— des 12e Section et Sous-Section d'électricité, p. 395.
Rhinologie, p. p. 315, * 757.
Richard (J.) — Le vérascope, p. 244.
Richard II, p. 380.
Richesse du lait en matière grasse, p. 323, * 790.
Rigaux (H.). — Campement préhistorique à Wimereux, p. 284.
Rivière (É.). — Le crâne de Beauléon, p. 293.
—— Menhirs des Bosserons de Brunoy, p. 294.
—— La Croze de Tayac, p. 294.
Rivière — (Variations électriques du cœur, p. 392, 393.
Rodière (R.). — Église de Dannes, p. 381, * 914.
Roentgen (Rayons), p. 394, 395, 441, 450, 454, 458, 459, 461, * 986, 989, 998, 1017, 1036, 1056.
Ropiquet (Cl.). — Nouvelle machine d'induction, p. 450.
Rosacées (Parasites des), p. 255.

Rotoma (Grotte de), p. 286, * 556.
Rouget gris (Sa présence sur le littoral et en haute mer), p. 267, * 512.
Roule (L.). — La pêche en Corse, p. 263, * 497.
Rouleaux (Palier à), p. 165.
Roulis (Suppression du), p. 162, * 148.
Roullin. — Discussion sur la résistance à l'avancement d'un plan immergé dans un fluide, p. 164.
—— —— sur le combustible des chemins de fer, p. 201.
—— Communication lors de la session commune avec l'Association Britannique, p. 216.
Round (J.-H.). — Les Boulonnais et l'Angleterre au XII[e] siècle, p. 383, * 952.
Route (*Automobilisme sur*), p. 166.
Routes (*personnel des*), p. 189.
Roux. — Grotte de Rotoma, p. 286, * 556.
Roze. — Plantes observées en Angleterre. par Charles de l'Escluze, p. 260, * 479.
Ruines (Flore des), p. 255.
Sabatier (P.). — Action de l'arc voltaïque sur le gaz, p. 229.
—— Hydrogénation de l'acétylène, p. 230.
—— Formation des pétroles naturels, p. 231.
—— Action du cuivre sur l'acétylène, p. 235.
Sac rénal des molgulidées, p. 273.
Saguier. — Discussion sur la vinification, p. 320.
—— —— sur les cultures intensives, p. 323.
—— —— sur la diphtérie aviaire, p. 324.
Sahara, p. 331, * 814.
Saint-Omer (Excursion à), p. 506.
Saint-Paul (Excursion à), p. 508.
Sainte-Beuve (Le père de), p. 382, * 933.
Sanson (Système de construction des cartes de), p. 139, * 73.
Saquet (D[r]). — Le message léger, p. 315.
Saugrain (G.). — Développement industriel de l'Extrême-Orient, p. 333.
Sauvage (E.). — Reptiles jurassiques, p. 240, * 416.
—— Age du détroit du Pas-de-Calais, p. 295.
Sauvage (F.). — (Note biographique sur), p. 144.
—— (Note rectificative), p. 510.
Savants étrangers présents au Congrès, p. 112.
Saxifraga latifolia, p. 252.
Schürr (J.). — Dissolution des sels, p. 236, * 337.
Sciences mathémathiques, p. 136, *, 1.
—— physiques, p. 218, * 263.
Sciences naturelles, p. 246, * 388.
—— médicales, p. 299, * 631.
—— économiques, p. 318, * 769.
Scoliose, p. 309, * 713.
Séance générale d'ouverture, p. 117.
Séances de sections, p. 137.
Secrétaires des sections, p. 105.
Secrétions internes (leur action), p. 293.
Sections (Présidents, Secrétaires, et Délégués) p. 105.
Procès-verbaux des séances, p. 137 à 461.
—— 1re et 2e, p. 137, * 1.
—— 3e et 4e, p. 144, * 148.
—— 5e, p. 218, * 268.
—— 6e, p. 229, * 325.
—— 7e, p. 240, * 347.
—— 8e, p. 246, * 388.
—— 9e, p. 251, * 419.
—— 10e, p. 262, * 491.
—— 11e, p. 278, * 541
—— 12e, p. 299, * 631.
—— 13e, p. 318, * 769.
—— 14e, p. 331, * 814.
—— 15e, p. 333, * 816.
—— 16e, p. 345, * 827.
—— 17e. p. 360, * 833.
Sous-section d'archéologie, p. 373, * 895.
—— *d'électricité médicale*, p. 386, * 974.
Seine (Vallée de la), p. 293.
—— *Inférieure* (Populations de la), p. 282 * 544.
—— (*Ensellure lombo-sacrée* à Dieppe), p. 282, * 548.
—— *Découverte faite* à Belleville, p. 247.
—— *et-Oise* (Plantes rares de), p. 225.
—— —— (*Les Bosserons de Brunoy*), p. 294.
Sellier (J.). — Électrolyse bipolaire, p. 460.
Sels (Dissolution des), p. 326, * 337.
Sélaciens, p. 273, * 515.
Self-inductions, p. 226, * 311.
Semailles en lignes, p. 236, * 801.
Senderens (abbé J.-B.). — Action du cuivre sur l'acétylène, p. 235.
Série du cyclopentane, p. 234.
Serpula, p. 276.
Session de Boulogne-sur-Mer, p. 117.
—— *commune* avec l'Association Britannique, p. 213, 277, 296, 317, 329, 342.
Sexe du Carica papaya L., p. 255.
—— des monstrillidés, p. 269.
Sexualité des embryons de poule, p. 276.
Sieur (P.). — Observations météorologiques faites à Niort, p. 243.
—— Chutes de foudre, p. 243.
Signaux optiques (Transmission des), p. 120, * 40.
Silex taillés, p. 292.
Sirodot. — Le Yucca aloïfolia, p. 253.
Société populaire d'instruction, p. 357, * 827.

Sociétés savantes représentées au Congrès, p. 114.
Soie (Propriétés électriques de la), p. 274, * 519.
Soissons (Industrie quaternaire de la région de), p. 2864, * 550.
—— Néolithique de la région de), p. 288, * 559.
Somme (Le bronze dans la), p. 280, * 588.
Soreau. — Discussion sur la suppression du tangage et du roulis, p. 163.
—— Résistance à l'avancement d'un plan immergé dans un fluide, p. 164.
—— Discussion sur le transport des automobiles en chemin de fer, p. 198, 199.
Soudan, p. 331.
Soulier. — Embryogénie des Protula et Serpula, p. 276.
Spaliskowski (Dr). — Ethnographie des populations de la Seine-Inférieure, p. 282, * 544.
—— L'ensellure lombo-sacrée, p. 282, * 548.
Spectrographe, p. 228.
Squelette de Dinosaurien, p. 247.
Station biologique d'Ambleteuse, p. 266, * 500.
—— *de Wimereux*, p. 495.
—— *Météorologique du Mont-Pilat*, p. 242
—— *de Langres*, p. 242, 377.
Stations campigniennes, p. 280.
—— *néolithiques*, p. 281.
—— préhistoriques du département d'Oran, p. 282.
—— de la Picardie, p. 282.
Statistique, p. 333, * 816.
—— *viticole*, p. 327, * 805.
Statuts, p. III.
Stefanowska (Mlle M.) — Terminaisons des cellules cérébrales, p. 270.
Stéphan (P.). — Tissus osseux des Poissons, p. 272.
Stérilisation de la vendange, p. 319, * 769.
Sterno-mastoïdien (Son extirpation partielle), p. 302.
Structure des fougères, p. 252.
—— *histologique des tissus* osseux des poissons, 272.
Suais (A.). — Choix du combustible pour les chemins de fer de pénétration en Afrique, p. 200, 201, * 168.
Substitution (Lois de), p. 237.
Sucre (Industrie du), p. 326.
—— (Raffinage du), p. 329.
—— (Betteraves à), p. 329, * 808.
Superphosphates, p. 320.
Suppression de l'octroi, p. 339, * 824.
Sure (Vallée de la), p. 282.
Sympathique cervical, p. 393.
Syphilis secondaire des veines, p. 308, * 703.
Tabac, p. 364, * 890.
Tachard (Dr E.). — Insalubrité des lavoirs publics, p. 371.
Tangage (Suppression du), p. 162, * 148.
Tardy. — L'âge du Pas-de-Calais, p. 248, 296.
Taquin (A.). — Étude du Plankton, p. 267, * 507.
Tarn (Vallée du), p. 285, * 606.
Tayac (Croze de), p. 294.
Télégraphie, p. 27, 221, 222, 223, 463, * 274, 292, 298.
—— *sans fils*, p. 27, 222, 463, * 298.
Température animale, p. 274, * 519.
Tempêtes (Périodicité des), p. 240, * 357.
Temple fortifié d'Estréelles, p. 381.
Temps de Création, p. 233.
—— *préhistorique du Boulonnais*, p. 278.
Tension de la vapeur d'eau dans la cavité respiratoire, p. 314.
Terminaison des cellules cérébrales, p. 270.
Terrain houiller, d'Hardinghen, p. 246, * 388.
Terre (Mouvement de la), p. 142.
Terré. — Mouvement dans un milieu indéfini, p. 147.
—— Discussion sur la suppression du tangage et du roulis, p. 163.
—— —— sur la résistance à l'avancement d'un plan immergé dans un fluide, p. 164.
—— —— sur le palier à rouleaux, p. 165.
Terres siliceuses et sèches, p. 322, * 783.
Théorie magnétique du mouvement de la terre, p. 142.
—— *de la Scoliose*, p. p. 309, * 713.
Thermodynamique (Principe de la), p. 225.
Thérouanne (Cathédrale de), p. 374.
Thomas Campbell (Inauguration de la plaque commémorative de la mort de), p. 490.
Tibia (Faradisation du nerf tibial postérieur), p. 408.
Tics de la face, p. 307, * 698.
Timbre postal international, p. 342.
Tison (A.). — Coloration des tissus subéreux, p. 256, * 454.
Tissus subéreux (Coloration des), p. 256, * 454.
Téléostéens, p. 273, * 515.
Tonkin (Haut-), p. 287.
Torticolis chronique, p. 302.
Toulouse (Mesures d'inclinaison dans la région de Toulouse), p. 240, * 347.
Toupie en mouvement dans les champs magnétiques, p. 222, * 287.
Tours équidistantes, p. 139, * 40.
Tours (Bryozoaires santoniens de), p. 248, * 406.
Traction mécanique, sur les canaux, p. 209.
Traitement de la Tuberculose, p. 303, * 642.
—— de la Scoliose, p. 309, * 713.
—— des Hernies, p. 309, * 718.

Traitement de la fièvre paludéenne, p. 310.
—— de l'albuminurie, p. 311.
—— de la fièvre typhoïde, p. 314, * 737.
—— d'un cancroïde labial, p. 464, * 890.
—— de la dyspepsie nervo-motrice, p. 392.
—— du glaucome, p. 393.
—— de la paralysie infantile, p. 406.
—— du goître exophtalmique, p. 407, * 974.
—— de l'incontinence d'urine, p. 407, * 974.
—— du mal perforant plantaire, p. 408.
—— des rétrécissements, p. 409, 452, * 981.
—— de l'entropion, p. 440.
—— des névrites périphériques, p. 440.
—— des atrophies musculaires, 455.
—— des angiomes graves, p. 455, * 990.
—— du lupus, 458.
Transactions houillères, p. 333, * 816.
Transport des automobiles en chemin de fer, p. 192.
Transports d'énergie, p. 224.
Transsaharien, p. 199.
Traras (Recherches palethnologiques dans les), p. 278.
Trématodes parasites, p. 262.
Tribondeau. — Discussion sur les cultures intensives, p. 323.
—— semailles en lignes, p. 326, * 801.
Triclades (Régénération comparée chez les Polyclades et les), p. 270.
Trigla gurnadus L., p. 267, * 512.
Trompes (Ligatures des), après l'opération césarienne, p. 311, * 721.
Troubat (J.). — Le père de Sainte-Beuve, p. 382, * 933.
Truchot. — Rendement de la machine statique, p. 451.
—— Traitement des atrophies musculaires, p. 455.
—— Discussion sur les angiomes graves, p. 456.
—— Présentation de radiographies, p. 459.
Tube digestif, p. 311, * 724.
Tuberculine, p. 313.
Tuberculose chirurgicale, p. 12.
—— herniaire, p. 300, * 631.
—— (Traitement), p. 303, * 642.
—— Fièvre des tuberculeux, p. 304, 654.
—— pulmonaire, p. 307, 309, 361, * 715.
—— (urine des tuberculeux), p. 313.
—— arthritique, p. 461.
Tubes d'eau (Chaudières à), p. 264.
Tumeurs blanches, p. 308.
Tumulus du Causse Méjean, p. 285, * 606.
Tuniciers (Fécondation chez les), p. 262.
Tunis (École coloniale d'agriculture, p. 319.
Tunis (*Circoncision* à), p. 370.
Tunisie (Phosphates tunisiens), p. 199.
—— (Transsaharien), p. 199.
—— (Age de la pierre en), p. 284.
—— (Tuberculose pulmonaire en), p. 309, * 715.
—— (Vins de), p. 319, * 769.
Turc (H.). — Navire sans tangage ni roulis, p. 162, * 148.
—— Discussion sur la résistance à l'avancement d'un plan immergé dans un fluide, p. 164.
Turpain (A). — Propagation des oscillations électriques, p. 221, 222, * 274.
—— Télégraphie par ondes hertziennes, p. 222, * 298.
—— (multicommunication en télégraphie), p. 223, * 292.
—— La télégraphie sans fils (conférence), p. 463.
Unités électriques, p. 226, 304.
Université populaire de Marseille, p. 345.
Uranyle (Cyanure double d') et de potassium, p. 230, * 329.
Urètre (Canal de l'), p. 307, 409, 452, 455, 456, * 981.
Urine (Glycosurie), p. 311, * 724.
—— des tuberculeux, p. 313.
—— (Réaction de l'), p. 313.
—— (Incontinence), p. 407, * 974.
Utérus (Opérations sur l'), p. 310.
Utilisation industrielle de l'acétylène, p. 201, 228.
Vaccination dans les pays chauds, p. 265, * 893.
Vaillant (A.). — Discussion sur les poussières de coton, p. 364.
—— —— sur l'assainissement des ports, p. 366.
—— —— sur la balnéation populaire, p. 367.
Vaillant (V.-J.). — Le Pochonnet, p. 373, * 895.
Vallée de l'Avre, p. 281.
—— du *Tarn et de la Jonte*, p. 285, * 606.
—— *de la Sûre*, p. 282.
—— *de la Seine*, p. 293.
—— *heureuse* (Excursion à la), p. 493.
Vals-les-Bains (Observations météorologiques à), p. 241.
Vapeur (Chalutage à), p. 266, * 499.
—— *d'eau de la cavité respiratoire*, p. 314.
Variation diurne, p. 244.
Variole, p. 365, * 893.
Vaschalde (V.). — Observations météorologiques, p. 231.
Vases de Boscoreale, p. 251, * 419.
Vassel (E.). — Bizerte, débouché des phosphates tunisiens, p. 199.

Vassel (E.). — Bou-Grara tête du Trans-saharien, p. 199.
—— Age de la pierre en Tunisie, p. 284.
Véhicule (Automobilisme), p. 184.
Veines (Syphilis des), p. 308, * 703.
Vendange, p. 319, * 769.
Venin de la Vipera aspis, p. 274, * 522.
Vente des superphosphates, p. 320.
Vérascope, p. 244.
Verchère (Dr). — Hôpitaux marins, p. 12.
Verger (H.). — Électrolyse bipolaire, p. 460.
Verse (Résistance des récoltes à la), p. 326, * 801.
Viandes alimentaires, p. 362, * 844.
Vienne (Paléolithique de la), p. 291.
Villeneuve-lès-Avignon (Fossiles de), p. 250.
—— (Fonds de cabanes néolithiques de), p. 385, * 615.
Villes (Incinération des déchets des), p. 371.
Vinification, p. 319, * 769.
Vins des Charentes, p. 327, 328, * 805.
—— *de Tunisie*, p. 319, * 769.
Vipera aspis, p. 274, * 522.
Viré (A.). — Le monde souterrain, p. 1.
—— Grotte des vallées du Tarn et de la Jonte, p. 285, * 606.
Viseur. — Discours, p. 318.
—— Discussion sur les superphosphates, p. 321.
—— —— sur les cultures intensives, p. 323.
—— —— sur le lait, p. 324.
—— sur la diphtérie aviaire, p. 324.
—— —— sur les eaux-de-vie, p. 328.
—— —— sur l'électrotechnie agricole, p. 328.
Vision (La) dans l'examen radioscopique, p. 459, * 1017.
Visites des 3e et 4e Sections, p. 166.
—— à l'exposition d'automobiles, p. 200.
—— industrielles, p. 211.
—— au Musée de Boulogne, p. 250, 296.
—— aux falaises, p. 250.
—— des monuments de Boulogne, p. 375.
—— du Musée de Boulogne, p. 378.
Vitesse de dissolution des sels, p. 236, * 337.
Viticulture, p. 327, * 805.
Vœu présenté aux 3e et 4e Sections, p. 211.
—— *proposé par les* 3e et 4e Sections, 217.
—— —— par la 10e Section, p. 277.
—— —— par les 12e et 13e Sections, p. 317.
Vœux proposés par la 13e Section, p. 330.
Vœux proposés par la 15e Section, p. 342.
—— —— par la 17e Section, p. 372.
Voies navigables, p. 189.
—— *olfactives* et cérébelleuses chez les poissons, p. 273, * 515.
—— *lacrymales* (État pathologique des), p. 307, * 698.
Voisin. — La digue Carnot du pont de Boulogne, p. 213, 215.
Voyages botaniques, p. 261.
Vuaflart. — Discussion sur l'École d'agriculture coloniale de Tunis, p. 319.
—— —— sur les superphosphates, p. 321.
—— —— sur le lait, p. 324.
—— Expertise des beurres, p. 325.
—— Discussion sur les eaux-de-vie, p. 328.
Warluzel. — Recherches des corps étrangers, p. 454, * 986, 989.
Wattmètres, électro-dynamiques, p. 227.
Weill (A.). — Courant et effluve statiques induits p. 439.
Wendrich (Gal A. de). — Organisation du personnel des voies navigables, p. 189, 190.
Willem (V.). — Intestin du Lombric, p. 271.
Wimereux (Campement préhistorique de), p. 284.
—— (Silex taillés recueillis à), p. 292.
—— (Campement préhistorique à), p. 292.
—— (Laboratoire de zoologie maritime de), p. 495.
Worms (René). — Discussion sur l'industrie de l'Extrême-Orient, p. 335.
—— —— sur la coopération, p. 336.
—— Coopération dans l'agriculture, p. 337.
—— Discussion sur les habitations à bon marché, p. 340.
Xambeu. — Discussion sur la propriété dans le Boulonnais, p. 325.
—— —— sur les Semailles en lignes, p. 326.
—— Les eaux-de-vie des Charentes, p. 327, 328, * 805.
Yeux énucléés, p. 440, * 979.
Yucca aloïfolia. p. 253.
Zenger. — Mouvement d'une toupie dans le champ magnétique d'un électro-aimant, p. 222, * 287.
—— Périodicité des tempêtes, p. 240, * 357.
Zône du Briançonnais, p, 248, * 403.
Zoologie, p. 262, * 491.
—— *maritime* (*Laboratoires de*), p. 266, 495, * 500.

TABLE DES MATIÈRES

SECONDE PARTIE

NOTES ET MÉMOIRES

Pages.

[**S 2 a**] Fontaneau. — Sur l'intégration des équations différentielles de l'hydrodynamique 1

[**R 7 f**] Collignon (Éd.). — Problème de mécanique. 40

[**K 16. f**] — — Problème des tours équidistantes destinées à transmettre des signaux optiques 59

[**Q**] Frolov (Gal M.). — Note sur la géométrie non euclidienne. 70

[**U 10 b**] Curie (Cel J.). — Systèmes de construction des cartes de Babinet et Sanson 73

[**K 10 a**] Collignon (Éd.). — Note sur l'existence géométrique du rectangle . . 87

[**J 1**] Lémeray. — Sur certains nombres combinatoires 99

[**K 2 e**] Lemoine (É.). — Comparaison géométrographique de douze constructions déduites de onze solutions d'un même problème. 102

[**T 2 a**] Féret (R.). — Étude graphique de la flexion de prismes imparfaitement élastiques 128

[**O 3**] Laisant (C.-A.). — Aire d'une courbe gauche fermée 135

[**529. 5**] Druart. — Réforme du calendrier 140

[**X 7**] Beghin (A.). — Règle à calculs (modèle spécial), permettant de résoudre, par un seul mouvement de la réglette, toutes les opérations effectuées par les autres règles, avec une approximation deux fois plus grande et en plus principalement : le produit de trois facteurs, le quotient d'un nombre par le produit de deux autres 142

[**699**] Turc. — Mémoire sur un type nouveau de navire sans tangage et sans roulis 148

[**532. 58**] Duroy de Bruignac (A.). — Démonstration de la formule pour calculer la résistance des carènes 158

[**538. 74**] Ravier (L.). — Nouveaux procédés géométriques pour l'étude et la correction des déviations des boussoles dans les navires en fer. 161

[**662.6 : 621.13 (60)**] Suais. — Note sur le combustible à employer pour les chemins de fer de pénétration en Afrique 163
[**621.18**] Ravier (L.). — Étude sur les accidents des chaudières à tubes d'eau et les moyens de les prévenir 176
[**627.2 (44.27)**]. Houpeurt. — Notice sur la reconstruction d'un pont métallique à Étaples 186
[**627.5**] Poisson (J.). — Boisement des dunes. 188
[**412 (44)**]. Grosseteste. — Le mot rail dans la langue française, son origine . . 193
[**669.7. 626.6**] Cauchy (L.). — L'emploi de l'aluminium pour la navigation fluviale. 195
[**721 23**] Considère. — Étude du béton armé. 216
[**721.23**] Féret (R.). — Addition de pouzzolanes aux matériaux d'agrégation des maçonneries 228
[**665.5 : 721.18**] Godard. — L'emploi du pétrole seul ou mélangé au charbon, pour le chauffage des chaudières 234
La Valette. — Automobiles dans les Colonies. 245
[**614.8**] Petiton (A.). — Considérations générales sur des meules naturelles et artificielles 262
[**534.43**] Amans (Dr). — Construction de phonographes à long banc 268
[**534.43**] — — Quelle est la meilleure forme de burin phonographique, sur un nouveau type de raboteuse et d'outil à cylindrer. 271
[**538.56**] Turpain (A.). — Sur la propagation des oscillations électriques dans les milieux diélectriques 274
[**535.753**) Broca. — Sur la correction de l'astigmatisme 283
[**538.6**] Zenger (Ch.-V.). — Le mouvement d'une toupie dans le champ magnétique d'un puissant électro-aimant. 287
[**538.52**] Turpain (A.). — Sur la multicommunication en télégraphie au moyen des oscillations électriques 292
[**538.52**] — Sur la télégraphie par ondes hertziennes : la télégraphie dite sans fils 298
[**537.52**] Leduc (Dr). — Étincelle globulaire ambulante 301
[**537.71**] Blondel (A.). — Sur la simplification des unités électriques 304
[**537.34**] — — — Nouvelle méthode pour la mesure des faibles coefficients de self-induction 311
[**535.24 : 535.317**] Blondel (A.). — Sur les propriétés photométriques des lentilles de projection. 316
[**541.9**] Nœlting (E.). — Nouvelle démonstration de la formule de Kékulé pour le benzène. . . . . 325.
[**547.1**] Aloy (Dr). — Sur le cyanure double d'uranium et de potassium 329
[**547**] Causse. — Sur la morphine 330
[**541.8**] Schür (J.). — Sur la vitesse de la dissolution des sels dans l'eau 337
[**538.73**] Mathias (E.). — Mesures d'inclinaisons dans la région de Toulouse. . 347
[**551.55**] Zenger (Ch.-V.). — La périodicité des tempêtes d'après les observations de 1886 à 1895 aux bords de la mer allemande 357
[**551.57 (43)**] Raulin (V.). — Sur les observations pluviométriques faites dans les régions arctiques au Nord du 60e degré de latitude. 362
[**551.5 (44.32)**] Raclot (Abbé). — Le climat du plateau de Langres. 377
[**533.6**] Rappin (Dr). — Un nouvel aéroplane. 385
[**551.7 (44.27)**] Bertrand (C.-Eg.). — Premières observations sur les nodules du terrain houiller d'Hardinghen. — Plaques subéreuses calcifiées 388
[**564 551.77 (44)**] Cossmann. — Observations sur quelques coquilles crétaciques recueillies en France 396
Kilian. — La zone du Briançonnais 403
[**546.7 (44.54)**] Canu. — Note préliminaire sur les Bryozoaires de Tours. 406
[**551.7 (44.6)**] Kerforne (F.). — Classification des assises ordoviciennes du massif armoricain 411

[**568 : 551.76 (44.27)**] Sauvage (H.-E.). — Catalogue des reptiles trouvés dans le terrain jurassique supérieur du Boulonnais 416
[**530.9**] Bonnet (Dr Ed.). — Plantes représentées sur les vases de Boscoreale (Musée du Louvre) ; étude historique et critique. 419
[**581.7 : 583.77**] Jodin (H.). — Formations secondaires de la racine des borraginées 427
[**581.9 (44.1)**] Picquenard (C.-A.). — La flore et le paysage en Basse-Bretagne . 433
[**587**] Bertrand (C.-Eg.) et Cornaille (F.). — Sur quelques caractéristiques de la structure des fougères actuelles. 434
[**581.69 (551.461)**] Petit (P.). — Diatomées rares ou peu connues des côtes françaises de la Manche et de l'Océan atlantique 437
[**583.941**] Le Gendre (Ch.). — Contribution à l'histoire du Gui 444
[**581.8**] Tison (A.). — Méthode de coloration des tissus subéreux 454
[**581.9 (44.11)**] Camus (F.). — Étude botanique sur l'archipel de Bréhat (Côtes-du-Nord) 456
Cordemoy (J. de). — Note sur la résine de Courbaril 463
[**581.7**] Gain (Ed.). — Variation et symétrie de la famille du Lupinus Albus L. 467
[**581.9 : 42. « 15 »**] Roze (E.). — Les plantes observées du XVIe siècle en Angleterre, par Charles de L'Escluse 479
[**581.1**] Daniel (L.). — Le principe de la parenté botanique en fait de greffe 486
[**581.9 (44.27)**] Poisson (J.) et Béhaguel. — Note sur la « Mimulus luteus » L. dans le département du Pas-de-Calais. 489
[**591.23 : 595**] Caullery (M.) et Mesnil (F.). — Sur les parasites internes des annélides polychètes en particulier de celles de la Manche. 491
[**639 (45.9)**] Roule (L.). — Les poissons et les pêches sur le littoral de la Corse 497
[**591.9**] Jourdain (S.). — Le chalutage à vapeur 499
[**590.7 (44.27)**] Maurice. — La station biologique d'Ambleteuse (Pas-de-Calais). 500
[**593**] Taquin (A.). — Note sur l'étude du Plankton. 507
[**591.9**] Mc Intosh (W.-C.). — Sur la présence du Rouget gris (Trigla gurnardus L.) et sa ponte dans les eaux littorales et en haute mer 512
[**591.48 : 597.5**] Catois (Dr). — Recherches histologiques sur les voies olfactives et sur les voies cérébelleuses chez les Téléostéens et les Sélaciens 515
[**591.61**] Henry (Ch.). — Les propriétés électriques de la soie et de la laine considérées comme un nouvel auto-régulateur de la constance de température animale. 519
[**591.44**] Martin (Dr H.). — Sur le développement de l'appareil venimeux de vipera aspis. Évolution du canal venimeux. 522
[**541.42**] Causard (M.). — Sur la respiration branchiale chez les Diplopodes. 527
[**571.45 : 597.5**] Bataillon (E.). — Le blastoderme et parablaste chez les poissons osseux. 529
[**591.89 : 597.5**] —— . — Sur le développement de la pigmentation chez des métisde poissons osseux. 533
[**591.46 : 595.76**] Bordas (L.). — Étude comparée des organes reproducteurs mâles des coléoptères 537
[**571.9 (44.32)**] Bosteaux-Paris. — Résultat des fouilles du cimetière gaulois halstattien de la Pierre-Poiret à Pont-Faverger (Marne) 541
[**571.9 (44.32)**] —— . — Étude comparative des industries primitives de la Marne depuis l'époque paléolithique jusqu'à l'époque gauloise marnienne. . 542
[**572 (44.25)**] Spalikowski (Dr). — Esquisse ethnographique sur les populations du département de la Seine-Inférieure. 544
[**573.9 (44.27)**] —— . — L'ensellure lombo-sacrée à Boulogne-sur-Mer et à Dieppe 548
Breuil (Abbé). — L'industrie des limons quaternaires dans la région comprise entre Beauvais et Soissons 550

[**571.81** (**66.5**) Breuil (Abbé). — La Grotte de Rotoma, près de Konakry (Guinée française) compte rendu des travaux de MM. Mouth et Roux 556
[**571.2** (**44.34**)] ——— . — Le néolithique dans la région comprise entre Beauvais et Soissons. 559
[**571** (**44.27**) Capitan (Dr) et Breuil (abbé). — Excursions préhistoriques aux environs de Boulogne-sur-Mer. 569
[**571.9** (**44.27**)] Mortillet (A. de). — Les monuments mégalithiques du Pas-de-Calais 572
[**571.3** (**44.34**)] Breuil (Abbé). — Coup d'œil sur l'âge du Bronze dans les départements de l'Aisne, l'Oise et la Somme 588
[**554** (**42.34**)] Lebesconte (P.). — Époque et mode de formation du détroit du Pas-de-Calais. Modifications subies par le littoral depuis l'origine du détroit jusqu'à nos jours 597
[**571.81** (**44.81**)] Delisle (Dr F.) et Viré (A.). — Recherches de préhistoire dans le département de la Lozère. 606
[**571.8** (**44.83**)] Raymond (Dr P.). — Fonds de cabanes néolithiques de Villeneuve-les-Avignon (Gard) 615
Chantre (E.). — Étude craniologique sur la population prépharaonique de la Haute-Égypte. Note préliminaire résumée. Nécropole de Khozan. 618
[**573.9**] Reboul (Dr J.). — La naine Lhaurens Maria 625
[**616.995**. **616.34**] Faguet (Dr Ch.). — Un cas de tuberculose herniaire. . . . 631
[**616.231**] Ferré (Dr G.). — Diphtérie humaine et diphtérie aviaire 635
[**616.995**] Bernheim (Dr S.). — Traitement de la tuberculose d'après la méthode de M. le professeur Landerer. 642
[**612.57** : **616.995**] ——— . — La fièvre des tuberculeux 654
[**617.38** : **611.12**] ——— . — Les ectopies cardiaques 663
[**617.39**] Ménard (Dr V.) et Guibal. — Gibbosités expérimentales 672
[**616.87**] Bettremieux (Dr P.). — Des névralgies et tics de la face considérés dans leurs rapports avec un état pathologique des voies lacrymales 698
[**616.951**] Le Noir (Dr). — Deux cas de phlébite des membres observés dans la période secondaire de la syphilis 703
[**615.82**] Breuillard (Dr Ch.). — Un nouveau mode d'excitation cutanée. — Le massage pneumatique 705
[**617.39**] Pierre (Dr). — Théorie et traitement de la scoliose 713
[**616.995** (**61.1**)] Bertholon (Dr). — Enquête sur la tuberculose en Tunisie . . 715
[**613.34**] Loir (Dr). — La bicyclette dans le traitement des hernies. 718
[**618.86**] Ovion (Dr). — De l'opération césarienne pratiquée en temps d'élection et suivie de la ligature des trompes. 721
Rappin (Dr) et Fortineau (L.). — Les éléments figurés du tube digestif et la glycogénie 724
[**617.24** : **611.33**] Le Noir (Dr P.) et Claude (Dr H.). — Exulcération de la muqueuse gastrique au cours d'une cirrhose hépatique chez un diabétique. — Mort par gastrorragie. 730
Claude (Dr H.). — Hémorragie de la muqueuse stomacale dans l'inanition expérimentale. 732
[**615.761**] Leduc (Dr). — Effets psychiques de la caféine 734
[**615.778** : **616.927**] ——— . — Badigeonnages de gaïacol contre la fièvre typhoïde hyperpyrétique 737
[**612.992** : **618.36**] Delore (Dr). — Enchondrome du placenta. 746
[**616.994**] Perrier (Dr G.). — Sur la composition liquide d'un kyste hydatique. 754
Cartaz (Dr). — Éléphantiasis du nez. 757
[**663.212**] Loir (Dr A.). — Vinification. — Vins obtenus en Tunisie après stérilisation de la vendange 769
[**338.122**] Malpeaux (L.). — Les cultures dérobées. 771

[338.122] Regnault. — A propos des cultures dérobées d'automne. 783
[637.11] Dickson (D.). — Richesse du lait en matière grasse. 790
[516.931 : 636.218] Loir (Dr A.). — Notes sur la diphtérie aviaire 796
[338.1 (44.27)] Furne (C.). — Division de la propriété dans le Boulonnais au point de vue des modes de cultures et des origines historiques 797
[631.82] Tribondeau. — Des semailles en lignes : influence de l'écartement des rayons sur le rendement, la qualité des graines et la résistance à la verse . . . 801
[310.663.5] Xambeu. — Carte viticole de la Charente-Inférieure. 805
[633.533 (44.27)] Demiautte (Ch.). La betterave à sucre dans le Pas-de-Calais. 808
[551.58] Monteil (Cel). — Les Dalhols et la mer saharienne. 814
[338.2] Grison-Poncelet. — L'industrie houillère au point de vue international. 816
[334.6 : 639] Cacheux. — La coopération chez les marins pêcheurs. 822
[336.2] Philippe (J.). — De la suppression de l'octroi et de son remplacement par une contribution indirecte 824
[374.5] Charpentier (E.). — Un type de société populaire d'instruction ; la société républicaine d'instruction de Montreuil-sur-Mer. 827
[334.43] Cacheux. — Habitations à bon marché en Allemagne. 853
[614.319 (44)] Morot (Ch.). — Organisation de l'inspection sanitaire des viandes alimentaires en France. 844
[613.63] Blaise. — Poussières dues au cardage du coton dans les filatures. . . 885
[613.84) Le Grix (Dr). — La suppression de l'usage du tabac s'impose comme un devoir aux hygiénistes et aux médecins ; ou déductions hygiéniques et médicales sur l'évolution et le traitement d'un cancroïde labial des fumeurs 890
[614.473] Loir (Dr A.). — Époque de l'année à laquelle on doit pratiquer la vaccination dans les pays chauds 893
[355 (40.4] Vaillant (V.-J). — Le pochonnet, engin balistique du moyen âge en usage en France, en Angleterre et dans les Flandres 895
[738 (44.27)] de Lhomel (G.). — Les potiers de Montreuil-sur-Mer. 910
[726.5 (44.27)] Rodière (R.). — L'église de Dannes 914
[844.74 : 920] Troubat (J.). — Le père de Sainte-Beuve 933
Cagnat. — L'empereur Carausius. 943
[944.27. « 12 »] Round (J.-H.). — Les Boulonnais et l'Angleterre au XIIe siècle. 952
[729.62 (44.27) « 18 »] Bengesco (Mlle). — Boiseries et décorations intérieures dans le Boulonnais au XVIIIe siècle. 962
[723.42 (42.2)] Palmer (G.-H). — Notice sur la château de Douvres 968
[616.63 : 615.84] Lewis-Jones (Dr). — Sur le traitement électrique de l'incontinence d'urine diurne et nocturne 974
Leduc (Dr). — Rayons émis par une pointe électrisée. 977
Pansier (Dr). — L'emploi de l'électro-aimant pour rechercher et déceler les petits débris de fer dans les yeux énucléés 979
[616.64 : 615.84] Desnos (Dr E.). — Résultats éloignés des électrolyses de l'urètre. 981
Warluzel et Jollant. — Recherches des corps étrangers dans l'intérieur des corps perméables aux rayons X. 986
—— — Procédé radiographique pour la recherche des corps étrangers 989
[616.992 : 615.84] Bergonié (Dr J.). — Traitement électrolytique des angiomes graves 990
Guilleminot (Dr H.). — Rapport sur la définition des incidences dans la radiographie. — Définition de la situation du tube de Crookes par rapport au sujet et à la plaque sensible. 998
Béclère. — Étude physiologique de la vision dans l'examen radioscopique. 1017
Bergonié (Dr J.). — De l'utilité des mesures électriques en radiographie 1036
Foveau de Courmelles (Dr). — Osmose et bi-électrolyse 1044
—— . — De quelques cas radiographiques intéressants 1056

ERRATA

Premier volume (Table des matières)

Page 520, ligne 27, intercaler : Chantre (E.). — Résultats des fouilles en 1899 dans la nécropole prépharaonique de Khozan, près Louqsor (Haute-Égypte), 296.

Page 521, ligne 40, intercaler avant 13e Section. — Agronomie : Quatrième groupe. — Sciences économiques.

Deuxième volume

Page 73, indication bibliographique, au lieu de : [**V 10 b**] lire : [**U 10 b**].

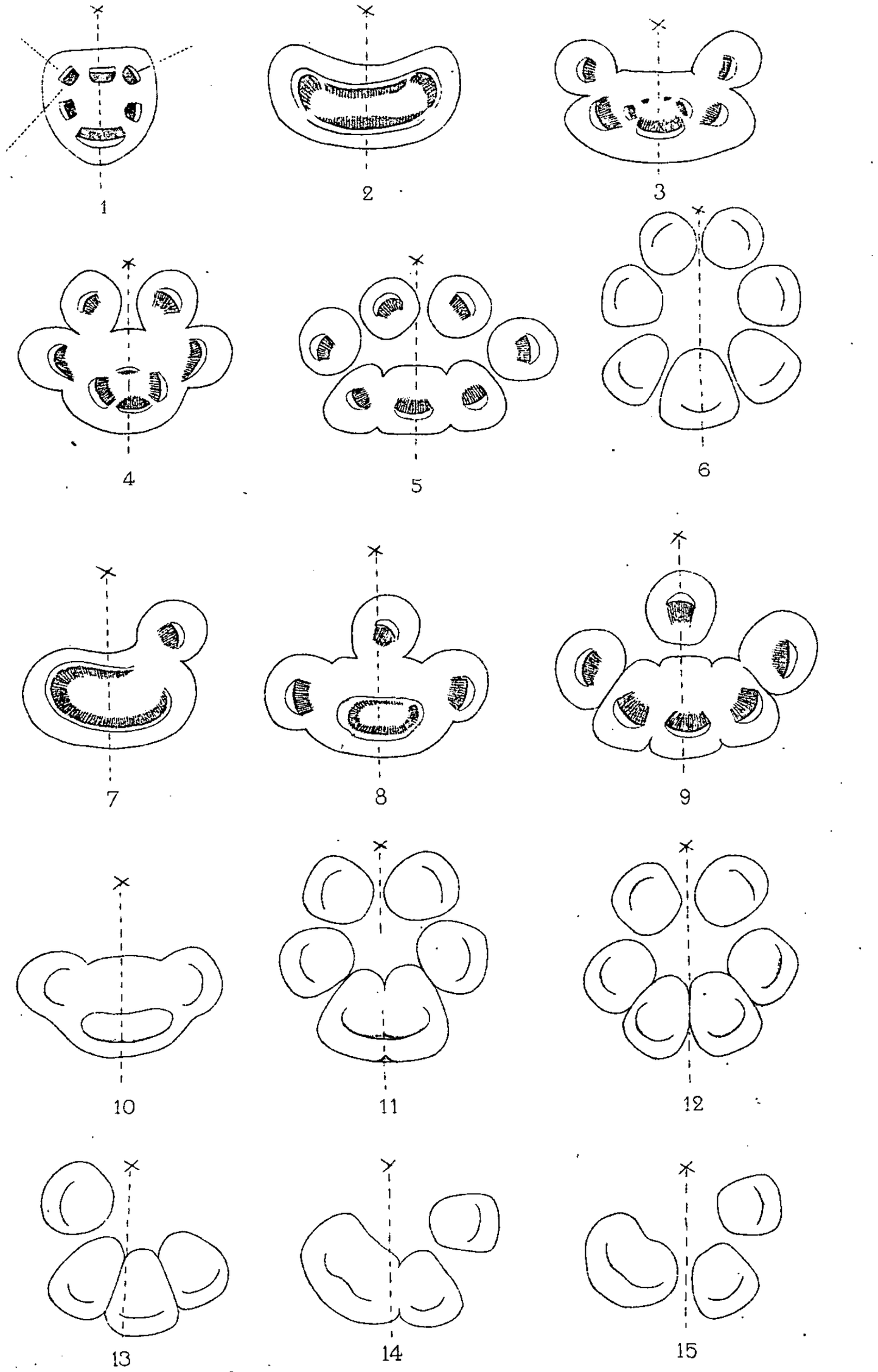
IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 702-1-00.



M. COSSMANN. - COQUILLES CRÉTACIQUES RECUEILLIES EN FRANCE

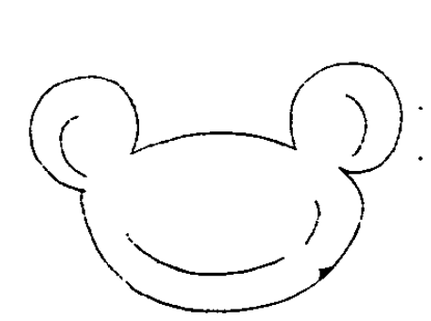


M. COSSMANN. - COQUILLES CRÉTACIQUES RECUEILLIES EN FRANCE

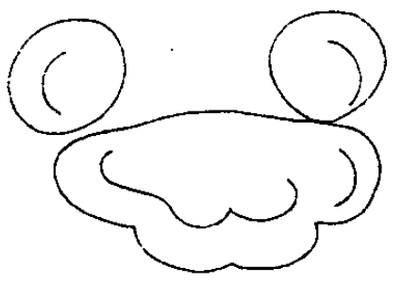


Imp. Lemercier, Paris.

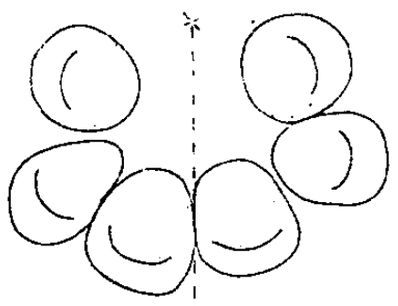
E. GAIN. — FEUILLE DU LUPIN



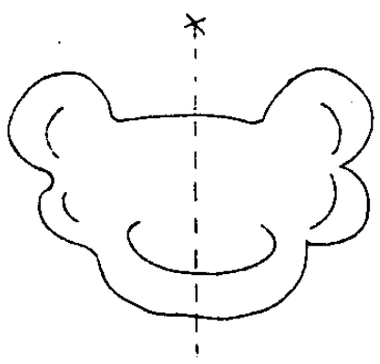
16



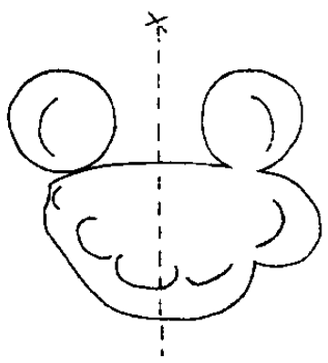
17



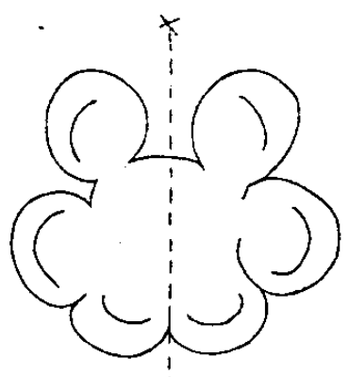
18



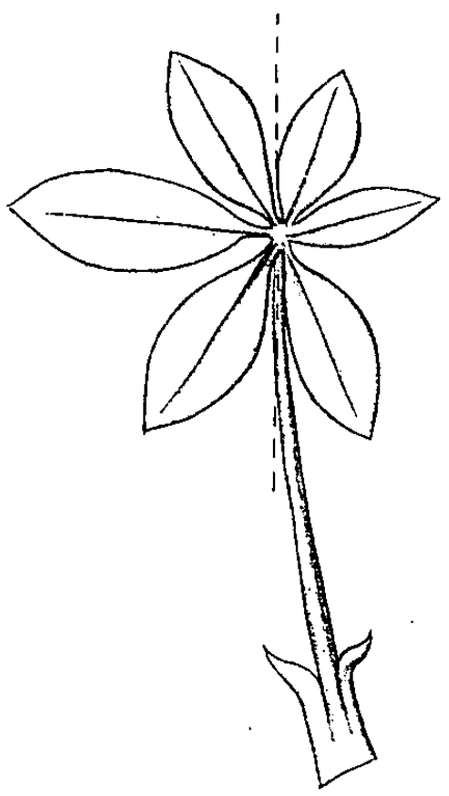
19



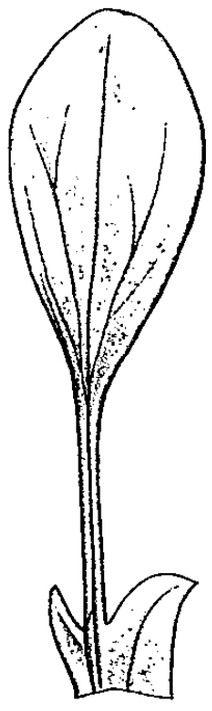
20



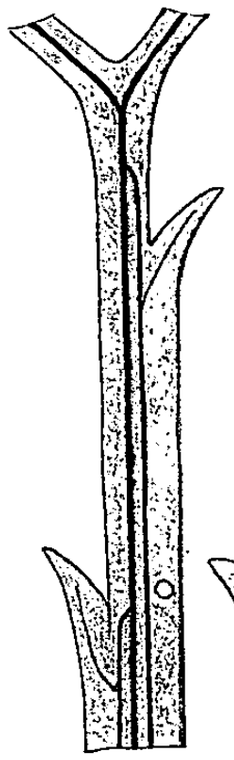
21



22

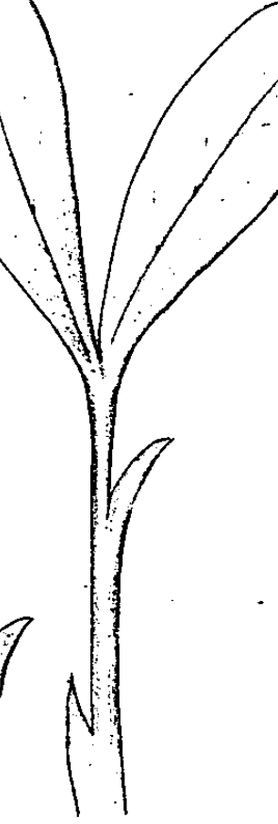


23

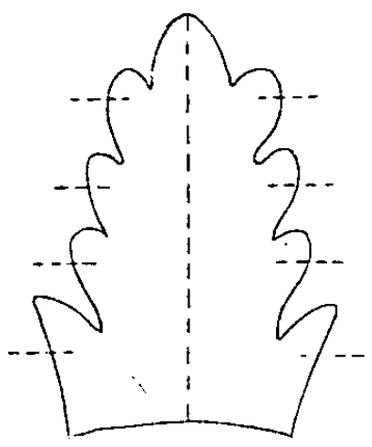


24

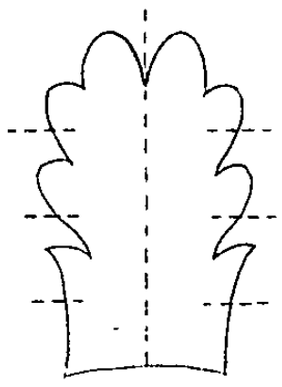
26



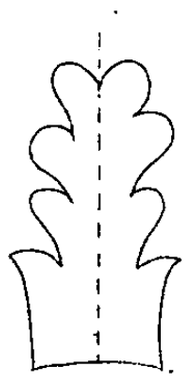
25



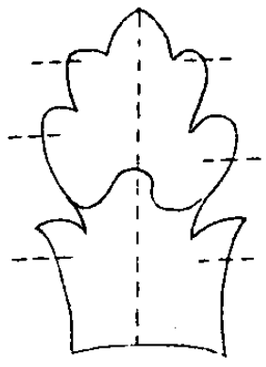
27



28



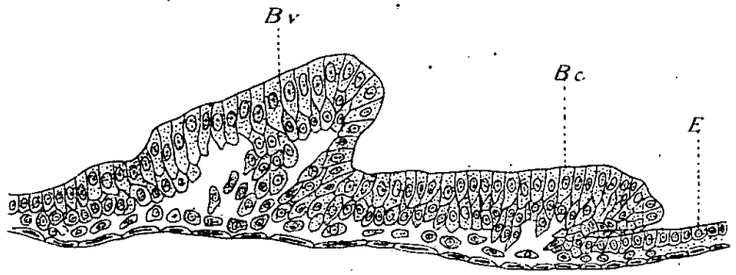
29



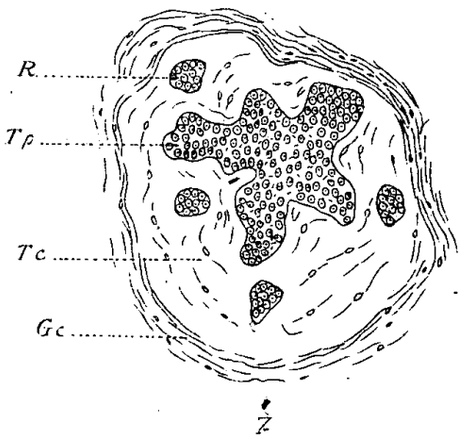
30

Imp. Lemercier, Paris.

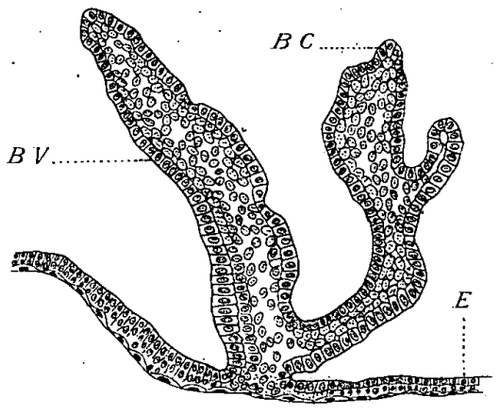
E. GAIN. — FEUILLE DU LUPIN



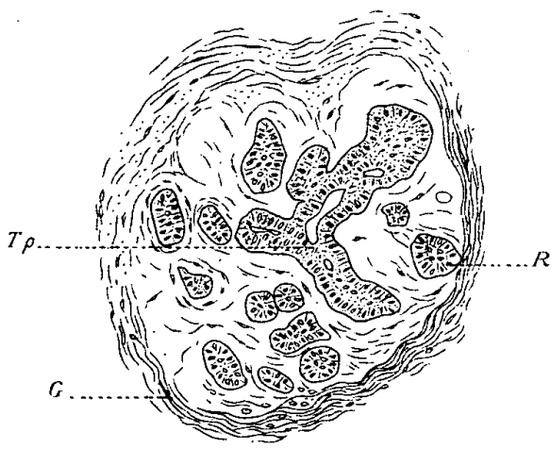
3



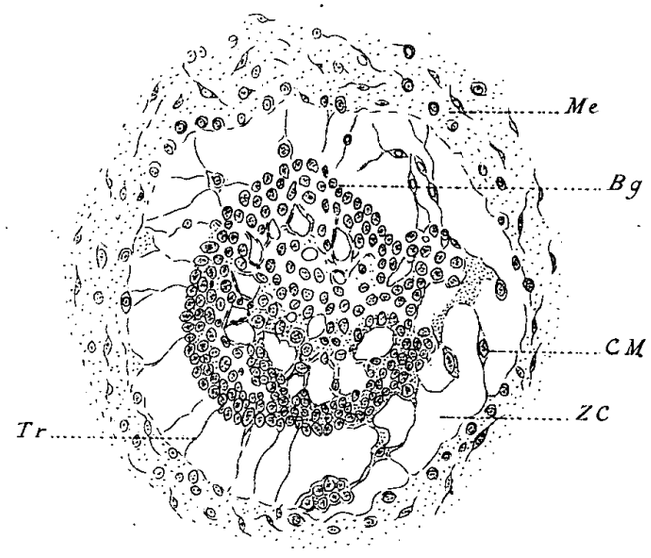
7



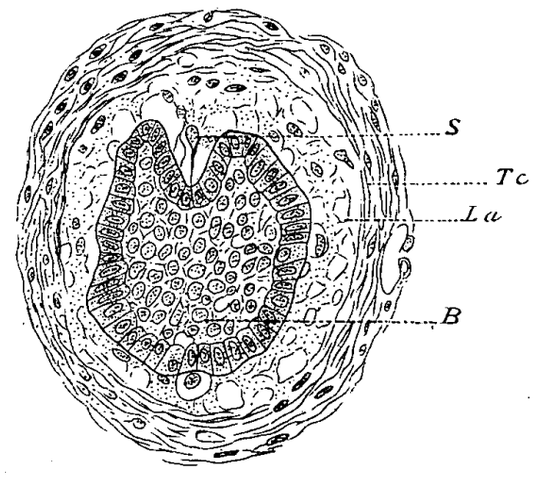
4



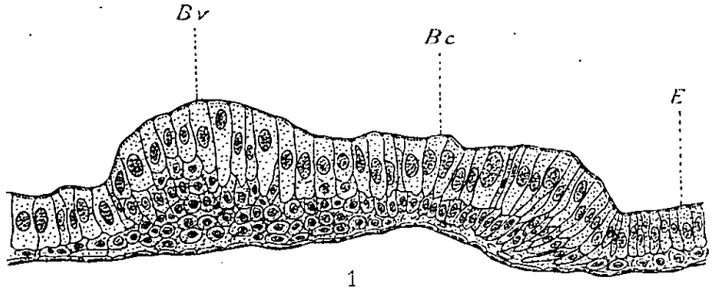
9



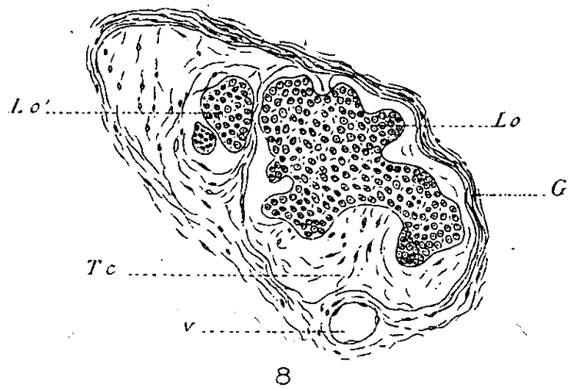
5



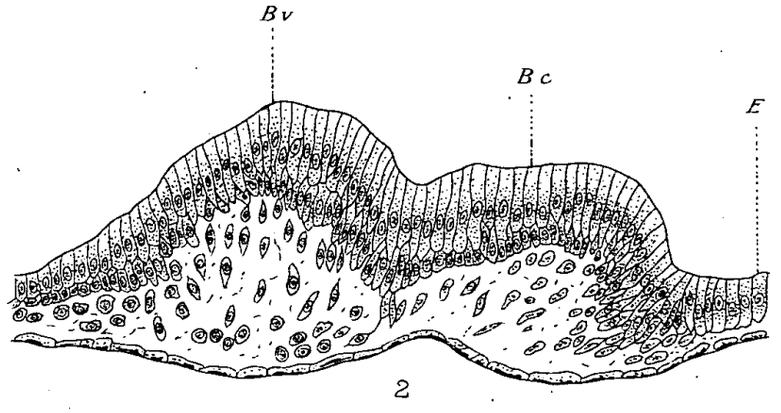
6



1



8



2

Imp. Lemercier. Paris.

H. MARTIN. — APPAREIL VENIMEUX DE LA VIPERA ASPIS.