

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE STRASBOURG

DEUXIÈME ANNÉE — TOME II

STRASBOURG

TYPOGRAPHIE DE G. SILBERMANN, PLACE SAINT-THOMAS, 3

1869

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE STRASBOURG.

Ce Bulletin paraît tous les mois, s'il y a lieu, et est gratuitement adressé à tous les membres de la Société. Les personnes étrangères à la Société peuvent s'abonner à cette publication moyennant la somme de 3 fr. par an, qui peut être envoyée en timbres-poste au Président.

Séance du 16 décembre 1868.

Présidence de M. le docteur A. ROBERT.

ORDRE DU JOUR. — Élection d'un vice-président, d'un secrétaire-archiviste et de membres titulaires. — Sur les écailles du Brochet (M. F. FÉE).

Membres présents : MM. Willemin, Monoyer, Bach, Oberlin, Fée, Kirschleger, Coze, Terquem, Hugueny, André, Schimper, Zeyssolff, Saint-Loup.

Ouvrages reçus :

Mémoires de la Société impériale des sciences naturelles de Cherbourg, t. XIII.

Mémoires de la Société académ. de Maine-et-Loire, t. XXI et XXII.

The journal of the Linnean Society (nos 40-47).

Derivative hypothesis of life and species, by professor Owen, 1868.

Sur les phénomènes périodiques en général, par Ad. Quételet.

Bulletin de la Soc. impér. des naturalistes de Moscou, 1867.

Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles, 1^{re} et 2^e livraisons.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs, 1867.

Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, t. XIX.

Annales de la Société impériale d'agriculture du département de la Loire, année 1867, 1^{re}, 2^e et 3^e livraisons.

Académie de La Rochelle, annales 1866-1867.

Essai sur la structure microscopique du rein, du docteur Gross.

Principles of æsthetic medicine, by J. Catlow.

Bulletin de l'Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg, t. XI et XII.

Natuurkundige Verhandelingen van de hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Harlem.

Descricao de Alguns dolmins ou antas de Portugal, por F. A. Pereira da Costa, 1868.

Le secrétaire propose de soumettre à l'approbation de la Société le procès-verbal de chaque séance à la fin de cette séance, afin de faciliter la prompt publication du Bulletin. Cette proposition, discutée, n'est pas agréée.

Le président met aux voix la nomination d'un vice-président. M. Engel et M. Huguény réunissent un nombre égal de suffrages. M. Huguény ayant témoigné le désir de voir le vote de la Société se reporter sur M. Engel, un second scrutin donne la majorité des voix à M. Engel.

M. Engel est donc nommé vice-président de la Société pour l'année 1869.

M. Schimper propose d'adjoindre au secrétaire-archiviste un secrétaire-adjoint chargé spécialement de la bibliothèque, et d'allouer à ce dernier une somme de 100 à 150 fr. pour le travail que réclame sa charge.

Cette proposition est adoptée.

Le président met aux voix l'élection d'un secrétaire-archiviste. Aucun des membres présents n'ayant voulu accepter les fonctions d'archiviste, M. Schimper offre de les remplir. La Société accepte avec empressement l'offre de M. Schimper et l'en remercie.

Le bureau de la Société est donc composé ainsi qu'il suit pour l'année 1869 :

MM. SCHIMPER, *président* ;
 ENGEL, *vice-président* ;
 OBERLIN, *trésorier* ;
 SCHIMPER, *secrétaire archiviste* ;
 SAINT-LOUP, *secrétaire général*.

La Société procède ensuite à l'élection de deux membres titulaires. M. le docteur Gross, proposé, est nommé à l'unanimité.

A la suite du rapport de M. Terquem sur la candidature de M. le commandant Welter, M. Welter est nommé à l'unanimité.

M. Schimper propose, comme membre correspondant, M. le

professeur Axel Erdmann, chef de la Recherche géologique de la Suède.

M. Erdmann est nommé à l'unanimité.

La Séance se termine par une communication de M. le docteur Fée sur les corpuscules tactiles existant dans des écailles spéciales sur le Brochet.

Le secrétaire, SAINT-LOUP.

ZOOLOGIE. — *De l'existence de nombreux corpuscules tactiles dans des écailles spéciales répandues dans tous les points de la surface du corps chez le Brochet (M. F. Fée).*

Les écailles de la ligne latérale du Brochet sont reconnaissables à l'échancrure que présente leur bord postérieur convexe, et qui s'étend jusqu'à leur partie moyenne en diminuant de largeur. La ligne latérale du Brochet présente cela de très-singulier que la moitié seulement des écailles qui la composent sont échancrées de la sorte; chacune d'elles est séparée de la suivante par une (quelquefois deux) écailles ordinaires¹. Mais il y a mieux: on trouve fréquemment, quelques rangées plus bas, des ébauches, bientôt interrompues, de lignes latérales semblables, dont les écailles échancrées alternent le plus souvent avec les écailles semblables de la ligne principale; j'ai vu jusqu'à trois de ces lignes secondaires s'étendre sur une assez grande longueur, parallèlement à cette dernière. C'est surtout au tiers postérieur du tronc qu'on doit les rechercher. Les échancrures deviennent plus rares à mesure qu'on se rapproche de la ligne du ventre et de celle du dos; dans ce voisinage, elles sont éparpillées comme au hasard.

Les échancrures des écailles de la ligne latérale renferment, non pas un canal (ce qui d'ailleurs s'expliquerait difficilement, vu les interruptions incessantes de cette ligne), mais une sorte de doigt de gant ou de cæcum tapissé d'une couche épithéliale, pavimenteuse et rempli d'un liquide coagulable.

En examinant ce dernier, après avoir enlevé l'épithélium, j'y ai trouvé une série de corpuscules analogues à ceux que

¹ M. le professeur Blanchard indique sommairement cette particularité dans son bel ouvrage *Sur les poissons des eaux douces de France*, p. 487.

Leydig¹ a nommé *corpuscules tactiles*, mais dont il ne paraît avoir trouvé chez les poissons qu'il a examinés qu'un seul (beaucoup plus gros d'ailleurs) par chaque écaille du canal latéral. Ils ont ici une dimension de 0mm,72 à 0mm,17 et sont au nombre de 12 à 14; leur forme est arrondie et ils sont serrés de manière à se toucher, sans se comprimer toutefois. Leur substance, plus claire à la périphérie, présente un aspect légèrement strié, et il existe dans leur intérieur une cavité dont je n'ai pu reconnaître le contenu et qui communique par une petite ouverture en forme de boutonnière avec le liquide environnant; c'est par elle que pénètre dans chaque corpuscule le petit faisceau de fibres nerveuses qui lui est destiné et que lui fournit la terminaison du rameau du tronc latéral qui s'étend le long du cæcum, en suivant le bord supérieur de l'échancrure de l'écaille.

Il existe quelquefois des séries de corpuscules semblables, dont la direction est perpendiculaire à celle des précédents; ils partent de l'angle supérieur et postérieur de l'échancrure et s'élèvent un peu au-dessus d'elle; ils m'ont semblé contenus dans un diverticulum du tube en doigt de gant de l'écaille.

Enfin j'ai trouvé ces mêmes corpuscules dans toutes les écailles échancrées, même dans les plus éloignées de la ligne latérale; elles n'ont donc pas seulement le caractère extérieur des écailles de cette ligne, mais elles renferment le même appareil et leur sont complètement identiques; le nombre des corpuscules est moindre dans les échancrures les plus voisines de la crête du dos et de celle du ventre; souvent il n'y en existe que 6 ou 7.

J'ai examiné soigneusement des lambeaux de tégument pris dans toutes les régions du corps, et jamais je n'ai rencontré ces organes ailleurs que dans les écailles échancrées, ou tout au plus dans leur voisinage immédiat.

Pour les examiner, on fera bien de plonger quelques instants, dans de l'acide azotique étendu d'eau, un lambeau de la peau, prise dans toute son épaisseur; puis de le placer,

¹ Cet auteur a décrit, chez le Brochet, les gros corpuscules situés à la mâchoire inférieure, mais ceux dont je parle ici lui ont échappé (voy. *Müller's Archiv*, 1850, n° 175).

après l'avoir lavé, dans un bain de glycérine pure, où on le laissera quelques jours, jusqu'à ce que la transparence soit devenue parfaite. L'acide azotique n'altère en rien les corpuscules : il dissout une grande partie du tissu connectif de la peau, tout en respectant le tube de l'échancrure et son contenu, à tel point que l'épithélium qui le tapisse demeure souvent tout à fait intact.

Séance du 6 janvier 1869.

Présidence de M. SCHIMPER.

ORDRE DU JOUR. — Résumé d'un travail de Owjannikow sur le système nerveux de l'*Amphioxus lanceolatus* (M. BAUDELLOT). — Nouveau régulateur parabolique à force centrifuge (M. SAINT-LOUP). — Sur la branche operculaire du nerf latéral du pneumo-gastrique chez quelques poissons (M. BAUDELLOT).

Le président annonce à la Société la mort d'un de ses membres correspondants les plus distingués, le professeur chevalier de Martius, secrétaire perpétuel de l'Académie de Munich, et rappelle en quelques mots les nombreux travaux de cet illustre naturaliste.

M. Baudelot résume l'analyse qu'il a faite d'un récent travail, publié dans le *Bulletin de l'Académie de Saint-Petersbourg*, sur le système nerveux de l'*Amphioxus*, que l'auteur parvient à isoler presque complètement par une macération spéciale.

M. Saint-Loup décrit une disposition nouvelle du régulateur à force centrifuge, disposition qui doit assurer le mouvement parabolique des boules, par suite une vitesse de régime constante pour une certaine course du manchon, et par conséquent garantir une marche convenable aux machines, qui ne peuvent fonctionner avantageusement qu'à une vitesse déterminée.

La séance se termine par une communication de M. Baudelot sur les origines de la branche operculaire du nerf latéral du pneumo-gastrique chez quelques poissons.

Le secrétaire, SAINT-LOUP.

MÉCANIQUE. — *Note sur un nouveau régulateur parabolique à force centrifuge* (M. **Saint-Loup**).

Pour qu'un régulateur à boules permette à une machine de fonctionner avec une vitesse constante, malgré les variations du travail moteur, on sait que les boules doivent décrire des arcs de parabole.

Le régulateur de Franke remplit cette condition par l'emploi d'un guide sur lequel roulent des galets liés aux boules. Cette solution a des inconvénients pratiques qui en ont empêché l'adoption.

M. Farcot résout le problème d'une façon approchée en faisant décrire au centre des boules un arc de cercle qui coïncide autant que possible avec l'arc de parabole que devrait décrire ce centre. Dans ce but, il place hors de l'axe de rotation l'articulation des tiges qui portent les boules. C'est par cette disposition que son *régulateur à bras croisés* diffère du régulateur à boules primitif.

Une disposition nouvelle, résultant d'une modification très-simple du régulateur à boules, permet de faire décrire au centre des boules une courbe différente du cercle, qui se rapproche beaucoup plus d'une parabole, quel que soit son paramètre.

Considérons un système ABC de deux verges articulées à leurs extrémités (fig. 1¹). L'extrémité A est fixe; l'extrémité C décrit une droite OC quelconque. Prenons à volonté un point M de la tige BC . Lorsque le système des verges se déplace dans son plan, le point M , eu égard aux liaisons, décrit une certaine courbe dont la forme est assez compliquée, si on l'envisage dans son entier, mais qui, dans une portion notable de son contour, peut, si l'on choisit convenablement les grandeurs variables qui déterminent le système, coïncider presque rigoureusement avec une parabole dont l'axe est parallèle à OC . Cela étant, l'axe de la parabole est l'axe de l'arbre du régulateur.

L'équation de cette courbe est aisée à obtenir et elle com-

¹La planche a été insérée par erreur dans un numéro précédent.

porte une définition géométrique assez simple en dehors de la description mécanique dont elle est *a priori* susceptible.

Prenons pour axes de coordonnées la ligne OC et la perpendiculaire abaissée du point A sur OC .

Soit $OA = d$, $AB = a$, $MB = b$, $MC = c$. Ces quatre longueurs fixent les données géométriques du système. Introduisons encore la distance $OC = h$ et l'angle φ de AB avec OC , nommons x et y les coordonnées du point M , la figure donne les relations :

$$\frac{x}{c} = \frac{d + a \sin \varphi}{b + c}$$

$$\frac{y - a \cos \varphi}{h - a \cos \varphi} = \frac{b}{b + c}$$

$$(h - y)^2 + x^2 = c^2$$

et, par l'élimination de φ et h , on a le lien des points M .

Les deux premières donnent :

$$\sin \varphi = \frac{(b + c)x - cd}{ac} \quad \cos \varphi = \frac{(b + c)y - hb}{ac}$$

d'où

$$[(b + c)x - cd]^2 + [(b + c)y - hb]^2 = a^2 c^2$$

et par l'élimination de h ,

$$y = \frac{b}{c} \sqrt{c^2 - x^2} + \frac{b + c}{c} \sqrt{\frac{a^2 c^2}{(b + c)^2} - \left(x - \frac{cd}{b + c}\right)^2}$$

en sorte que y est représenté par la somme des ordonnées de deux ellipses.

Il est inutile de s'arrêter ici à la discussion complète de la forme de la courbe représentée par cette équation, forme que la description mécanique fait suffisamment comprendre.

Si on décrit quelques-unes de ces courbes pour diverses séries de valeurs de a , b , c , d , on reconnaît à leur allure qu'elles doivent coïncider sensiblement dans une notable étendue avec une parabole dont l'axe serait parallèle à OC et dirigé dans le sens des y négatifs.

On peut, par un calcul facile, se rendre compte du degré de cette coïncidence. Prenons pour axes de coordonnées les axes pour lesquels l'équation de la parabole est (fig. 2)

$$x^2 + 2py = 0$$

Soient ξ, η , les coordonnées du point O du système $OABC$, l'équation de la courbe, lieu des points M , sera

$$y - \eta = \frac{b}{c} \sqrt{c^2 - (x - \xi)^2} + \frac{b+c}{c} \sqrt{\frac{a^2 c^2}{(b+c)^2} - \left(x - \xi - \frac{cd}{b+c}\right)^2}$$

elle contient 6 paramètres a, b, c, d, ξ, η , dont on peut disposer. Prenons sur la parabole $x^2 + 2py = 0$ 6 points appartenant à l'arc que doit décrire le centre de la boule. En introduisant successivement les coordonnées de chacun de ces points dans l'équation précédente, nous obtiendrons 6 équations propres à déterminer les 6 paramètres arbitraires.

Ainsi, théoriquement, la courbe décrite par le point M peut avoir 6 points communs avec la parabole; elle s'en rapproche donc beaucoup plus que le cercle, qui ne saurait être assujéti à passer par plus de trois points choisis sur la parabole.

La complication du calcul que l'on vient d'indiquer fait immédiatement rejeter un semblable moyen de détermination du système $OABC$. Il faut y suppléer par des constructions graphiques, qui montreront mieux que le calcul à quel point les courbes se superposent.

Supposez que l'on ait tracé diverses séries de courbes correspondant à un nombre considérable de systèmes de valeurs de a, b, c, d . Décrivez la parabole que doit parcourir le centre de la boule, découpez-la et cherchez dans la série des courbes dont vous disposez celle qui se superpose le mieux à la parabole, les axes des deux courbes restant parallèles. Vous connaissez par là le système de valeurs de a, b, c, d , qu'il convient d'adopter. La position de l'axe de la parabole, quand la coïncidence a lieu, représente l'axe du régulateur. La mesure des distances des points A et C à cet axe fixe la position de l'articulation A et de la verticale que doit décrire l'articulation C .

Le système géométrique du régulateur étant trouvé, il reste à connaître le poids de la boule dont il doit être armé. Le problème peut être posé dans les termes suivants :

Un poids P se meut sur une parabole qui tourne autour de son axe avec une vitesse angulaire ω (fig. 3). Ce poids est fixé à l'extrémité d'une tige de longueur constante, dont l'autre extrémité glisse sur une parallèle à l'axe de la parabole. A

cette extrémité est appliquée une force verticale Q . Trouver les conditions d'équilibre du système.

Soient x et y les coordonnées du centre de la boule P , rapportées à l'axe de la parabole et à la tangente au sommet; T la réaction de la courbe, α son angle avec ox , h et k les coordonnées du point C , N la réaction du guide du point C , et c la longueur MC .

On a les relations géométriques :

$$(1) \quad y^2 = 2px$$

$$(2) \quad y = ptg\alpha$$

$$(3) \quad (x-h)^2 + (y-k)^2 = c^2$$

et les conditions d'équilibre :

$$(4) \quad P + Q - T \cos \alpha = 0$$

$$(5) \quad N + T \sin \alpha - \frac{P}{g} \omega^2 y = 0$$

$$(6) \quad Py + \frac{P}{g} \omega^2 xy + Qk - Nh - T(p+x) \sin \alpha = 0$$

L'élimination de N et T entre les trois dernières donne :

$$(7) \quad Py(x-h) \left(\frac{\omega^2}{g} - \frac{1}{p} \right) - Qy \frac{x-h+p}{p} + Qk = 0$$

équation qui, avec (1) et (3), détermine x , y et h , k étant une constante.

L'élimination de x et y donnera la relation qui lie h avec ω .

Si nous supposons k assez petit, on pourra négliger dans l'équation (7) le terme Qk , qui sera très-petit relativement à celui qui le précède. Par cette suppression, y devient facteur, et l'élimination de x et y se fait sans difficulté et donne la relation

$$(8) \quad h = \frac{1}{2p} \left(k + \sqrt{c^2 - \frac{Q^2}{D^2}} \right)^2 - \frac{Q}{D}$$

en posant

$$p \left(\frac{\omega^2}{g} - \frac{1}{p} \right) - \frac{Q}{p} = D$$

La valeur de h , exprimée par l'équation (8), n'est qu'approchée, mais elle deviendra exacte par l'hypothèse de $k = 0$ que nous allons faire tout à l'heure.

On voit que pour une valeur donnée de ω , h dépend de la résistance Q appliquée en C .

Toutefois l'équilibre a lieu quel que soit h d'après l'équation (7) quand $Q = 0$, pourvu que la vitesse ω et le paramètre p de la parabole soient liés par la relation

$$(9) \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{p}}$$

Si donc on s'arrange de façon que ω étant la vitesse de régime, le poids P parcourt une parabole de paramètre $p = \frac{g}{\omega^2}$, le poids P sera en équilibre à la vitesse de régime pour toute valeur de h , et par conséquent, quel que soit le travail fourni par le moteur, jusqu'au moment où une résistance Q venant à intervenir, l'équilibre sera troublé, ce qui arrivera si la vitesse du régulateur vient à augmenter ou à diminuer.

Calculons la valeur de h correspondant à des valeurs de la vitesse angulaire qui s'écartent d'une fraction donnée de la vitesse de régime, fraction toujours assez petite pour que son carré soit négligeable.

Supposons d'abord que le guide de l'articulation C soit l'axe du régulateur. Dans cette hypothèse $k=0$, d'où

$$(10) \quad h = \frac{1}{2p} \left(c^2 - \frac{Q^2}{D^2} \right) - \frac{Q}{D}$$

Considérons deux valeurs de la vitesse angulaire peu différentes de ω :

$$\omega' = (1+n)\omega \quad \omega'' = (1-n)\omega$$

d'où, en négligeant le carré de n

$$\omega'^2 = (1+2n)\omega^2 \quad \omega''^2 = (1-2n)\omega^2$$

$$\text{et} \quad \frac{1}{D} = \frac{p}{2nP - Q} \quad \frac{1}{D} = -\frac{p}{2nP + Q}$$

$$\text{soit} \quad \frac{2nP}{Q} = u, \quad \text{il vient}$$

$$h' = \frac{1}{2p} \left(c^2 - \frac{p^2}{(1-u)^2} \right) + \frac{p}{1-u}$$

$$h'' = \frac{1}{2p} \left(c^2 - \frac{p^2}{(1+u)^2} \right) + \frac{p}{1+u}$$

La différence $h' - h''$ donnera la course de l'articulation C

$$h'' - h' = 2p \frac{u}{(1-u^2)^2} - 2p \frac{u}{1-u^2}$$

Posons $\frac{h'' - h'}{2p} = r$, il vient entre r et u la relation

$$r = \frac{u^3}{(1-u^2)^2}$$

Les données immédiates sont ω et n ; p est donc déterminé, la course $h'' - h'$ est fixée par le système géométrique du régulateur; r est donc connu et la relation précédente détermine u et par conséquent P .

Rien n'est plus aisé que de réduire cette dernière équation en tables qui éviteront tout calcul.

Examinons d'abord dans quelles limites p varie dans la pratique. Soit N le nombre de tours que fait le régulateur dans une minute, on a

$$\omega = 2\pi \cdot \frac{N}{60}$$

Si on suppose que N varie entre 40 et 100, ω variera de $\frac{4}{9}\pi$ à $\frac{10}{3}\pi$, et par conséquent p variera de $\frac{9}{16} \frac{g}{\pi^2}$ à $\frac{9}{100} \frac{g}{\pi^2}$ ou de 56 à 9 centimètres. La course du manchon peut être supposée comprise entre 4 et 24 centimètres; d'où il résulte que r varie entre $\frac{4}{112}$ et $\frac{24}{18}$, ou entre 0,36 et 1,33; par suite u reste compris entre 0,52 et 0,72.

Nous calculerons d'abord la table suivante :

u	r	u	r
0,52	0,264	0,64	0,752
0,56	0,379	0,68	1,080
0,60	0,527	0,72	1,620

d'où l'on tire la table inverse ci-dessous :

r	u	r	u
0,35	0,55	0,80	0,64
0,40	0,57	0,90	0,66
0,45	0,58	1,00	0,67
0,50	0,59	1,10	0,68
0,60	0,61	1,20	0,69
0,70	0,63	1,30	0,70

Avant de donner un exemple du calcul, reprenons le cas général. Supposons que k ne soit pas nul. Conservant les mêmes notations et nommant seulement H' et H'' la valeur de h , on a, d'après la relation (8) :

$$H' = h' + \frac{k^2}{2p} + \frac{k}{p} \sqrt{c^2 - \frac{p^2}{(u-1)^2}}$$

$$H'' = h'' + \frac{k^2}{2p} + \frac{k}{p} \sqrt{c^2 - \frac{p^2}{(u+1)^2}}$$

et par conséquent

$$H'' - H' = h'' - h' + \frac{k}{p} \left(\sqrt{c^2 - \frac{p^2}{(u+1)^2}} - \sqrt{c^2 - \frac{p^2}{(u-1)^2}} \right)$$

$$\frac{H'' - H'}{2p} = \frac{u^3}{(u^2 - 1)^2} + \frac{k}{2p} \left(\sqrt{\frac{c^2}{p^2} - \frac{1}{(u+1)^2}} - \sqrt{\frac{c^2}{p^2} - \frac{1}{(u-1)^2}} \right)$$

équation beaucoup plus compliquée qui détermine u . On peut l'écrire

$$R = \frac{u^3}{(u^2 - 1)^2} \left\{ 1 + \frac{2k}{u^2} \frac{1}{\sqrt{c^2 - \frac{p^2}{(u+1)^2}} + \sqrt{c^2 - \frac{p^2}{(u-1)^2}}} \right\}$$

On mettra, pour c , p , k , leurs valeurs numériques ; on calculera la valeur de R pour un certain nombre de valeurs de u , et par interpolation on aura la valeur de u correspondant à la valeur donnée de R . Il est évident que les valeurs données à u devront rendre positif

$$\frac{c^2}{p^2} - \frac{1}{(u-1)^2}$$

$$\text{d'où } u < 1 - \frac{p}{c}.$$

Toutefois il ne faut pas oublier que la relation précédente n'est qu'approchée.

Si on ne fixe pas exactement *a priori* la course, on prendra pour u une valeur voisine de celle qui conviendrait au cas où l'articulation C se mouvrait sur l'axe, et on obtiendra par la relation ci-dessus la valeur correspondante de R . Soit, par exemple, $N = 100$, on a alors $p = 9$, et on peut prendre pour le régulateur les données suivantes : $a = 36$, $b = 13$, $c = 25$, $d = 0$, $k = -1,2$. Prenons pour u sa valeur maximum, $u = 1 - \frac{c}{p} = 1 - \frac{9}{25} = 0,64$, il vient

$$R = 0,752 \{ 1 - 0,24 \} = 0,57$$

$$\text{d'où } H'' - H' = 18.0,57 = 10,3.$$

Telle serait la course du manchon, et on aurait pour P

$$P = 0,64 \frac{Q}{2n}$$

Pour éviter ces difficultés, il est préférable de s'arranger de façon que l'articulation C se meuve sur l'axe du régulateur, et le calcul se fait très-aisément, comme on l'a vu plus haut.

Les calculs qui précèdent supposent le régulateur réduit à la boule, et on n'a pas introduit le poids des liens qui assurent son mouvement parabolique. Or le poids de ces liens est une fraction notable du poids de la boule et ne saurait être négligé.

Si on veut en tenir compte par le calcul, on est conduit à des relations fort compliquées, qui ne conduisent à aucun résultat simple. Il faut dès lors chercher à s'en affranchir par une modification dans la construction. Cette modification repose sur le théorème suivant :

Lorsqu'un corps de forme quelconque tourne autour d'un axe, la résultante des actions de la force centrifuge sur ce corps est la même que si toute sa masse était concentrée en un point quelconque d'une parallèle à l'axe de rotation menée par le centre de gravité du système.

D'après cela, le centre de gravité de la tige BC étant supposé sur BC (fig. 4)¹, si on prolonge la tige AB au delà du point B , de façon que son centre de gravité soit en B , et si on calcule les poids de ces deux liens par la condition que le centre de gravité soit en M , ce qui est facile, tout le système se mouvra comme si la masse était concentrée au centre de la boule. Dès lors, le système remplira les conditions géométriques dans lesquelles les calculs précédents ont été exécutés.

Le poids trouvé pour la boule sera donc celui de tout l'appareil, et il suffira de le répartir sur les diverses parties, de façon que le centre de gravité soit en M .

Nommons α la section de la tige a , β celle de la tige $b + c$, P' un poids additionnel appliqué à une distance a' du point B sur la tige AB et destiné à amener son centre de gravité en B , on doit avoir dans cette hypothèse

$$\delta\alpha \frac{a}{2} = \delta a' \alpha \frac{a'}{2} + P' \cdot a'$$

δ désignant le poids spécifique de la tige, ce qui donne

$$P' = \delta\alpha \frac{a^2 - a'^2}{2a'}$$

Le poids appliqué en B sera donc

$$\delta a\alpha + \delta a'\alpha + P'$$

ou

$$\frac{\delta\alpha (a + a')^2}{2a'}$$

Pour que le centre de gravité du système soit en M , il faut que

$$\delta c\beta \frac{c}{2} = \delta b\beta \frac{b}{2} + \delta\alpha \frac{(a + a')^2}{2a'} b$$

d'où

$$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{(a + a')^2}{c^2 - b^2} \cdot \frac{b}{a'}$$

Ce qui détermine le rapport des sections des deux tiges.

Le poids total de l'assemblage sera donc

$$T = \delta \left((b + c)\beta + \frac{(a + a')^2}{2a'} \alpha \right)$$

et le poids de la boule en M sera

$$P - T$$

Le régulateur est donc complètement déterminé.

¹ Il faut, dans la fig. 4, changer b en c et c en b .

Application. Soit proposé de construire un régulateur dans les conditions suivantes. La vitesse de régime est de 60 tours par minute, la vitesse maximum est de 62 tours et la vitesse minimum de 58; la résistance appliquée au manchon, y compris le poids de celui-ci, est de deux kilogrammes.

Le paramètre de la parabole correspondant à 60 tours par minute est 25 centimètres, et on trouve qu'en prenant $a = 52$, $b = 6$, $c = 28$, le point M décrit, pour une course du manchon d'environ 17 centimètres, un arc de parabole dont les extrémités sont aux distances 7 et 21 de l'axe du régulateur.

Le rapport $\frac{h'' - h'}{2p}$ ou r est donc $\frac{17}{50}$ ou 0,34; par suite, $u = 0,55$, et la relation

$$\frac{2nP}{Q} = u$$

donne en faisant $n = \frac{1}{30}$, $Q = 1$

$$P = 15 \cdot 0,55 = 8^k,250$$

Prenons pour la tige a du fer de 1 centimètre carré de section, il vient, en prenant $a' = \frac{1}{4}a$,

$$P' = 7,8 \cdot 15 \cdot \frac{13}{2} = 7,8 \cdot 97,5 = 0^k,760$$

$$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{975}{374} = 2,60$$

La section de la tige inférieure sera donc de 2^{cc},60. Le poids total de l'assemblage sera par conséquent

$$T = 7,8 (34 \cdot 2,60 + 162,5) = 7,8 \cdot 251 = 1^k,957$$

Le poids de la boule sera donc de

$$P = 8,250 - 1,957$$

ou

$$P = 6^k,293$$

C'est le poids d'une sphère de plomb de 5^{cc},14 de rayon.

Comme la résistance que doit vaincre le régulateur est sujette à varier, il n'y a pas lieu de rechercher une grande précision dans l'exécution des poids, ni de tenir compte de la partie de la sphère enlevée pour donner passage à la tige, dont

le poids spécifique n'est pas d'ailleurs très-éloigné de celui du plomb.

Calculons enfin les valeurs de h' et h'' d'après leurs expressions en u , il vient

$$h' = 9,4 \text{ et } h'' = 26,6.$$

Le régulateur est ainsi complètement déterminé, ainsi que les positions extrêmes du manchon.

ZOOLOGIE. — *Analyse et traduction d'un mémoire d'Owjannikow sur le système nerveux de l'Amphioxus lanceolatus*¹ (M. Baudelot).

D'habiles observateurs, tels que H. Rathke, J. Goodsir, J. Müller, Costa, de Quatrefages, ont étudié à diverses reprises le système nerveux de l'*Amphioxus*. Malgré leurs efforts, plusieurs des questions relatives à ce sujet intéressant étaient restées jusqu'alors indécises. Grâce à l'emploi de procédés particuliers auxquels il a eu recours, M. Owjannikow a été assez heureux pour apporter la lumière sur quelques-unes d'entre elles. Avant donc de faire connaître les résultats auxquels il est arrivé, je crois utile d'entrer dans quelques détails au sujet de ces divers procédés.

Comme tant d'autres observateurs, M. Owjannikow s'est servi d'abord d'*Amphioxus* conservés dans l'alcool. Ces poissons ont pu être utilisés soit directement, soit après avoir été plongés quelque temps dans une solution faible d'acide chromique. Ce procédé, convenable à certains égards, devient malheureusement tout à fait insuffisant lorsqu'il s'agit d'obtenir une préparation d'ensemble de la moelle et des nerfs. A cet effet, M. Owjannikow a eu l'heureuse idée de recourir à l'emploi des acides, méthode appliquée par Kühne avec tant de succès à la recherche des terminaisons nerveuses dans les muscles striés.

La fin au prochain numéro.

LE BUREAU.

¹ *Ueber das Centralnervensystem des Amphioxus lanceolatus*, von Owjannikow (*Bulletin de l'Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg*, t. XII, p. 287 à 302, avec 1 planche; Mémoire lu le 4^e septembre 1867).

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES
DE STRASBOURG.

Ce Bulletin paraît tous les mois, s'il y a lieu, et est gratuitement adressé à tous les membres de la Société. Les personnes étrangères à la Société peuvent s'abonner à cette publication moyennant la somme de 3 fr. par an, qui peut être envoyée en timbres-poste au Président.

(Fin de la séance du 6 janvier.)

ZOOLOGIE. — *Analyse et traduction d'un mémoire d'Owjiannikow sur le système nerveux de l'Amphioxus lanceolatus* (M. Baudelot).

(Fin¹.)

Voici comment il opère : il prend un mélange d'eau, d'alcool et d'acide acétique fort et y laisse séjourner quelques Amphioxus pendant une à deux semaines. Ce temps écoulé, il les retire, les porte dans une éprouvette remplie au tiers d'eau pure et agite celle-ci jusqu'à ce que l'animal soit entièrement désagrégé. Si l'on a pris trop peu d'acide acétique ou si la macération n'a pas été suffisamment prolongée, il peut se faire que l'opération ne réussisse point; on peut alors la faciliter en chauffant légèrement l'éprouvette avec une lampe à alcool. Quand l'animal se trouve ainsi réduit en quelque sorte à ses éléments histologiques, on verse le tout dans un verre de montre, on cherche et l'on découvre bientôt dans le liquide un filament de couleur blanche, c'est le système nerveux. Il suffit de l'enlever avec précaution au moyen d'une épingle et de le placer sur le porte-objet. Pour en faire l'étude, on peut se servir d'eau pure, de glycérine ou de tout autre liquide approprié.

Très-souvent, à dire vrai, le système nerveux obtenu de cette façon n'est point complet, mais les nerfs efférents sont

¹ Voir notre dernier numéro.

bien conservés, parfois même avec leurs plus fines ramifications.

Pour étudier la structure intime de l'axe nerveux, on peut ou bien en écarter les fibres avec de fines épingles et le colorer avec du carmin, ou bien le laisser de nouveau macérer dans de l'eau, à laquelle on ajoute quelques gouttes d'acide acétique, jusqu'à ce que ses parties élémentaires soient arrivées au point de se dissocier. En procédant de cette façon, M. Owjannikow a pu, pour la première fois, obtenir des préparations qui lui ont permis de voir très-distinctement et les cellules nerveuses et les rapports qu'elles contractent avec les fibres nerveuses.

Pour l'étude d'autres particularités, de la division des nerfs et de leur mode de terminaison par exemple, les Amphioxus conservés dans la liqueur d'Owen sont très-avantageux.

Les procédés employés par M. Owjannikow nous étant connus, j'arrive maintenant à l'exposé des faits contenus dans son travail.

Le système nerveux de l'Amphioxus est enfermé assez étroitement dans un canal dont les parois consistent principalement en fibres élastiques associées à un petit nombre d'éléments de tissu connectif. De la couche extérieure de ce squelette membraneux partent des fibres qui se portent, les unes directement en haut, d'autres sur les côtés entre les masses musculaires, d'autres en bas; ces dernières vont se perdre dans l'enveloppe de la corde dorsale.

La couche interne de ce tube protecteur peut être considérée comme l'analogue de la dure-mère; elle enveloppe les racines nerveuses à leur origine et envoie des prolongements dans l'intérieur du système nerveux central. A la surface de la moelle et intimement unie avec elle se trouve encore une autre membrane très-mince, riche en éléments cellulaires, entièrement comparable à la pie-mère des autres vertébrés.

La moelle est aplatie dans sa portion moyenne, un peu plus épaisse en avant, terminée en arrière par un long filament creux qui n'est point composé de fibres nerveuses, mais de cellules cylindriques faisant suite à celles qui tapissent intérieurement le canal central de la moelle. Vers l'extrémité antérieure, on aperçoit une fosse ovale dans laquelle s'ouvre

le canal médullaire. Cette dépression, qui offre quelque ressemblance avec le quatrième ventricule des autres vertébrés, est revêtue de cellules épithéliales; les parties situées en avant d'elle et sur ses côtés correspondraient au cerveau.

Contrairement à une opinion déjà émise, la moelle est uniforme dans toute son étendue, ses bords sont droits et sa surface dépourvue de toute espèce de renflements. Les racines nerveuses spinales présentent ce fait très-curieux de n'être point disposées symétriquement de chaque côté, mais de naître alternativement à des hauteurs différentes, tantôt de la portion latérale antérieure, tantôt de la portion latérale postérieure du cordon médullaire. Il n'existe aucune différence entre les nerfs qui naissent de la portion antérieure et ceux qui naissent de la portion postérieure de la moelle. Ils ont le même aspect et le même parcours. Les troncs primitifs des nerfs spinaux ne présentent aucun renflement; ils ont, ainsi que les rameaux secondaires et tertiaires, une forme aplatie.

Dans la moelle de l'Amphioxus, comme dans celle des autres vertébrés, la substance fondamentale appartient au tissu conjonctif. Les vaisseaux sanguins sont peu abondants. Au centre se trouve un canal de forme généralement arrondie, mais qui parfois aussi prend l'aspect d'une fissure verticale prolongée en arrière jusqu'à la face postérieure. Les parois de ce canal sont tapissées de cellules cylindriques délicates, dont l'une des extrémités se prolonge en un long filament qui va se perdre dans la substance fondamentale de la moelle. M. Owjannikow croit avoir aperçu des cils vibratiles sur quelques-unes de ces cellules, provenant de préparations obtenues au moyen de l'acide chromique. La face inférieure de la moelle présente de grosses cellules pigmentaires étoilées.

Au premier aspect, le tissu de la moelle paraît consister en une masse striée, finement granuleuse; mais lorsqu'on a recours au procédé indiqué précédemment, on parvient aisément à se convaincre de l'existence des cellules et des fibres nerveuses. Sur une coupe transversale de la moelle, on voit une quantité innombrable de fibres, coupées en travers, faire saillie hors de la masse fondamentale; les unes sont excessivement fines, les autres très-larges, quelques-unes d'une dimension relativement colossale. Ces fibres ne présentent rien qui puisse être comparé à une moelle nerveuse; on est ainsi

conduit à les considérer comme des cylindres de l'axe nus; le carmin les colore plus fortement que la substance fondamentale environnante. L'épaisseur des fibres est plus considérable vers l'extrémité antérieure de la moelle que dans sa partie caudale. Dans la région qui peut être considérée comme le cerveau ou la moelle allongée, elles disparaissent entièrement. Les fibres les plus grosses, au nombre de cinq à huit, sont situées de chaque côté en dehors et en dessous du canal central. Deux petits groupes de ces fibres existent aussi de chaque côté, l'un vers la face externe et supérieure, l'autre vers la face externe et inférieure. Les nerfs ne renferment nulle part de ces fibres nerveuses de large dimension. Il est fort probable que ces grosses fibres résultent de la fusion d'un certain nombre de fibres fines, ainsi que cela a déjà été vu et décrit chez les Crustacés par M. Owjannikow.

En outre des fibres longitudinales, on découvre aussi dans la moelle des fibres transversales. Ces fibres se portent des racines spinales vers les cellules nerveuses intérieures pour se mettre en rapport avec elles. Bien qu'il n'y ait pas de commissures bien apparentes, il est possible cependant de suivre des fibres d'une moitié de la moelle dans l'autre, non-seulement en dessous, mais encore au-dessus du canal central. Les cellules nerveuses ont le plus souvent une forme triangulaire ou étoilée, et possèdent toutes un noyau bien apparent. Elles sont de différentes grosseurs et le nombre en est très-peu considérable. Elles sont situées en partie sur les côtés du canal médullaire ou de la fissure médiane qui s'étend de celui-ci vers la face postérieure. Les plus grosses ont de 0^{mm},012 à 0^{mm},015; les plus petites, de 0^{mm},004 à 0^{mm},006.

En 1865, M. de Quatrefages, en étudiant le système nerveux périphérique, découvrit que les derniers ramuscules nerveux, après s'être divisés en fibres primitives, se terminent dans des corps ovales qu'il compara aux corpuscules de Pacini. Confirmé par Leuckart et Pagenstecher, ce fait fut nié par Marcusen. Cette divergence d'opinion peut s'expliquer par ce fait que les corpuscules en question n'existent pas dans toutes les parties du corps, mais seulement dans celles qui appartiennent à la sphère du trijumeau. On les trouve constamment à l'extrémité de la lèvre supérieure et de la lèvre inférieure. Ces renflements terminaux s'aperçoivent aisément sur des in-

dividus conservés dans la liqueur d'Owen ; on les voit bien aussi sur des préparations faites par l'alcool, mais pour cela il faut plonger celles-ci quelque temps dans de l'acide acétique très-étendu, dans de l'acide sulfurique, ou bien les faire bouillir dans de l'acide sulfurique faiblement étendu. Quand l'épithélium a été enlevé, on découvre avec une netteté remarquable les ramifications terminales du trijumeau. Sur les dernières de ces ramifications, on aperçoit, à l'aide d'un faible grossissement, de petits points, particulièrement sur le bord des lèvres. En ayant recours à un plus fort grossissement, on reconnaît que chacun de ces points n'est autre chose qu'une cellule ronde ou ovale dans laquelle vient se terminer une fibre primitive. Ces cellules offrent un contour nettement limité, un contenu finement granuleux et de couleur sombre, un noyau et quelquefois aussi un nucléole. Leur largeur est d'environ 0^{mm},010, leur longueur de 0^{mm},0143. Le noyau varie de 0^{mm},0033 à 0^{mm},0044. Ces cellules terminales sont tantôt régulièrement espacées, tantôt groupées au nombre de 2, 3 ou 4, et assez serrées les unes contre les autres.

Ce mode de terminaison des fibres nerveuses n'est point général ; on ne les trouve, comme je l'ai dit plus haut, que dans la sphère du nerf trijumeau, là où le sens du tact est, selon toute apparence, plus perfectionné. Pour les autres points de la peau, quelques faits portent M. Owjannikow à admettre que les fibres nerveuses se terminent dans les cellules épithéliales du revêtement extérieur. Dans quelques cas, rares il est vrai, il a pu voir une cellule cylindrique se continuer par son extrémité effilée avec une fibre qui présentait tous les caractères d'une fibre nerveuse. Kowalewsky, du reste, avait déjà, dans son travail sur le développement de l'Amphioxus, décrit et figuré ce mode de terminaison des fibres nerveuses.

En étudiant sur de gros Amphioxus conservés dans l'alcool le mode de terminaison des nerfs dans la peau, M. Owjannikow n'a plus trouvé dans les lèvres les organes nerveux décrits précédemment. A leur place se montraient des cellules épithéliales cylindriques un peu plus grosses qu'à l'ordinaire. Ce fait, dit-il, pourrait être un motif suffisant de considérer les renflements nerveux terminaux comme des cellules épithéliales modifiées.

ZOOLOGIE. — *Observation sur les origines de la branche operculaire du nerf latéral du pneumogastrique chez quelques poissons (M. Baudelot).*

Une des branches les plus importantes du nerf latéral du pneumo-gastrique est celle à laquelle on donne le nom de *rameau operculaire*. Cette branche se distribue, comme on le sait, aux muscles et à la peau de l'opercule, s'anastomosant avec la branche de même nom appartenant au nerf trijumeau. Les anatomistes dont les travaux ont eu pour objet le système nerveux des poissons se sont bornés jusqu'à présent à signaler la branche operculaire comme étant l'une des divisions du nerf latéral, mais sans entrer dans aucun détail au sujet de ses origines. *Er erstreckt sich vom Stamme des Seitennervensystems*, dit Stannius¹. Selon Büchner², la branche operculaire naît du bord supérieur du ganglion du pneumogastrique.

En poursuivant l'étude de la branche operculaire sur divers Cyprins, j'ai été conduit à reconnaître que les fibres qui la constituent proviennent non pas d'une source unique, mais bien de deux et quelquefois de trois sources différentes, à savoir : de la racine antérieure du pneumo-gastrique, de la racine postérieure de ce même nerf et du nerf trijumeau. Voici comment ont lieu ces origines chez le Goujon, l'un des types qui se prête le mieux à ce genre d'examen. Chez ce poisson, la branche operculaire se sépare du tronc latéral au niveau même de l'origine de ce dernier, c'est-à-dire au point où la racine antérieure du pneumo-gastrique s'unit avec la branche postérieure. Au premier abord, on pourrait en réalité croire que cette branche émane en entier du tronc latéral, mais ce n'est là qu'une fausse apparence, et si quelques-unes de ses fibres en proviennent réellement, la presque totalité de celles-ci possède une origine différente. De la base de la branche operculaire on voit, en effet, se détacher un faisceau de fibres relativement considérable qui croise la face supérieure et interne du tronc latéral pour se porter en dedans vers la racine

¹ *Das peripherische Nervensystem der Fische*, p. 97; 1849.

² *Mémoire sur le système nerveux du Barbeau* (dans les *Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Strasbourg*).

postérieure du pneumo-gastrique. Arrivé en ce point, le faisceau en question se partage en deux faisceaux secondaires : l'un, très-court, qui ne va pas au delà et se perd dans la racine postérieure ; l'autre, beaucoup plus long, qui descend au devant du bord antérieur de cette même racine, se porte en avant au-dessous des divisions du nerf acoustique et se jette dans le nerf récurrent du trijumeau.

Le trajet et les connexions de ce faisceau profond ne sont point constants, du reste, et l'on peut signaler à cet égard quelques variations qui ne sont point sans intérêt. Ainsi, chez le Goujon, j'ai observé à droite et à gauche deux dispositions tout à fait différentes. Du côté droit, le faisceau profond descendait, comme je viens de l'indiquer, au devant de la racine postérieure du pneumo-gastrique, passait au-dessous de l'acoustique et allait se jeter dans la portion du faisceau qui se porte vers la racine antérieure du pneumo-gastrique. Du côté gauche, le même faisceau profond, au lieu de descendre en avant de la racine postérieure, passait au travers des fibres de cette racine, à peu de distance de son bord postérieur, et allait se jeter directement dans la portion du faisceau récurrent qui se rend à la première paire spinale.

Dans la Vandoise, le nerf operculaire ne m'a plus présenté que deux faisceaux d'origine : l'un d'eux, très-court, mais très-distinct, émane directement du tronc latéral ; l'autre, beaucoup plus considérable, se porte en dedans pour gagner la face externe de la racine postérieure du pneumo-gastrique. Je n'ai point trouvé de faisceau profond en rapport avec la branche récurrente du trijumeau ; il est à noter, du reste, que la portion de cette branche récurrente, destinée à la première paire des nerfs spinaux, est ici très-grêle.

Des faits qui précèdent il résulte donc que chez les Cyprins les fibres de la branche operculaire peuvent provenir de trois sources différentes : de la racine antérieure du pneumo-gastrique, de la racine postérieure du même nerf et du nerf trijumeau.

Les fibres issues directement du tronc latéral semblent avoir en partie pour origine la racine antérieure du pneumo-gastrique. Celles qui proviennent du trijumeau peuvent arriver à la branche operculaire par plusieurs voies différentes, ou bien par l'intermédiaire de la portion du faisceau récur-

rent qui se jette dans la racine antérieure du pneumo-gastrique (Vandoise), ou bien par l'intermédiaire d'un filet distinct qui se sépare du faisceau récurrent à des hauteurs variables (Goujon).

Les résultats qui précèdent offrent encore, au point de vue morphologique, un véritable intérêt. Déjà dans un travail antérieur j'ai montré combien sont sujets à varier les rapports du faisceau récurrent du trijumeau avec les divisions du nerf acoustique. Les faits nouveaux que je viens de signaler achèvent de montrer combien est instable le mode de groupement des fibres dont l'ensemble constitue les troncs nerveux. Ces fibres se joignent, se disjoignent, s'écartent ou se rapprochent avec une extrême facilité; on les voit passer tantôt en avant, tantôt en arrière d'une même branche nerveuse voisine; elles peuvent traverser celle-ci de part en part, ou même, en s'écartant, l'enfermer dans une sorte d'anneau. D'où il suit que, lorsqu'il s'agit des divisions d'un nerf, l'origine apparente ou les connexions avec d'autres branches nerveuses sont des caractères de peu d'importance.

En généralisant ces faits, on arrive encore à cette autre conséquence: la substance blanche extérieure de la moelle étant formée par un assemblage de fibres qui sont la source des nerfs, on conçoit la possibilité que dans certains cas un certain nombre de ces fibres, émergeant plus tôt, puissent suivre un trajet extérieur à la moelle et *vice versa*. Ainsi seulement peuvent se comprendre certaines anomalies dont il est fort difficile de se rendre compte autrement. Je ne puis m'expliquer d'une autre façon l'absence complète du faisceau récurrent du trijumeau chez la Tanche, ce faisceau offrant un développement énorme chez tous les autres Cyprins.

Séance du 3 février 1869.

Présidence de M. SCHIMPER.

ORDRE DU JOUR. — Sur l'existence d'éléments de canal latéral dans toutes les écailles du Muge Capiton et sur les modifications du système nerveux qui en résultent (M. FÉE). — Sur la détermination de la densité des solides (M. MONOYER).

La parole est donnée à M. F. Fée pour une communication sur le Muge Capiton.

Toutes les écailles fort grandes qui revêtent le Muge Capi-

ton présentent un tube analogue à celui des écailles échancrées du Brochet¹. De grandeur médiocre et disposés sans ordre à la région ventrale, ces tubes, dont la direction est antéro-postérieure, ne tardent pas à se placer les uns à la suite des autres, mais ils ne communiquent pas entre eux et restent séparés par des intervalles égaux. Ils forment ainsi des rangées parallèles au nombre de sept ou huit, dont aucune ne peut être considérée comme représentant une ligne latérale proprement dite. La plus développée de ces rangées est en même temps la plus élevée; elle est contiguë aux nageoires dorsales. Faute de pièces suffisamment fraîches, il n'a pas été possible à l'auteur de constater la présence des corpuscules dans les tubes de ces écailles; cependant, comme elles semblent recevoir chacune la terminaison de l'un des filets que fournissent à la peau les branches nombreuses du système latéral ainsi que les nerfs intermédiaires, il se croit autorisé à les regarder comme analogues aux écailles échancrées du Brochet, et par conséquent à celles qui, chez les autres poissons, abritent à tour de rôle le canal latéral dans une petite partie de sa longueur.

M. Monoyer expose ensuite un moyen de détermination rapide de la densité des corps solides par l'emploi des aréomètres à poids constant. Ce procédé peut recevoir une application utile dans les excursions géologiques, lorsqu'on n'a pas besoin d'une grande précision.

L'opération est très-simple avec le densimètre de Rousseau. Il suffit de remplir d'eau la cupule de l'instrument jusqu'au trait de division qui marque 1 centimètre cube, puis de plonger le corps donné dans la capsule, et enfin d'enlever l'eau avec une pipette jusqu'à ce qu'elle atteigne le niveau primitif. Soit n la division d'affleurement de la tige du densimètre correspondant au cas où le corps est plongé, n' la division correspondant au cas où le niveau est ramené au repère dans

la cupule, la densité du corps sera exprimée par $\frac{n}{n' - n}$.

M. Hugueny transmet à la Société les remerciements du P. Secchi, récemment nommé membre correspondant.

Le secrétaire, SAINT-LOUP.

¹Voir la communication précédente.

Séance du 6 février.

Présidence de M. SCHIMPER.

ORDRE DU JOUR. — Sur le prix académique fondé par Son Excellence le ministre de l'instruction publique.

La Société est réunie extraordinairement pour donner, sur la proposition de Son Excellence le ministre de l'instruction publique, un sujet de composition pour le prix de 1000 francs fondé par Son Excellence. Ce prix, institué dans chaque Académie, est destiné à l'auteur du meilleur travail sur un sujet d'histoire, d'archéologie ou de science intéressant la circonscription académique.

La Société estime qu'il n'y a pas lieu de mettre au concours une question particulière.

Le président propose la nomination, comme membres correspondants, de M. James Stirton, docteur en médecine, un des créateurs de la Société de Glasgow, et de M. Ch. Grad, auteur de nombreux travaux géologiques. Cette proposition est adoptée.

M. Baudelot résume les expériences qu'il a faites sur la reproduction de diverses variétés de l'*Helix nemoralis*. Il a constaté que les Hélix blanches donnaient presque constamment naissance à des blanches, que les rayées donnaient aussi presque constamment des rayées. Les produits des Hélix très-peu rayées avaient des couleurs variables.

M. Baudelot pense qu'en alliant des Hélix blanches avec des Hélix pourvues de bandes très-nombreuses, on pourrait arriver à quelques conclusions sur la part d'influence des parents dans la reproduction et jeter quelque lumière sur la fonction génératrice des Mollusques gastéropodes restée jusqu'à présent si obscure.

Le secrétaire, SAINT-LOUP.

Séance du 3 mars.

Présidence de M. SCHIMPER.

ORDRE DU JOUR. — Sur l'audition (M. TERQUEM). — Indicateur totalisateur de M. Walt (M. SAINT-LOUP). — Communication sur les Aptychus (M. SCHIMPER).

Ouvrages reçus :

Abhandlungen der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin während dem Jahre 1867; 1867.

Société royale des sciences naturelles et math. du Danemark, avec 14 pl. lithogr.; Copenhague 1868.

Bulletin de l'Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg, t. XIII; 1868.

Mémoires de l'Académie des sciences de Saint-Petersbourg, t. XII; 1864-1866.

Mémoires de l'Académie royale des sciences de Belgique, t. XXXVII; année 1869.

Mémoires de la l'Académie impériale des sciences etc. de Lyon, t. XIII; 1866-1868.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, t. VI; 1868.

Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt zu Wien, t. XVIII; 1868.

Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar, 8^e et 9^e année; 1867 à 1868; publié en 1868.

Reale istituto Lombardo, di scienze e lettere Rendiconti, classe des sciences math. et natur., vol. IV; Milan 1867.

Reale istituto Lombardo etc., compte rendu, série II, vol. I; 1868.

Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des sciences à Harlem, rédigées par E. H. von Baumhann; t. III, 3^e, 4^e et 5^e livr. La Haye 1868.

Physique sociale ou Essai sur le développement des facultés de l'homme, par Ad. Quetelet; t. I. Paris, Bruxelles, 1869.

Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, Band XVIII, 1stes, 2tes, 3tes u. 4tes Heft; 1868.

Die Vegetationsverhältnisse von Croatien, par Dr Ag. Neilreich; herausg. von der k. k. zool. bot. Gesellschaft in Wien; 1868.

Proceedings of the natural history Society of Glasgow; 1868.

Nachrichten von der k. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen, pendant l'année 1868.

Neunter Bericht des Offenbacher Vereins für Naturkunde, du 12 mai 1867 au 12 mai 1868; Offenbach 1868.

Proceedings of the American philosophical Society, vol. X; 1868.

Proceedings of the royal geographical Society; Londres 1868.

Monatsbericht der k. preussischen Academie der Wissenschaften zu Berlin; novembre 1868.

Verhandlungen der physical. medtzin. Gesellschaft in Würzburg, vol. I, 3^e livr.; 1868.

Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, vol. X; Lausanne 1868.

M. Terquem, dans une intéressante communication sur la théorie de l'audition, montre que la théorie de Helmholtz, relativement au rôle de la lame spirale, avait déjà été indiquée en 1683 par un anatomiste français, Duverney, puis reprise par de Mairan, reproduite par l'abbé Nollet dans sa *Physique*, enfin abandonnée dans les traités modernes, lorsqu'elle fut émise et sagement développée par l'illustre physicien de Heidelberg.

M. Saint-Loup décrit une disposition nouvelle de l'indicateur Watt, à l'aide de laquelle on peut connaître par une lecture le travail de la vapeur sous le piston d'une machine, et par conséquent éviter la quadrature du diagramme fourni par la disposition ordinaire de cet appareil.

M. Schimper parle des Aptychus et prouve par de nombreux échantillons d'Ammonites, qu'il met sous les yeux de la Société et dans lesquels les Aptychus sont en place, que ces derniers doivent avoir occupé dans l'animal de l'Ammonite la même place qu'occupe l'osselet dans les Céphalopodes acétabulifères.

ACOUSTIQUE. — *Recherches historiques sur la théorie de l'audition* (M. A. Terquem).

Si l'étude des travaux modernes présente un grand intérêt, l'étude rétrospective des travaux effectués quand une science était encore dans l'enfance n'en présente pas moins; souvent on y découvre, à côté d'idées erronnées, des présomptions purement hypothétiques qui, oubliées et mises de côté pendant de longues années, reviennent au jour plus tard, et qui sont considérées alors comme des découvertes modernes, appuyées, il est vrai, sur des faits positifs; c'est ce qui est arrivé pour la théorie de l'audition.

M. Helmholtz, s'appuyant sur les travaux anatomiques de Corti relatifs à la lame spirale qui divise en deux parties la cavité du limaçon, fait de cet organe le siège principal de la perception des sons de diverses hauteurs; chaque fibre, d'a-

près Helmholtz, vibre à l'unisson d'un son particulier, la communication de mouvement se faisant par résonnance; de même si, devant un piano dont on a soulevé l'étouffoir, on produit un son, la corde qui est à l'unisson se met aussitôt à vibrer. Il faut remarquer que c'est en s'appuyant sur l'existence des fibres de Corti que Helmholtz a été conduit à proposer cette théorie ingénieuse et qui rend compte d'un grand nombre de faits inexplicés jusqu'ici.

Cet usage important de la lame spirale dans la perception des sons avait déjà été indiquée, hypothétiquement il est vrai, en 1683 par un anatomiste français, Duverney. Voici ce qu'il dit à ce sujet, dans son *Traité*, fort incomplet du reste, de *l'organe de l'ouïe*, puisqu'il croyait l'oreille interne remplie d'air :

« Enfin cette lame n'est pas seulement capable de recevoir
 « les tremblements de l'air, mais sa structure doit faire penser
 « qu'elle peut répondre à tous leurs caractères différents; car
 « étant plus large au commencement de sa première révolution
 « qu'à l'extrémité de la dernière, où elle finit en pointe, et ses
 « autres parties diminuant proportionnellement de largeur, on
 « peut dire que les parties les plus larges, pouvant être ébranlées
 « sans que les autres le soient, ne sont capables que de fré-
 « missements plus lents qui répondent par conséquent aux
 « sons graves; et qu'au contraire ses parties les plus étroites
 « étant frappées, leurs frémissements sont plus vites et ré-
 « pondent aux sons aigus, de sorte qu'enfin, selon les diffé-
 « rents ébranlements de la lame spirale, les esprits du nerf
 « qui se répand dans sa substance reçoivent différentes impres-
 « sions qui représentent dans le cerveau les diverses appa-
 « rences des sons. »

Cette opinion sur les fonctions de la lame du limaçon a été reprise et développée par de Mairan dans un travail intitulé : *Discours sur la propagation du son dans les différents tons qui le modifient*, lu le 4 mai 1737 à l'Académie des sciences. Dans ce travail se trouvent consignées des observations pleines de justesse sur le phénomène de la résonnance.

« Si l'on place deux clavecins l'un près de l'autre, que l'on
 « fasse jouer quelque pièce de musique sur l'un d'eux, on en-
 « tendra sur l'autre comme une nuance ou une idée légère de
 « ce qui se passe sur le premier. »

Il indique comment on peut s'assurer, à l'aide de chevalets de papier, des vibrations des cordes du deuxième clavecin. Cela le conduit naturellement à admettre l'hypothèse de Duverney pour expliquer la perception de sons de diverses hauteurs. Il y a même quelques indications qui pourraient faire croire que de Mairan avait aperçu les fibres de Corti, car il dit, en parlant de la lame spirale :

« Elle est dure, sèche et cassante, capable de ressort, tournée en hélice par son tranchant autour d'un cône osseux comme la chaîne d'une montre sur la fusée, et faisant, comme le limaçon, environ de ux tours et demi autour de ce noyau commun, diminuant insensiblement de largeur depuis sa base jusqu'à la pointe, et étant composée vers son tranchant extérieur d'une infinité de fibres transversales, qui forment une suite décroissante semblable à celle des cordes d'un clavecin ou des tuyaux d'un jeu d'orgue... »

Il y a, d'un autre côté, dans ce même travail des erreurs énormes sur la transmission du son par l'air, phénomène que de Mairan veut également rapprocher de celui de la résonance, en admettant qu'il y a dans l'air des particules variées en nombre indéfini, dont chacune vibre à l'unisson d'un son particulier.

La théorie de de Mairan sur la propagation du son et sur l'audition a été reproduite par l'abbé Nollet dans son *Traité de physique*; puis elle a été oubliée; dans les ouvrages modernes il n'en reste plus trace; mais c'est presque exactement la théorie de Duverney, qui se trouve énoncée de nouveau par l'illustre physiologiste de Heidelberg.

MÉCANIQUE. — *Indicateur-totalisateur de Watt*

(M. Saint-Loup).

Pour mesurer la pression de la vapeur sur le piston d'une machine dans ses diverses positions, Watt adaptait au cylindre de la machine un cylindre de petit diamètre dans lequel se mouvait un piston retenu par un ressort à boudin. La déformation du ressort mesurait la pression. On voit que l'indicateur de Watt n'était pas autre chose qu'un dynamomètre.

Mac Naught apporta à cet instrument un perfectionnement important, à l'aide d'une disposition très-simple qui fait

tracer à la tige du piston de l'indicateur une courbe dont l'ordonnée représente la pression, si le ressort est bien fait, et dont l'abscisse représente le chemin parcouru par le piston de la machine. Il en résulte que l'aire de cette courbe, entre deux ordonnées, représente le travail de la vapeur entre les deux positions correspondantes du piston de la machine. Pour la course complète du piston on obtient une courbe fermée dont l'aire représente le travail total.

La Société industrielle de Mulhouse a exprimé le désir de pouvoir connaître le travail par une simple lecture, estimant que l'indicateur de Mac Naught ne répond pas suffisamment aux exigences des expériences. Il m'a paru que la disposition suivante donne une solution au problème posé. Voici en quoi elle consiste :

Disposition du totalisateur. Conservons l'indicateur de Watt et fixons à la partie inférieure du petit cylindre une pièce solide S , servant de support à un arbre horizontal dont l'axe mn rencontre l'axe t de la tige du piston de l'indicateur (on peut considérer la figure comme représentant au quart ou au cinquième l'appareil en grandeur naturelle. On a choisi la disposition qui se prêtait le mieux à la représentation des diverses pièces. Le cylindre de la machine n'est qu'indiqué). Sur cet arbre est fixé un disque R , tronc conique, et un pignon p concentrique à l'arbre.

D'autre part, un autre disque A est monté sur un petit manchon concentrique, qui peut tourner à frottement doux sur l'extrémité de la tige de l'indicateur, tandis que cette tige s'élève ou s'abaisse par l'action de la vapeur ou du ressort. Le rayon a du disque est égal à la distance de l'axe t de la tige au plateau vertical R , en sorte que le bord du disque touche le plateau en quelque point de la parallèle à l'axe t menée par le centre du plateau. La tige de l'indicateur est carrée, afin qu'elle ne puisse tourner. Le manchon porte au-dessous du disque une petite gorge où s'engage un arrêt qui empêche le glissement du manchon suivant son axe. La hauteur du support est telle que le contact du disque avec le plateau a précisément lieu en m , au centre du plateau, quand la pression est nulle dans le cylindre.

Enfin une crémaillère, fixée à la tige du piston de la machine et parallèle à cette tige, peut engrener avec le pignon.

Théorie de l'appareil. Supposons l'appareil installé, on donne la vapeur, le piston se met en mouvement, la crémaillère conduit le pignon, le plateau R tourne et fait tourner le disque A , qui s'élève en même temps par la pression de la vapeur sur le piston de l'indicateur.

Il est aisé de démontrer que l'angle dont le disque A tourne pendant une portion quelconque de la course du piston de la machine mesure précisément le travail de la vapeur correspondant à cette course.

Nommons ρ le rayon du pignon,

a » du disque,

r la hauteur du disque au-dessus du centre du plateau,

p la pression dans le cylindre,

dh un déplacement infiniment petit du piston de la machine,

$d\alpha$ le déplacement angulaire corresp. du pignon,

$d\theta$ » » du disque;

on a évidemment

$$\rho \cdot d\alpha = dh$$

et comme le plateau R est solidaire du pignon

$$r d\alpha = a d\theta$$

D'ailleurs la distance r qui marque la contraction du ressort de l'indicateur est supposée proportionnelle à la pression p ; on a donc

$$r = kp$$

d'où

$$a\rho d\theta = kp dh$$

$$a\rho (\theta - \theta_0) = k \int_{h_0}^h p dh$$

Ainsi

$$T_{h_0}^h = \frac{ap}{k} (\theta - \theta_0)$$

Il ne reste plus qu'à adapter à l'appareil un compteur qui mesure l'angle $\theta - \theta_0$.

(La fin au prochain numéro.)

LE BUREAU.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES
DE STRASBOURG.

Ce Bulletin paraît tous les mois, s'il y a lieu, et est gratuitement adressé à tous les membres de la Société. Les personnes étrangères à la Société peuvent s'abonner à cette publication moyennant la somme de 3 fr. par an, qui peut être envoyée en timbres-poste au Président.

(Fin de la séance du 3 mars.)

MÉCANIQUE. — *Indicateur-totalisateur de Watt*
(M. **Saint-Loup**).

(Fin ¹.)

Mesure du travail. Pour cela fixons à la tige de l'indicateur un support *s* portant un axe, autour duquel peut tourner, dans le plan de l'axe de cette tige, une petite roue divisée, portant une denture. Sur le prolongement du manchon du disque, disposons une vis sans fin engrenant avec la denture de la roue. Enfin fixons un repère au support. La roue marquera le nombre de tours du disque *A* et la fraction pourra se lire sur ce plateau divisé en degrés.

Dispositions accessoires. Pour que l'appareil fonctionne convenablement, il faut que le disque *A* roule sur *R* sans glissement horizontal; il faut aussi que ce disque présente à sa tranche une faible épaisseur, 1 à 2 millimètres par exemple. Pour assurer le roulement, il est nécessaire que le contact ait lieu avec une pression suffisante. On obtiendra cette pression et on la réglera soit à l'aide d'un ressort disposé sur le support *S* et agissant sur l'extrémité de l'axe du plateau *R*, soit à l'aide de deux galets, munis de rondelles en caoutchouc et que l'on peut serrer avec des écrous. C'est cette dernière disposition qu'on a représentée sur la figure. La tranche du plateau *A* et la surface du plateau *R* doivent être un peu

¹ Voir notre dernier numéro.

élastiques; le bois ou une matière analogue me paraîtrait convenir pour leur construction. Il est essentiel que la masse du plateau *A* et du compteur soit aussi faible que possible pour que le plateau *A* ne puisse tourner en vertu de la vitesse acquise.

Embrayage. Pour compléter l'appareil, il convient de disposer un embrayage de façon que l'on puisse évaluer le travail pour une portion déterminée de la course du piston. On peut faire porter cet embrayage soit sur la transmission par le pignon, soit sur la transmission par le contact des plateaux, soit encore sur le compteur. Ce dernier moyen serait préférable, parce que le changement de vitesse porterait sur la partie la plus mobile de l'appareil, s'il n'avait l'inconvénient de donner lieu à des difficultés de lecture.

L'embrayage sur le pignon ne peut produire qu'une erreur très-faible, si les dents du pignon sont petites, et doit être préféré parce qu'il ne modifie pas les relations des pièces qui constituent l'appareil lui-même. Cet embrayage sera parfaitement suffisant s'il permet d'évaluer le travail depuis le commencement de la course du piston jusqu'à un point déterminé ou de ce point jusqu'à la fin de la course, puisqu'on pourra avoir par différence le travail correspondant à une portion quelconque de cette course. On réalise très-aisément cette condition en assemblant la crémaillère à son support de façon qu'elle puisse être fixée au support en un point quelconque de sa longueur. De cette façon, le piston pourra commencer à se mouvoir sans que la crémaillère commande le pignon. Quand l'extrémité de la denture de la crémaillère arrivera sur le pignon, la transmission commencera et continuera jusqu'à ce que le piston soit revenu à la position d'embrayage; puis elle cessera, pour reprendre à la seconde course dans les mêmes conditions.

Installation de l'appareil. L'appareil doit pouvoir s'installer sur des machines de diverses dimensions. Dans ce but, le bras de la crémaillère peut s'allonger ou se raccourcir, et la crémaillère peut être tournée autour d'un axe parallèle à sa direction (ces détails ne sont pas représentés dans la figure).

L'assemblage du régulateur étant invariable, on voit que par cette disposition la distance de la tige de l'indicateur à celle du piston peut varier dans des limites assez étendues

sans qu'il soit nécessaire de recourir pour l'installation à des dispositions particulières. La variété des longueurs du cylindre ne sera pas un obstacle en prenant la crémaillère assez longue.

Pour faire une expérience, on commence par fixer l'indicateur sur le cylindre de façon que la crémaillère puisse conduire le pignon dans toute sa course, on serre fortement l'indicateur sur le fond du cylindre à l'aide de l'écrou placé au-dessous du robinet. Le piston de la machine étant au bas de sa course, on fixe sur sa tige le bras de la crémaillère près de la boîte à étoupes, et on ajuste ce bras, ainsi que la crémaillère, de façon que celle-ci engrène avec le pignon. On amène ensuite le piston à la position correspondant au point de la course à partir duquel on veut évaluer le travail de la vapeur. Cela fait, on fait glisser la crémaillère dans sa propre direction, de façon que son extrémité inférieure commence à être en prise avec le pignon. On met le compteur au zéro sur le repère; le zéro du disque est alors en contact avec le plateau. On amène le piston de la machine au sommet de sa course, on ouvre le robinet de l'indicateur et on donne la vapeur.

On compte le nombre de coups de piston et on suit le zéro du compteur, dans le cas où l'on voudrait prolonger l'expérience au delà d'une révolution complète du zéro. Soit n le nombre de tours marqué par le compteur, θ l'angle dont le zéro du disque a tourné, P le nombre des coups de piston, $\frac{2n\pi + \theta}{P}$, angle dont le disque a tourné pour un coup de piston, et proportionnel au travail de la vapeur pour la course considérée aller et retour compris.

Tandis que la vapeur agit pour faire avancer le piston, la rotation du pignon et, par suite, celle du plateau, du disque et du compteur se font dans un certain sens. Dans le retour du piston, cette rotation s'effectue en sens contraire, en sorte que la position finale du compteur correspond au travail moteur de la vapeur, diminuée du travail résistant correspondant à la pression restante dans le mouvement de retour du piston. Il est aisé de saisir, si l'on veut, l'instant de ce changement de marche du compteur et par conséquent de connaître les deux parties dont se compose le travail total.

Séance du 5 mai 1869.

Présidence de M. BACH.

ORDRE DU JOUR. — Sur un petit centre nerveux en rapport avec la commissure de Haller chez l'Épinoche. Sur la structure intime du cervelet des poissons osseux. Observations relatives à la structure du squelette des Raies. De la régénération de l'extrémité céphalique chez le Lombric terrestre (M. BAUDELOT). — Sur la détermination de la parallaxe du soleil (M. BACH). — Sur la trajectoire des projectiles sphériques dans l'air (M. SAINT-LOUP). — Observations sur les glaciers du Grindelwald (M. CHARLES GRAD).

En l'absence du président et du vice-président empêchés, la séance est présidée par M. Bach.

M. Baudelot fait part d'une communication sur l'Épinoche, le cervelet des poissons osseux, le squelette des Raies et le Lombric terrestre.

M. Bach donne communication à la Société d'une nouvelle méthode pour la détermination de la parallaxe du soleil par l'observation du passage de Vénus en 1874. Il a reconnu qu'au moyen de l'observation des quatre contacts faite en un lieu déterminé, on arrivait à trouver la différence de parallaxe de Vénus et du soleil avec une approximation toujours assignable quand on connaît l'approximation avec laquelle on a observé l'instant de ces quatre contacts. La méthode employée par M. Bach a cet avantage considérable que le choix des stations est à peu près indifférent, et ce choix peut être fait de façon à éviter des installations pleines de difficulté dans des régions presque inaccessibles.

M. Saint-Loup expose le marche qu'il a suivie pour l'intégration des équations du mouvement des projectiles sphériques dans l'air. Il obtient l'ordonnée de la trajectoire en série développée suivant les puissances croissantes de l'abscisse. Il pense que cette expression peut remplacer avantageusement la formule établie par le commandant Welter et qu'il a publiée dans son Cours de balistique à l'École de Metz. Cette formule est en effet obtenue à l'aide d'une hypothèse consistant à introduire et à traiter dans le calcul comme une constante le rapport d'un arc de la trajectoire à sa projection, hypothèse que M. Welter corrige partiellement en divisant l'étude de la

trajectoire en segments et attribuant à la constante une valeur particulière pour chacun de ces segments.

Dans la discussion qui s'engage entre M. Welter et M. Saint-Loup sur l'utilité de l'emploi de la nouvelle formule, M. Bach est d'avis qu'il est évident *a priori* qu'une formule traduisant exactement la loi admise par M. Welter doit s'accorder mieux avec les expériences, si cette loi est vraie, qu'une formule approximative, et doit par conséquent être préférée. M. Welter met sous les yeux de la Société la formule fort compliquée du général Didion, qui du reste s'accorde, dit-il, médiocrement avec les expériences.

Il ajoute qu'il serait intéressant de comparer aux expériences la formule donnée par M. Saint-Loup; cette comparaison permettant de reconnaître s'il convient de regarder, ainsi que l'a proposé M. Welter, la résistance de l'air comme proportionnelle au cube de la vitesse du projectile.

Le secrétaire, SAINT-LOUP.

ZOOLOGIE (M. Baudelot).

Observation sur un petit centre nerveux qui se trouve en rapport avec le faisceau postérieur de la commissure de Haller chez l'Épinoche.

Sous le nom de *commissure de Haller* on désigne un ensemble de fibres nerveuses transverses qui, dans le cerveau des poissons, se montrent à la face inférieure dans l'espace compris entre les nerfs optiques et l'orifice de l'infundibulum. Cette commissure, ainsi que le fait remarquer avec raison Götsche, peut être considérée comme étant formée de deux parties parfois bien distinctes, l'une antérieure qui établit une liaison entre les nerfs optiques, l'autre postérieure qui environne en manière de demi-lune le *trigonum fissum*. C'est de cette dernière partie que je me propose de m'occuper ici; afin d'éviter toute confusion, je la désignerai sous le nom de *commissure du trigone*.

La commissure du trigone chez l'Épinoche se présente sous l'aspect d'un cordon blanc, étroit, nettement délimité et facile à suivre dans l'intérieur de la substance grise environnante. Lorsqu'elle a été isolée dans toute sa longueur, sa forme est à peu près celle d'un demi-cercle, ou plutôt d'un fer à

cheval dont la concavité regarde en arrière et dont le sommet embrasse l'orifice inférieur de l'infundibulum. Chacune des branches de cette courbe se porte en arrière en contournant l'infundibulum entre la base du lobe optique et la base du lobe inférieur correspondant ; elles s'arrêtent l'une et l'autre à peu près à la hauteur d'une ligne transversale qui passerait par le tiers antérieur des lobes inférieurs. Leur mode de terminaison offre une particularité des plus curieuses. Au lieu de se perdre dans les tissus environnants, chaque branche aboutit à un petit noyau de substance nerveuse, à contour parfaitement délimité, situé dans l'épaisseur de la substance grise qui constitue le pédicule du lobe inférieur. Ce petit noyau (le nodule commissural, comme je l'appellerai désormais) est appendu comme un grain de raisin à l'extrémité de la bandelette commissurale ; sa forme est arrondie ou légèrement ovalaire ; son volume de $\frac{1}{3}$ de millimètre environ ; il s'isole de la substance grise environnante avec une telle facilité qu'au premier abord on serait tenté de le prendre pour un petit ganglion¹. Ses rapports avec la commissure du trigone ne sont pas, du reste, les seuls qu'il présente ; de sa face inférieure on voit se détacher un pinceau de fibres qui plonge dans le lobe inférieur correspondant ; de sa face supérieure part un autre faisceau qui va se perdre dans la base du renflement semi-lunaire du même côté ; du bord antérieur enfin, et un peu en dehors du point d'implantation de la commissure du trigone, se détache un troisième faisceau qui se porte directement en avant jusqu'à la base du nerf optique, dans lequel on voit passer quelques-unes de ses fibres ; le reste du faisceau se confond avec la substance blanche qui borde en arrière le troisième ventricule.

La structure du nodule commissural mérite au plus haut point de fixer l'attention. On peut l'étudier de deux manières : sur des pièces fraîches ou sur des pièces ayant macéré dans du liquide salin. Il suffit de prendre un cerveau frais d'Épi-

¹Pour mettre à nu le nodule commissural, il faut placer le cerveau sur le côté, écarter le lobe inférieur du lobe optique correspondant, et inciser couche par couche la substance grise qui se trouve au point de jonction de ces deux parties. Cette dissection peut être faite sur un cerveau frais, ou mieux encore sur un cerveau ayant macéré un ou deux jours dans du liquide salin (solution saturée d'alun et de sel marin).

noche et de le comprimer entre deux verres sous le microscope pour apercevoir aussitôt par transparence le nodule commissural; c'est ainsi, du reste, que je l'ai découvert. Sous un grossissement de 30 à 40 diamètres environ, ce nodule offre l'aspect d'un petit corps arrondi, dans l'intérieur duquel on aperçoit un très-grand nombre de petits espaces clairs, de forme variable, très-rapprochés les uns des autres et séparés seulement par un peu de substance d'apparence granuleuse. Ces petits espaces clairs, dont les dimensions varient entre 0,05 à 0,10 de millimètre, font naître au premier abord l'idée de globules ganglionnaires; mais comme, en comprimant davantage la préparation, ils finissent par disparaître et par se confondre avec la substance granuleuse interposée, force est de recourir à un autre procédé pour établir quelle en est la nature. En pratiquant des coupes directement sur le nodule commissural¹, je suis parvenu à reconnaître que ce petit corps est formé d'un mélange de fibres nerveuses fines, de cellules nerveuses et d'une faible quantité de substance granuleuse interposée. Les fibres nerveuses proviennent des divers faisceaux signalés précédemment avec lesquels le nodule se trouve en rapport. En pénétrant dans le nodule, ces fibres m'ont paru se replier sur elles-mêmes et s'enchevêtrer; elles se groupent de manière à circonscrire de petits îlots, dans l'intérieur desquels se trouve compris un certain nombre de cellules nerveuses. Ce sont ces petits îlots qui constituent les espaces plus clairs dont j'ai parlé et que l'on aperçoit dans l'intérieur du nodule par l'effet seul de la compression.

Les cellules nerveuses appartiennent à la catégorie des cellules multipolaires; beaucoup d'entre elles sont tripolaires, d'autres sont allongées et seulement bipolaires; leur contenu est finement granuleux, sans noyau apparent. Leurs dimensions sont assez variables. Quelques cellules triangulaires

¹Voici comment j'opère: après avoir laissé macérer un cerveau d'Épinoche pendant un jour ou deux dans du liquide salin, je l'extrais de ce liquide et je le transporte dans une cuvette remplie d'eau pure; j'isole le nodule par la dissection, je l'enlève et je le place sur une lame de verre au milieu d'une gouttelette de solution très-épaisse de gomme; je laisse sécher, et lorsque la préparation a acquis la consistance de la cire, je fais des coupes du nodule avec un rasoir bien tranchant. Ces coupes, imbibées avec de l'eau pure, sont ensuite examinées sur un très-fort grossissement (500 à 600 diamètres environ).

m'ont offert un diamètre moyen de 0,006 à 0,008 de millimètre; parmi les cellules oblongues, j'en ai trouvé qui mesureraient 0,006 en largeur et 0,01 en longueur; d'autres 0,01 en largeur et 0,018 à 0,02 en longueur. De chacun des pôles naît un prolongement, qui dans quelques cas m'a paru se continuer bien nettement avec les fibres nerveuses environnantes.

Par sa structure, le nodule commissural paraît donc représenter un petit centre nerveux vers lequel convergent des fibres nerveuses émanées de divers points de l'encéphale; ces fibres se trouveraient mises en rapport les unes avec les autres par l'intermédiaire de petites cellules nerveuses. Cette disposition toute particulière des éléments nerveux dans l'intérieur du nodule mérite d'appeler sur ce petit organe l'attention des histologistes¹.

Observations sur la structure intime du cervelet des poissons osseux.

Lorsque l'on soumet au microscope une coupe transversale très-mince du cervelet d'un poisson, on arrive avec un peu d'attention à distinguer sur cette coupe trois zones concentriques d'éléments parfaitement caractérisés: une zone externe ou corticale de peu d'épaisseur, une zone centrale d'une étendue considérable, enfin entre la zone centrale et la zone corticale une zone intermédiaire ou zone moyenne très-étroite. Ces résultats se trouvent établis non-seulement par mes propres recherches, mais encore par celles d'Owjannikow, de Barteneff, et par les recherches plus récentes de Stieda sur le système nerveux central des poissons osseux².

La couche corticale, de couleur plus pâle, se compose d'un mélange de substance fondamentale granuleuse, de noyaux et de fibres nerveuses fines offrant l'aspect de cylindres de l'axe. La zone centrale est formée à peu près exclusivement de noyaux semblables à ceux que l'on trouve disséminés dans la couche corticale, ainsi que de fibres nerveuses. La zone moyenne consiste en un amas de grandes cellules, de fibres, de substance

¹ J'ai constaté depuis l'existence du nodule commissural chez la Perche.

² *Studien über das centrale Nervensystem der Fische*, von Dr. Ludwig Stieda, Prosector und ausserordentlichem Professor in Dorpat, mit zwei Tafeln. Leipzig 1868.

fondamentale et de noyaux mélangés. C'est sur les cellules de cette zone moyenne que je me propose d'appeler ici l'attention.

D'après Stieda, ces cellules sont la plupart fusiformes, quelques-unes arrondies ou piriformes avec un noyau et des nucléoles bien apparents; elles sont pourvues de un ou de deux prolongements toujours indivis, dont l'un pénètre et disparaît dans la couche corticale, et dont l'autre s'enfonce dans la couche centrale.

A ces observations de Stieda, je dois ajouter que jamais je n'ai trouvé de cellules véritablement unipolaires; lorsque j'en ai rencontré sous cette forme, il m'a toujours été facile de constater qu'il y avait eu arrachement de l'un des filaments polaires; toutes les cellules que j'ai pu étudier isolément étaient pourvues de deux pôles; ce n'est tout à fait que par exception que j'ai cru reconnaître des cellules sur lesquelles il semblait avoir existé trois pôles.

Ainsi que le fait remarquer Stieda, les prolongements de ces cellules sont toujours indivis; mais un autre fait des plus intéressants dont il ne parle point est le suivant: les prolongements qui naissent de chacun des pôles ne sont point identiques; l'un d'eux est très-fin à son origine et ressemble complètement à un cylindre de l'axe; l'autre est constamment d'une largeur bien supérieure à celle du premier et semble constitué par un prolongement de la membrane de la cellule; ces dimensions de la fibre large se conservent jusqu'à une certaine distance au delà de la cellule, et lorsque cette fibre se trouve rompue, il m'a semblé dans certains cas voir saillir du milieu de la cassure une fibrille qui pourrait bien être un cylindre de l'axe. Ces faits ayant été constatés par moi d'une façon constante sur toutes les cellules du cerveau du Brochet et de la Carpe, je me trouve donc fondé à admettre qu'il doit en être de même pour d'autres poissons.

Si quelque anatomiste tient à vérifier mes assertions, je l'engagerai à choisir le Brochet de préférence à la Carpe comme sujet d'expérience. La préparation est fort simple, du reste, et n'exige ni beaucoup d'adresse ni de longs tâtonnements: il suffit d'extraire l'encéphale immédiatement après la mort et de le laisser macérer de 10 à 20 heures dans de l'eau pure; après ce laps de temps, le tissu cérébral offre une ten-

dance à se désagréger et ses éléments se dissocient avec beaucoup plus de facilité qu'à l'état frais ; si l'on détache alors un fragment du cervelet de manière à emporter en même temps une portion de la zone moyenne, en l'écrasant avec précaution entre deux verres sous le microscope, on verra un certain nombre des grandes cellules de la zone moyenne s'isoler et nager dans le liquide. Il sera facile de constater sur ces cellules les faits énoncés plus haut. Peut-être ne sera-t-il point inutile d'ajouter que l'emploi de grossissements variés est ici indispensable. Un objectif faible (100 diamètres environ) servira très-avantageusement pour rechercher les cellules dans l'intérieur de la préparation ; un objectif d'une puissance beaucoup plus grande (500 à 600 diamètres) devient nécessaire pour en étudier convenablement la structure.

En ce qui concerne la structure des zones centrales et corticales, je me bornerai aujourd'hui à parler de ces petits corps désignés par certains auteurs sous le nom de *noyaux*. Afin de ne rien laisser préjuger sur leur nature encore mal déterminée, je les désignerai par cette expression : *corpuscules du cervelet*.

Ces organites, dont le diamètre est environ de 0,004 à 0,006 de millimètre, offrent à l'état frais un aspect assez homogène ; quand on les laisse séjourner quelque temps dans de l'eau pure, ils présentent les caractères de petits organes vésiculeux, et l'on voit apparaître dans leur intérieur un certain nombre de grosses granulations foncées. Leur résistance à la destruction est du reste très-considérable, car il m'est arrivé de les retrouver avec tous leurs caractères après plusieurs jours de macération dans l'eau.

Deux questions capitales se présentent au sujet de ces corpuscules du cervelet :

1° Dans quels rapports se trouvent-ils relativement aux fibres nerveuses ?

2° Sont-ils des éléments nerveux ou bien seulement des éléments de tissu connectif ?

Owjannikow et Stieda, qui considèrent l'un et l'autre les corpuscules du cervelet comme de petits corps cellulaires, ne sont point d'accord relativement aux connexions à admettre entre ces organites et les fibres nerveuses. Owjannikow, pour qui les corpuscules sont de petites cellules nerveuses, admet, comme d'autres savants, pour le cervelet des vertébrés supé-

rieurs, un rapport de ces cellules avec les fibres nerveuses pourvues de moelle, par l'intermédiaire de très-fins prolongements; d'autre part, Stieda confesse qu'il n'a jamais pu saisir de rapports entre les corpuscules et les fibres nerveuses. Dans un travail de date déjà ancienne, mais publié tout récemment¹, j'ai émis d'abord une opinion conforme à celle d'Owjannikow: j'ai regardé les corpuscules du cervelet comme de petites cellules multipolaires. Une étude plus approfondie de la question m'a conduit depuis lors à abandonner ma première manière de voir; je considère à présent les corpuscules du cervelet comme des organites indépendants des fibres nerveuses. Assez souvent, il est vrai, il m'est arrivé de voir se détacher, de la surface des corpuscules, un ou deux prolongements d'une extrême finesse. Mais en analysant ces rapports, j'ai acquis la conviction que les filaments que j'avais sous les yeux, au lieu d'être des fibres nerveuses, n'étaient autre chose que des filaments artificiellement formés par l'étirement de la substance fondamentale ou connective légèrement visqueuse interposée entre les corpuscules.

Il est facile de s'assurer du fait en examinant sous un très-fort grossissement un fragment de cervelet écrasé dans quelques gouttes d'une solution de sulfate de soude. Entre les flots formés par les amas de corpuscules et de substance fondamentale mélangée, on voit, en pressant légèrement sur le couvre-objet, s'établir de petits courants rapides tendant à entraîner les particules qui se trouvent sur leurs bords. En suivant ce phénomène avec attention, on voit fréquemment des corpuscules détachés des bords et emportés par le courant s'arrêter tout à coup, retenus par une bride mince de substance connective; sous l'influence de la traction exercée par le courant, cette bride peut s'étirer en un filament qui tantôt s'allonge et se rompt brusquement, tantôt résiste et persiste sous forme de fibre d'une minceur extrême à laquelle le corpuscule reste appendu; lorsque le repos s'est établi, cette fibre artificiellement formée peut être prise très-aisément pour une fibre nerveuse d'une grande finesse, dont elle offre du reste tout à fait les caractères. Si Owjannikow a pu apercevoir des fibres en rapport avec les corpuscules, je

¹ *Recherches sur l'anatomie comparée de l'encéphale des poissons (Mémoires de la Société des sciences naturelles de Strasbourg, 1869).*

suis porté à croire que ce qu'il a vu n'est pas autre chose que des filaments de cette nature formés par l'étirement de la matière connective. Mon opinion actuelle est que les fibres nerveuses et les corpuscules du cervelet constituent des éléments anatomiquement indépendants.

Je passe maintenant à la seconde question : les corpuscules du cervelet sont-ils ou non des éléments nerveux ?

De ce fait que les corpuscules du cervelet ne sont point en rapport immédiat avec les fibres nerveuses, faut-il conclure que ces organites n'appartiennent point au tissu nerveux ? Non, assurément ; car jusqu'à présent rien n'établit avec certitude que tout élément nerveux doive contracter nécessairement des rapports avec une fibre nerveuse¹. Mais, d'autre part, on peut aussi se demander si ces corpuscules ne seraient point des noyaux appartenant au tissu connectif.

Barteneff est de cet avis ; Stieda, qui d'abord avait aussi défendu cette manière de voir, l'a abandonnée depuis, mais en laissant la question indécise. L'argument qui me paraît avoir le plus de poids contre l'hypothèse qui tendrait à considérer les corpuscules du cervelet comme une dépendance du tissu connectif est le suivant : pris dans leur ensemble, les corpuscules du cervelet constituent la moitié au moins, peut-être même les trois quarts de la totalité de cet organe ; or il semble assez difficile d'admettre dans un centre nerveux et en proportion si considérable l'existence d'une substance étrangère à l'élément nerveux. Cet argument n'est point sans réplique cependant. Un fait non moins bien établi est l'extrême vascularité de la substance grise ; il suffit, pour s'en convaincre, de comprimer légèrement entre deux verres un cerveau frais d'Épinoche et de l'examiner sous un grossissement de 100 diamètres environ ; on apercevra dans l'intérieur de la substance du cervelet, mais surtout dans celle des lobes antérieurs, un réseau vasculaire d'une richesse extrême ; les éléments de ce réseau doivent sans aucun doute être entourés d'une certaine quantité de substance connective. A dire vrai cependant, la multiplicité de ces vaisseaux ne me paraît point encore suffisante pour expliquer l'extrême abondance des cor-

¹ L'existence indubitable de cellules apolaires dans les centres nerveux de certains invertébrés (Lombric terrestre, Sangsue) est une preuve du contraire.

puscules du cervelet. Un fait de plus de poids à mes yeux, sinon contre la nature nerveuse des corpuscules, du moins contre l'hypothèse de leur union avec les fibres nerveuses, est le volume relativement faible des faisceaux de substance blanche qui émanent du cervelet. Si, comme le prétend Owjannikow, chaque corpuscule se trouvait en rapport par ses prolongements avec une fibre à moelle, le nombre incalculable de ces corpuscules devrait fournir une masse de substance blanche beaucoup plus considérable qu'elle ne l'est en réalité.

La question, comme on le voit, attend encore une solution. Une étude plus complète du développement embryonnaire serait sans doute la meilleure voie à suivre pour apporter dans le débat quelque lumière.

Observations relatives à la structure du squelette des Raies.

Le squelette des Raies se compose, comme on le sait, de pièces cartilagineuses revêtues à leur surface d'une sorte de croûte solide plus ou moins résistante. Ce revêtement extérieur ou couche corticale est formé, comme les couches plus profondes, de tissu cartilagineux, mais toujours plus ou moins modifié et incrusté de sels calcaires, d'où résultent pour lui, jusqu'à un certain point, les apparences du tissu osseux. C'est de ce revêtement extérieur seul que je me propose de m'occuper ici.

Jean Müller d'abord et après lui d'autres anatomistes¹ ont appelé l'attention sur le mode de structure tout particulier du revêtement extérieur du squelette des Sélaciens; ils nous ont appris que ce revêtement ne forme point un tout continu, mais qu'il se trouve composé d'une multitude de petites lamelles polygonales juxtaposées et placées les unes auprès des autres comme les pièces d'une mosaïque. Bien que resté longtemps inaperçu, ce fait est en effet des plus faciles à constater. Il suffit d'un coup d'œil jeté sur le squelette desséché d'une Raie (du *Raja clavata* par exemple) pour reconnaître que sa surface présente un aspect chagriné; un peu d'atten-

¹Leydig, *Traité d'histologie comparée de l'homme et des animaux*, traduit par Lahillonne, p. 174; 1866.

tion et l'emploi d'une simple loupe permettent de distinguer aisément la disposition en mosaïque signalée par Müller⁴.

Les lamelles qui composent le revêtement extérieur ont sur une Raie adulte $1/2$ millimètre de diamètre environ ; il paraît du reste, d'après Leydig, que leurs dimensions sont en rapport avec l'âge. Leur forme est le plus souvent hexagonale, parfois pentagonale, ou même quadrilatère ; leurs bords sont pourvus de fines dentelures, qui s'engrènent avec des dentelures semblables développées sur les bords des pièces voisines. D'ordinaire, ces lamelles restent indépendantes l'une de l'autre ; sur certains points du squelette cependant (corps vertébraux) un certain nombre d'entre elles peuvent se souder et se confondre de manière à former un tout continu. Ajoutons néanmoins que cette disposition reste toujours très-limitée. Sur certains points, les lamelles de revêtement prennent un aspect tout particulier : au lieu de tablettes polygonales à surface pleine, chacune d'elles représente une petite étoile pourvue de branches multiples dont les extrémités s'articulent avec celles de branches semblables appartenant aux pièces voisines. De la juxtaposition de ces lamelles étoilées résulte la formation d'un réseau solide, à travers les mailles duquel on aperçoit le cartilage sous-jacent avec ses caractères ordinaires.

La forme tabulaire et la forme stellaire ne se montrent point indifféremment dans toutes les régions du squelette. La première, sauf quelques exceptions isolées, s'observe sur toutes les pièces centrales ; la seconde se manifeste de préférence au voisinage des extrémités ; je l'ai toujours rencontrée, par exemple, sur les derniers segments des pièces carpiennes ; les plaques étoilées développées sur ces segments ont une forme assez variable du reste, elles possèdent de trois à six branches, et constituent par leur ensemble un réseau à mailles allongées, irrégulières et d'autant plus larges qu'on les considère dans un point plus rapproché de l'extrémité du carpe.

Lorsque l'on soumet au microscope une lamelle de revêtement privée de ses sels calcaires au moyen d'un acide, on re-

⁴ Pour dépouiller le squelette de ses chairs, on peut avoir recours à l'ébullition dans l'eau, qui n'a point d'action sur le revêtement extérieur des cartilages. C'est le mode de préparation le plus convenable et le plus expéditif.

connaît aisément qu'elle se compose de cellules de cartilages très-serrées les unes contre les autres, et formant des séries qui se portent en rayonnant du centre vers la périphérie. L'abondance extrême de ces cellules dénote à l'intérieur des plaques de revêtement un travail très-actif de végétation cellulaire. Quant à l'incrustation calcaire, il est facile de s'assurer qu'elle commence toujours par le centre de la tablette, que de là elle s'étend en rayonnant vers les bords, mais qu'au lieu de se propager d'une manière uniforme, elle s'effectue d'ordinaire suivant un certain nombre de directions déterminées, de manière à produire, au début, des plaques étoilées entre les branches desquelles le travail de *sclérogénèse*¹ marche d'une façon beaucoup moins rapide.

La disposition des plaques de revêtement à la surface des rayons des nageoires n'a point jusqu'ici appelé l'attention des anatomistes ; elle mérite cependant d'être étudiée.

Sur un squelette desséché, les rayons des nageoires, comme on le sait, offrent l'aspect de longues tiges *noueuses* articulées, composées d'un nombre variable de petites tigelles ou colonnettes, élargies aux deux extrémités et placées bout à bout². Cet aspect, disons-le, n'est point naturel. A l'état frais, les rayons ne forment pas ainsi des tiges noueuses, ils se trouvent constitués par une suite de segments cartilagineux offrant les caractères de cylindres plus ou moins aplatis et d'un calibre à peu près uniforme dans toute leur étendue. Les nodosités sont le résultat de la dessiccation qui agit par retrait sur la substance du cartilage, tout en restant sans action sur les parties envahies par l'incrustation. Ici,

¹ σκληρος, dur, γεννωω, je produis. Le mot *ossification* signifiant formation de tissu osseux, et impliquant toujours l'idée de cellules osseuses ramifiées, je préfère lui substituer celui de *sclérogénèse*, qui offre un sens beaucoup plus général et peut s'appliquer à toute espèce de tissu, s'incrustant de sels calcaires comme le tissu osseux.

² Chaque rayon de la pectorale se bifurque une fois dans le trajet qu'il parcourt du bord interne de la nageoire à son bord externe. Cette bifurcation se fait plus ou moins tôt, suivant la place occupée par le rayon. Pour les rayons du milieu de la nageoire, la bifurcation ne s'effectue guère que vers le neuvième ou le dixième segment ; dans les rayons voisins des extrémités, elle a lieu déjà à la hauteur du cinquième, du quatrième et même du troisième segment. Comme règle générale, on peut établir que la bifurcation se manifeste d'autant plus tôt qu'il s'agit de rayons plus rapprochés des angles antérieurs et postérieurs.

en effet, contrairement à ce que l'on observe dans les portions centrales du squelette, l'inscrustation ne se manifeste d'ordinaire que sur une portion très-restreinte de la surface des segments cartilagineux; le plus souvent elle se trouve limitée à la portion moyenne des faces inférieure et supérieure, ainsi qu'aux deux extrémités des segments, où elle détermine la présence de ces petits renflements que l'on remarque au voisinage de chaque articulation. Quant aux faces latérales des segments, elles se montrent formées simplement par du cartilage, dans les rayons de la pectorale du moins, car dans la nageoire abdominale on peut rencontrer aussi un certain nombre de segments incrustés sur toute leur surface.

Ces quelques mots suffiront, je pense, pour faire comprendre tout l'intérêt que peut offrir, au point de vue morphologique, une étude plus approfondie du revêtement extérieur des rayons des nageoires.

La disposition des lamelles de revêtement est sujette à présenter de très-nombreuses variations, non-seulement d'un rayon à l'autre, mais encore dans les divers segments d'un même rayon. Il est à remarquer, toutefois, que ces variations ne sont point complètement abandonnées au hasard, mais que l'on voit certaines formes caractéristiques se reproduire à peu près dans le même ordre dans l'étendue de chaque rayon. Telle d'entre elles, par exemple, ne s'observe jamais que dans les segments de la base, telle autre que dans les segments de la région moyenne, telle autre enfin que sur ceux de l'extrémité. Dans l'impossibilité de décrire ici avec détail toutes ces variétés de formes, dont il sera facile du reste de prendre une idée beaucoup plus exacte sur la nature, je me bornerai à indiquer un certain nombre de dispositions typiques, autour desquelles viendront se grouper aisément toutes celles que l'on pourra observer.

1° Les lamelles d'ossification forment un revêtement continu sur toute la surface du segment. Cette disposition ne se manifeste que dans les rayons de la nageoire abdominale (*Raja clavata*) sur les segments les plus rapprochés de la base.

La fin au prochain numéro.

LE BUREAU.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES
DE STRASBOURG.

Ce Bulletin paraît tous les mois, s'il y a lieu, et est gratuitement adressé à tous les membres de la Société. Les personnes étrangères à la Société peuvent s'abonner à cette publication moyennant la somme de 3 fr. par an, qui peut être envoyée en timbres-poste au Président.

(Suite de la séance du 5 mai.)

ZOOLOGIE (M. **Baudelot**).

Observations relatives à la structure du squelette des Raies.

(Fin¹.)

2^o Sur chacune des faces supérieure et inférieure du segment on aperçoit un revêtement *assez étendu* de plaques polygonales juxtaposées ou d'étoiles irrégulières formant un réseau à mailles allongées. Ces deux dispositions se voient sur les segments de la base des rayons qui se trouvent en rapport avec le carpe. La forme réticulée se manifeste aussi à un degré plus ou moins marqué, surtout au voisinage de leurs deux extrémités, dans tous les segments compris entre la base du rayon et le point où commence la bifurcation².

3^o Chacune des faces supérieure et inférieure du segment présente deux rangées longitudinales plus ou moins parallèles de pièces ordinairement quadrilatères, séparées l'une de l'autre et réunies de distance en distance par de petites traverses ou branches anastomotiques. Cette disposition se rencontre fréquemment dans les segments qui sont en rapport avec le carpe et dans le segment qui précède celui où commence la bifurcation.

4^o Sur chaque face existent, comme dans le cas précédent,

¹ Voir notre dernier numéro.

² Cette description et toutes celles qui suivent ne s'appliquent qu'aux rayons de la nageoire pectorale.

deux rangées longitudinales de pièces quadrilatères, mais non séparées l'une de l'autre. Cette disposition se rencontre également dans les segments voisins du carpe.

5° Sur chaque face existe une seule rangée de pièces quadrilatères assez larges, résultant évidemment de la soudure de deux rangées contiguës de pièces quadrilatères plus petites. Cette disposition est fréquente dans les segments les plus rapprochés du carpe.

6° Sur chaque face du segment on voit deux rangées, d'abord confondues en une seule, sur la ligne médiane. Ces deux rangées se séparent ensuite et divergent de manière à former une sorte d'Y. Cette disposition est particulière aux segments, où commence à s'effectuer la bifurcation.

7° Sur chacune des faces supérieure et inférieure du segment on aperçoit deux rangées parallèles de petites pièces quadrilatères très-régulières; ces rangées sont écartées l'une de l'autre et tout à fait indépendantes. Les deux rangées de la face supérieure correspondent exactement à celles de la face inférieure. Cette disposition s'observe dans le segment où s'effectue la bifurcation.

8° Sur chacune des faces supérieure et inférieure du segment il n'existe plus qu'une seule rangée médiane de petites pièces quadrilatères, simples et très-régulières. La rangée de la face supérieure correspond exactement à celle de la face inférieure; le cylindre cartilagineux est très-mince, fortement aplati, et l'incrustation s'avance jusqu'au centre; d'où il résulte que la série d'articles appartenant à l'une des faces se trouve en contact immédiat avec celle du côté opposé. Cette disposition, qui rappelle tout à fait celle que l'on observe dans les rayons des nageoires des poissons osseux, ne se voit que dans les segments situés au delà du point où s'est faite la bifurcation.

9° Sur chaque face il n'existe, comme dans le cas précédent, qu'une seule rangée médiane, très-étroite; mais cette rangée, au lieu d'être formée d'une série unique d'articles quadrilatères, se compose d'une multitude de petites pièces irrégulières, juxtaposées en manière de mosaïque. Cette disposition ne se manifeste que dans les segments terminaux des rayons de la nageoire.

Telles sont les formes principales qu'affectent dans leur groupement les pièces de revêtement des rayons cartilagineux. Ajoutons encore que plusieurs de ces formes peuvent se combiner entre elles de manière à produire d'autres formes dérivées, dont il est aisé de se rendre compte, mais dont l'étude offre trop peu d'importance pour nous arrêter davantage. Je me bornerai à faire remarquer que la disposition des lamelles n'est point toujours absolument identique sur les deux faces d'un même segment : il peut se faire, par exemple, que d'un côté l'on observe deux rangées plus ou moins écartées, et, de l'autre, une rangée seulement; mais dans ce cas, ainsi qu'il est facile de s'en assurer, la rangée unique est toujours le résultat de la fusion de deux rangées contiguës en une seule. Ce défaut de symétrie ne se montre, du reste, que dans les segments compris entre la base de la nageoire et le point où a lieu la bifurcation, jamais au delà.

Si maintenant nous cherchons à grouper dans une même pensée générale tous les faits qui précèdent, nous serons conduits à reconnaître qu'ici, comme partout ailleurs, la nature a su à très-peu de frais se créer toutes les ressources d'une variété presque sans bornes. Toutes ces dispositions si variées des lamelles que nous venons de signaler dans le revêtement extérieur du squelette cartilagineux se trouvent en réalité subordonnées à un très-petit nombre de conditions essentielles; elles dépendent :

1° De la manière dont s'effectue l'incrustation calcaire autour de chaque centre sclérogène.

2° Du nombre, de la position relative et du degré d'indépendance des centres sclérogènes.

a) Chaque lamelle du revêtement extérieur correspond, avons-nous dit, à un centre sclérogène. Or, dans chacun de ces centres pris isolément, l'incrustation calcaire peut s'accomplir de façons très-différentes, mais qui toutes cependant peuvent être considérées comme des manifestations à des degrés différents d'un seul et même phénomène, la *sclérogénèse irradiante*. — Lorsque l'incrustation s'étend en rayonnant d'une manière uniforme à partir d'un point central, il en résulte une lamelle de sclérochondre¹ à surface continue;

¹ σκληρος, dur; χονδρος, cartilage. Cartilage incrusté de sels calcaires, mais dépourvu de cellules osseuses ramifiées.

quand, au contraire, elle se propage en suivant la direction d'un nombre de rayons limité, ce n'est plus une tablette pleine que l'on voit se produire, mais une lamelle étoilée pourvue d'un nombre de branches variable. Le nombre de ces branches s'élève d'ordinaire à 5 ou 6, mais d'autres fois il n'est que de 4, de 3 ou de 2. Souvent même on le trouve réduit à une seule. Ce dernier fait s'observe fréquemment dans les segments de la base des rayons, où l'on rencontre entre deux rangées de pièces parallèles de petites traverses anastomotiques. Beaucoup de ces traverses représentent la branche unique d'une étoile dont toutes les autres branches sont avortées. Deux rayons qui se développent en sens diamétralement opposé déterminent la formation d'une lamelle quadrilatère : ainsi paraissent se constituer les plaques si régulières qui se voient dans les segments placés immédiatement au delà du point où s'effectue la bifurcation.

Ici se présente un fait sur lequel je crois devoir appeler l'attention.

Avant que l'incrustation ait commencé à s'effectuer et sur des points même où elle ne s'effectuera jamais, on voit constamment les cellules de cartilage réparties à la surface affecter dans leur groupement une disposition rayonnante¹. Cette disposition est surtout très-manifeste dans la zone de cartilage qui borde les pièces de revêtement dans les segments où le cartilage est resté à nu dans une plus ou moins grande étendue. Quels que soient la forme et l'état plus ou moins rudimentaire des lamelles, on reconnaît aisément que chacune d'elles fait toujours partie d'un groupe de cellules disposées suivant des lignes rayonnantes autour d'un foyer commun.

En réalité, l'incrustation n'est ici qu'un phénomène secondaire ; le fait important, c'est la disposition rayonnante des cellules de cartilage à la surface des pièces du squelette ; cette disposition est évidemment la conséquence du mode de segmentation des cellules, mais elle dépend encore de quelque autre condition, puisque les cellules de l'intérieur du cartilage présentent un mode de groupement différent.

¹ On pourra constater très-facilement ce fait en examinant au microscope, sous un grossissement de 400 diamètres environ, un des segments cartilagineux de la nageoire à l'état frais. Afin d'être rendu plus facile, l'examen doit être fait sous l'eau dans un verre de montre.

b) L'étendue et la forme du revêtement dépendent, ai-je dit, du nombre, de la position relative et du degré d'indépendance des centres sclérogènes.

L'énoncé de ces diverses propositions suffit presque à lui seul pour en établir l'évidence.

Si dans les rayons de la nageoire antérieure la plupart des segments conservent presque en entier l'aspect cartilagineux, cela résulte évidemment de ce que les centres sclérogènes étant en nombre très-restreint, leur action reste limitée à quelques points de la surface extérieure.

Si, dans certains segments, les pièces du revêtement offrent l'aspect d'une mosaïque ou d'un réseau; si, dans d'autres, elles constituent une ou deux séries d'articles médians, cela tient, dans le premier cas, à ce que les centres sclérogènes se trouvent disséminés d'une façon peu régulière dans toutes les directions; dans le second, à ce que ces mêmes centres se trouvent alignés très-régulièrement suivant une direction unique.

Enfin si dans quelques parties (segments basilaires de la nageoire antérieure) deux rangées de pièces voisines peuvent se confondre en une seule; si, dans d'autres (le corps des vertèbres), un certain nombre de plaques de revêtement peuvent se fusionner pour former une lame continue, ces faits peuvent s'expliquer aisément par le plus ou moins d'indépendance des divers centres sclérogènes.

Des faits qui précèdent surgissent quelques rapprochements dont l'intérêt ne saurait échapper. En étudiant la nageoire antérieure de la Raie, j'ai eu l'occasion déjà de faire remarquer combien est grande la ressemblance qui se manifeste entre la structure de certains segments et celle des rayons des nageoires des poissons osseux. Cette ressemblance est surtout frappante pour les segments situés immédiatement au delà du point de bifurcation, segments dont chacune des faces, comme je l'ai dit, n'offre plus qu'une seule rangée médiane d'articles quadrilatères. Cette remarque n'est point sans importance: jusqu'à présent, les nageoires des poissons osseux, vu leur mode d'articulation si parfaitement approprié à leurs usages, ont pu être considérées comme des organes d'une structure toute spéciale. Cette manière de voir ne saurait être acceptée plus longtemps. Il est manifeste que

la division en articles de ces rayons est un effet de la même loi qui, chez les poissons cartilagineux, détermine à la surface du squelette tout entier la formation du revêtement en mosaïque. L'action de cette loi chez les poissons osseux restera circonscrite dans l'étendue des organes extérieurs du mouvement.

Mais la comparaison peut être étendue davantage encore.

Il est impossible, lorsque l'on considère l'écaillure des Ostracions et des Balistes, la carapace des Chéloniens et de quelques Tatous, l'enveloppe calcaire des Échinodermes (Oursins et Astéries), de ne pas être frappé de l'étroite ressemblance qui se manifeste entre ces formations et le revêtement en mosaïque du squelette des poissons cartilagineux. Dans tous ces exemples, nous voyons la sclérogénèse irradiante s'effectuer de la même manière autour d'une multitude de centres plus ou moins régulièrement espacés. Chez les Oursins, les Astéries, la forme radiaire se manifeste non-seulement dans chacune des pièces qui composent le revêtement extérieur, mais encore dans l'ensemble du corps; ce sont donc des animaux radiaires par excellence. En dehors du groupe des rayonnés, la disposition radiaire ne s'étend jamais à l'ensemble des organes; mais il est curieux de constater qu'elle peut néanmoins persister dans certains tissus, tels que la peau, le tissu osseux et cartilagineux.

La nature est sobre de nouvelles créations, elle aime à se copier, à se répéter; ici nous la voyons reproduire jusque dans les animaux supérieurs une forme histogénique qui est le caractère le plus saillant des types inférieurs.

De la régénération de l'extrémité céphalique chez le Lombric terrestre.

Des expériences assez nombreuses déjà ont été entreprises dans le but de démontrer la possibilité de la régénération des parties enlevées chez le Lombric terrestre.

Il résulte de ces expériences que lorsqu'on retranche un certain nombre d'anneaux soit à la partie antérieure, soit à la partie postérieure du corps, ces anneaux peuvent au bout d'un certain temps se régénérer d'une façon plus ou moins complète. Les résultats obtenus par Dugès ne laissent aucun

doute à cet égard. En reprenant aujourd'hui une question que l'on peut à bon droit considérer comme affirmativement résolue, mon but, je m'empresse de le dire, n'a point été de joindre une affirmation nouvelle à celles des savants qui m'ont précédé, mais seulement de constater ce qu'il advient du système nerveux dans les parties nouvellement reproduites. Néanmoins, comme l'expérience dont je me propose de donner ici la relation a été suivie avec soin pendant plusieurs mois, je pense qu'il ne sera point sans intérêt de rappeler les faits principaux qui, durant ce laps de temps, se sont présentés à mon observation.

Le 31 décembre 1868, ayant fait choix d'un Lombric terrestre de grande taille (longueur, 13 centim.; largeur, 5 millim.), je retranchai de l'extrémité céphalique les huit ou neuf premiers anneaux. Je m'assurai ensuite par la dissection des parties enlevées que la portion antérieure de la chaîne ganglionnaire avait été comprise dans la section. Dans les premiers instants qui suivirent l'opération, il me fut facile de constater que l'animal avait perdu complètement son autonomie, absolument comme il arrive chez les insectes après l'ablation des ganglions cérébraux; il s'agitait vivement, mais sans but déterminé; placé à la surface d'un vase rempli de terre, il ne chercha nullement à s'y enfoncer; plusieurs fois il tomba à côté, ce qui me détermina à lui creuser un trou et à l'abandonner à lui-même après l'avoir recouvert de terre. Il fut ainsi laissé en repos pendant plusieurs jours, après quoi j'enlevai la terre avec précaution afin de voir ce qui se passait. L'animal était resté blotti dans l'endroit où il avait été déposé, il était immobile, mais très-sensible néanmoins, car dès que l'on venait à l'exciter par quelque attouchement, il s'agitait avec vivacité. Le seul phénomène parfaitement caractérisé était un état de stupeur marqué et l'absence complète de volition en dehors de toute excitation extérieure.

Cet état persista pendant plusieurs semaines sans changement appréciable.

Le 4 mars 1869, j'examinai de nouveau l'animal; les phénomènes de régénération étaient en voie de se manifester. Du centre de la plaie s'élevait un petit bourgeon conique, de couleur rougeâtre, très-vasculaire, dont la surface présentait de fines stries circulaires, indices des futurs anneaux; un peu

au-dessous de l'extrémité se montrait une légère dépression correspondante à l'ouverture buccale; ce bourgeon me parut doué d'une sensibilité assez vive, car il suffisait de le toucher pour voir aussitôt l'extrémité caudale manifester des mouvements de contraction plus ou moins prononcés. Les mouvements exécutés par l'extrémité antérieure annonçaient en outre le retour d'un certain degré de spontanéité.

Le 10 mars, l'animal fut soumis à un nouvel examen. Le progrès était très-sensible. Le bourgeon céphalique offrait environ 3 millimètres de longueur; les anneaux étaient fortement indiqués; la bouche se dessinait très-nettement au-dessous de l'extrémité terminale.

Du 10 mars au 30 avril, époque à laquelle l'animal fut sacrifié, tous les phénomènes ci-dessus énoncés suivirent leur cours d'une façon normale, mais en s'accroissant chaque jour davantage. Voici quel était, à la dernière de ces dates, l'état du sujet: le bourgeon céphalique offre 5 millimètres de longueur environ, il se distingue aisément du reste du corps par sa couleur plus rosée, plus pâle, et par un bourrelet cicatriciel assez prononcé qui existe à sa base. Les anneaux, parfaitement délimités, ont acquis des dimensions en rapport avec celles des anneaux qui suivent. La bouche se montre sous forme d'un croissant au-dessous de l'extrémité antérieure, qui se termine en pointe effilée. La sensibilité du bourgeon est très-vive, et ne diffère en rien de celle qu'elle présente à l'état normal. L'animal a recouvré toute sa spontanéité: placé sur de la terre, il cherche à s'y enfoncer; dans l'intérieur du vase, où il habite, existent de longues galeries souterraines dans lesquelles il circule et se retire au moindre contact; il a repris, en un mot, des allures tout à fait normales.

Le 30 avril, l'animal fut tué au moyen d'acide acétique, afin de constater l'état du système nerveux. La dissection me démontra que la régénération de l'extrémité antérieure de la chaîne nerveuse avait été complète dans l'intérieur du bourgeon. A la face inférieure de celui-ci se voyait d'abord un cordon nerveux de quelques millimètres d'étendue, faisant suite à la chaîne ventrale, sans changement notable de dimension ni d'aspect. En avant, ce cordon aboutissait à un étroit collier, qui embrassait l'œsophage à la manière ordinaire. A l'extrémité supérieure de ce collier et au-dessous de l'œso-

phage se montraient deux ganglions cérébroïdes qui ne m'ont rien offert de particulier, sinon qu'ils m'ont semblé un peu plus petits qu'à l'ordinaire. L'état du système nerveux suffisait parfaitement, comme on le voit, pour expliquer le retour complet de la volition et de la spontanéité.

Bien que parfaitement décisive relativement au fait qu'elle avait pour but d'établir, l'expérience que je viens de retracer n'est pourtant à mes yeux qu'une expérience préliminaire. Il se trouve établi que quatre mois ont pu suffire à la reproduction intégrale de la chaîne nerveuse dans une partie du corps où elle avait été détruite. Mais qu'advient-il durant cet intervalle ? comment se fait la régénération ? par quelles phases passe le tissu nerveux ? Telles sont les questions de haute importance pour la physiologie qu'il nous faudrait maintenant étudier. J'y reviendrai lorsque l'expérience m'aura fourni de nouveaux résultats,

ASTRONOMIE. — Sur la détermination de la parallaxe du soleil par l'observation des passages de Vénus (M. Bach).

Dans cinq ans se produira un phénomène qui préoccupe dès aujourd'hui, à juste titre, les astronomes : nous voulons parler du prochain passage de Vénus sur le disque du soleil.

Ces passages sont excessivement rares ; ceux du dernier siècle ont eu lieu en juin 1761 et juin 1769. Ceux du siècle actuel auront lieu en décembre 1874 et décembre 1882. Il n'y en aura pas dans le vingtième siècle ; dans le vingt et unième ils s'observeront en juin 2004 et juin 2012, c'est-à-dire qu'il s'écoule une période de 105 ou de 121 ans après laquelle il y a un passage, puis un autre 8 ans plus tard.

Halley, un des plus grands astronomes de l'Angleterre, contemporain et ami de Newton, a eu la gloire de faire connaître le premier l'usage qu'on pouvait en tirer pour la détermination de la parallaxe du soleil, ou, ce qui est la même chose, la détermination de la distance du soleil à la terre. Cette distance est affectée d'une incertitude considérable, un million de lieues environ, et il est naturel de saisir toutes les circonstances qui peuvent nous permettre d'arriver à une valeur plus approchée. La méthode de Halley est celle qui est indiquée

sommairement dans tous les traités de cosmographie. Elle vient d'être recommandée comme la plus avantageuse par un mathématicien et un astronome d'une grande autorité, M. Puisseux, qui a étudié avec soin le prochain passage de 1874.

M. Airy, directeur de l'Observatoire de Greenwich, recommande au contraire la méthode de Lisle, laquelle a un grave inconvénient, la connaissance de la longitude du lieu d'observation.

Nous n'avons pas suffisamment étudié les deux méthodes au point de vue de l'approximation qu'elles peuvent donner pour dire qui a raison, de l'Anglais, M. Airy, qui préconise une méthode d'origine française, ou du Français, M. Puisseux, qui préconise une méthode d'origine anglaise; mais nous avons cherché de notre côté à étudier la question en nous servant des formules que nous avons employées dans nos travaux antérieurs sur les éclipses, et nous sommes arrivé aux conclusions suivantes :

Nous parvenons, au moyen de l'observation complète d'un passage faite en un certain lieu, à éliminer toutes les données incertaines du problème et à déterminer la différence des parallaxes de Vénus et du soleil avec une approximation toujours assignable quand on connaît l'approximation avec laquelle ont été observés les quatre contacts, savoir : les deux contacts extérieurs et les deux contacts intérieurs. En admettant que chacun de ces contacts ait été observé avec l'approximation de $1/10$ de seconde, on arrivera à déterminer la différence des parallaxes avec l'approximation de $1/100$ de seconde, et pour arriver à un pareil résultat il suffira d'employer les tables de logarithmes à 7 décimales.

L'approximation de $1/100$ de seconde pour la différence des parallaxes sera obtenue sans qu'il soit nécessaire de connaître exactement les diamètres apparents du soleil et de la planète, sans qu'il soit nécessaire non plus de connaître exactement ni la longitude du lieu d'observation, ni l'heure locale, ni l'instant de la conjonction en ascension droite. Les seules choses à connaître d'une manière précise sont : les mouvements de la planète en ascension droite et en déclinaison, sa déclinaison lors de la conjonction et l'instant de chacun des contacts, qui pourront d'ailleurs être observés au moyen d'une horloge qui ne marquerait pas exactement l'heure locale.

La méthode de Halley suppose des observations faites à de grandes distances l'un de l'autre et donnant pour la durée des passages des différences considérables. Les plus avantageuses pour le prochain passage seront : Irkutsk, en Sibérie, et la terre Adélie dans l'hémisphère austral.

Dans la méthode que nous employons, le choix des stations est à peu près indifférent; en effet, les résultats fournis par les observations faites à Irkutsk et à Hobart-Town ne sont pas plus approchés que ceux qui seraient déduits d'observations faites à Calcutta, à Saïgon, bien que pour les deux premières stations il y ait un effet de parallaxe considérable et que cet effet soit à peu près nul pour les deux dernières.

Sera-t-il nécessaire, d'après cela, d'envoyer des expéditions braver en décembre les climats rigoureux des régions arctiques ou affronter les dangers d'une navigation pénible pour aborder dans l'hémisphère austral des rochers couverts de glace, comme la terre Adélie, où il sera difficile, pour ne pas dire impossible, de s'installer d'une manière convenable? Nous ne le pensons pas, à moins que la méthode de Halley ne donne des résultats beaucoup plus approchés que la nôtre.

Le *Nautical Almanac* nous indique des stations commodes, pourvues d'observatoires publics, qui nous paraissent avantageuses: Calcutta, Madras, dans l'Indoustan; Sidney, Melbourne, en Australie.

Ajoutons à cette énumération Batavia, Singapour et Saïgon, où nous possédons un observatoire.

BALISTIQUE. — *Sur le mouvement des projectiles sphériques dans l'air* (M. **Saint-Loup**).

Il résulte des expériences faites par la Commission des principes de tir en 1856-1857 que la résistance de l'air au mouvement des projectiles employés par l'artillerie est sensiblement proportionnelle au cube de la vitesse. M. Welter, rapporteur de la Commission, en discutant les expériences faites, a reconnu que cette formule simple est la plus propre à représenter cette résistance dans les calculs. Il a introduit cette hypothèse dans les équations du mouvement du projectile et a cherché à les intégrer. Les difficultés de cette intégration l'ont conduit

à employer un artifice dont la valeur analytique est contestable, de telle sorte qu'on n'aperçoit pas *a priori* que les résultats de son calcul puissent être considérés comme la traduction de la loi introduite dans les équations.

L'équation qu'il obtient pour représenter la trajectoire renferme une constante, à laquelle il faut donner diverses valeurs en décomposant en segments la trajectoire à étudier. Les développements dans lesquels il est obligé d'entrer pour exposer la marche à suivre sont assez longs¹. Toutefois il paraît que la formule à laquelle il arrive traduit mieux que toute autre les résultats des expériences. On ne peut contester que la formule de M. Welter ne soit plus simple que celle qu'a donnée le général Didion. Elle se prête aisément au calcul et à la solution des divers problèmes de balistique. Nous y reviendrons tout à l'heure.

Il nous a paru que si on pouvait obtenir par un calcul exempt de l'hypothèse de M. Welter² l'équation de la trajectoire sous une forme tout aussi simple, mais ne renfermant que les données du tir, cette équation devrait, *si la loi admise pour la résistance de l'air est suffisamment approchée*, traduire plus exactement que toute autre les résultats des expériences.

Or on peut, par des transformations convenables, tirer des deux équations différentielles du problème une équation qui, intégrée par séries, donne par une quadrature facile l'équation de la trajectoire.

Rapportons la trajectoire à deux axes, l'un horizontal ox , l'autre vertical oy , situés dans le plan de tir, L'origine étant au point de départ du projectile, s désignant l'arc de la trajectoire parcouru au bout du temps t , v la vitesse du projectile à cet instant et c une constante, on a pour les équations du mouvement :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{v^3}{c} \frac{dx}{ds}$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{v^3}{c} \frac{dy}{ds} - g$$

¹ *Leçons de balistique*, par le capitaine Welter, 1864, de la p. 39 à la p. 74.

² M. Welter pose $\frac{dx}{ds} = \alpha$ et intègre en regardant α comme une constante.

Si l'on pose

$$\frac{dy}{dx} = p$$

l'élimination de v^3 permet de remplacer le système des équations posées par les équations :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{v^3}{c} \frac{dx}{ds}$$

$$\frac{dp}{dt} \cdot \frac{dx}{dt} = -g$$

D'ailleurs $v = \frac{ds}{dt} = \frac{dx}{dt} \sqrt{1+p^2}$.

Si l'on pose $\frac{dx}{dt} = \xi$, on obtient cet autre système

$$\xi \frac{d\xi}{dx} = -\frac{1}{c} (1+p^2) \xi^3$$

$$\xi^2 \frac{dp}{dx} = -g$$

On tire de là par différentiation

$$2\xi \frac{d\xi}{dx} = g \frac{\frac{d^2p}{dx^2}}{\left(\frac{dp}{dx}\right)^2}$$

et par l'élimination de ξ , on a finalement entre p et x l'équation différentielle

$$\left(\frac{d^2p}{dx^2}\right)^2 + \frac{4g}{c^2} (1+p^2)^2 \frac{dp}{dx} = 0.$$

On pourrait obtenir, à l'aide de cette équation, la valeur de x en fonction de p sous forme d'une quadrature, mais la quadrature ne peut s'effectuer et il est plus commode, pour le développement en série, d'employer l'équation ci-dessus sous sa forme actuelle.

Dans ce but, posons :

$$p = \alpha + \beta x + \gamma x^2 + \delta x^3 + \epsilon x^4 + \dots$$

d'où

$$\frac{dp}{dx} = \beta + 2\gamma x + 3\delta x^2 + 4\epsilon x^3 + \dots$$

$$\frac{d^2p}{dx^2} = 2\gamma + 6\delta x + 12\epsilon x^2 + \dots$$

A l'aide de ces valeurs, formons $\left(\frac{d^2p}{dx^2}\right)^2$, p^2 , $(1+p^2)^2$ et $(1+p^2)^2 \frac{dp}{dx}$, il vient :

$$\left(\frac{d^2p}{dx^2}\right)^2 = 4\gamma^2 + 24\gamma\delta \cdot x + (36\delta^2 + 48\gamma\varepsilon) x^2 + \dots$$

$$(1+p^2)^2 \frac{dp}{dx} = \beta(1+\alpha^2)^2 + 4\alpha\beta^3(1+\alpha^2) \left| x + 4\alpha^2\beta^3 \right| x^2 + \dots$$

$$\left. \begin{array}{l} + 2\gamma(1+\alpha^2)^2 \\ + 12\alpha\beta\gamma(1+\alpha^2) \\ + 3\delta(1+\alpha^2)^2 \end{array} \right| \begin{array}{l} + 2\beta^3(1+\alpha^2) \\ + 12\alpha\beta\gamma(1+\alpha^2) \\ + 3\delta(1+\alpha^2)^2 \end{array}$$

Multiplions la dernière égalité par $-\frac{4g}{c^2}$ et identifions les deux développements; on a d'abord :

$$\gamma^2 = -\frac{g\beta}{c^2} (1+\alpha^2)^2$$

$$6\gamma\delta = -\frac{2g}{c^2} (1+\alpha^2) \left(2\alpha\beta^3 + \gamma(1+\alpha^2) \right)$$

$$36\delta^2 + 48\gamma\varepsilon = -\frac{g}{c^2} \left(4\alpha^2\beta^3 + 2\beta(1+\alpha^2)(\beta^2 + 6\alpha\gamma) + 3\delta(1+\alpha^2)^2 \right)$$

$$\dots = \dots$$

La première équation donne γ en fonction de α et β ; par suite, la seconde donne δ , la troisième ε , et ainsi de suite. Or, d'après l'expression de p , α représente la valeur de p pour $x=0$ et par conséquent la tangente de l'angle de projection; désignons cet angle par φ , on a donc :

$$\alpha = tg\varphi$$

La relation $\xi^2 \frac{dp}{dx} + g = 0$ donne $\frac{dp}{dx} = -\frac{g}{\xi^2}$ et par conséquent pour $x=0$ elle donne $-\frac{g}{\xi_0^2}$, ξ_0 désignant la projection horizontale de la vitesse, d'où il résulte, d'après l'expression générale de $\frac{dp}{dx}$, que

$$\beta = -\frac{g^2}{\xi_0^2}$$

Portons ces valeurs de α et β dans les équations ci-dessus

et observons que dans la valeur de γ il faut prendre le signe —, attendu que $\frac{d^2p}{dx^2}$ est négatif et égal à γ pour $x = 0$, nous aurons :

$$\begin{aligned} \gamma &= - \frac{g}{c\xi_0 \text{Cos}^2\varphi} \\ \delta &= \frac{g}{3c} \left(\frac{2gtg\varphi}{\xi_0^3} - \frac{1}{c\text{Cos}^4\varphi} \right) \\ \varepsilon &= \frac{g^2}{6c\xi_0^3} \left(\frac{5tg\varphi}{c\text{Cos}^2\varphi} - \frac{g}{\xi_0^3} \right) \text{ etc.} \end{aligned}$$

On a donc, en substituant ces valeurs dans l'expression de p , savoir :

$$p = \alpha + \beta x + \gamma x^2 + \delta x^3 + \varepsilon x^4 \dots$$

l'expression du coefficient angulaire de la tangente à la trajectoire en un point.

Si on se rappelle que $\frac{dy}{dx} = p$, il vient pour la trajectoire :

$$y = \alpha x + \frac{\beta}{2} x^2 + \frac{\gamma}{3} x^3 + \frac{\delta}{4} x^4 + \frac{\varepsilon}{5} x^5 + \dots$$

sans constante, puisque la trajectoire passe par l'origine. Nous allons écrire cette équation et la comparer à celle dont nous avons parlé. La substitution de α, β etc. donne :

$$y = xtg\varphi - \frac{gx^2}{2\xi_0^2} \left| \begin{array}{l} 1 \\ + \frac{2\xi_0}{3c\text{Cos}^2\varphi} x \\ + \frac{1}{6c} \left(\frac{\xi_0^2}{c\text{Cos}^4\varphi} - \frac{2gtg\varphi}{\xi_0} \right) x^2 \\ - \frac{g}{15c} \left(\frac{5tg\varphi}{c\text{Cos}^2\varphi} - \frac{g}{\xi_0^3} \right) x^3 \dots \end{array} \right.$$

L'équation donnée par M. Welter est

$$y = xtg\varphi - \frac{gx^2}{2v_1^2} \left| \begin{array}{l} 1 \\ + \frac{2v_1\alpha^2}{3c} x \\ + \frac{1}{6c} \left(\frac{\alpha^4 v_1^2}{c} \right) x^2 \end{array} \right.$$

Les mêmes lettres ont la même signification ; v_1 est ce que nous avons désigné par ξ_0 , et α est la constante qui reçoit di-

verses valeurs par la division de la trajectoire en segments. On voit que si cette constante α était prise égale à la sécante de l'angle de projection, trois termes de la parenthèse coïncideraient dans les deux formules ; mais il y aurait toutefois une différence dans le coefficient du troisième terme, qui doit être un peu trop fort dans la formule de M. Welter.

L'équation qui donne la portée peut s'écrire sous la forme suivante, en divisant par $\frac{gx^2}{2\xi_0^2}$ et remplaçant ξ_0 par $v \cos \varphi$:

$$\left. \begin{aligned} \frac{2v^2}{g} \operatorname{Sin} \varphi \cdot \frac{\operatorname{Cos} \varphi}{x} - 1 - \frac{2v}{3c} \frac{x}{\operatorname{Cos} \varphi} - \left(\frac{v^2}{6c^2} - \frac{g \operatorname{Sin} \varphi}{3cv} \right) \frac{x^2}{\operatorname{Cos}^2 \varphi} \\ + \left(\frac{g \operatorname{Sin} \varphi}{3c^2} - \frac{g^2}{15cv^3} \right) \frac{x^3}{\operatorname{Cos}^3 \varphi} \end{aligned} \right\} = 0$$

La partie la plus pénible du calcul de x consiste dans l'évaluation des coefficients qui renferment les nombres

$$\frac{v^2}{g}, \frac{v}{c}, \frac{v^2}{c^2}, \frac{g}{cv}, \frac{g}{c^2}, \frac{g^2}{cv^3}, \operatorname{Sin} \varphi, \operatorname{Cos} \varphi, \operatorname{Cos}^2 \varphi, \operatorname{Cos}^3 \varphi.$$

On peut simplifier ce calcul en posant :

$$\frac{v^2}{g} = h \quad \frac{v}{c} = a \quad \frac{x}{\operatorname{Cos} \varphi} = z.$$

L'équation devient alors :

$$\left. \begin{aligned} 2h \operatorname{Sin} \varphi \frac{1}{z} - 1 - \frac{2}{3} az - \left(\frac{a^2}{6} - \frac{a \operatorname{Sin} \varphi}{3h} \right) z^2 \\ + \left(\frac{a^2 \operatorname{Sin} \varphi}{3h} - \frac{a}{15h^2} \right) z^3 \end{aligned} \right\} = 0$$

La fin au prochain numéro.

LE BUREAU.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE STRASBOURG.

Ce Bulletin paraît tous les mois, s'il y a lieu, et est gratuitement adressé à tous les membres de la Société. Les personnes étrangères à la Société peuvent s'abonner à cette publication moyennant la somme de 3 fr. par an, qui peut être envoyée en timbres-poste au Président.

(Suite de la séance du 5 mai.)

BALISTIQUE. — *Sur le mouvement des projectiles sphériques dans l'air* (M. **Saint-Loup**).

(Fin ¹.)

Dans cette équation, z s'exprimera en mètres; il conviendra, pour éviter des coefficients ayant un très-grand nombre de chiffres, de remplacer z par $1000 Z$, Z exprimera alors des kilomètres et l'équation sera :

$$2h \operatorname{Sin} \varphi \frac{1}{1000 Z} - 1 - \frac{2}{3} a \frac{1000 Z}{1000 Z} - \left(\frac{a^2}{6} - \frac{a \operatorname{Sin} \varphi}{3h} \right) \frac{1000 Z^2}{1000 Z^2} + \left(\frac{a^2 \operatorname{Sin} \varphi}{3h} - \frac{a}{15h^2} \right) \frac{1000 Z^3}{1000 Z^3} = 0$$

Voici comment on procédera au calcul :

Les données immédiates sont g, c, φ, v ;

1^o On prendra les logarithmes de $g, c, v, \operatorname{Sin} \varphi$;

2^o On en déduira ceux de a et h , sachant que $a = \frac{v}{c}$

$$h = \frac{v^2}{g};$$

3^o Puis ceux de $a^2, \frac{a}{h}, \frac{a}{h^2}$ et enfin de $h \operatorname{Sin} \varphi, \frac{a \operatorname{Sin} \varphi}{h}, \frac{a^2 \operatorname{Sin} \varphi}{h}$;

4^o On prendra les nombres correspondants à ceux de ces nombres qui entrent dans l'équation en Z et on les multi-

¹ Voir notre dernier numéro.

pliera par la puissance de 1000 qui se trouve en facteur dans le terme où ils entrent ;

5° On multipliera les nombres obtenus par les facteurs numériques simples qui les affectent et on formera l'équation en Z que deux ou trois substitutions permettront de résoudre.

Le calcul est effectué d'une manière complète dans l'exemple suivant :

I. Un obus de 22 est lancé avec une vitesse de $116^m,1$ sous un angle de $12^{\circ}18'$; calculer la portée.

TABLEAU DU CALCUL.

Données $v = 116,1$, $c = 449900$, $\varphi = 12^{\circ}18'$.			
A	$\log A$	A'	A''
v	2,06483		
c	5,65312		
g	0,99162		
v^2	4,12966		
a	4,41171	0,25805	0,17203
h	3,13804		
a^2	8,82342	0,06659	0,01110
$\frac{a}{h}$	7,27367		
$\frac{a}{h^2}$	10,13563	0,13666	0,00911
$\text{Sin}\varphi$	1,32844		
$h\text{Sin}\varphi$	2,46648	0,29274	0,58548
$\frac{a}{h}\text{Sin}\varphi$	8,60211	0,04000	0,01333
$\frac{a^2}{h}\text{Sin}\varphi$	11,01382	0,01032	0,00344

Les nombres de la colonne A' sont les valeurs numériques des coefficients A multipliées par une puissance de 1000 marquée par l'exposant de Z dans le terme dont ils font partie. Ceux de la colonne A'' sont les produits des nombres A' par

$\frac{2}{3}, \frac{1}{6}, \frac{1}{15}, 2, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}$. Il est dès lors facile de former l'équation en Z , qui est :

$$0,58548 \frac{1}{Z} - 1 - 0,17203 Z + 0,00223 Z^2 - 0,00567 Z^3$$

La valeur de Z dans le vide étant $0,585$, faisons $Z = 0,53$.

Écrivons les logarithmes des coefficients de l'équation, puis dans une seconde ligne ceux de Z, Z^2, Z^3 , on a :

$$\begin{array}{cccccc} \bar{1},76752 & 0 & \bar{1},23561 & \bar{3},34830 & \bar{3},75358 \\ \bar{1},72428 & & \bar{1},72428 & \bar{1},44856 & \bar{1},17284 \end{array}$$

Il vient pour les logarithmes des termes successifs

$$0,04324 \quad 0 \quad \bar{2},95989 \quad \bar{4},79686 \quad \bar{4},92642$$

et pour les nombres correspondants avec leurs signes

$$1,10470 - 1 - 0,09118 + 0,00063 - 0,00084$$

ce qui se réduit à

$$0,01331$$

$0,53$ est donc trop faible. En multipliant par $\frac{9Z^2}{2,9}$ le résultat de la substitution, on aurait l'ordonnée correspondante de la trajectoire et l'on pourrait ainsi reconnaître si l'on est éloigné de la valeur de Z . Mais la portée étant moindre que dans le vide, on voit qu'il faut substituer un nombre voisin de $0,53$, soit $0,54$.

Un calcul semblable au précédent donne pour le résultat de la substitution :

$$1,08425 - 1 - 0,09290 + 0,00065 - 0,00089$$

ou

$$- 0,00889$$

Il résulte de là que la correction de la valeur de Z est

$$(0,54 - 0,53) \cdot \frac{1331}{1331 + 889} \text{ ou } 0,01 \frac{133}{122} = 0,006$$

Ainsi

$$Z = 0,536$$

Or

$$x = Z \cos \varphi$$

$$\lg x = \lg z + \lg \cos \varphi = 0,71907$$

$$x = 524 \text{ mètres.}$$

La marche suivie dans cet exemple est applicable à tout

autre cas. J'indiquerai seulement les résultats obtenus dans les trois problèmes suivants.

II. Une bombe de 32 centimètres est lancée dans l'angle de $42^{\circ}30'$ avec une vitesse initiale de 420 mètres; calculer la portée.

L'équation en Z est, en prenant $c = 868110$:

$$24,298 \frac{1}{Z} - 1 - 0,3225 Z - 0,03295 Z^2 + 0,002832 Z^3 = 0$$

En y faisant $Z = 6,4$, on a

$$3,7967 - 1 - 2,0640 - 1,3497 + 0,7424$$

ou $0,1254$

$Z = 6,6$, donne

$$3,6816 - 1 - 2,1334 - 1,4353 + 0,8142$$

ou $-0,0729$

Z est donc compris entre 6,4 et 6,6, la correction donne

$$Z = 6,520 \text{ kilomètres}$$

et, par suite, la portée

$$x = 4807 \text{ mètres.}$$

III. Une bombe de 27 centimètres est projetée sous l'angle de 45° avec une vitesse initiale de 83,33; calculer la portée.

L'équation en Z est, en prenant $c = 66140$:

$$1,00114 \frac{1}{Z} - 1 - 0,0840 Z + 0,03931 Z^2 - 0,0114 Z^3 = 0$$

La portée devant être voisine de 660 mètres, nous ferons $Z = 0,93$, ce qui donne

$$1,07645 - 1 - 0,07812 + 0,03400 - 0,00917$$

ou $0,0232$.

Substituons 0,95, il vient

$$1,05377 - 1 - 0,07980 + 0,03547 - 0,00997$$

ou $-0,00033$

Ce qui donne une correction insensible. Ainsi

$$Z = 0,950$$

d'où $x = 0,950 \cos 45^{\circ} = 672 \text{ mètres.}$

La formule du général Didion donne 600 mètres; celle du

commandant Welter donne 660 mètres en y faisant $\alpha = 1,1478$ et $c = 633273^*$.

IV. Un boulet de 24 est lancé sous l'angle de 5° avec une vitesse initiale de 513 mètres ; calculer la portée.

L'équation en Z , en prenant $c = 503200$, est :

$$4,6768 \frac{1}{Z} - 1 - 0,6796 Z - 0,1721 Z^2 + 0,0010 Z^3 = 0$$

La substitution de $Z = 1,7$ donne

$$2,7510 - 1 - 1,1553 - 0,4974 + 0,0049$$

ou $0,1022$

La substitution de $1,8$ donne

$$2,5982 - 1 - 1,2232 - 0,5576 + 0,0058$$

ou $-0,0768$

d'où $Z = 1,7 + 0,057 = 1,757$.

et $x = Z \cos 5^\circ = 1753$ mètres.

Le dernier exemple a montré que le résultat de la substitution d'une valeur de Z , voisine de la racine, serait peu altéré si on négligeait le terme en Z^3 .

On peut, en partant de cette remarque, obtenir par un calcul plus simple la valeur de la portée.

L'équation en z , en négligeant ce terme, est, en faisant pour abrégé :

$$\frac{a}{2} - \frac{\sin \varphi}{h} = A$$

$$z^3 + \frac{2}{A} z^2 + \frac{3}{Aa} z - \frac{6h \sin \varphi}{Aa} = 0$$

Faisons disparaître le second terme en posant

$$z = z_1 - \frac{2}{3A}$$

il vient

$$A^3 a z_1^3 + \left(3A^2 - \frac{4}{3} Aa \right) z_1 + \frac{16}{27} a - 2A - 6A^2 h \sin \varphi = 0$$

* Ce résultat m'a été communiqué par le commandant Welter ; la valeur qu'il a prise pour c n'est pas celle que donne la table insérée dans ses *Leçons de balistique*. J'ai appris avec étonnement que l'artillerie n'a pas de résultats expérimentaux sur les vitesses de projection des bombes. En quoi consistent dès lors les vérifications des formules ?

Observons maintenant que le second terme est très-petit, car A étant sensiblement représenté par $\frac{a}{2}$, le second terme est à peu près

$$\frac{a^2 z_1}{12} \text{ ou } \frac{v^2 z_1}{12c^2}$$

Négligeons-le, il vient

$$z_1^3 = \frac{1}{A^3} \left(\frac{6A^2 h \sin \varphi}{a} + \frac{2A}{a} - \frac{16}{27} \right)$$

et en prenant $A = \frac{a}{2}$

$$z_1 = \frac{2}{a} \sqrt[3]{\frac{3}{2} ah \sin \varphi + \frac{11}{27}}$$

$$\text{et } z = z_1 - \frac{4}{3a} = \frac{2}{a} \left(\sqrt[3]{\frac{3}{2} ah \sin \varphi + \frac{11}{27}} - \frac{2}{3} \right)$$

Si on applique cette formule à l'exemple précédent, il faut faire

$$a = 0,001019$$

$$h \sin \varphi = 2338$$

Ce qui donne

$$z = 1801$$

et comme $x = z \cos 5^\circ$, on a pour la portée

$$x = 1794 \text{ mètres}$$

valeur un peu supérieure à celle qu'a fournie l'équation du 4^e degré en z .

Une remarque analogue sur le calcul de la portée dans l'exemple donné de l'obus de 22 permet d'essayer de substituer l'équation du 2^e degré

$$\frac{2}{3} az^2 + z - 2h \sin \varphi = 0$$

à l'équation du 4^e degré; ce qui donne

$$z = \frac{3}{4a} \left(\sqrt{1 + \frac{16}{3} ah \sin \varphi} - 1 \right)$$

Faisons $a = 0,000258$, $h \sin \varphi = 292,7$, il vient

$$z = 546$$

et comme $x = z \cos (12^\circ 18')$, on a pour la portée

$$x = 532$$

valeur peu différente de celle qu'a fournie un calcul plus complexe.

Il résulte de ce qui précède qu'il serait utile de reconnaître par des applications suffisamment nombreuses si on peut employer pour le calcul de la portée des boulets la relation

$$x = \frac{2c \cos \varphi}{v} \left(\sqrt[5]{1,5 \frac{v^3}{gc} \sin \varphi + 0,407 - 0,666} \right)$$

et pour les obus

$$x = \frac{3c \cos \varphi}{4v} \left(\sqrt[5]{1 + 5,333 \frac{v^3}{gc} \sin \varphi - 1} \right)$$

Il n'entre pas dans le cadre de cette note de résoudre les nombreuses questions que présente la balistique. Son principal objet est de donner, sous une forme suffisamment approchée, l'équation de la trajectoire. L'expérience seule peut déterminer le nombre de termes dont il convient de faire usage dans les divers problèmes à résoudre, nombre qu'il est utile de restreindre autant que possible pour faciliter les calculs.

On voit, par exemple, que si les deux dernières formules sont applicables, la détermination de l'angle de plus grande portée dépend de la résolution d'une équation à une variable, tandis que ce problème offre une complication croissante à mesure que l'on prend un nombre plus grand de termes dans l'équation qui donne la portée.

Je me bornerai aux applications suivantes :

Détermination du sommet de la trajectoire. L'abscisse du sommet de la trajectoire est donnée par l'équation

$$\begin{aligned} & p = 0 \\ \text{ou} & \quad \alpha + \beta x + \gamma x^2 + \delta x^3 + \dots = 0 \\ \sin \varphi - \frac{g}{v^2} \frac{x}{\cos \varphi} - \frac{g}{cv} \frac{x^2}{\cos^2 \varphi} + \frac{g}{3c} \left(\frac{2g \sin \varphi}{v^3} - \frac{1}{c} \right) \frac{x^3}{\cos^3 \varphi} + \dots = 0 \end{aligned}$$

ou en introduisant les notations adoptées

$$\frac{h \sin \varphi}{a} - \frac{z}{a} - z^2 - \frac{2}{3} \left(\frac{\sin \varphi}{h} - \frac{a}{2} \right) z^3 + \dots = 0$$

Application. Pour la bombe de 32, avec les données précédentes, cette équation devient, en faisant $z = 1000Z$:

$$0,1359 Z^3 + Z^2 + 2,0860 Z - 25,1110 = 0$$

Elle donne

$$Z_1 = 3,483, \quad \text{d'où } x_1 = 2567 \text{ mètres.}$$

Si on avait négligé le terme du troisième degré, on aurait trouvé

$$4,075$$

valeur notablement différente de Z_1 .

L'ordonnée correspondante s'obtiendra par l'équation

$$y_1 = \alpha x_1 + \frac{\beta}{2} x_1^2 + \frac{\gamma}{3} x_1^3 + \frac{\delta}{4} x_1^4 + \dots$$

que l'on peut écrire, en prenant les quatre premiers termes et eu égard à la relation :

$$\alpha + \beta x_1 + \gamma x_1^2 + \delta x_1^3 = 0$$

sous la forme

$$y_1 = \frac{x_1}{4} \left(3\alpha + \beta x_1 + \frac{\gamma}{3} x_1^2 \right)$$

$$y_1 = \frac{\alpha x_1}{4h} \left[\frac{3h \sin \varphi}{a} - \frac{x_1}{a} - \frac{x_1^2}{3} \right]$$

Cette formule donne pour la bombe de 32 :

$$y_1 = 1507 \text{ mètres.}$$

Expression de la vitesse en un point de la trajectoire. Vitesse minimum. Vitesse au sommet. Vitesse de chute. On a :

$$V = \frac{ds}{dt} = \frac{ds}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \sqrt{1 + p^2} \frac{dx}{dt}$$

et d'après l'équation

$$\frac{dp}{dx} \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 = -g$$

$$V^2 = -g \frac{(1 + p^2)}{\frac{dp}{dx}}$$

On pourrait développer cette expression de V^2 , mais il est préférable de la transformer. Eu égard à l'équation différentielle de la trajectoire, elle devient :

$$V^2 = -\frac{c^2 g}{4} \cdot \frac{\left(\frac{d^2 p}{dx^2} \right)^2}{\left(\frac{dp}{dx} \right)^3}$$

ou, en mettant à la place de $\frac{dp}{dx}$ et de $\frac{d^2p}{dx^2}$ leurs valeurs

$$V^4 = -c^2g \frac{(\gamma + 3\delta x + 6\epsilon x^2 + \dots)^2}{(\beta + 2\gamma x + 3\delta x^2 + 4\epsilon x^3 + \dots)^3}$$

en remplaçant β, γ, \dots par leurs valeurs, il vient :

$$V^4 = -c^2g \frac{\left(-\frac{g}{cv\cos^3\varphi} + \dots\right)^2}{\left(-\frac{g\cos^2\varphi}{v^2} - \frac{2g}{cv^2}x + \dots\right)^3}$$

On obtient le point où la vitesse est minimum en portant

$$\frac{d.V^4}{dx} = 0$$

ce qui donne

$$2 \frac{dp}{dx} \frac{d^2p}{dx^2} - 3 \left(\frac{d^2p}{dx^2}\right)^2 = 0$$

Si on forme cette équation en négligeant les termes en ϵ , il vient, pour déterminer l'abscisse du point où la vitesse est minimum :

$$3\delta^2x^2 + 2\gamma\delta x + \gamma^2 - 2\beta\delta = 0$$

Si, en particulier, on veut avoir la vitesse au point le plus haut, faisons, dans l'expression primitive de $v, p = 0$, il vient pour la vitesse du projectile en ce point :

$$V_1 = -\frac{g}{\frac{dp}{dx}}$$

où il faudra remplacer x par l'abscisse du sommet de la trajectoire.

Quant à la vitesse de chute, on l'obtiendra en mettant pour x dans V^4 la valeur trouvée pour la portée.

Détermination de la durée du trajet. Relation entre la vitesse initiale, la portée et la durée du trajet. On a trouvé :

$$\frac{1}{\xi^2} \frac{d\xi}{dx} = -\frac{1}{c} (1 + p^2)$$

ou

$$c \frac{d\xi}{dx} = 1 + p^2$$

$$c \frac{d \frac{1}{\xi}}{dx} = \frac{1}{\text{Cos}^2 \varphi} - \frac{2gtg\varphi}{\xi_0^2} x + \frac{g}{\xi_0^3} \left(\frac{g}{\xi_0^2} - \frac{2tg\varphi}{c\text{Cos}^2 \varphi} \right) x^2 + \dots$$

Intégrant et observant que pour $x = 0$, on doit avoir $\frac{1}{\xi} = \frac{1}{\xi_0}$, il vient :

$$c \frac{1}{\xi} = \frac{c}{\xi_0} + \frac{1}{\text{Cos}^2 \varphi} x - \frac{gtg\varphi}{\xi_0^2} x^2 + \frac{g}{3\xi_0^3} \left(\frac{g}{\xi_0^2} - \frac{2tg\varphi}{c\text{Cos}^2 \varphi} \right) x^3 \dots$$

Remplaçant ξ par $\frac{dx}{dt}$ et intégrant de nouveau, il vient :

$$t = \frac{x}{\xi_0} + \frac{1}{2c\text{Cos}^2 \varphi} x^2 - \frac{gtg\varphi}{2c\xi_0^2} x^3 + \frac{g}{12c\xi_0^3} \left(\frac{g}{\xi_0^2} - \frac{2tg\varphi}{c\text{Cos}^2 \varphi} \right) x^4 \dots$$

expression dont les deux premiers termes représentent la valeur de t donnée par M. Welter, en y faisant $\alpha = \frac{1}{\text{Cos}\varphi}$.

En posant, comme on l'a fait plus haut, $\frac{x}{\text{Cos}\varphi} = z$, $\frac{v}{c} = a$, $\frac{v^2}{g} = h$, on a :

$$t = \frac{1}{c} \left[\frac{z}{a} + \frac{z^2}{2} - \frac{\text{Sin}\varphi}{3h} z^3 + \frac{1}{12h} \left(\frac{1}{h} - \frac{2tg\varphi}{c} \right) z^4 \dots \right]$$

Appliquons cette formule aux exemples précédemment traités.

Obus de 22. $v = 116,1$, $\varphi = 12^{\circ}18'$, $c = 449900$, $z = 536$, on trouve pour la valeur de t :

$$t = 4'',51 + 0'',32 - 0,02 + 0,01 = 4'',82$$

Bombe de 32. $v = 420$, $\varphi = 42^{\circ}30'$, $c = 868100$, $z = 6520$, on a :

$$t = 15'',52 + 24'',48 - 0'',400 - 0'',02 = 39'',58$$

Boulet de 24. $v = 513$, $\varphi = 5^{\circ}$, $c = 503200$, $z = 1757$, il vient :

$$t = 3'',42 + 3'',06 - 0'',01 - 0'',00 = 6'',47$$

Ces exemples font voir que l'on peut se borner aux deux premiers termes de la valeur de t ; savoir :

$$t = \frac{1}{c} \left(\frac{z}{a} + \frac{z^2}{2} \right)$$

ou
$$t = \frac{z}{v} + \frac{z^2}{2c} \quad \text{où } z = \frac{x}{\cos \varphi}$$

Si on remplace z par la valeur qui définit la portée et dont on a donné plus haut l'expression pour les boulets et les obus, le temps t sera exprimé en fonction des données.

Détermination de la vitesse initiale. On voit que l'équation précédente résolue par rapport à v donne :

$$v = \frac{z}{1 - \frac{z^2}{2c}}$$

Elle fait connaître la vitesse initiale du projectile quand on connaît, par l'observation, la portée et la durée du trajet. Elle pourrait donc s'appliquer à la détermination indirecte de la vitesse initiale, qui est une des bases les plus immédiates du calcul de la trajectoire.

GÉOLOGIE. — *Observations sur les glaciers du Grindelwald*
(M. Charles Grad).

Si du sommet du grand Schreckhorn vous jetez un regard sur le double bassin des glaciers du Grindelwald, vous les voyez s'ouvrir sous forme de deux gouttières profondes entre le nord et l'ouest, mais fermé sur tout le reste de son pourtour par une arête continue, qui atteint les plus hauts points aux trois cîmes du Wetterhorn, au Berglistock, au Schreckhorn, aux pics de Viesch, aux sommets du Mönch et de l'Eiger. Une arête déchiquetée relie le Schreckhorn au Mettenberg afin de séparer le glacier supérieur du glacier inférieur. Les deux grands courants de glace figée, rigides, débouchent dans la vallée, pareils à des cascades éblouissantes, entre les trois pyramides du Wetterhorn, du Mettenberg et de l'Eiger. Le bassin du glacier supérieur est remarquable par la régularité

de ses contours, qui ont la forme d'un carré long, d'où la langue terminale s'échappe et ne reçoit aucun grand affluent. Le glacier inférieur, formé de la réunion de deux grandes branches que sépare l'arête du Zæsenberg, descend jusqu'à 980 mètres au-dessus du niveau de la mer, plus bas que tous les autres glaciers des Alpes. Le Zæsenberg est un contre-fort des pics de Viësch. A sa droite, la branche orientale du glacier remonte jusqu'au col du Finsteraar, à 3350 mètres d'altitude, tandis qu'à sa gauche la branche occidentale descend suivant une forte pente jusqu'au passage de la Heisse Platte (*Dalle chaude*), après avoir reçu au pied de l'Eiger le petit glacier de Kali. La mer de Glace commence au confluent de ces deux branches, puis le glacier se rétrécit à l'entrée d'une gorge, dont les parois, de calcaire dur et compacte, se laissent entamer moins facilement que le gneiss friable qui constitue la partie supérieure du bassin. L'été dernier, j'ai fait sur ce point et à l'extrémité inférieure du glacier, avec mon ami M. Anatole Dupré, quelques observations sur la structure de la glace glacière que je crois capables d'intéresser la Société des sciences naturelles.

Nous nous sommes tout d'abord rendus à la mer de Glace. Sur ce point, le glacier s'est abaissé de 35 mètres depuis une douzaine d'années, et depuis l'an passé seulement l'excès de l'ablation sur la croissance y a été de plus de 2 mètres. On descend sur le glacier au moyen d'une échelle posée contre la paroi tout à fait verticale, glissante et polie comme un miroir. A la surface de la mer de Glace, la glace exposée à l'air semble composée de gros grains friables et presque toute blanche, mais elle est plus compacte quand des corps étrangers la recouvrent, dans les cônes graveleux, sous les moraines ou même à l'intérieur des crevasses. Nous avons pris un bloc dans un cône graveleux et un autre dans une crevasse à faible profondeur. Cette glace était transparente, quoique renfermant beaucoup de bulles d'air et sillonnée de fissures. Elle était aussi moins friable que la glace superficielle, quoique moins compacte que la glace d'eau; les blocs exposés à l'air se décomposaient en fragments irréguliers. Nous avons scié dans les blocs des lames d'un demi-centimètre d'épaisseur, et comme ces lames étaient opaques et rugueuses, nous les avons polies en les frottant contre une plaque de cuivre

chauffée avec la lampe à alcool pour les rendre transparentes. Après cette préparation, nous avons examiné la structure de ces lames à l'aide du microscope polarisant de Norremberg, qui sert pour les expériences dans la lumière convergente, mais qu'on peut employer comme appareil à lumière parallèle en supprimant les lentilles pour conserver seulement le polariseur et l'analyseur.

Exposées à la lumière parallèle, nos lames semblaient composées de cristaux adhérents les uns aux autres, mais sans groupement régulier. Dans la lumière convergente, les lames faisaient voir des franges disposées en tous sens et quelquefois des anneaux colorés traversés par une croix noire. Ces anneaux n'apparaissent pas dans toutes les lames, ils n'occupaient pas dans les blocs de position régulière. Impossible de savoir si, en taillant les lames dans telle ou telle direction, nous obtiendrions des anneaux dans la lumière convergente. Bref, aucune disposition régulière n'était indiquée pour la structure de la glace sur ce point.

De la mer de Glace nous nous sommes rendus à la base, à l'extrémité inférieure du glacier. Toute la pente terminale était recouverte de sable, de gravier ou tout au moins d'un mince enduit de boue. La glace, plus compacte qu'à la mer de Glace, se divisait encore en fragments sous l'influence de la lumière solaire, mais les fragments étaient plus gros. Il y avait encore des bulles d'air, mais en plus petit nombre, et elles étaient en partie aplaties : la structure de toute la masse semblait à peu près homogène. Après avoir détaché du glacier un gros bloc scié dans le sens de l'horizon, nous y taillâmes un grand nombre de lames, les unes parallèles, les autres obliques, d'autres encore perpendiculaires à la base horizontale. Préparées par le même procédé que lors de la première expérience, les lames n'ont fourni dans la lumière parallèle pour les trois groupes que des plaques colorées, preuve qu'elles ne sont pas encore parfaitement homogènes. Dans la lumière convergente, les lames horizontales donnèrent des anneaux colorés avec la croix noire, les lames verticales deux groupes d'hyperboles conjuguées équilatères, les lames obliques ni anneaux ni hyperboles. Faisons néanmoins remarquer que les anneaux colorés ne se sont pas seulement montrés dans les lames tirées de notre bloc, mais dans toutes

celles prises à la base du glacier, pourvu qu'elles y fussent taillées dans le sens de l'horizon, tandis que les lames verticales ont toujours donné des hyperboles.

Ces faits indiquent pour les lames prises à la base du glacier une constitution à peu près identique à celle de la glace d'eau. Or la glace d'eau a une structure homogène : elle est composée de cristaux groupés régulièrement et dont l'axe est perpendiculaire à la surface de congélation. Les effets des lames prises à l'extrémité inférieure du glacier diffèrent de ceux fournis par la glace d'eau seulement par l'apparition de plaques colorées dans la lumière parallèle, tandis que les lames de la glace d'eau n'y produisent absolument rien ; mais dans la lumière convergente les mêmes phénomènes se manifestent pour les deux espèces. Plus haut au contraire, à la mer de Glace, nous n'avons vu que des plaques colorées et parfois des anneaux sans disposition régulière, parce que les cristaux constitutifs y sont mêlés sans ordre. La constitution de la glace glaciaire, loin d'être uniforme, présente donc des différences considérables suivant les points observés, et sa structure paraît subir des modifications régulières qui s'accomplissent pendant le trajet du glacier et tendent vers un état limite qui est la glace d'eau.

Nos expériences ne sont du reste pas nouvelles ; elles ont été faites deux ans auparavant par M. Bertin lors d'une excursion faite au Grindelwald en juillet 1866 avec MM. Bach, Schimper et Dollfus-Ausset, et dont les résultats sont exposés dans une note communiquée à l'Académie des sciences le 20 août 1866¹. Toutefois, pour déterminer avec précision quels rapports existent entre le mouvement des glaciers et leurs modifications de structure, il importe de multiplier les observations et de les continuer sur des glaciers d'une plus grande étendue. Nous comptons reprendre nos expériences l'été prochain sur le glacier d'Aletsch, le plus considérable des Alpes, et, d'un autre côté, M. Gustave Lambert a bien voulu nous promettre de les répéter sur les glaciers des régions polaires.

Nous avons vu comment le niveau de la mer de Glace s'est

¹ Bertin : *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 20 août 1866.
— Ch. Grad : *Comptes rendus*, du 7 janvier 1867.

abaissé de 35 mètres depuis une douzaine d'années. Dans le même intervalle, l'extrémité du glacier inférieur s'est retirée bien plus, abandonnant dans sa retraite plusieurs moraines frontales, laissant à nu de grands escarpements arrondis et polis. Depuis 1855, époque du grand tremblement de terre qui fit tant de mal au Valais et agita aussi le Grindelwald, les glaciers de la vallée se retirent suivant une progression croissante, reculant chaque année d'une quantité plus considérable que l'année précédente. La distance entre la moraine terminale de 1855 et la base actuelle du glacier inférieur, mesurée en ligne droite, est de 594 mètres. Au glacier supérieur, cette même distance est seulement de 378 mètres; mais comme l'extrémité du glacier inférieur est exploitée pour l'exportation de la glace, sa réduction plus considérable tient en partie à cette cause. Toutefois nous avons observé un mouvement de retraite plus considérable encore au glacier de Rosenlauri, sur l'autre côté du passage de la Grande-Scheidegg. De même dans le massif du Mont-Blanc et du Monte-Rosa. Au Monte-Rosa, dans la vallée de Zermatt, où je signalais en 1868 (*Annales des voyages* de Malte-Brun, année 1868, t. III, p. 82) les rapides envahissements du grand glacier de Gorner, les glaces se trouvent partout en voie de réduction: le glacier de Gorner ne progressait déjà plus en 1865, et en 1868 il avait reculé de 40 mètres environ sur la rive gauche et un peu moins sur le bord opposé, sur le flanc du mont Riffel.

A 63 mètres de la moraine de 1855, en avant du glacier inférieur du Grindelwald, il y en a une autre plus ancienne revêtue de végétation: c'est la moraine frontale de 1602. Le glacier supérieur aussi s'est avancé en 1602 au delà de sa limite en 1855, la moraine frontale de 1602, encore parfaitement reconnaissable, se trouvant à 47 mètres en avant de celle de 1855. Ces limites des glaciers au commencement du dix-septième siècle sont indiquées de la manière la plus positive dans une chronique manuscrite conservée au Grindelwald. En voici la traduction: « L'an 1600, le glacier supérieur a roulé dans le Bærgelbach, près du pont inférieur, et il a fallu déménager deux maisons et cinq granges, et le glacier envahit aussi leur emplacement. Le glacier inférieur est allé jusqu'au Burgbiel, sous le rocher, et à un jet de pierre du ravin de la Schüssellavine, et la Lutschine perdit son cours habituel et

fut barrée par le glacier de manière à s'écouler par le territoire d'Ællavinen. Toute la commune accourut au lieu du danger, mais en vain : il fallut démolir les constructions, quatre maisons et d'autres constructions ; puis l'eau envahit les champs, les dévasta et les emporta. — L'an 1602, les glaciers commencèrent à fondre et à reculer en arrière. »

La Lutschine, comme on sait, est formée de la jonction de deux branches principales : la Lutschine noire qui sort du glacier supérieur, et la Lutschine blanche issue du glacier inférieur. C'est la Lutschine noire qui fut arrêtée et barrée en 1600 par le glacier inférieur. Ainsi les glaciers du Grindelwald auraient atteint leur plus grand développement de date connue de 1600 à 1602, tandis qu'en l'année 1750 ils reprirent leur plus faible limite connue. Abstraction faite des oscillations partielles qui les ont tantôt portés en avant et tantôt en arrière, ces glaciers occupent par conséquent à peu près les mêmes limites depuis trois siècles. Différents auteurs ont prétendu que précisément vers l'époque de leur plus grand développement connu à la fin du seizième siècle, les glaces étaient plus faibles qu'aujourd'hui, tellement que des communications fréquentes existaient entre le Valais et le Grindelwald par la crête de Viesch. Ces écrivains citent à l'appui de leur opinion l'existence d'une cloche conservée à l'église du Grindelwald, portant la date de 1044, et qui provient d'une chapelle consacrée à sainte Pétronille, chapelle établie à l'extrémité du passage qui traversait la crête de Viesch.

La fin au prochain numéro.

LE BUREAU.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES
DE STRASBOURG.

Ce Bulletin paraît tous les mois, s'il y a lieu, et est gratuitement adressé à tous les membres de la Société. Les personnes étrangères à la Société peuvent s'abonner à cette publication moyennant la somme de 3 fr. par an, qui peut être envoyée en timbres-poste au Président.

(Fin de la séance du 5 mai.)

GÉOLOGIE. — *Observations sur les glaciers du Grindelwald*
(M. Charles Grad).

(Fin¹.)

Comme preuve de l'existence de ce passage fréquenté à la fin du seizième siècle, on invoque le baptême d'un enfant amené en 1576 du Valais au Grindelwald par ce chemin. Mais nous n'avons pu trouver d'autre indice de ce fait qu'une inscription des registres de la paroisse du Grindelwald ainsi conçue : « 1576. Den 10 juni, han ich iy Kind taufft, eins Joders auf Sengg von Wallis uss Sauss. » Le registre ne dit pas un mot de plus, et la seule interprétation rationnelle du fait, c'est qu'un paysan réformé, originaire du Valais, mais demeurant au lieu dit *auf Sengg*, dans la vallée de la Lutschine, a fait baptiser son enfant au Grindelwald. D'un autre côté, en 1712, lors de la dernière guerre de religion en Suisse, plusieurs réformés s'enfuirent du Valais pour venir au Grindelwald par les glaciers ; mais ils accomplirent le passage au prix de fatigues inouïes et au péril de leur vie. Or, si des hommes vigoureux ont eu tant de peine à franchir la crête de Viesch, où les grimpeurs les plus résolus montent seuls aujourd'hui, comment aurait-on amené par ce passage un faible enfant pour le présenter sur les fonts baptismaux ?

¹ Voir notre dernier numéro.

Les moraines des deux glaciers peuvent jusqu'à un certain point servir pour l'étude géologique des massifs du Wetterhorn et de l'Eiger. Ces moraines sont composées de débris de gneiss, de granite, de micaschiste et de calcaire. Le gneiss prédomine et forme les crêtes du Mittelhorn, du Berglistock, du Schreckhorn, du Rosenhorn et des pics de Viesch. L'Eiger, la paroi du Mettenberg et le Wetterhorn jusqu'à son premier sommet sont constitués de roches calcaires, ainsi que le Wellhorn sur la rive gauche du glacier de Rosenlauri. La limite entre les deux formations du gneiss et du calcaire se trouve sous le glacier de Rosenlauri, le Dossenhorn sur le versant droit de ce bassin étant gneissique. Elle passe ensuite entre les cimes du Wetterhorn et du Mittelhorn pour se rendre du Mettenberg à l'Eiger sous le glacier inférieur du Grindelwald. La limite des deux formations est très-distincte sur le bord du glacier inférieur; là le contact du gneiss et du calcaire correspond au dernier rétrécissement du glacier en face de l'Eiger, où l'on voit un ravin s'élever jusqu'au sommet du Mettenberg. Dans tout le massif, le gneiss s'altère, se délite facilement, et comme au contraire le calcaire du Mettenberg et de l'Eiger est très-compacte, la plus grande largeur du glacier inférieur provient sans doute de l'extrême friabilité de cette roche. Le calcaire du Wetterhorn, du Mettenberg et de l'Eiger appartient à la formation du Jura moyen, et ses escarpements, de plus de 1000 mètres d'élévation, sont séparés par une faille du plateau de la Scheidegg et du fond du Grindelwald, composés eux-mêmes de puissants dépôts de schistes calcaires, alternant avec des schistes argileux, noirs, lustrés, en partie très-quarzeux, appelés *Eisenstein* (roche de fer), à cause de leur couleur et de l'éclat métallique de certaines variétés.

Séance du 2 juin.

Présidence de M. SCHIMPER.

ORDRE DU JOUR. — Théorie de la sirène (M. TERQUEM). — Rose monstrueuse (M. KIRSCHLÉGER). — Nomination de membres titulaires et correspondants.

Correspondance :

M. le recteur adresse au président, au nom de Son Excellence, le texte de l'arrêté qui règle le concours établi dans

chaque ressort académique pour le prix annuel de 1000 fr. fondé par Son Excellence. Voici les dispositions de cet arrêté :

« Le ministre secrétaire d'État au département de l'instruction publique,

« Vu le décret du 30 mars 1869, par lequel il est institué dans chaque ressort académique de l'Empire un prix annuel de 1000 fr., qui sera décerné à l'ouvrage ou au mémoire qui sera jugé le meilleur, sur quelque point d'histoire politique ou littéraire, d'archéologie ou de science, intéressant les départements compris dans le ressort,

« Arrête :

« ARTICLE PREMIER. Le prix ci-dessus mentionné sera décerné alternativement, en 1869, sur un travail d'histoire politique ou littéraire ; en 1870, sur une question d'archéologie ; en 1871, sur une question de sciences, et successivement dans le même ordre les années suivantes.

« ART. 2. Le choix des sujets est laissé aux concurrents.

« ART. 3. Sont admis à concourir tous les ouvrages et mémoires manuscrits ou imprimés, sous la réserve que les auteurs résident dans le ressort académique et que les ouvrages ou mémoires imprimés n'aient pas été publiés plus de trois ans avant le terme fixé pour le concours.

« ART. 4. Sont exclus du concours les ouvrages ou mémoires qui auront été déjà couronnés par l'Institut.

« ART. 5. Le jury chargé de décerner le prix est composé, sous la présidence du recteur : 1^o de délégués des Sociétés savantes du ressort académique dont les travaux se rapportent à l'objet du concours ; 2^o de membres choisis par le ministre en nombre inférieur à celui desdits délégués. Les concurrents ne peuvent faire partie du jury.

« ART. 6. La proclamation du prix aura lieu dans la séance solennelle de la rentrée des Facultés. Elle sera précédée de la lecture du rapport fait au nom du jury.

« ART. 7. Le prix annuel de 3000 fr., institué par l'art. 2 du décret précité en faveur du meilleur des ouvrages couronnés dans les concours académiques, sera proclamé dans la réunion des Sociétés savantes qui a lieu chaque année à Paris sous la présidence du ministre.

« Art. 8. Les recteurs sont chargés, chacun en ce qui les concerne, de l'exécution du présent arrêté.

« Fait à Paris, le 31 mars 1869.

« Signé : V. DURUY. »

M. Imbs adresse au président une lettre par laquelle il annonce que son éloignement de Strasbourg l'oblige à donner sa démission de membre de la Société.

M. Millardet remercie la Société de sa nomination de membre titulaire.

M. le docteur Gross lit le rapport dont il a été chargé sur la candidature de M. le docteur Bouchard, médecin-major, agrégé à la Faculté de médecine de Strasbourg.

M. Bouchard est nommé à l'unanimité membre titulaire de la Société.

M. Saint-Loup propose comme membre correspondant M. Mathew Collins, professeur au collège de la Trinité à Dublin.

M. Collins est nommé à l'unanimité membre correspondant de la Société.

M. Terquem présente quelques considérations sur la production des sons dans la sirène par des ébranlements séparés.

La parole est donnée à M. Kirschleger, qui met sous les yeux de la Société une rose monstrueuse.

Le secrétaire, SAINT-LOUP.

PHYSIQUE. — *Étude des sons produits par la sirène*

(M. **Terquem**).

Les sons peuvent être produits de deux manières différentes, soit à l'aide des vibrations continues d'un corps sonore, soit à l'aide de chocs discontinus, comme cela se présente dans la sirène et les roues dentées de Savart.

Quand les sons se trouvent produits par des vibrations continues, ils sont simples ou pendulaires, comme les sons rendus par les verges, les diapasons ou les plaques; ou bien ils sont formés par un son fondamental accompagné d'un nombre d'harmoniques plus ou moins considérable, comme on peut le constater en faisant vibrer une corde ou un tuyau sonore, et particulièrement un tuyau à anche.

C'est dans cette dernière catégorie de sons qu'il faut ranger ceux que produisent des chocs discontinus, et en particulier ceux de la sirène, dont je m'occuperai dans ce travail.

Étant données, dans une sirène, la forme, la grandeur et la distance des ouvertures par lesquelles s'écoule l'air, comment en conclure le nombre et l'intensité des harmoniques qui accompagnent le son fondamental?

Il faut pour cela se servir de la série de Fourier, comme l'a fait pour la première fois Ohm, dans un travail où il voulait expliquer les résultats singuliers obtenus par Seebeck avec la sirène, travail qui fut l'origine d'un débat assez vif entre lui et ce dernier physicien, justement au sujet de l'interprétation physique des divers termes de cette série.

Supposons qu'une série de chocs discontinus produise un son; soient $F(t)$, une fonction qui représente le déplacement imprimé aux molécules d'air, pendant la durée d'un des chocs, et T la durée de la période qui sépare deux chocs successifs. On peut écrire :

$$(1) \quad F(t) = A_0 + A_1 \cos 2\pi \frac{t}{T} + A_2 \cos 2\pi \frac{2t}{T} + \dots \dots \dots$$

$$[+ A_m \cos 2\pi \frac{mt}{T} + \dots \dots \dots$$

$$+ B_1 \sin 2\pi \frac{t}{T} + B_2 \sin 2\pi \frac{2t}{T} + \dots \dots \dots$$

$$[+ B_m \sin 2\pi \frac{mt}{T} + \dots \dots \dots$$

On déterminera les divers termes de la série de Fourier à l'aide des intégrales définies suivantes :

$$A_0 = \frac{1}{T} \int_0^{\theta+T} F(t) dt. \quad A_m = \frac{2}{T} \int_0^{\theta+T} F(t) \cos 2\pi \frac{mt}{T} dt$$

$$B_m = \frac{2}{T} \int_0^{\theta+T} F(t) \sin 2\pi \frac{mt}{T} dt.$$

Les valeurs de A_0 , A_m , B_m , sont évidemment indépendantes de la valeur de θ , puisque $F(t)$ est une fonction périodique dont la période est T .

Si $F(t)$ est nul pour une partie de la période T , comme cela se présente quand on prend un son produit par des chocs dis-

continus, on restreint les limites de l'intégration aux valeurs du temps pendant lequel $F(t)$ a une valeur sensible.

On peut encore écrire la série de Fourier sous la forme suivantes :

$$(2) \left\{ \begin{aligned} F(t) = & A_0 + \alpha_1 \cos 2\pi \left(\frac{t-p_1}{T} \right) + \alpha_2 \cos 2\pi \left(\frac{t-p_2}{T} \right) + \dots \\ & + \alpha_m \cos 2\pi \left(\frac{mt-p_m}{T} \right) + \dots; \end{aligned} \right.$$

on a entre les coefficients de ces deux séries les relations suivantes :

$$(3) \left\{ \begin{aligned} A_m = & \alpha_m \cos 2\pi \frac{p_m}{T} \quad B_m = \alpha_m \sin 2\pi \frac{p_m}{T} \\ \alpha_m^2 = & A_m^2 + B_m^2, \quad \operatorname{tg} 2\pi \frac{p_m}{T} = \frac{B_m}{A_m}. \end{aligned} \right.$$

On peut considérer les coefficients $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$ comme représentant l'impulsion ou la vitesse du mouvement vibratoire de plusieurs sons simultanés, dont l'ensemble reproduit le mouvement communiqué à l'air par les chocs discontinus, mais qui sont perçus séparément par l'oreille, comme l'a démontré par de nombreuses expériences M. Helmholtz.

Avant de passer aux applications, on peut démontrer quelques principes généraux relatifs à cette formule et à la détermination de ses coefficients.

Si, par exemple, on change l'origine du temps, en la reculant d'une quantité égale à τ , on a :

$$(4) \left\{ \begin{aligned} F(t-\theta) = & A_0 + \sum_1^{\infty} \left[A_m \cos 2\pi \frac{m(t-\tau)}{T} + B_m \sin 2\pi \frac{m(t-\tau)}{T} \right] \\ = & A_0 + \sum_1^{\infty} \left[\alpha_m \cos 2\pi \frac{(mt-m\tau-p_m)}{T} \right] \end{aligned} \right.$$

qu'on peut encore écrire :

$$(5) \quad F(t-\theta) = A_0 + \sum_1^{\infty} \left[A'_m \cos 2\pi \frac{mt}{T} + B'_m \sin 2\pi \frac{mt}{T} \right];$$

d'où, en identifiant les coefficients,

$$(6) \left\{ \begin{aligned} A'_m = & A_m \cos 2\pi \frac{m\tau}{T} - B_m \sin 2\pi \frac{m\tau}{T} = \alpha_m \cos 2\pi \frac{p_m + m\tau}{T} \\ B'_m = & A_m \sin 2\pi \frac{m\tau}{T} + B_m \cos 2\pi \frac{m\tau}{T} = \alpha_m \sin 2\pi \frac{p_m + m\tau}{T}; \end{aligned} \right.$$

On voit donc que :

$$A'_m{}^2 + B'_m{}^2 = A_m^2 + B_m^2 = \alpha_m^2,$$

$$\operatorname{tg}. 2\pi \frac{p_m + m\tau}{T} = \frac{A'_m}{B'_m}$$

Par suite du changement apporté dans l'origine du temps, A_m et B_m se transforment en A'_m et B'_m ; mais la valeur de α_m reste la même; or, comme la présence et l'intensité des divers harmoniques ne dépend que de ces coefficients, on peut choisir l'origine du temps complètement arbitraire pour obtenir les valeurs des coefficients A_m et B_m , et par suite α_m ; la phase de chaque harmonique sera changée; mais comme leur perception est indépendante de cette phase, ainsi que l'a démontré M. Helmholtz, pourvu qu'elle reste constante pendant un certain temps, on n'aura pas à s'inquiéter de la valeur de la phase, non plus que du signe de A_m , B_m et α_m . On choisira donc dans les calculs l'origine du temps, qui donnera pour A_m et B_m les valeurs les plus simples, et en particulier on la prendra telle que l'un des deux soit nul; alors si B_m , par exemple, est nul, on a $A_m = \alpha_m$.

Les équations (5) et (6) font voir que l'on peut déterminer A'_m et B'_m de deux manières différentes; en effet, on peut écrire :

$$(5) \left\{ \begin{array}{l} \frac{TA'_m}{2} = \cos. 2\pi \frac{m\tau}{T} \int_0^{\theta+T} F(t) \cos 2\pi \frac{mt}{T} dt - \sin 2\pi \frac{m\tau}{T} \int_0^{\theta+T} F(t) \sin 2\pi \frac{mt}{T} dt. \\ \frac{TB'_m}{2} = \sin 2\pi \frac{m\tau}{T} \int_0^{\theta+T} F(t) \cos 2\pi \frac{mt}{T} dt + \cos 2\pi \frac{m\tau}{T} \int_0^{\theta+T} F(t) \sin 2\pi \frac{mt}{T} dt. \end{array} \right.$$

ou bien :

$$(6) \left\{ \begin{array}{l} \frac{T}{2} A'_m = \int_0^{\theta+T} F(t-\theta) \cos 2\pi \frac{mt}{T} dt \\ \frac{T}{2} B'_m = \int_0^{\theta+T} F(t-\theta) \sin 2\pi \frac{mt}{T} dt. \end{array} \right.$$

Il est facile de reconnaître que ces valeurs sont identiques ; en effet, d'après les équation (5), on peut écrire :

$$\frac{T}{2} A'_m = \int_0^{\theta+T} F(t) \cos 2\pi \frac{m(t+\tau)}{T} dt,$$

valeur identique à celle fournie par les égalités (6) ; car, d'après ces égalités,

$$\frac{T}{2} A'_m = \int_0^{\theta+T} F(t-\tau) \cos 2\pi \frac{m(t-\tau+\tau)}{T} dt,$$

et évidemment

$$\int_0^{\theta+T} F(t-\tau) \cos 2\pi \frac{m(t-\tau)}{T} dt = \int_0^{\theta+T} F(t) \cos 2\pi \frac{mt}{T} dt.$$

De même pour B_m .

(La suite prochainement.)

BOTANIQUE. — *Sur une rose offrant une prolifération latérale* (Moq. Tand.) *ou une ecblastésie calicinale* (M. KIRSCHLEGER).

M. Michel Paira, de Geudertheim, nous a communiqué, le 25 mai, une monstruosité de rose fort curieuse et assez rare. D'une rose en pleine floraison semblaient sortir des boutons de rose au nombre de 8-9. En fendant longitudinalement l'urcéole de la fleur-mère, on remarquait immédiatement que les boutons secondaires étaient nés à l'aisselle des sépales cohérents qui constituent l'urcéole, c'est-à-dire ce que Engelmann a nommé une *ecblastésie calicinale*; ce sont des rameaux d'inflorescence qui se sont développés à l'aisselle des sépales; chaque rameau portant 1-2-3 fleurs, avec les folioles préflorales exigées par la théorie. Le reste (pétales, étamines et carpelles) était à peu près régulier ou à l'état habituel.

Cette *ecblastésie calicinale* est bien plus rare que la diaphyse centrale ou la *prolifération médiane* de Moquin.

Séance du 7 juillet 1869.

Présidence de M. SCHIMPER.

ORDRE DU JOUR. — Sur la tension des tissus végétaux (M. MILLARDET). — Sur la représentation des mouvements vibratoires. Sur l'électromètre condensateur (M. TERQUEM).

Le secrétaire donne lecture du rapport de M. Kirschleger sur la candidature de M. Bleicher comme membre titulaire de la Société. — Après la lecture de ce rapport, M. Bleicher est nommé membre titulaire.

La Société reçoit de M. Mathew Collins des communications très-intéressantes sur divers théorèmes et problèmes de géométrie.

M. Millardet développe sur la tension dans les tissus végétaux quelques considérations qui donnent lieu à une discussion sur la dépendance qui existe entre l'angle du pétiole avec la tige et ce que M. Millardet appelle *la tension du tissu*.

Le travail de M. Millardet l'a conduit aux résultats suivants :

La tension est plus grande la nuit que le jour.

Elle offre des oscillations continuelles de durée variable, périodiques et paratoniques.

Les oscillations périodiques les plus longues embrassent une durée de vingt-quatre heures ; elles présentent leur maximum vers la fin de la nuit et leur minimum vers le milieu de la journée.

Les plus courtes, d'une heure de durée environ, ont lieu jour et nuit.

Les oscillations paratoniques dues aux maxima et aux minima de lumière, température, humidité et vraisemblablement encore à d'autres influences, sont plus accusées le jour que la nuit.

Elles constituent des oscillations intermédiaires pour la durée entre les oscillations périodiques les plus longues et les plus courtes. Celles qu'il m'a été donné de déterminer offrent les maxima et les minima suivants :

Minimum du matin.		Maximum de l'après-midi.
Maximum de la matinée.		Minimum du soir.

Il semble qu'on puisse encore admettre un maximum des

premières heures de la nuit, suivi d'un minimum qui précède le grand maximum de la fin de la nuit.

Toutes ces variations de tension se présentent à la fois dans les tiges et les feuilles ; néanmoins ces derniers organes, étant plus exposés aux influences paratoniques, sont ceux chez lesquels on peut observer le plus facilement ces dernières oscillations.

La Sensitive présentant dans les organes moteurs de ses feuilles un tissu soumis aux variations de tension, chacun de ses mouvements n'est que l'expression de ces variations. L'augmentation de tension se traduit par l'élévation du pétiole primaire, et la diminution par son abaissement. Telle est, en résumé, la cause prochaine des mouvements de la feuille.

Quant à la manière dont se combinent ces variations de tension dans le pulvinule primaire, pour produire les divers mouvements du pétiole, voici les conclusions que l'on peut tirer par le raisonnement des faits observés :

L'augmentation ou la diminution de tension a lieu en même temps dans les moitiés supérieure et inférieure du renflement moteur ; mais le changement est toujours plus grand dans la moitié inférieure, de sorte qu'en somme les mouvements du pétiole indiquent les variations de la tension à la fois dans le pulvinule tout entier et dans chacune de ses moitiés.

Toutefois les proportions suivant lesquelles se font ces augmentations et diminutions de tension, simultanément dans chaque moitié du pulvinule, bien que soumises à des règles, sont cependant variables dans certaines limites, de sorte qu'une élévation donnée du pétiole ne correspond pas toujours à une tension égale de l'organe.

M. Terquem présente des modèles en carton destinés à donner les courbes provenant de la composition de deux mouvements vibratoires perpendiculaires. Dans son travail sur ces courbes, M. Lessayous a fait voir qu'on peut obtenir toutes les courbes correspondant au même intervalle musical, mais à diverses différences de phases, en traçant une certaine courbe sensusoïdale sur un cylindre et examinant ses projections sur différents plans diamétraux.

On a déjà essayé de tracer ces courbes sur des cylindres de verre, mais on les réalise d'une manière beaucoup plus satis-

faisante en les traçant sur une feuille de carton mince, découpant une étroite bande limitée à deux courbes parallèles à la première, et l'enroulant sur un mandrin cylindrique et collant les deux bords voisins; on a ainsi des courbes cylindriques dont on peut projeter les images sur un écran ou regarder directement.

M. Terquem indique également une modification qu'il a introduite dans la construction de l'électromètre condensateur et qui en augmente beaucoup la sensibilité. Elle consiste à remplacer la courbe de gomme-laque qui recouvre les faces intérieures des deux plateaux par une mince couche de collodion. On prend du collodion très-fluide ($\frac{1}{3}$ collodion épais, $\frac{1}{3}$ alcool, $\frac{1}{3}$ éther) que l'on verse sur chacun des plateaux. La couche devient très-adhérente au bout de quelques heures. On continue à verser ainsi des couches successives, quand la précédente est bien sèche, jusqu'à ce que la couche soit bien isolante.

Pour faire les expériences habituelles d'électricité condensée, il est préférable de faire communiquer le plateau supérieur avec le sol par l'intermédiaire d'un fil métallique qu'à l'aide du doigt; car si, ayant adopté cette première disposition, on touche le plateau inférieur avec le doigt humide, on le charge très-sensiblement, de près de la moitié de ce que donne une lame de zinc tenue entre les doigts. Du reste, on constate que si on charge l'électroscope à l'aide d'une lame de zinc tenue entre les doigts humides, la divergence est beaucoup plus notable quand on fait communiquer le plateau supérieur avec le sol par un fil métallique que si on le touche avec le doigt, comme on le fait habituellement.

Le secrétaire, SAINT-LOUP.

Séance du 4 août 1869.

Présidence de M. HUGUENY.

ORDRE DU JOUR. — Sur l'emploi des lentilles cylindriques dans quelques expériences optiques (M. TERQUEM). — Recherches sur la structure intime du système nerveux des mollusques acéphales. Recherches et considérations sur la structure intime des centres nerveux chez les animaux vertébrés (M. BAUDELOT). — Recherches expérimentales sur le travail développé par l'attraction d'une bobine cylindrique sur un barreau qui pénètre dans l'intérieur (M. SAINT-LOUP). — Sur un coup de foudre (M. HUGUENY).

En l'absence de M. Schimper, M. Hugueny est invité à présider la séance.

Le secrétaire donne lecture du rapport envoyé par M. Ritt, membre de la Société, sur la traduction qu'a publiée M. Ed. Willm, de la chimie de M. Odling.

M. Terquem indique un perfectionnement important à apporter aux expériences de projection et de dispersion. Quand on a besoin d'une source lumineuse de très-petites dimensions, soit circulaire, soit linéaire, on emploie habituellement un diaphragme percé d'une ouverture de très-faibles dimensions, éclairé par un faisceau de lumière parallèle, venant soit du soleil, soit d'une lampe électrique ou d'une lampe à hydrogène et oxygène. On n'utilise ainsi qu'une portion excessivement faible de la lumière dont on peut disposer.

Quelquefois on prend comme source de lumière le foyer d'une lentille cylindrique ou sphérique; mais à cause de la grande divergence des rayons, il se produit un éclaircissement général de la salle qui nuit à l'éclat des phénomènes de projection.

En réunissant les deux procédés, on peut, dans la plupart des cas, tout en évitant ces inconvénients, obtenir des phénomènes beaucoup plus intenses. On peut même ainsi faire avec la lumière Drummond des projections impossibles sans ce procédé. En particulier pour les expériences de Lissajous, on obtient avec le soleil un éclaircissement infiniment supérieur à celui que l'on a habituellement.

Le spectre solaire qu'on obtient en plaçant une fente étroite près du foyer d'une large lentille cylindrique, a également une

intensité bien supérieure à celle du spectre obtenu au moyen de la fente placée sur le porte-lumière, surtout si on emploie la lumière Drummond.

M. Baudelot expose le résumé de ses recherches sur la structure intime du système nerveux des mollusques acéphales.

M. Saint-Loup fait part à la Société des résultats auxquels l'ont conduit ses recherches expérimentales sur le travail développé par l'action d'une bobine traversée par un courant sur un barreau qui pénètre dans son intérieur.

Ces recherches ont été effectuées sous les auspices de l'Association scientifique. Les résultats qu'elles ont donnés ne peuvent être énoncés sous une forme simple et rigoureuse. L'auteur a étudié l'influence qu'exerce sur le travail développé la hauteur et le diamètre de la bobine, la longueur et le diamètre des barreaux, ainsi que le diamètre du fil qui forme le circuit, l'intensité du courant étant maintenue constante dans toutes les expériences.

Les principales conclusions sont les suivantes :

Pour un même barreau, le travail est à peu près proportionnel à la longueur du circuit enroulé, la hauteur de la bobine restant constante.

Pour une même bobine, le travail croît avec la longueur du barreau, son diamètre restant constant et tend vers une constante.

Pour un même barreau, le travail croît avec la hauteur de la bobine.

Pour une longueur donnée du fil qui forme la bobine, le travail maximum correspond à une bobine dont la hauteur est un peu supérieure à la demi-longueur du barreau.

Pour des bobines de même hauteur construites avec un fil de longueur constante et de diamètre intérieur égal à celui du barreau employé, le travail croît d'abord avec le diamètre du barreau, puis décroît.

Pour des bobines de même hauteur construites avec des fils de diamètre variable et d'égale résistance, le travail est proportionnel à la longueur du circuit.

M. Hugueny donne à la Société quelques détails sur le coup de foudre observé au pont du Rhin, qui, de trois sol-

dats assis sous un jeune marronnier voisin du poste, en tua deux et blessa le troisième. M. Hugueny annonce la publication dans les *Mémoires* de la Société de toutes les particularités de ce phénomène météorologique.

M. Hugueny offre à la Société, de la part du Père Secchi, les *Mémoires* (nouvelle série, 1863) et les tomes VI et VII (1867 et 1868) du *Bulletin météorologique de l'Observatoire du Collège romain*; il signale particulièrement, dans ces publications, les observations des éclipses de soleil du 18 juillet 1860 et du 18 août 1868, ainsi que les tableaux des éléments météorologiques dus à l'illustre directeur de l'Observatoire du Collège romain.

Le secrétaire, SAINT-LOUP.

ZOOLOGIE (M. Baudelot).

Recherches sur la structure intime du système nerveux des mollusques acéphales.

Les travaux qui ont eu pour objet l'histologie du système nerveux des animaux invertébrés sont aujourd'hui fort nombreux. Il est à remarquer cependant, pour peu que l'on veuille jeter un coup d'œil sur l'histoire de ces travaux, que parmi les résultats publiés il n'en est aucun, pour ainsi dire, qui soit relatif à la structure intime du système nerveux des mollusques acéphales. Quelques lignes çà et là pour témoigner d'une façon plus ou moins vague de l'existence de cellules nerveuses dans les centres ganglionnaires, telles sont à peu près les seules données que possède la science sur cette intéressante question.

Les recherches dont je me propose de faire connaître ici les résultats pourront servir, je l'espère, à combler en partie cette lacune regrettable.

Un mot d'historique d'abord.

« L'extrême mollesse du système nerveux des acéphales, dit M. de Siebold¹, oppose de sérieux obstacles à l'examen de sa structure. Ses fibres primitives sont excessivement grêles et

¹ *Manuel d'anatomie comparée*, par MM. de Siebold et Stannius, traduit de l'allemand par Spring et Lacordaire, t. I, p. 254; 1850.

entourées dans les troncs nerveux d'un névrilemme distinct, quoique très-mince. Dans les ganglions, qui sont ordinairement parsemés d'amas de granules de couleur orangée, ces fibres s'écartent pour embrasser un tissu très-lâche qui semble formé de très-petites vésicules transparentes, et qui tient probablement lieu des globules ganglionnaires si distincts chez les autres invertébrés... Quoique les Naïades possèdent des ganglions très-volumineux, leur examen microscopique ne donne pas d'autres résultats. On ne parvient pas, en employant le compressorium ou les procédés chimiques, à isoler les globules de ce tissu interposé. »

Dans un mémoire sur le système nerveux des mollusques acéphales lamelibranches, publié en 1852¹, Duvernoy s'exprime ainsi touchant la structure des ganglions et des nerfs : « Les ganglions centraux sont souvent colorés en jaune clair ou en jaune orange, tendant plus ou moins au rouge.

« Dans l'Anodonte des Cygnes nous avons vu cette coloration en jaune orange s'étendre à l'origine ou au commencement du nerf branchial.

« Cette partie colorée se compose de cellules rondes ou de vésicules qui renferment des amas de corpuscules de diverses dimensions et formes. Ces corpuscules, de substance semi-fluide, dont quelques-uns sont libres, se dissolvent dans l'éther. On peut en conclure qu'ils sont de nature grasseuse.

« De petites cellules incolores, ou globules médullaires, sont mêlés à la substance colorée. Ils sont accolés aux filets nerveux qui entrent dans la composition du ganglion. Une partie de ces filets s'entre-croisent évidemment d'un côté à l'autre.

« Lorsque les deux ganglions sont rapprochés de manière à paraître deux moitiés d'un seul tout, comme dans l'Anodote pour les ganglions postérieurs, on ne voit pas de cloisons qui les séparent.

« Relativement à leur structure intime, les nerfs des bivalves peuvent se distinguer en nerfs proprement dits et en nerfs ganglionnaires. Les premiers ne sont jamais colorés et se composent exclusivement de filets nerveux, indiqués par des stries longitudinales parallèles. De rares vésicules médullaires peu-

¹ *Mémoire sur le système nerveux des mollusques acéphales lamelibranches ou bivalves* (*Ann. sc. nat.*, 3^e série, 1852, t. XVIII, p. 74.

vent s'y montrer entre les faisceaux de filets qui constituent ces nerfs. Les nerfs ganglionnaires sont ceux qui se composent de filets nerveux et d'un grand nombre des vésicules ou des globules médullaires qui entrent essentiellement dans la composition des ganglions. »

Voici ce que dit M. Blanchard au sujet du système nerveux de la Pholade¹ :

« Les centres nerveux ont tous une coloration jaune bien prononcée; leur consistance est très-molle. Formés d'une multitude d'utricules entre lesquelles il y a peu de cohésion, si l'on vient à déchirer le névrilemme, cette pulpe se répand avec la plus grande facilité. Du reste, par l'examen microscopique, nous n'avons pu constater qu'une parfaite homogénéité dans cette substance nerveuse... Dans la constitution des nerfs, malgré des observations cent fois répétées, nous n'avons pas réussi à distinguer autre chose qu'un seul faisceau de fibres naissant des corps ganglionnaires. Aucune fibre ne nous a paru passer au-dessus ou au-dessous de la pulpe des masses médullaires abdominales et branchiales... Dans les nerfs de la Pholade, comme dans ceux de tous les acéphales en général, les fibres sont parallèles, peu tendues, faiblement serrées et extrêmement molles. Le névrilemme qui les entoure est au contraire très-solide. »

(La suite au prochain numéro.)

LE BUREAU.

¹ Voy. *L'organisation du règne animal*, par Émile Blanchard; *Classe des acéphales*, p. 24.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES
DE STRASBOURG.

Ce Bulletin paraît tous les mois, s'il y a lieu, et est gratuitement adressé à tous les membres de la Société. Les personnes étrangères à la Société peuvent s'abonner à cette publication moyennant la somme de 3 fr. par an, qui peut être envoyée en timbres-poste au Président.

(Suite de la séance du 4 août.)

ZOOLOGIE (M. **Baudelot**).

Recherches sur la structure intime du système nerveux des mollusques acéphales (fin¹).

Dans son *Traité d'histologie comparée*², Leydig passe à peu près complètement sous silence la structure du système nerveux des Mollusques acéphales. Le passage suivant, très-peu significatif du reste, est le seul que nous ayons rencontré qui eût trait à cette question :

« Avec les cellules ganglionnaires, on voit encore, dans les centres nerveux de beaucoup d'Invertébrés, une masse ponctuée, souvent même assez considérable ; il en est ainsi chez les Arthropodes. Chez beaucoup de Vers, de Mollusques (*Unio*, *Anodonta*, *Paludina*, par exemple), la substance ponctuée, pâle, incolore, dans laquelle sont enchâssées les cellules nerveuses, renferme des corpuscules brillants colorés en jaune ; chez le *Cyclas cornea*, ces corpuscules sont d'un brun sale ; chez l'*Aplysia*, d'un rouge noirâtre. »

Enfin, dans la partie de son ouvrage relative à la physiologie du système nerveux des Mollusques acéphales³, M. Vul-

¹ Voir notre dernier numéro.

² *Traité d'histologie comparée de l'homme et des animaux*, par le docteur Franz Leydig ; trad. de l'allemand par Lahillonne. Paris 1866 ; p. 63.

³ *Leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux*, faites au Muséum d'histoire naturelle, par A. Vulpian ; 1866. P. 746.

pian s'exprime ainsi touchant la structure des centres nerveux de ces animaux : « Les ganglions présentent une coloration assez tranchée, jaunâtre ou orangée, qui permet de les distinguer assez aisément; mais on ne peut pas, en général, y trouver des cellules ganglionnaires; et ils semblent alors entièrement formés de matière nerveuse granuleuse amorphe. »

Une remarque à faire tout d'abord, remarque qui du reste peut s'appliquer à toute étude sur le système nerveux, c'est que l'examen des tissus qu'il s'agit ici de faire connaître présente pour l'observateur de tels obstacles que l'on ne saurait jamais trop multiplier les moyens d'analyse. Chacun de ces moyens étant à même de fournir des résultats partiels d'une certaine valeur, il devient possible, en contrôlant les uns par les autres ces divers résultats, d'arriver à des données beaucoup plus précises qu'en se bornant à l'emploi d'un seul agent, quelque avantageux du reste que puisse être celui-ci.

Tels sont les principes qui m'ont servi de guide dans l'étude du système nerveux des Mollusques acéphales. Dans mes expériences j'ai eu recours aux agents les plus variés, depuis les plus simples, tels que le sang de l'animal, l'eau distillée etc., jusqu'aux plus énergiques, tels que les acides à des degrés plus ou moins élevés de concentration. Je vais essayer d'exposer ici les résultats de mes recherches dans l'ordre où ils ont été obtenus.

Mes premières observations ont été faites sur l'Anodonte; elles ont porté indifféremment sur l'une ou l'autre des trois paires de ganglions (labiaux, branchiaux et pédieux). Les résultats concernant la structure de ces organes ont été les mêmes pour chacun d'eux.

Le premier fait dont on est frappé lorsque l'on a mis à nu le système nerveux d'une Anodonte, est la couleur jaune orange, ou plutôt jaune de rouille, des différents ganglions. Cette coloration est due à la présence d'un pigment, qui, ainsi que nous le verrons plus loin, a son siège dans l'intérieur des globules nerveux ganglionnaires. Cette coloration est loin, du reste, de présenter toujours la même intensité; elle est beaucoup plus pâle dans les jeunes individus. Chez les sujets très-jeunes et dans les embryons, les ganglions sont entièrement incolores.

Système nerveux de l'Anodonte étudié dans le sang de ce mollusque. — Si, après avoir isolé à l'air libre un des ganglions d'une Anodonte, on l'examine ensuite au microscope dans quelques gouttes du sang de l'animal, et sous une mince lamelle de verre, on peut constater une première série de faits, dont il importe d'apprécier la valeur. Afin de ne rien laisser indécis relativement à la manière dont j'ai procédé dans mes recherches, je me hâte de dire qu'il importe ici au plus haut degré de varier beaucoup les grossissements, de commencer par de faibles d'abord, pour finir ensuite par de très-forts. Je suppose donc un ganglion examiné sous un grossissement modéré (objectif 1, oculaire 2, de Nachet par exemple), voici ce que l'on peut constater tout d'abord : considéré dans son ensemble, le ganglion paraît consister en une masse granuleuse assez obscure dans laquelle il est impossible de distinguer aucun élément. Les nerfs possèdent l'aspect de cordons demi-translucides, vaguement striés dans le sens de la longueur, et offrant sur leurs bords une ligne plus claire dont l'épaisseur correspond à celle du névrilemme. Bien que ce névrilemme soit assez résistant, les nerfs, ainsi que le ganglion, sont d'une grande mollesse, ce dont on peut facilement s'assurer en exerçant une légère pression sur la lame de verre mince qui recouvre la préparation.

Tels sont à peu près les seuls caractères qu'il soit possible de saisir, tant que les parties restent dans un état d'intégrité complète. Afin de pouvoir étudier le contenu du ganglion et des nerfs, il devient nécessaire d'avoir recours soit à l'écrasement au moyen de la compression, soit à la déchirure des parties, effectuées à l'aide de fines aiguilles sous une simple loupe. Ce dernier procédé me paraît préférable du reste.

Par l'effet d'une compression modérée, l'enveloppe extérieure du ganglion ne tarde pas à se rompre sur un ou plusieurs points de son pourtour, et à travers les déchirures ainsi produites on voit le contenu du ganglion s'échapper en partie au dehors sous l'aspect d'une masse granuleuse ou plutôt finement grumeleuse, de couleur assez sombre, dont les particules élémentaires adhèrent entre elles d'une manière assez intime. Dans son milieu et vu son peu de transparence, cette masse granuleuse n'offre guère plus de prise à l'observation que le ganglion lui-même considéré dans son ensemble. Mais

sur les bords, là où la masse acquiert le moins d'épaisseur, il en est autrement. On y distingue assez nettement une multitude de très-petites vésicules à contenu plus ou moins réfringent, mais dont il n'est guère possible de déterminer exactement la nature sous un grossissement aussi faible.

Parmi ces corps vésiculeux, on peut reconnaître cependant un grand nombre de petites gouttelettes de protoplasma. Dans le liquide ambiant flottent en liberté une foule de granulations et de petites gouttelettes de protoplasma, de forme arrondie. Les dimensions de ces gouttelettes sont extrêmement variées. Les plus grosses n'excèdent guère 0^{mm},01; mais au-dessous de ce diamètre, on en rencontre de toutes les grandeurs, les plus petites étant à peine perceptibles. A l'extrémité de chaque nerf on voit de même, amoncelées en très-grand nombre, de petites gouttelettes de protoplasma analogues à celles qui proviennent du ganglion lui-même. Ces gouttelettes sont constituées par la substance elle-même des nerfs qui s'est échappée au dehors par l'effet de la pression. Il suffit, pour s'en convaincre, d'appuyer légèrement sur le couvre-objet: on voit à l'instant la matière demi-fluide contenue dans les troncs nerveux subir un mouvement de circulation plus ou moins rapide, et s'écouler au dehors par l'extrémité libre.

Disons enfin, pour être complet, que l'on aperçoit çà et là des brides de tissu conjonctif très-pâle et de fines fibres élastiques pourvues sur leur trajet de très-petits noyaux fusiformes. Ces dernières fibres se montrent surtout abondantes dans l'enveloppe du ganglion et dans le névrilemme qui constitue la gaine extérieure des troncs nerveux.

Afin d'acquérir des notions plus précises sur les divers éléments que je viens de passer en revue, il convient de les étudier sous un grossissement beaucoup plus considérable. A cet effet, j'ai fait usage de l'objectif à immersion n° 9 et de l'oculaire n° 3 de Hartnack. Les résultats obtenus ont été les suivants:

a) *Gouttelettes de protoplasma.* Les gouttelettes de protoplasma que nous avons vues répandues en si grande abondance dans le liquide de la préparation sont en général d'une forme exactement circulaire; quelques-unes pourtant sont allongées; d'autres offrent des contours sinueux, mais toujours arron-

dis. Ces gouttelettes possèdent un pouvoir réfringent un peu supérieur à celui du liquide ambiant ; leurs bords sont toujours très-nettement arrêtés. Parmi ces gouttelettes, il s'en trouve de complètement transparentes, sans traces de granulations à l'intérieur. On dirait de petites gouttelettes d'albumine pure. Ce sont les moins nombreuses. La plupart renferment à l'intérieur, en plus ou moins grande abondance, des granulations de diverse nature, les unes incolores, les autres d'un jaune plus ou moins prononcé et qui sont de nature pigmentaire. Toutes ces gouttelettes, quels que soient du reste leurs caractères, ne sont autre chose que du protoplasma liquide provenant, soit de la déchirure des globules ganglionnaires, soit de la rupture des troncs nerveux. Par suite des lois de l'attraction, ce protoplasma se constitue à l'état de globules emprisonnant dans leur intérieur tous les corps étrangers, granules et autres, qui se trouvent dans leur sphère d'action.

b) *Globules ganglionnaires.* Sur le bord des filots de matière grumeleuse expulsée hors du ganglion, on distingue au milieu des gouttelettes de protoplasma une multitude de petits globules, très-pressés les uns contre les autres, souvent même confondus entre eux, et dont quelques-uns sont comme pédiculés. Bien que leurs caractères ne soient point toujours très-aisément appréciables, je crois devoir dès à présent m'expliquer sur leur nature, et dire que ce sont des globules ganglionnaires. Leur contenu est formé d'une matière granuleuse, assez dense, d'une réfringence très-marquée, au milieu de laquelle se voient un certain nombre des granules de pigment colorés en jaune. Le seul caractère qui permette de distinguer avec certitude ces globules de simples gouttelettes du protoplasma consiste dans la présence à l'intérieur de la matière granuleuse d'un noyau circulaire pourvu lui-même d'un nucléole arrondi. Il n'est pas rare de rencontrer sur divers points de la préparation, quelques-uns de ces globules entièrement isolés ; le plus souvent ils ont pris alors une forme sphérique, plus rarement ils ont conservé celui d'une poire plus ou moins atténuée vers sa pointe, et munie d'un très-court pédicule.

c) *Noyaux.* Dans l'intérieur de la préparation on rencontre constamment un certain nombre de noyaux de même nature

que ceux dont je viens de signaler la présence à l'intérieur des globules ganglionnaires. Ces noyaux, qui ne sont devenus libres que par le fait de la déchirure des globules dans lesquels ils étaient renfermés, possèdent des caractères extrêmement tranchés, qui permettent de les reconnaître sans la moindre hésitation. Quelques-uns présentent encore à leur surface des débris de la matière granuleuse qui les enveloppait ; d'autres sont complètement libres, et peuvent être étudiés aisément. Leur diamètre mesure d'ordinaire $0^{\text{mm}},01$ environ, rarement davantage, mais souvent aussi beaucoup moins ; il m'est arrivé, par exemple, de trouver des noyaux qui n'avaient guère au delà de $0^{\text{mm}},005$. Ces petits organes offrent un contour très-nettement délimité, parfaitement circulaire, et accusé par une double ligne, circonstance qui permet de conclure à l'existence d'une membrane d'enveloppe extérieure. Le contenu se compose d'une substance pâle, très-finement granuleuse, au sein de laquelle on distingue avec beaucoup de netteté un nucléole arrondi, dont le diamètre atteint d'ordinaire $0^{\text{mm}},002$ environ. Ce nucléole paraît constitué par une substance homogène, d'un pouvoir réfringent supérieur à celui de la matière qui remplit l'intérieur du noyau.

(d) *Granulations*. Dans le liquide de la préparation on peut distinguer deux sortes de granulations, les unes incolores, les autres colorées en jaune plus ou moins foncé. Ces deux sortes de granulations, ainsi que je le démontrerai par la suite, proviennent de la matière qui constitue les globules ganglionnaires ; les premières représentent les granules du protoplasma, les secondes les corpuscules de pigment disséminés dans ce même protoplasma. — Les granulations incolores, bien que présentant des dimensions variables, sont toujours très-fines. — Les granules de pigment offrent des variations beaucoup plus marquées dans leur diamètre. Celui des plus fins ne dépasse guère $0^{\text{mm}},0005$. Les dimensions les plus ordinaires sont de $0^{\text{mm}},001$ à $0^{\text{mm}},004$. Tous ces corpuscules se distinguent aisément par leur très-grande réfringence et leur coloration jaunâtre. Les plus gros d'entre eux m'ont présenté dans certains cas les caractères de très-petites vésicules arrondies, dont la cavité renfermait une ou plusieurs molécules colorées et de forme assez irrégulière.

Système nerveux de l'Anodonte étudié dans l'eau distillée.

Lorsque, au lieu d'examiner le tissu d'un ganglion dans le sang de l'animal, on le soumet à l'action de l'eau distillée, on constate quelques différences qu'il importè de signaler. Les faits les plus saillants sont une augmentation de transparence des tissus, un gonflement très-marqué avec tendance à la dissolution des globules ganglionnaires, et une netteté beaucoup plus grande des noyaux. Quand l'action de l'eau s'est prolongée un certain temps, les globules ganglionnaires, devenus très-pâles, ne renferment plus qu'une matière assez fluide dans laquelle se trouvent en suspension des molécules d'une grande ténuité, et des granules de pigment restés intacts. Les contours de ces globules devenant de moins en moins distincts, la masse entière du ganglion tend à passer à l'état de matière granuleuse amorphe.

Ces changements peuvent, du reste, s'expliquer très-aisément. Ils sont le résultat de l'endosmose. Les globules ganglionnaires étant composés de petites masses de protoplasma d'une densité assez grande et abondamment pourvu de granulations, ce protoplasma se gonfle par absorption d'eau, les granules se désagrègent ou se dissolvent, et le noyau intérieur qui se trouvait masqué par ces granules devient très-apparent.

Aussi l'eau distillée est-elle un des meilleurs réactifs pour étudier convenablement les noyaux. — Lorsqu'on examine de petits fragments de ganglion dont la transparence a été ainsi accrue par addition d'eau, il devient facile de distinguer dans l'épaisseur de la masse granuleuse et à différentes profondeurs les noyaux appartenant à chacun des globules ganglionnaires. Quant aux noyaux que l'on rencontre à l'état d'isolement, leurs caractères sont d'une netteté remarquable. L'épaisseur de leur paroi est accusée par un double contour parfaitement tranché; et sur quelques-uns d'entre eux chez lesquels cette paroi se trouvait rompue il m'a été possible d'en mesurer directement l'épaisseur. La matière intérieure du noyaux est formée par une substance très-pâle, tenant en suspension de très-fines molécules, et d'un pouvoir réfringent un peu supérieur à celui de la matière granuleuse extra-nucléaire. Par suite de la grande transparence du contenu du noyau, le nucléus se voit avec une extrême netteté.

L'eau est également un excellent réactif pour étudier les granules du pigment. Ces corpuscules, étant insolubles de leur nature, deviennent de plus en plus distincts à mesure que la pâleur des tissus augmente. Leur coloration et leur pouvoir réfringent très-considérable suffisent toujours, du reste, pour les distinguer aisément au milieu des autres éléments.

Je pourrais en dire autant des fibres élastiques et des noyaux du tissu conjonctif. L'eau ayant moins d'action sur ces éléments que sur les autres tissus du ganglion, leurs caractères persistent en général avec beaucoup de netteté. Les noyaux de tissu conjonctif peuvent se distinguer aisément des noyaux des globules ganglionnaires. Au lieu d'être arrondis comme ces derniers et pourvus d'un seul nucléole, ils sont allongés, ovalaires, et renferment à l'intérieur un nombre plus ou moins considérable de grosses granulations foncées.

Les fibres élastiques se montrent en abondance dans l'enveloppe du ganglion et dans le névrilemme qui forme la gaine des troncs nerveux ; il est moins facile de décider si elles existent également dans l'intérieur du ganglion ; mais pourtant j'incline fortement à l'admettre. Ces fibres élastiques sont du reste très-aisément reconnaissables : elles se présentent sous l'aspect de fibres très-fines, mais bien distinctes cependant, offrant sur leur trajet des noyaux fusiformes, très-allongés, et doués d'un pouvoir réfringent assez considérable. Quelques-uns de ces noyaux que j'ai mesurés m'ont donné les dimensions suivantes : longueur $0^{\text{mm}},012$ environ, largeur $0^{\text{mm}},002$ à $0^{\text{mm}},004$.

Quant aux gouttelettes de protoplasma que nous avons vues répandues en si grande abondance dans le liquide qui s'échappe du ganglion, elles persistent avec autant de netteté dans l'eau que dans le sang même de l'animal.

Je répéterai en terminant que tous ces détails ont été étudiés à l'aide de grossissements très-variés. Les corpuscules du pigment, les noyaux des globules ganglionnaires et ceux du tissu conjonctif nécessitent dans leur examen l'emploi de grossissements très-forts (objectifs à immersion, 9 et 11, et oculaire 3 de Hartnack). Pour étudier la disposition générale des fibres élastiques, les objectifs 1 et 2 de Nachet avec l'oculaire 2 m'ont paru les plus convenables.

Système nerveux de l'Anodonte traité par les acides.

Bien que les recherches qui précèdent nous aient conduits vers des résultats d'une certaine importance, ces résultats, il faut en convenir, sont encore bien incomplets. Relativement aux globules ganglionnaires en particulier, ces corps examinés dans l'eau ou dans le sang de l'animal ne se voient jamais d'une façon bien nette, ils restent toujours confondus entre eux, leurs limites sont mal accusées, et il est tout à fait impossible de décider s'ils possèdent ou non des prolongements polaires.

Des doutes très-légitimes concernant la nature de ces organites pourraient donc subsister, si nous ne possédions aucun autre moyen de les isoler et d'en obtenir une connaissance plus exacte. Ces moyens existent heureusement. Ce sont les acides azotique, chlorhydrique et acétique à doses plus ou moins élevées. Grâce à ces agents d'une merveilleuse efficacité, les difficultés s'évanouissent comme par enchantement, et là où régnait une obscurité profonde surgit tout à coup la lumière la plus vive et la plus inattendue.

Les proportions d'acide azotique dont je me sers sont les suivantes: une partie d'acide pour 4 à 5 parties d'eau. Voici la manière dont je procède à l'expérience:

Je prends une Anodonte vivante, et je la plonge tout entière dans le mélange en question. La coquille se dissout rapidement et l'animal se trouve bientôt soumis à l'action du liquide ambiant. Après un, deux ou trois jours de macération, les tissus étant devenus d'un jaune très-prononcé et très-friables, le moment est venu de procéder à l'étude du système nerveux.

Je retire l'animal de la liqueur acide, je le transporte dans une cuvette remplie d'eau pure ou mieux encore faiblement acidulée, et j'extrait l'un des ganglions pour le porter sous le microscope. Les résultats obtenus au moyen de l'investigation microscopique sont plus ou moins instructifs suivant le grossissement employé. Supposons donc que nous fassions d'abord usage d'un grossissement assez faible (objectif 1, oculaire 2 de Nachet), le ganglion étant intact et placé entre deux lames de verre dans une goutte d'eau pure ou additionnée

d'un peu de glycérine. Si l'on vient à exercer une compression modérée sur le verre supérieur, le ganglion s'aplatit, et l'on voit une masse jaunâtre plus ou moins obscure, parsemée d'une multitude de petits points plus clairs. L'observation la plus attentive ne décèle rien de plus.

Si, au lieu d'examiner le ganglion en totalité, on le déchire en fragments au moyen de fines aiguilles, la préparation montre bien un certain nombre d'éléments distincts, mais qui sont beaucoup trop petits pour qu'il soit possible d'en faire une analyse suffisante. Nécessité est donc de recourir à un grossissement plus considérable (les objectifs à immersion 9 et 11 de Hartnack avec l'oculaire 3 sont ceux dont je me suis servi dans ce cas avec le plus d'avantage). Alors les résultats deviennent d'une netteté remarquable.

On constate, en effet, que le ganglion tout entier se trouve composé d'une multitude de très-beaux globules ganglionnaires qui s'isolent avec facilité et se montrent toujours pourvus de prolongements que l'on peut suivre dans une plus ou moins grande étendue. Cette séparation facile des globules ganglionnaires est due à l'altération du tissu conjonctif qui les unissait. L'observation démontre, en effet, que chaque globule ganglionnaire est entouré d'une gaine très-mince de tissu conjonctif, mais que ce tissu a perdu presque entièrement sa cohésion primitive et qu'il peut se déchirer avec la plus grande facilité. Pour ceux de ces globules qui ont conservé leurs rapports normaux, on peut constater qu'ils sont toujours très-serrés les uns contre les autres, et que, par suite de la pression réciproque qu'ils subissent, ils offrent constamment une forme plus ou moins polygonale.

Les globules ganglionnaires des Acéphales n'ayant pu jusqu'ici être obtenus dans un état d'isolement convenable, je crois devoir m'étendre avec quelques détails sur le mode de composition de ces organites.

Chaque globule ganglionnaire est constitué par une petite masse de protoplasma dépourvue de membrane propre à l'extérieur, et possédant à l'intérieur un très-beau noyau, pourvu lui-même d'un nucléole très-distinct. De ce globule de protoplasma naissent constamment un ou deux prolongements polaires.

Bien qu'étant dépourvu de membrane propre, c'est-à-dire

de membrane de cellule, chacun des globules ganglionnaires possède cependant une enveloppe spéciale composée de tissu conjonctif, laquelle forme autour de lui une sorte de capsule ou de gaine qui a pour effet de l'isoler des globules ganglionnaires voisins. Cette gaine extérieure est des plus faciles à reconnaître sur des globules ganglionnaires isolés; parfois elle se trouve déchirée sur quelque point de sa surface, et le globule ganglionnaire se montre à nu dans une étendue plus ou moins considérable; d'autres fois elle a disparu complètement et le globule se trouve réduit à une petite masse de protoplasma dépourvu de toute enveloppe extérieure.

La forme des globules ganglionnaires est extrêmement variable. Il y en a qui sont arrondis; d'autres sont ovalaires, piriformes ou triangulaires. Quelques-uns ont l'aspect de fuseaux plus ou moins allongés. Lorsqu'il existe deux prolongements, ces derniers sont ordinairement situés sur deux points opposés; tel est en particulier le cas des globules fusiformes; il n'est pas rare cependant de voir les deux prolongements naître de la cellule sur deux points plus ou moins rapprochés l'un de l'autre. Ce n'est que par exception que j'ai rencontré des globules pourvus de trois prolongements.

Ces prolongements m'ont toujours paru indivis jusqu'au point où j'ai pu les suivre. J'en ai obtenu fréquemment dont la longueur dépassait 0^{mm},10; le plus grand nombre avaient une étendue variant de 0^{mm},02 à 0^{mm},08.

Je n'ai jamais rencontré de cellules véritablement apolaires; celles qui se présentaient sous cette forme m'ont toujours offert des traces de la déchirure des prolongements qu'elles possédaient primitivement. Les globules bipolaires sont très-nombreux. Les globules unipolaires paraissent répartis en plus grand nombre vers la périphérie du ganglion.

Les prolongements sont formés d'une substance hyaline, assez résistante, en continuité directe avec le protoplasma qui constitue le corps du globule, mais sans rapport aucun avec le noyau. Ces prolongements m'ont toujours offert la forme de rubans très-aplati; leur volume est en rapport avec celui du globule auquel ils appartiennent. Pour les globules les plus petits, la largeur des prolongements dépasse à peine 0^{mm},001. Les prolongements des plus gros globules possèdent un diamètre beaucoup plus considérable; on voit assez sou-

vent la matière granuleuse du globule s'avancer jusqu'à une certaine distance dans leur intérieur.

Quant aux globules eux-mêmes, voici quelques mesures qui serviront à donner une idée exacte des proportions de leurs différentes parties.

Millimètres.	Millimètres.			
Longueur, 0,04	Largeur, 0,04 (globule fusiforme)			
» 0,03	» 0,02	Noyau, 0,04	Nucléole, 0,002	
» 0,026	» 0,018	» 0,01	» 0,003	
» 0,024	» 0,01	» 0,008		
» 0,02	» 0,012	»		
» 0,016	» 0,008			
» 0,01	» 0,006			
» 0,008	» 0,008	» 0,004	» 0,001	

De même que chez les Gastéropodes, c'est toujours dans l'intérieur de la matière granuleuse qui constitue les globules que se trouvent répartis les corpuscules du pigment. Ces corpuscules paraissent plus abondants dans les gros globules que dans les globules plus petits, d'où résulte pour les premiers une couleur jaune plus prononcée. Les granules pigmentaires que l'on voit flotter dans le liquide de la préparation ne se montrent en liberté que par le fait de la déchirure d'un certain nombre de globules ganglionnaires.

Quant à la matière granuleuse dont parlent les auteurs, et qui aurait pour usages, soit de tenir lieu des globules ganglionnaires, soit de former autour de ceux-ci une sorte de gangue protectrice, je crois pouvoir nier formellement son existence. Toujours j'ai vu les globules ganglionnaires offrir un contact très-intime, sans autre intermédiaire qu'un peu de substance conjonctive, qui se résout en fibrilles plus ou moins nettes par l'action de l'acide azotique.

Les petits ganglions microscopiques qui se trouvent dans l'épaisseur des parois du manteau ne m'ont paru différer en rien d'essentiel des ganglions volumineux qui forment les centres nerveux principaux. J'avais examiné ces ganglions dans l'espoir que leur petitesse rendrait plus facile l'étude de leur structure. J'ai été assez surpris de constater plutôt le contraire : le tissu conjonctif y est plus dense que dans les gros ganglions, et les globules nerveux s'isolent avec moins de facilité ; ces globules m'ont semblé pourvus de prolongements

polaires, absolument comme les globules des centres supérieurs.

L'action de l'acide azotique, si favorable pour l'étude des ganglions, ne l'est pas moins pour celle des nerfs eux-mêmes. Sous l'influence de ce puissant réactif, le tissu des cordons nerveux se décompose en une multitude de fibrilles, très-fines, droites et parallèles. Toutes ces fibrilles, d'un diamètre assez inégal du reste, ne sont probablement autre chose que la continuation des prolongements des globules ganglionnaires. Ici, comme partout ailleurs il est vrai, le genre de rapport qui s'établit entre les fibres nerveuses et les prolongements polaires n'est point chose facile à déterminer, et voici pourquoi : relativement aux globules nerveux les plus rapprochés de la périphérie du ganglion, le trajet excessivement compliqué que doivent suivre leurs prolongements au milieu des autres globules avant d'arriver jusqu'aux nerfs ôte tout espoir de pouvoir jamais les suivre jusqu'à leur terminaison. Les globules les plus voisins de l'origine des nerfs, ceux-là surtout qui se trouvent déjà compris dans leur épaisseur, pourraient au premier abord paraître susceptibles de fournir des résultats beaucoup plus facilement saisissables. Mais là un nouvel obstacle se présente. Aux points où se réunissent les fibres du ganglion pour constituer les troncs des nerfs, la substance conjonctive semble acquérir une densité plus considérable, et les globules nerveux se trouvent tellement em-
pêtrés au milieu des fibres nerveuses que leur isolement offre les plus grandes difficultés. Il convient ici cependant de présenter une remarque. Comme, par suite de l'action de l'acide azotique, les nerfs ont acquis la propriété de pouvoir se résoudre en fibrilles et de se laisser déchirer très-aisément dans le sens de leur longueur, j'ai la conviction qu'avec un peu de patience et en multipliant les tentatives on doit parvenir à voir des fibres nerveuses en continuité directe avec les prolongements des globules qui se trouvent disséminés au milieu d'elles. Plusieurs fois j'ai cru moi-même avoir constaté ce genre de rapport, mais point cependant d'une manière assez évidente pour être complètement satisfait. Du reste, ce que l'œil ne perçoit qu'avec peine, l'esprit le devine aisément. Sauf les globules les plus externes des ganglions, qui sont en partie unipolaires, presque tous les autres globules,

avons-nous dit, paraissent pourvus de deux prolongements au moins. Or que pourraient signifier de pareilles globules situés au beau milieu des fibres nerveuses, si leurs prolongements n'avaient aucun rapport avec ces mêmes fibres ! — N'oublions point non plus qu'il ne s'agit ici que d'un seul type d'Acéphales ; les espèces qui appartiennent à ce groupe existent en nombre si considérable qu'il est permis d'espérer que quelques-unes d'entre elles pourront mieux que d'autres se prêter à l'étude de certains détails.

Tous les résultats qui viennent d'être énoncés ont été obtenus au moyen de l'acide azotique ; je les ai obtenus tout aussi nets sur une Anodonte qui était restée plongée pendant plusieurs jours dans un mélange d'eau, d'acide acétique et d'acide chlorhydrique. Par l'emploi de ce dernier liquide, la transparence des tissus était plus marquée, et les prolongements des globules se trouvaient conservés sur une plus grande longueur. Les fibrilles des nerfs s'isolaient également avec facilité. Je dois seulement recommander, dans ce cas, de ne point examiner le système nerveux dans un autre liquide que celui qui a servi à la préparation, l'eau ayant pour effet de ramollir et de désagréger les tissus d'une façon très-rapide.

Les faits constatés par moi sur l'Anodonte ne sont point, comme on peut le présumer aisément, particuliers à cette espèce ; je les ai retrouvés, mais avec un surcroît d'évidence peut-être, sur le *Cyclas cornea*. Je me crois donc autorisé à pouvoir les étendre à toute la classe des Acéphales, et à formuler comme il suit le résultat de mes recherches :

Chez les Mollusques acéphales, de même que chez les Gastéropodes, les ganglions sont composés d'une multitude de globules ganglionnaires parfaitement isolables, et tous pourvus de un ou plusieurs prolongements polaires. Ces globules diffèrent de ceux des Gastéropodes par leur taille relative, généralement beaucoup moindre.

Chacun des globules ganglionnaires est privé de membrane propre, et se trouve inclus dans une sorte de capsule ou gaine de tissu conjonctif, qui se continue sur les prolongements partant des pôles.

Ces prolongements m'ont toujours paru indivis.

Considéré en lui-même, le globule ganglionnaire consiste en une petite masse granuleuse de protoplasma au sein de

laquelle se trouve enfermé un noyau pourvu d'une membrane propre et renfermant lui-même un nucléole.

De même que chez les Gastéropodes, la couleur jaune des ganglions est due à des corpuscules de pigment disséminés dans l'intérieur de la matière granuleuse des globules et non en dehors d'eux.

Il n'y a point de matière granuleuse interposée entre les globules ; ceux-ci se touchent immédiatement, n'ayant d'autre enveloppe qu'un peu de tissu conjonctif.

Les nerfs se composent d'une gaine extérieure formée de tissu conjonctif et de tissu élastique, et d'un contenu. Ce dernier, sous l'influence de certains réactifs, peut se décomposer en fibrilles élémentaires d'une très-grande finesse, mais dont l'épaisseur est cependant variable.

Le rapport des prolongements des cellules nerveuses avec les fibres nerveuses n'a pu être établi encore d'une manière suffisamment nette. Tout porte à admettre que chacune des fibres se continue directement avec l'un des prolongements qui naissent des globules ganglionnaires.

*Recherches relatives à la structure intime des centres nerveux
chez les poissons osseux.*

Parmi les résultats auxquels m'a conduit l'étude du système nerveux des Mollusques acéphales, il en est un qui, entre tous les autres, a frappé le plus vivement mon attention : je veux parler de la réductibilité complète du tissu ganglionnaire en un tissu de cellules toutes pourvues de prolongements et unies entre elles par une faible quantité seulement de tissu conjonctif.

Partant de ce fait établi sur des données bien positives et guidé par l'analogie, je me suis demandé si la matière grise des centres nerveux des animaux vertébrés, elle aussi, ne serait point complètement réductible en un tissu de fibres et de cellules ; en d'autres termes, si la matière fondamentale granuleuse admise par les auteurs existe réellement, ou plutôt si cette matière n'est point un de ces produits mal déterminés qui ne doivent leur existence qu'à l'impossibilité où l'on s'est

trouvé jusqu'à présent d'en pénétrer suffisamment la structure. Dans le but de vérifier cette hypothèse, j'ai résolu de faire d'abord quelques recherches sur l'encéphale des Poissons, persuadé que si mes prévisions venaient à se réaliser pour un seul type, une induction légitime permettrait d'étendre les résultats obtenus à toute la classe des Vertébrés. Ce sont les résultats de ces premières investigations que je me propose de faire connaître aujourd'hui.

Pour des motifs que j'exposerai plus loin, j'ai cru devoir commencer par l'étude de la structure des lobes antérieurs: les types qui ont servi à mes observations sont l'Épinoche et la Carpe.

Pénétré des avantages de la marche analytique que j'avais suivie dans mes recherches sur le système nerveux des Acéphales, j'ai cru devoir procéder ici de la même façon; j'ai donc étudié le tissu cérébral dans l'eau pure d'abord, ensuite après macération dans l'acide azotique. Les grossissements employés ont été les objectifs à immersion 9 et 11 de Hartnack avec l'oculaire 3.

(La fin au prochain numéro.)

LE BUREAU.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES
DE STRASBOURG.

Ce Bulletin paraît tous les mois, s'il y a lieu, et est gratuitement adressé à tous les membres de la Société. Les personnes étrangères à la Société peuvent s'abonner à cette publication moyennant la somme de 3 fr. par an, qui peut être envoyée en timbrés-poste au Président.

(Fin de la séance du 4 août.)

ZOOLOGIE (M. Baudelot).

(Fin¹.)

*Tissu des lobes antérieurs de l'Épinoche étudié dans l'eau
ordinaire ou distillée.*

Supposons un fragment des lobes antérieurs d'une Épinoche détaché aussitôt après la mort et porté sous le microscope pour y être examiné dans une goutte d'eau pure; si l'on vient à comprimer ce fragment entre deux verres, son tissu peu résistant s'étale en couche d'une faible épaisseur. L'impression fournie par ce tissu est celle d'une matière granuleuse à peu près amorphe, au sein de laquelle on distingue en assez grand nombre des vaisseaux sanguins remplis de globules, et des fibres pâles d'une très-grande finesse, lesquelles paraissent être de nature nerveuse. En divers points de la préparation on aperçoit des noyaux de cellules, mais rien autre chose du reste qui décèle l'existence de globules ganglionnaires distincts. Ces premiers résultats, comme nous le voyons, sont assez peu instructifs.

Si, au lieu d'examiner le tissu cérébral aussitôt après la mort, on a soin d'abord de le laisser séjourner dans de l'eau pendant une demi-heure, une heure ou davantage, suivant la

¹ Voy. les nos 6 et 7.

température, on obtient quelques résultats dont il importe de tenir compte. Par l'effet de l'endosmose, le tissu nerveux est devenu plus pâle; ses éléments, moins intimement unis, offrent une certaine tendance à se dissocier, et lorsqu'un fragment de ce tissu a été déchiré, soit à l'aide d'aiguilles, soit au moyen d'une compression méthodique, il n'est point rare de rencontrer dans le liquide de la préparation des globules ganglionnaires bien conservés et pourvus d'un ou plusieurs prolongements d'une certaine étendue. Chacun de ces globules est composé d'une petite masse de protoplasma granuleux dépourvue d'enveloppe propre, c'est-à-dire de membrane de cellule, et possédant à l'intérieur un noyau volumineux. Quand on réfléchit sur le mode de constitution de ce globule, une question se pose tout naturellement à l'esprit; à savoir: si des organites de cette nature et à limite aussi peu tranchée ne pourraient point, par le seul fait de l'écrasement et en se fusionnant entre eux, contribuer, en partie du moins, à la production de cet élément mal connu, désigné sous le nom de *matière granuleuse*. La réponse à cette question n'est point facile à donner d'une manière immédiate, mais il est un fait pourtant qui peut déjà nous fournir à ce sujet d'utiles indications, je veux parler du mode de répartition des noyaux dans le tissu cérébral. Ici l'action de l'eau offre des avantages très-marqués: ayant pour effet d'augmenter la transparence des tissus, elle rend les noyaux beaucoup plus apparents et elle permet de les distinguer à une certaine profondeur au sein de la matière granuleuse. On peut donc constater que ces organes sont en nombre immense; sur certains points ils sont tellement rapprochés qu'ils se touchent presque; sur d'autres, ils sont plus espacés, mais encore très-abondants; enfin, dans les quelques endroits de la préparation où ils deviennent plus rares, il est toujours possible d'en découvrir quelques-uns dans l'épaisseur de la matière granuleuse.

On comprendra aisément pourquoi j'insiste sur cette particularité. Pour moi, ce que certains auteurs appellent des noyaux libres au sein de la matière fondamentale granuleuse n'existe point. Chaque noyau fait toujours partie intégrante d'un globule ganglionnaire, et comme tel son existence implique celle de ce dernier; elle suffit à elle seule pour la faire reconnaître. Lorsque sur quelque point de la préparation on aperçoit une

multitude de noyaux très-rapprochés, on peut donc, même en l'absence de tout indice de séparation des globules ganglionnaires, en conclure que là aussi il existe une multitude de ces globules en nombre égal à celui des noyaux. Bien plus, on arrive à cette conviction que sur ces mêmes points le tissu cérébral doit être composé à peu près exclusivement de globules ganglionnaires, et que la matière interposée entre les globules, si elle existe, doit se trouver réduite à des proportions extrêmement minimales.

Ces quelques mots auront suffi, je pense, pour faire comprendre tout l'intérêt qui s'attache à l'étude des noyaux dont je vais m'occuper à présent.

Parmi les noyaux, les uns, comme nous l'avons vu, se montrent dans l'intérieur de globules ganglionnaires isolés; d'autres sont enfouis au sein de la matière granuleuse; un grand nombre flottent à l'état de liberté dans le liquide de la préparation. Ce grand nombre de noyaux libres, soit dit en passant, est déjà pour nous un indice d'une certaine valeur; il pourrait suffire à prouver que la matière dont se composent les globules ganglionnaires est douée d'un degré de cohésion bien peu considérable, puisqu'une multitude de ces globules se déchirent par le travers avec plus de facilité qu'ils ne s'isolent les uns des autres. On pourrait en conclure avec non moins de certitude que l'adhérence des globules entre eux doit être très-intime.

Le diamètre des noyaux est extrêmement variable. Les plus gros d'entre eux atteignent jusqu'à 0,009 et 0,01 de millimètre. Ils sont assez rares. Ceux de dimension moyenne ont généralement de 0,005 à 0,006. Les plus petits dépassent à peine 0,002. Entre cette limite inférieure et la limite supérieure d'abord indiquée, il est possible, du reste, de rencontrer tous les degrés intermédiaires. Sur ces noyaux de diverses grandeurs il est toujours facile de constater la présence d'une membrane d'enveloppe, laquelle est accusée par l'existence d'un double contour très-net. Chaque noyau, par conséquent, doit être considéré comme une vésicule à paroi propre, dans l'intérieur de laquelle se trouve renfermé un liquide transparent et très-finement granuleux. Cette vésicule est constamment pourvue d'un nucléole au moins, quelquefois de deux ou de trois. Le nucléole est toujours très-petit

(0,001 de millimètre environ), il semble appliqué contre la paroi de la vésicule, et il réfracte très-fortement la lumière. Cette réfringence se trouve indiquée par ce fait que le nucléole paraît tantôt très-clair, tantôt très-foncé, selon ses distances respectives par rapport au foyer.

Un fait important, mais qui ne peut être établi dans toute son évidence qu'après l'emploi des réactifs, ressort ici déjà de l'examen des quelques globules ganglionnaires isolés que l'on rencontre dans un état de conservation suffisant: je veux parler des rapports de grandeur existant entre le diamètre du noyau et celui du globule ganglionnaire auquel il appartient. Le noyau est toujours très-volumineux relativement au globule ganglionnaire dont il fait partie; ordinairement son diamètre est égal ou à peu près à celui de ce globule, de telle sorte que d'après le volume seul des noyaux on peut préjuger déjà de celui des globules ganglionnaires. Or comme, d'après l'étude que nous avons faite des noyaux, nous savons à présent que ces organites sont susceptibles d'offrir les dimensions les plus variées, que les plus petits d'entre eux, par exemple, peuvent, sous le rapport du volume, rester bien inférieurs aux noyaux de la couche centrale du cervelet, il nous sera permis de conclure que les globules ganglionnaires, eux aussi, doivent présenter les différences les plus extrêmes dans leurs dimensions, ce qui, du reste, sera démontré plus loin d'une façon directe.

Comme conséquence de ces relations établies entre le volume des noyaux et celui des globules ganglionnaires, je puis ajouter que, d'après le mode de répartition des noyaux dans l'intérieur d'une préparation qui comprend toute l'étendue de l'un des lobes antérieurs, il est permis d'établir avec certitude que les globules de diverses grandeurs ne se trouvent point distribués absolument au hasard dans l'intérieur de la substance cérébrale. Sur certains points on aperçoit une multitude de très-petits noyaux, à peu près régulièrement espacés, tous d'égal volume ou peu s'en faut; sur d'autres points on rencontre des noyaux plus gros, mais beaucoup moins abondants et d'un volume moins uniforme; il est quelques endroits enfin où les noyaux paraissent assez rares. Il serait fort intéressant d'avoir une notion un peu exacte sur le mode de répartition de tous ces noyaux; c'est là malheureu-

sement une question que le temps ne m'a point permis d'approfondir jusqu'à présent.

Tels sont dans leur ensemble les résultats auxquels peut conduire l'étude du tissu des lobes antérieurs de l'Épinoche, lorsqu'on ne fait usage d'autre réactif que de l'eau ordinaire. Ces résultats peuvent se résumer de la façon suivante :

Le tissu des lobes antérieurs renferme une multitude de globules ganglionnaires de volume très-inégal. Ces globules sont unis entre eux d'une façon très-intime; ceux que l'on rencontre à l'état d'isolement se montrent en général pourvus de prolongements polaires.

Tout globule ganglionnaire est dépourvu de paroi propre; il se compose d'une masse de protoplasma granuleux, au sein duquel se trouve renfermé un noyau très-volumineux, pourvu lui-même de un ou de plusieurs nucléoles. Il paraît exister un rapport constant entre le volume du noyau et celui du globule ganglionnaire.

Le nombre considérable des noyaux et leur rapprochement sur certains points permet de concevoir des doutes au sujet de l'existence d'une substance granuleuse, dite *fondamentale* et regardée comme indépendante. Cette prétendue substance offrant le même aspect que la matière granuleuse qui constitue les globules ganglionnaires eux-mêmes, il est certain qu'elle doit provenir, sinon en totalité, du moins en très-grande partie, de ces globules dont les limites ou bien disparaissent par le fait de l'écrasement ou bien sont trop peu tranchées pour être distinctes.

Dans l'épaisseur de la substance granuleuse se montrent un grand nombre de vaisseaux sanguins et des fibres nerveuses d'une extrême finesse.

Si l'on se bornait à ces premiers résultats obtenus par la simple action de l'eau, bien des faits resteraient encore indécis; il nous faut donc, pour aller plus loin, avoir recours à d'autres procédés. Ici encore l'emploi de l'acide azotique nous a offert de remarquables avantages. Voici comment j'opère :

Je prends un poisson vivant et, aussitôt après la mort, je mets à nu l'encéphale en enlevant la voûte du crâne; la tête ayant été ensuite séparée du tronc, je la plonge dans un mé-

lange d'eau et d'acide azotique (1 partie d'acide pour 4 à 5 parties d'eau) pendant un jour, deux jours ou davantage. Ce temps écoulé, je retire la préparation de la liqueur acide et je la lave avec de l'eau pure, afin de chasser l'excès d'acide. J'extrais l'un des lobes antérieurs, que je dépose sur une lame de verre, et je le déchire en petits fragments au moyen d'aiguilles. Quand ce lobe a été ainsi divisé, soit dans sa totalité s'il est très-petit (Épinoche), soit en partie seulement s'il est plus volumineux (Carpe), je rassemble tous les fragments ainsi obtenus sur le milieu de la plaque, je les humecte avec un peu d'eau et je les *hache* avec un scalpel, de manière à les réduire en parcelles aussi ténues que possible. Cette opération n'exige d'autre soin qu'un peu de patience. Quand elle est terminée, on ajoute à la préparation un peu de glycérine, et l'on recouvre le tout d'une lame de verre mince, afin de procéder à l'examen microscopique (objectifs à immersion 9 et 11, et oculaire 3, de Hartnack). Les résultats fournis par cet examen sont du plus haut intérêt.

Parmi ces parcelles en quantité innombrable, obtenues comme je viens de l'indiquer, il en est de toutes les formes et de toutes les dimensions; il est donc nécessaire, afin de rencontrer celles qui peuvent servir le mieux à l'observation, de faire voyager la préparation en tout sens dans le champ du microscope. Comme le succès de la recherche est un peu subordonné au hasard, je recommande très-vivement de ne point perdre patience et surtout de ne point céder à une première impression de doute que pourrait faire naître un trop rapide examen. Du reste, on n'a guère à craindre de n'être point récompensé de ses efforts, car au milieu de la variété innombrable de particules que contient la préparation, il en est toujours un certain nombre qui se distinguent par quelque particularité intéressante.

Je passe maintenant à l'exposé des faits qu'il m'a été donné de constater :

Dans le liquide de la préparation on aperçoit constamment un certain nombre de globules ganglionnaires entièrement libres. Ces globules offrent un contour extérieur généralement net, ils sont dépourvus de membrane propre et renferment un noyau volumineux dont le diamètre égale souvent celui du globule lui-même. La forme des globules est assez variable et

paraît dépendre du nombre des prolongements polaires. Le nombre de ces derniers étant de un, de deux ou de trois, les globules peuvent affecter la forme de poire, de fuseau ou de triangle, suivant ces diverses circonstances. Je n'ai pas rencontré de globules offrant plus de trois prolongements, cependant je n'oserais affirmer qu'il n'en existe point de semblables, mes recherches étant restées limitées à un très-petit nombre de préparations.

Les dimensions des globules ne sont pas moins sujettes à varier que leur forme. Voici, à titre d'exemples, quelques-unes de ces dimensions que j'ai recueillies :

	Millimètres.		Millimètres.		Millimètres.
Longueur. . .	0,008	Largeur. . .	0,006	Noyau. . .	0,006
»	0,04	»	0,006	»	0,006
»	0,04	»	0,006	»	0,004
»	0,046	»	0,009	»	0,008
»	0,02	»	0,02	»	0,044

Dans quelques-uns des plus gros globules, j'ai constaté une coloration jaunâtre qui m'a paru occasionnée par du pigment disséminé dans le protoplasma granuleux situé en dehors du noyau. Les prolongements polaires sont toujours d'une très-grande finesse. Pour quelques-uns des globules ci-dessus, j'estime leur épaisseur comme ne dépassant pas 0^{mm},0002 à 0,0003. Ces prolongements m'ont toujours paru indivis; jamais non plus je ne les ai vus s'anastomoser entre eux.

Telles sont les particularités que l'on constate sur des globules ganglionnaires isolés. Les faits qui suivent ont trait à deux questions de la plus haute importance, à savoir : le rapport des globules ganglionnaires entre eux; le rapport des globules ganglionnaires avec les fibres nerveuses.

a) *Rapport des globules ganglionnaires entre eux.* Selon Stieda¹ (et ici la figure donnée par l'auteur vient à l'appui du texte), les globules ganglionnaires des hémisphères, ainsi

¹ *Studien über das centrale Nervensystem der Knochenfische*, von Doctor Ludwig Stieda, mit zwei Tafeln. Leipzig 1868.

que ceux des lobes inférieurs, se trouveraient enchâssés, en nombre plus ou moins considérable, au sein d'une matière granuleuse amorphe qui formerait entre eux comme une sorte de ciment. A quel point ce résultat est-il l'expression de la réalité? Telle est la question qu'il s'agit pour nous d'examiner. Le procédé expérimental que j'ai indiqué ci-dessus se prête, du reste, merveilleusement à cette étude. Parmi les parcelles de tissu disséminées en quantité innombrable dans l'intérieur de la préparation, il en est ordinairement quelques-unes qui représentent des coupes d'une minceur extrême: sur plusieurs de ces coupes j'ai pu constater que les globules ganglionnaires se touchent immédiatement, sans interposition aucune de matière granuleuse étrangère. Sur l'une d'elles, dont l'épaisseur ne comprenait qu'un seul plan de cellules, on voyait les globules ganglionnaires juxtaposés comme des cellules d'épithélium, offrant un contour polygonal (résultat d'une pression réciproque) et possédant chacun un beau noyau à l'intérieur.

D'autres particules, sans être aussi minces, ne sont pas moins instructives; ce sont celles dont l'une des faces est taillée en biseau très-obliquement. Lorsque cette face oblique est tournée convenablement vers l'observateur, on peut voir tous les noyaux des globules régulièrement étagés les uns au-dessus des autres comme des boulets sur l'une des faces d'une pyramide. Là encore on arrive à cette conviction que les globules se touchent directement sans interposition de substance granuleuse. Enfin, certaines parcelles de tissu dont les bords sont déchiquetés peuvent également conduire au même résultat: fréquemment l'on voit appendus le long de ces bord de petits groupes de globules qui s'y trouvent fixés par leurs prolongements. Ces globules, lorsqu'ils sont en petit nombre et si l'on fait varier la position du foyer, laissent apercevoir chacun leur noyau par transparence, ce qui permet de décider avec suffisamment de certitude des rapports qu'ils affectent entre eux.

Pour être vrai en tout point, il convient de dire cependant qu'un assez grand nombre de particules ne donnent guère d'autre sensation que celle d'une matière granuleuse plus ou moins confuse. Cet aspect vaguement granuleux peut résulter de plusieurs causes: d'abord de l'épaisseur des particules.

soumises à l'examen; en second lieu, du mélange intime des fibres nerveuses et du tissu conjonctif avec les globules ganglionnaires. On comprend sans peine que des globules composés d'un protoplasma granuleux, dépourvus d'enveloppe propre et n'ayant point de limites bien accusées, doivent, en se superposant en couches d'une certaine épaisseur, faire naître la sensation d'une masse granuleuse. Les noyaux des globules étant dans ce cas le seul indice capable de révéler la présence de ces derniers, si ces noyaux viennent à manquer, ou bien s'ils sont peu apparents, l'aspect granuleux s'ensuit inévitablement.

Quant aux fibres nerveuses et au tissu conjonctif, ayant pour effet de masquer plus ou moins les noyaux et les contours des globules ganglionnaires, leur présence contribue évidemment à produire dans le tissu nerveux cet aspect vague, d'apparence à la fois fibreuse et granuleuse, que l'on observe sur certains points. Ce ne sont point là, du reste, de simples hypothèses, mais des faits dont j'ai pu maintes fois m'assurer directement par l'observation.

Le protoplasma granuleux qui constitue les globules ganglionnaires s'étend également dans l'intérieur des fibres nerveuses, ce qui tend aussi à augmenter l'aspect granuleux.

La densité du tissu nerveux paraît s'accroître avec l'âge; elle n'est point la même pour toutes les espèces, ni pour toutes les parties de l'encéphale. Je l'ai trouvée plus marquée chez la Carpe que chez l'Épinoche, et pour le premier de ces deux poissons elle m'a semblé plus considérable dans le tissu du lobule médian de la moelle allongée que dans celui des lobes antérieurs. Je pourrais en dire autant de l'abondance du tissu conjonctif. Il importe donc, comme on le voit, au plus haut point d'introduire beaucoup de variété dans les observations.

De l'ensemble des faits énoncés il résulterait donc que la structure du lobe antérieur serait exactement celle d'un ganglion dont les éléments extrêmement nombreux, mais d'une remarquable petitesse, se trouveraient unis entre eux de la façon la plus intime. Cette structure serait entièrement comparable à celle des ganglions des Mollusques acéphales.

b) *Rapport des globules ganglionnaires avec les fibres nerveuses.* Bien qu'il soit assez difficile de prouver d'une manière directe l'union des fibres nerveuses avec les globules ganglionnaires, cette union cependant ne fait pour moi l'objet d'aucun doute. Dans le cours de mes recherches j'ai eu à chaque instant l'occasion de rencontrer des globules dont les prolongements se trouvaient conservés dans une étendue plus ou moins considérable; constamment j'ai vu ces prolongements offrir un diamètre égal à celui des fibres nerveuses environnantes; il est donc plus que vraisemblable qu'ils en sont la continuation. Je ne regarde point comme impossible, du reste, de pouvoir établir directement la continuité des deux ordres d'éléments dont il s'agit; seulement toutes les parties du système nerveux ne me paraissent pas également propres à fournir la solution du problème. Il en est ici absolument comme pour les ganglions des Acéphales. Dans la portion la plus externe de l'hémisphère, les globules ganglionnaires étant très-abondants et les fibres nerveuses étant obligées, pour parvenir jusqu'à eux, de suivre un trajet très-compiqué entre les globules avoisinants, le rapport des fibres nerveuses avec les globules ne me paraît guère pouvoir être établi en ce point avec quelque degré de certitude. Vers la base de l'hémisphère, au contraire, là où les fibres nerveuses convergent pour former des faisceaux plus ou moins volumineux, constamment on trouve mélangés à ces faisceaux un certain nombre de globules ganglionnaires dont les prolongements vont se perdre au milieu des fibres environnantes; ces prolongements sont évidemment en rapport de continuité avec quelques-unes de ces fibres. D'autres parties du système nerveux, où l'on trouve des fibres mélangées en grande abondance aux globules ganglionnaires, me paraissent également favorables pour établir les rapports de ces deux éléments. Tels sont en particulier le lobule médian de la moelle allongée des Cyprins et les lobes du pneumogastrique.

Ce que je viens de dire de la structure des lobes antérieurs peut s'appliquer également aux autres parties de l'encéphale, mais avec cette remarque que les globules ganglionnaires affectent dans ces divers lobes des différences de volume considérables. Dans les parois du lobe optique et dans la couche centrale du cervelet, les globules sont pour la plupart d'une

petitesse extrême et très-difficilement isolables. Beaucoup de ces globules se trouvant plus ou moins confondus entre eux et ne pouvant être distingués que par leur noyau, quelques histologistes les ont considérés, mais à tort, comme de simples noyaux libres.

Comme résumé de ce qui précède et sous une forme plus générale, voici maintenant notre manière de voir relativement au mode de structure du lobe antérieur d'un poisson. Ce lobe se compose de globules nerveux, de fibres nerveuses, de tissu conjonctif et de vaisseaux. Les fibres sont en continuité directe avec les prolongements des globules. Le tissu conjonctif forme entre les fibres et les globules une trame plus ou moins résistante. Dans cette trame conjonctive se répandent les vaisseaux. Il est difficile d'établir avec suffisamment de certitude si la matière granuleuse est une substance propre ou bien seulement une dépendance de l'élément nerveux ou conjonctif.

Considéré dans son ensemble et d'une manière générale, chaque lobe se trouve constitué absolument sur le même plan qu'un ganglion de Mollusque, d'Annelé ou de Vertébré. Entre les lobes antérieurs d'une Épinoche et l'une des paires de ganglion d'une Anodonte, la différence de volume est à peine sensible : entre ces mêmes lobes et l'une des paires de ganglions d'un animal articulé, l'analogie de structure paraît aussi complète que possible. Dans l'animal articulé, chacun des renflements de la chaîne ventrale est formé de deux ganglions accolés ; chacun de ces ganglions simples se compose de globules ganglionnaires et de fibres nerveuses, le tout cimenté par une trame de tissu conjonctif. Les fibres nerveuses émanées des globules ganglionnaires se réunissent en faisceaux qui se portent dans trois directions principales : les uns vers la tête, dans les connectifs situés en avant du ganglion ; les autres vers la queue, dans les connectifs situés en arrière ; les troisièmes du côté opposé, dans la commissure transverse. Même disposition pour les lobes antérieurs d'un poisson ; ces lobes sont au nombre de deux ; des globules ganglionnaires, des fibres nerveuses, du tissu conjonctif et des vaisseaux, tels sont leurs éléments. De chaque lobe émanent également trois ordres de faisceaux : les uns qui se dirigent en avant et vont se perdre soit dans les nerfs, soit dans les tubercules ol-

factifs; les seconds qui se portent en arrière dans l'épaisseur des pédoncules cérébraux; les troisièmes qui se dirigent transversalement et constituent la commissure interlobulaire. Le plan de composition est, comme on le voit, parfaitement identique.

Peut-être, d'après ces faits, n'est-ce point trop présumer d'admettre qu'il sera possible un jour de ramener complètement, sous le rapport de la structure, le système nerveux des Vertébrés au type de celui des animaux articulés.

Séance du 3 novembre 1869.

Présidence de M. SCHIMPER.

Aucune lecture n'est portée à l'ordre du jour.

M. Schimper entretient la Société d'une sorte de végétation souterraine très-curieuse, connue sous le nom de *Stigmara*, et que l'on rencontre dans le terrain houiller inférieur des environs de Thann. Il donne la description d'un tronc récemment découvert qui a une racine de *Stigmara*, tandis que la partie qui fait suite à la racine correspond à l'*Ancistrophyllum*; à cette partie succède une autre qui appartient au *Didymophyllum*; enfin l'ensemble se termine par le *Knorria longifolia*, qui forme le sommet. Il se trouve ainsi établi que des parties de végétaux, que l'on avait cru appartenir à des espèces différentes, ne forment qu'une seule et même plante.

Les fougères trouvées par M. Schimper dans ce même terrain, dont la place était encore douteuse, permettent de les classer d'une manière définitive.

Le secrétaire, SAINT-LOUP.

Séance du 1^{er} décembre 1869.

Présidence de M. SCHIMPER.

ORDRE DU JOUR. Sur le mouvement des projectiles sphériques (M. WELTER).

— Observations sur la constitution et le mouvement des glaciers (lettre de M. CHARLES GRAD).

Le président annonce à la Société la mort de l'un de ses membres, M. le docteur Kirschleger, professeur de botanique.

à l'École supérieure de pharmacie. Tous les membres présents s'associent aux vifs regrets exprimés par le président, qui déplore la perte que fait la Société dans l'un de ses membres les plus actifs et auquel elle a dû souvent d'intéressantes communications.

Le président annonce aussi la mort de M. le professeur Sars, de Christiania. On doit à M. Sars la connaissance de certaines d'espèces d'animaux inférieurs, recueillis dans la mer à de grandes profondeurs, ce qui en rend la capture extrêmement difficile. M. Sars avait établi sa pêche à près de 300 mètres de profondeur, près des îles Loffoden, et avait pu s'emparer d'animaux offrant un grand intérêt. C'est ainsi qu'il avait retiré dernièrement une sorte d'encrine que l'on croyait entièrement disparue et que l'on doit considérer comme un des derniers rejets des anciennes espèces. Les publications de M. Sars sur la zoologie microscopique et l'histoire des animaux inférieurs datent de trente ans environ. On lui doit aussi la Faune norvégienne.

Après avoir été durant quarante ans pasteur sur les côtes de la Norvège, il fut nommé professeur à l'Université de Christiania, où il est mort à l'âge de 63 ans.

Enfin, M. Schimper fait encore part de la mort du président de la Société de Saint-Louis (Amérique).

M. le commandant Welter communique à la Société les conclusions qu'il a tirées de la comparaison des résultats qu'il a obtenus en calculant la portée d'un projectile par sa formule à ceux que donne la formule de M. Saint-Loup (voir plus loin). Ces conclusions ne semblent pas toutes rigoureusement ressortir des explications de M. Welter, et il reste douteux qu'une formule d'un caractère empirique, puisqu'elle résulte d'une hypothèse inexacte, doive être préférée à une formule (basée sur une loi reconnue vraie) qui, par sa forme même, puisqu'elle est développée en série, se prête à un calcul comportant le degré d'approximation que l'on désire, et qui peut être réduite par conséquent au même nombre de termes ou au même degré de simplicité que celle du commandant Welter. M. Saint-Loup a d'ailleurs donné explicitement la valeur de la portée dans deux cas qui se présentent fréquemment. Si les deux formules, réduites au même nombre de termes, ne donnaient pas des résultats concordants au point de vue pratique, il faudrait en

conclure ou que la formule de M. Saint-Loup est fausse et, par suite, que la loi admise pour la résistance de l'air n'est pas vraie, ou bien que la formule de M. Welter est insuffisante.

Au reste, eu égard à l'incertitude des données actuelles du tir des projectiles, on ne saurait attribuer aujourd'hui une bien grande importance aux formules, quelle que soit leur origine, et l'utilité d'une formule exacte ne saurait apparaître avant que les vitesses initiales des divers projectiles sphériques soient mieux connues.

Néanmoins M. le commandant Welter pense que la formule donnée dans son *Traité de balistique* et obtenue en supposant constant le rapport de l'arc à sa projection, doit donner dans la pratique des résultats plus conformes aux expériences que la formule exacte réduite au même nombre de termes calculée par M. Saint-Loup, en s'appuyant sur la loi théorique de la résistance de l'air.

Le président donne communication d'une lettre de M. Charles Grad sur le mouvement des glaciers.

Le secrétaire, SAINT-LOUP.

BALISTIQUE. — *Sur les équations du mouvement du centre de gravité d'un projectile sphérique (M. Welter).*

Les équations différentielles du mouvement dans l'air du centre de gravité d'un projectile sphérique ont été intégrées par le commandant Welter, en considérant comme constant le rapport d'un élément d'arc de la trajectoire à sa projection¹. Puis, pour appliquer le calcul à l'équation obtenue, on a recours, pour le cas du tir des bombes, c'est-à-dire pour le tir des projectiles lancés sous de grands angles de projection, à une table qui donne la valeur moyenne de ce rapport pour un arc fini de la trajectoire dans le vide, commençant à une certaine inclinaison et se terminant à une autre inclinaison aussi donnée. Dans le cas du tir de plein fouet, où l'angle de projection est très-faible et la vitesse initiale grande, et dans le cas du tir plongeant, auquel correspond un angle de projection moyen et une vitesse initiale faible, on se contente de faire ce rapport égal à l'unité dans l'équation finie de la trajectoire.

¹ C'est l'hypothèse que j'ai appelée *inexacte*. S. L.

En partant de la résistance de l'air proportionnelle au cube de la vitesse et en suivant cette méthode, le commandant Welter exprime la trajectoire d'un projectile sphérique par une équation algébrique finie, à quatre termes et du quatrième degré.

Ce procédé ne donne qu'une formule approchée de l'équation de la trajectoire. M. Saint-Loup, en maintenant l'expression différentielle de ce rapport dans les équations primitives du mouvement, est parvenu à les intégrer par série et a obtenu l'équation générale et rigoureuse de la trajectoire. Sa solution est complète, tandis que la précédente n'est qu'approximative; aussi, en ne considérant la question qu'au point de vue théorique, cette solution est-elle incontestablement supérieure à l'autre. Mais au point de vue pratique et pour le service habituel de l'artillerie, a-t-elle le même avantage que celle du commandant Welter? C'est cette question que nous allons essayer de résoudre dans cette note.

Pour arriver à une appréciation exacte, il est nécessaire de connaître les différences qui sont accusées dans le calcul, par l'une et l'autre formule, d'un des éléments du tir quand les autres sont donnés pour les problèmes de balistique que l'artillerie a à résoudre. Parmi ces problèmes, on a choisi ceux qui devaient conduire aux différences les plus caractéristiques, et l'on a calculé les portées qui résultent du tir sous un angle de projection et avec une vitesse initiale donnés pour les trois cas pratiques qui se présentent le plus fréquemment: pour le tir de plein fouet avec les boulets, le tir plongeant avec les obus et le tir à feux verticaux avec les bombes.

M. Saint-Loup et Welter ont résolu, chacun avec sa formule, les trois problèmes suivants:

1° Calculer la portée d'un boulet de 24 lancé sous l'angle de 5° avec une vitesse initiale de 513 mètres.

Le premier de ces Messieurs a obtenu une portée de 1753 mètres; le second, avec l'hypothèse du rapport indiqué égal à l'unité, a trouvé 1725 mètres. Différence, 28.

2° Calculer la portée d'un obus de 22 centimètres, lancé sous l'angle de $12^\circ, 18'$, avec une vitesse initiale de 116 mètres.

Le résultat accusé par la formule de M. Saint-Loup a été 524 mètres; celui déduit de la formule du commandant Welter

a été $523^m,7$, le rapport ayant été pris égal à l'unité. La différence est $0^m,3$.

3° Calculer la portée d'une bombe de 27 centimètres, lancée sous l'angle de 45° , avec une vitesse initiale de $83^m,33$.

M. Saint-Loup a obtenu 672 mètres; M. Welter, 662, en prenant dans les tables le rapport 1,1478 correspondant à 45° . Différence, 10 mètres.

Pour ces trois problèmes, les deux formules conduisent à des résultats qui concordent avec les circonstances pratiques et qui ne diffèrent entre eux que de quantités insignifiantes et bien au-dessous des variations inévitables qui se produisent dans les portées pour plusieurs coups tirés dans des conditions rendues aussi identiques que possible.

Il était important de savoir si cet accord des deux formules se présenterait encore dans un cas pratique tout à fait extrême, celui du tir d'une bombe lancée sous un grand angle de projection et avec la plus grande vitesse initiale qu'on ait pu imprimer à ce genre de projectile. On a donc calculé, par les deux formules, la portée qui résulterait du tir d'une bombe de 32 centimètres de la marine sous l'angle de $42^\circ,30'$ et avec une vitesse initiale de 420 mètres.

La formule de M. Saint-Loup a donné une portée de 4807 mètres; celle du commandant Welter 4599 mètres, avec le rapport 1,259 convenablement choisi dans la table. Différence, 208 mètres.

Cette différence peut sembler, à première vue, considérable; mais il faut observer qu'elle est au-dessous du vingtième de la portée et bien inférieure aux variations qui se manifestent dans les portées de plusieurs coups du mortier à plaque de la marine, tirant dans ces conditions tout à fait exceptionnelles du service de l'artillerie.

(La fin au prochain numéro.)

LE BUREAU.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES
DE STRASBOURG.

Ce Bulletin paraît tous les mois, s'il y a lieu, et est gratuitement adressé à tous les membres de la Société. Les personnes étrangères à la Société peuvent s'abonner à cette publication moyennant la somme de 3 fr. par an, qui peut être envoyée en timbres-poste au Président.

(Suite de la séance du 1^{er} décembre.)

BALISTIQUE. — *Sur les équations du mouvement du centre de gravité d'un projectile sphérique (M. Welter).*

(Fin ¹.)

La comparaison des résultats fournis par les deux formules pour ce problème met en évidence un fait qui n'était pas soupçonné jusqu'ici : c'est l'inutilité de la division en plusieurs arcs, admise à l'École d'application, pour obtenir une portée calculée plus exacte pour le tir d'une bombe sous un grand angle et avec une forte charge. Les portées obtenues par la formule du commandant Welter sont toujours inférieures à celles données par la formule plus rigoureuse de M. Saint-Loup. Elles doivent donc être inférieures aux portées qui correspondent aux trajectoires moyennes. La portée 4599 mètres au-dessous déjà de 208 mètres de la portée plus exacte 4807 mètres eût différé de cette dernière, tout en restant plus petite, d'une quantité plus considérable que 208 mètres, si l'on avait divisé la trajectoire en plusieurs arcs, parce que le calcul a montré que dans l'emploi de la formule du commandant Welter, avec la division de plus en plus multipliée des arcs, les résultats vont en diminuant. Donc la comparaison des deux formules constate que la division d'une trajectoire en plusieurs arcs conduit à une portée moins exacte que la

¹ Voir notre dernier numéro.

portée obtenue par la considération de la trajectoire comme un seul arc.

Les conséquences qui nous paraissent résulter de cette comparaison des deux formules, au point de vue pratique des problèmes balistiques, peuvent se résumer ainsi :

1^o Les deux formules fournissent des nombres suffisamment rapprochés pour exprimer aussi bien l'une que l'autre les résultats moyens du tir.

2^o Si la formule de M. Saint-Loup a l'avantage d'une rigueur théorique plus grande, elle a, au point de vue de l'emploi, les inconvénients toujours inhérents à cette plus grande précision. Elle est plus compliquée; elle exige des calculs bien autrement pénibles pour un excès d'exactitude tout à fait négligeable dans la pratique du tir. Elle se prête beaucoup moins que celle du commandant Welter, par suite de son degré plus élevé et du plus grand nombre de ses termes, à la résolution des divers problèmes relatifs au tir des bouches à feu lisses.

3^o Si la formule de M. Saint-Loup doit être rejetée quand on aura uniquement pour but le service de l'artillerie dans l'emploi des formules balistiques relatives au tir des projectiles sphériques, elle doit être prise en très-sérieuse considération quand on voudra contrôler certaines circonstances d'emploi de la formule à quatre termes, plus simple et plus pratique, aujourd'hui admise. Elle permettra toujours d'assigner la limite d'erreur commise par l'hypothèse de la constance du rapport de l'élément d'arc à sa projection.

GÉOLOGIE. — *Observations sur la constitution et le mouvement des glaciers* (lettre de M. **Charles Grad**).

L'accueil si bienveillant que vous avez fait à mes *Recherches sur les glaciers* m'engage à vous communiquer les résultats des observations faites pendant ma campagne de cette année dans le bassin d'Aletsch, avec mon ami M. Anatole Dupré, préparateur à la Faculté des sciences. Vous connaissez déjà le glacier d'Aletsch; c'est le plus considérable des Alpes. Formé sur les flancs de la Jungfrau, à plus de 3500 mètres

au-dessus du niveau de la mer, il va finir à une altitude de 1350 mètres à son extrémité inférieure. Sa longueur, mesurée en ligne droite, est de 30 kilomètres; sur 2 kilomètres de largeur moyenne. Sa surface embrasse 110 millions de mètres carrés et son volume peut être évalué à 30 milliards de mètres cubes. Il est formé de l'union de trois branches principales et reçoit en outre sur sa rive droite deux grands affluents. Les branches primitives sont le grand névé d'Aletsch, le névé de la Jungfrau et celui de l'Ewigschneefeld. Le névé d'Aletsch descend entre l'Aletschhorn et la chaîne de séparation de Lütterbrunnen; le névé de la Jungfrau passe immédiatement au sud de la cime du même nom. Quant à l'Ewigschneefeld (le *Champ des neiges éternelles*), il s'incline sur la gauche suivant une pente à peine sensible à l'œil entre le Trugberg, les Viescherhörner du Grindelwald et les Grünhörner. Rien ne donne une idée de l'éclat, de la blancheur immaculée de ces immenses solitudes de neige sous l'ardent soleil du Midi. Plus bas et vers la rive droite, le grand glacier reçoit ses deux affluents de Mittelaletsch et d'Oberaletsch. Le glacier de Mittelaletsch naît sur les pentes de l'Aletschhorn, qui a 4122 mètres d'altitude, et débouche à une hauteur de 2230 mètres dans le glacier principal. Celui d'Oberaletsch se compose de deux branches, l'une venue également du pic d'Aletsch, et l'autre, appelée le *Bleichfirn*, du versant septentrional du Nesthorn. Après sa jonction, le glacier de Mittelaletsch disparaît presque complètement sous sa moraine, tandis que le glacier d'Oberaletsch, après avoir butté contre une arête rocheuse, se partage en deux coulées, dont une seule, la plus rapprochée du Nord, rejoint le grand glacier à une hauteur de 1895 mètres au-dessus de la mer. Sur la rive gauche, aucun des petits glaciers latéraux de la vallée ne descend jusqu'au bord du glacier principal. Celui-ci cependant y touche, au pied de l'Eggischhorn, le petit lac de Mörjelen, dont les eaux s'écoulent, à une lieue de distance, sous le glacier de Viesch, dans une vallée voisine. La pente des champs de névé supérieur ne dépasse pas 3 degrés, mais elle s'accroît après la jonction des trois branches primitives jusqu'à l'extrémité et est en moyenne de 6 degrés, tantôt plus forte, tantôt plus faible, suivant l'inclinaison du fond. En somme, le glacier d'Aletsch doit son grand développement à l'extension de ses cirques su-

périeurs, où des quantités de neige énormes s'accumulent. Autrefois il avait des proportions plus vastes encore, car nous avons trouvé sur sa rive gauche des moraines anciennes situées à 100 mètres au-dessus de son niveau actuel, et l'on peut suivre depuis le Grünberg, vers l'altitude de 3000 mètres, la limite des roches moutonnées où il s'est élevé naguère.

A la séance du 5 mai de la Société des sciences naturelles, j'ai présenté les résultats des observations que j'ai faites l'an passé avec M. Dupré sur les glaciers du Grindelwald. Grâce au concours de l'Association scientifique de France et de son éminent président, M. Le Verrier, nous avons pu continuer ces mêmes observations pendant les mois d'août et de septembre de cette année sur les glaciers d'Aletsch et du Rhône. En outre, nous avons déterminé la vitesse du mouvement et l'importance de l'ablation, cherchant à reconnaître en même temps les relations de ces phénomènes avec l'état atmosphérique. Je saisis d'ailleurs cette circonstance pour remercier le savant doyen de la Faculté des sciences, M. Bach, ainsi que MM. les professeurs Liès-Bodard et Terquem, de l'extrême obligeance avec laquelle ils ont mis leurs instruments à notre disposition.

I. Structure de la glace.

Je commence par nos observations sur la constitution de la glace. On sait que la glace se présente rarement à nos yeux à l'état de cristaux distincts. M. Héricart de Thury a bien trouvé une fois la glacière de Fondemarle, en Dauphiné, tapissée de prismes de glace, les uns hexagones, les autres triangulaires. Une autre fois le docteur Clarke a détaché, sous un pont de Cambridge, plusieurs gros cristaux de glace rhomboédriques. Enfin le lieutenant Payer, qui accompagne l'expédition allemande au pôle Nord, a observé cette année même sur des glaçons de la mer polaire des cristaux longs de trois pouces, offrant une combinaison des systèmes hexaédrique et prismatique. Ces circonstances cependant sont rares, et le plus souvent, pour reconnaître la structure intime de la glace, nous sommes obligés de recourir aux moyens délicats et précis que fournit la lumière polarisée. Avec ce secours, grâce aux beaux travaux de David Brewster, continués plus

récemment par M. Bertin, on a reconnu que la glace ordinaire est cristallisée; qu'elle se compose de cristaux à un axe; que l'axe est perpendiculaire à la surface de congélation; que les cristaux sont positifs, c'est-à-dire que le rayon ordinaire s'y meut plus vite que le rayon extraordinaire; enfin, que la différence de ces deux vitesses est faible et le corps ainsi très-peu biréfringent.

Et d'abord la glace est réellement cristallisée. La similitude des effets produits dans la lumière polarisée par les lames de glace et des corps dont la cristallisation est notoirement connue indique pour la glace une constitution analogue à celle de ces corps. Ce fait ressort d'une expérience très-simple. On sait, en effet, qu'une lame de verre placée dans la lumière polarisée entre deux nicols ne produit rien. Mais si on colle sur cette même lame des cristaux de toutes dimensions, placés sans ordre, elle montre dans la lumière parallèle une mosaïque aux couleurs variées. Si elle est revêtue de givre, de particules d'eau glacées rendues transparentes par le dégel, cette lame fournit encore une mosaïque semblable à la première. La mosaïque se reproduit aussi quand on observe la première couche de glace en voie de formation à la surface de l'eau tranquille, tout au commencement de la gelée, de même que sur un assemblage de lames de gypse composées de morceaux de grosseur et d'orientation différentes. Il résulte bien de ces observations que le givre et la glace sont cristallisés comme le gypse et formés de cristaux groupés irrégulièrement. Si, après cette première expérience, on détache des lames minces de glace à la surface de l'eau, elles donnent toutes dans la lumière convergente des anneaux colorés, traversés par une croix noire, et deux groupes d'hyperboles conjuguées équilatères pour les lames divisées en deux parties croisées et taillées verticalement à la surface de l'eau quand la glace est assez épaisse. Or ces anneaux et ces hyperboles caractérisent les cristaux à un axe si nombreux dans la nature, quand ils sont régulièrement groupés et suivant que les lames sont perpendiculaires ou parallèles à l'axe. C'est ce qui arrive pour le spath. Dans la lumière parallèle, les lames minces de spath à un axe et perpendiculaires à cet axe ne produisent aucun effet; mais dans la lumière convergente, ces lames donnent des anneaux quand elles sont perpendiculaires

et des hyperboles quand elles sont parallèles à l'axe. La glace produisant les mêmes effets que le spath dans des conditions semblables, il s'ensuit que *ses cristaux sont à un axe et groupés régulièrement* sitôt qu'elle gagne en épaisseur.

En outre, *l'axe des cristaux de la glace d'eau est perpendiculaire à la surface de congélation*. Les lames de cristaux à un axe donnent des anneaux seulement quand elles sont taillées perpendiculairement à l'axe. Comme la glace d'eau ne donne des anneaux que pour les lames horizontales, parallèles à la surface, il en résulte que l'axe des cristaux est perpendiculaire à cette surface. Lorsque David Brewster observa pour la première fois, en 1813, les anneaux de la glace ordinaire, il pensa que l'axe des cristaux est toujours perpendiculaire à la surface de l'eau. Mais, en 1865, M. Bertin fit voir que ces cristaux ne sont pas précisément groupés dans une position verticale à la surface de l'eau, — ce qui a lieu loin des bords, — mais qu'en un sens plus général leur axe devient perpendiculaire à la surface de congélation. En effet, des vitres remplaçant l'un des côtés de cuves en bois remplies d'eau, quand elles sont disposées dans une position inclinée par rapport à la surface de l'eau, fournissent aussi des lames avec anneaux, bien que la congélation s'accomplisse non au niveau de l'eau, mais à la surface inclinée des vitres.

Ainsi l'examen de la glace d'eau avec la lumière polarisée indique pour cette glace une structure homogène composée de cristaux à un axe perpendiculaire à la surface de congélation. On reconnaît également que cette glace très-compacte se refuse absolument à l'infiltration et fond sans se diviser. La glace des glaciers diffère à première vue de la glace d'eau d'une manière notable. Sillonnée de fissures qui la traversent en tous sens, elle se laisse imbiber facilement et se décompose, sous l'influence de la chaleur, en grains plus ou moins gros, selon que le point où elle est prise se trouve éloigné de l'origine du glacier dans les régions supérieures des montagnes. La perméabilité est donc le caractère distinctif entre les deux espèces de glace, et ce caractère reste constant. Toutefois M. Bertin, en examinant à la lumière polarisée, dans le courant du mois de juillet 1866, la structure de la glace des glaciers du Grindelwald, constata qu'elle présente à l'extrémité du glacier inférieur de cette vallée à peu près les

mêmes propriétés que la glace d'eau ordinaire, donnant dans la lumière convergente des anneaux colorés pour les lames horizontales, et deux groupes d'hyperboles conjuguées équilatères pour les lames verticales divisées en deux parties croisées. Le savant physicien pensa que ces faits indiquent que les glaciers « se développent en tendant sans cesse vers un état limite, celui où toutes les molécules constituantes sont orientées comme dans la glace d'eau » (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 20 août 1866, p. 350). Seulement, avant de formuler une conclusion définitive, il importait de reprendre les mêmes expériences sur d'autres points et une plus vaste échelle : tâche que j'ai essayé de remplir, au Grindelwald d'abord, puis surtout sur le glacier d'Aletsch, avec le concours de M. Dupré pendant les mois d'août et de septembre des deux dernières années.

Je ne reviendrai pas ici sur nos expériences du Grindelwald, déjà décrites dans le *Bulletin de l'Association scientifique* du 4 avril 1869, et j'aborde immédiatement les observations plus complètes faites sur les glaciers d'Aletsch et du Rhône pendant les mois d'août et de septembre de cette année. Dans la région supérieure, près de la limite des névés, la glace glacière renferme toujours de nombreuses bulles d'air, et elle est blanche, poreuse, friable. La rupture des bulles, en nombre extrême dans cette région, entraîne la formation de fissures, qui, en restant vides près de la surface, donnent à celle-ci son aspect incohérent. Ces fissures superficielles sont distinctes des fissures capillaires intérieures au moyen desquelles s'opère l'infiltration des liquides, et elles diminuent à mesure que l'on descend le cours d'un glacier. En même temps que les fissures diminuent, les bulles d'air deviennent aussi moins nombreuses ; la glace plus compacte, les grains qui la composent plus gros. Le volume des grains s'accroît depuis les dimensions du blé jusqu'à celles d'une noix commune. Ils sont anguleux, sans forme régulière, entourés du réseau de fissures qui traverse le glacier en tous sens. Quant aux fissures, elles servent de canaux d'écoulement aux eaux produites par la fusion de la surface. Jamais elles ne manquent, même pas dans la glace la plus compacte en apparence, où elles se montrent sitôt que cette glace est exposée au soleil. Nous nous sommes assurés de leur permanence par

l'infiltration de liquides colorés faite dans toutes les régions du glacier. Ces liquides, composés de dissolutions de bleu d'indigo et de violet d'aniline, filtraient partout avec facilité, mais en augmentant de vitesse d'aval en amont, avec un écoulement d'autant plus rapide que les fissures étaient plus rapprochées et les grains du glacier moins gros. Les liquides ne pénétraient pas à l'intérieur des bulles d'air ni dans celui des grains de glace, ils passaient seulement par les fissures. Nous avons remarqué aussi qu'à la suite de nuits très-claires, le matin, il faut attendre le dégel pour que la circulation s'accomplisse à la surface, contrairement à une affirmation de M. Agassiz, qui trouva l'infiltration plus aisée la nuit que le jour. Il est vrai que M. Agassiz fit son expérience à une température de l'air de $-0^{\circ},6$ seulement. Tant que les fissures capillaires sont pleines d'eau, la glace paraît transparente et bleue; elle devient blanche et opaque quand les fissures se voient. Les bulles d'air, encore assez nombreuses en face du lac de Mörjelen, s'aplatissent pendant la marche du glacier et disparaissent successivement, à tel point que la glace du grand glacier est presque tout à fait homogène à partir du confluent d'Oberaletsch jusqu'à l'extrémité au débouché de la Massa.

Pour examiner la structure de la glace, nous nous sommes servis du microscope polarisant de Nørremberg modifié, afin d'en faciliter le transport et l'emploi en campagne. Nous avons fait un très-grand nombre d'observations à différentes hauteurs du glacier et de ses affluents pour suivre tous les changements avec le plus grand soin possible. Tout d'abord nous avons examiné la glace d'eau formée à la surface des baignoires pendant la nuit. Dans la lumière parallèle, ces lames ne produisaient aucun effet; mais si on les exposait ensuite à la lumière convergente, elles donnaient de beaux anneaux colorés, traversés par une croix noire. La faible épaisseur de la glace des baignoires, des creux remplis d'eau qui se trouvent à la surface du glacier, n'a pas permis d'y tailler des lames verticales; l'examen des lames horizontales suffit néanmoins pour prouver qu'elle est de composition homogène, formée de cristaux groupés régulièrement avec l'axe perpendiculaire à la surface de congélation. Cela étant reconnu, nous avons ensuite procédé à l'examen de la glace

glacière. Comme, près de la surface, cette glace est généralement altérée, il a fallu prendre les lames pour le microscope dans des blocs tirés d'une certaine profondeur, soit dans les crevasses, soit sous les moraines et les cônes graveleux. La glace des régions supérieures, encore fort bulleuse, donna dans la lumière parallèle des mosaïques colorées, preuve qu'elle est formée de cristaux transparents irrégulièrement groupés. Sous l'influence de la lumière convergente, toutes ces lames ont produit des franges irrégulières sans anneaux. Plus bas, vers le confluent de Mittelaletsch, les lames exposées à la lumière convergente ont encore donné des franges et quelquefois des anneaux. Ces anneaux cependant n'apparaissent pas dans toutes les lames, ils n'occupaient pas dans les blocs de position régulière; on ne pouvait pas savoir si, en taillant les lames dans telle ou telle direction, ils fourniraient des anneaux.

Aucun des petits glaciers latéraux de la rive gauche n'a donné d'anneaux, ni celui d'Oberaletsch, sur la rive droite; mais nous en avons obtenu au glacier secondaire de Mittelaletsch, qui est plus considérable. Enfin, au glacier principal, en aval du glacier de Mittelaletsch et du lac de Mörjelen, surtout dans l'intervalle du confluent d'Oberaletsch jusqu'à l'extrémité, les lames donnent des anneaux constants dans la lumière convergente; ainsi que des hyperboles conjuguées équilatères pour celles taillées dans une direction perpendiculaire aux premières. Par conséquent, dans cette région du glacier, les cristaux de la glace sont groupés régulièrement et les molécules constituantes orientées comme dans la glace d'eau. Les résultats ont été les mêmes aux glaciers du Rhône, de l'Aar et du Grindelwald inférieur¹. Partout il n'y avait dans les zones supérieures, et indépendamment de l'extension des glaciers dans les régions basses, que de la glace bulleuse sans anneaux constants, sans orientation

¹ A l'extrémité du glacier inférieur du Grindelwald, nous avons obtenu des anneaux pour toutes les lames taillées dans le même sens de l'horizon; mais, à l'extrémité du glacier d'Aletsch, les lames avec anneaux avaient une position légèrement inclinée par rapport à l'horizon, bien que les lames avec hyperboles restassent rigoureusement perpendiculaires. Cette inclinaison des cristaux au glacier d'Aletsch tient probablement à la nature de son lit, très-incliné et resserré à l'extrémité.

régulière. La lumière parallèle indiquait pour les éléments composant les lames des dimensions croissantes dans le même glacier d'amont en aval, depuis la grandeur d'une lentille jusqu'à celle d'une pièce de monnaie d'un franc. A la partie inférieure des grands glaciers, anneaux et hyperboles se montraient toujours dans la lumière convergente pour les lames du même groupe et taillées dans la même direction. Ainsi l'examen à la lumière polarisée, d'accord avec l'observation directe, indique pour la glace des glaciers des transformations régulières opérées pendant leur cours des cirques originaires à leur extrémité et qui tendent à donner aux éléments composants une constitution semblable à celle de la glace d'eau, avec cette différence cependant que les fissures persistent toujours.

II. Mouvement des glaciers.

Rien ne semble immobile comme un glacier. Et cependant ces courants si puissants, aux flots figés, rigides, sont animés d'un mouvement continu; ils s'avancent sans relâche, et leurs envahissements dans les vallées cultivées sont la preuve manifeste d'une marche lente, mais irrésistible. Ce mouvement ne laisse aucun doute aux yeux des montagnards, qui voient leurs habitations et leurs champs de seigle recouverts par le grand fleuve de glace; mais longtemps ses allures et les lois qui le régissent sont demeurées inconnues. On a cherché à les reconnaître, d'abord en fixant avec soin la position de certains grands blocs de rochers épars à la surface des glaciers: on a constaté que ces blocs changent de place d'une année à l'autre, que ce déplacement est inégal pour les différents blocs observés, et que toujours il s'accomplit d'amont en aval sans pouvoir être attribué à un glissement à la surface de la glace. La connaissance de ces faits amena à des expériences plus précises, faites au moyen de lignes de piquets plantés en travers des glaciers, et dont le déplacement, par rapport à des points fixes, était observé avec le théodolite. C'est ainsi qu'on a pu fixer successivement dans les Alpes la vitesse du mouvement des glaciers de l'Aar, de Chamounix et d'Aletsch.

Avant notre séjour à Aletsch, une seule tentative avait été faite pour mesurer la vitesse du mouvement de ce glacier: c'est celle de M. Arnold Escher von der Linth, professeur à l'Univer-

sité de Zurich. M. Escher von der Linth fit planter sur le glacier d'Aletsch, en juin 1844, un certain nombre de pieux mis en rapport avec des points fixes de la rive. Cependant, bien que ces pieux fussent plantés à 4 pieds de profondeur, le savant géologue les trouva presque tous à terre, sans aucune trace des trous, quand il revint sur le glacier dans le courant du mois d'août. Deux pieux qui oscillaient sur leur base ne permirent plus d'évaluer la vitesse du glacier sur cette ligne; mais ils indiquaient que la glace s'était fondue sur plus de 1 mètre d'épaisseur dans cette région.

En 1869, la persistance du mauvais temps pendant la première quinzaine du mois d'août nous empêcha de faire des observations exactes dès le commencement de notre séjour. La première ligne de piquets fut plantée seulement le 18 août, à 1 lieue en amont du lac de Mörjelen, en face du point désigné sur la carte fédérale sous le nom *Am ersten Dreieck*, rive droite, vers 2600 mètres d'altitude. La station se trouvait sur le promontoire rocheux du *Dreieck*, vis-à-vis du petit glacier de Schönbühl, qui descend des montagnes de la rive gauche sans arriver pourtant jusqu'au glacier principal. Nous avons placé la deuxième ligne de piquets au bas du confluent de Mittelaletsch, à une hauteur de 2150 mètres au-dessus de la mer, en face du Bettenhorn. Sur cette ligne, comme sur la première, il n'a pas été possible de fixer les piquets à égale distance les uns des autres, par suite de la nature accidentée du glacier et du grand nombre des crevasses. Enfin une troisième ligne a été placée plus bas, en aval du confluent d'Oberaletsch, au point où l'on traverse le glacier pour aller de Bellalp à l'Eggischhorn, vers 1850 mètres d'altitude. Le déplacement des différents points observés avec le théodolite a été :

PREMIÈRE LIGNE,

en amont du lac de Mörjelen, à 15,000 mètres de l'extrémité

(du 17 août au 1^{er} septembre 1869).

Numéros des piquets.	Mouvement total.	En 24 heures.
I.	4770 millimètres.	348 millimètres.
II.	6454 »	444 »
III.	6668 »	446 »
IV.	7575 »	505 »
V.	6432 »	429 »
VI.	4723 »	315 »

DEUXIÈME LIGNE,

en bas du confluent de Mittelaletsch, à 800 mètres de l'extrémité

(du 20 août au 1^{er} septembre 1869).

Numéros des piquets.	Mouvement total.	En 24 heures.
I.	3370 millimètres.	346 millimètres.
II.	3636 »	330 »
III.	4344 »	392 »
IV.	3489 »	347 »
V.	4256 »	444 »

TROISIÈME LIGNE,

en aval du confluent d'Oberaletsch, à 2000 mètres de l'extrémité

(du 25 août au 2 septembre 1869).

Numéros des piquets.	Mouvement total.	En 24 heures.
I.	2417 millimètres.	264 millimètres.
II.	4497 »	248 »
III.	4662 »	207 »

Ce qui frappe dans la comparaison de ces chiffres, c'est que sur une même ligne le mouvement grandit des bords vers le milieu, et que sur les trois lignes le mouvement diminue depuis la première station en amont jusqu'à l'extrémité inférieure du glacier. Au glacier de l'Aar et sur celui du Rhône, les résultats ont été les mêmes que sur le glacier d'Aletsch.

Au glacier de l'Aar, M. Agassiz a fait ses observations sur plusieurs lignes également : la première, à la station dite de l'*Hôtel des Neufchatellois*, à 2460 mètres d'altitude, un peu au-dessous du confluent des deux glaciers principaux de Lauteraar et de Finsteraar ; la seconde, dite de *Brandlamm*, à 2175 mètres d'altitude et un peu plus bas d'une ligne qui irait du sommet du Zinkenstock postérieur, sur la rive droite, au sommet du Bächlistock, sur la rive gauche ; la troisième, à la station de Bärenritz, vers 2100 mètres d'altitude et à 800 mètres seulement de l'extrémité inférieure du glacier.

Voici les résultats obtenus sur ces trois lignes :

PREMIÈRE LIGNE DE L'AAR,

Station de l'Hôtel des Neufchatellois, à 6800 mètres de l'extrémité

(du 21 juillet au 29 octobre 1845).

Numéros des piquets.	Mouvement total.	En 24 heures.
I. millimètres.	98 millimètres.
II.	42660 »	435 »
III.	44950 »	459 »
IV.	47440 »	482 »
V.	47800 »	489 »
VI.	48620 »	498 »
VII.	49070 »	204 »
VIII.	49740 »	240 »
IX.	49260 »	205 »
X.	48340 »	495 »
XI.	46980 »	480 »
XII.	43580 »	447 »
XIII.	9700 »	103 »
XIV.	4500 »	48 »

DEUXIÈME LIGNE DE L'AAR,

Station de Brandlamm, à 1800 mètres de l'extrémité

(Août 1845).

Numéros des piquets.	Mouvement en 24 heures.	Numéros des piquets.	Mouvement en 24 heures.
I.	62 millimètres.	VII.	467 millimètres.
II.	90 »	VIII.	456 »
III.	423 »	IX.	474 »
IV.	434 »	X.	443 »
V.	458 »	XI.	97 »
VI.	480 »		

TROISIÈME LIGNE DE L'AAR,

Station de Bœrenritz, à 800 mètres de l'extrémité

(du 25 juillet au 23 septembre 1845).

Numéros des piquets.	Mouvement total.	En 24 heures.
I.	2890 millimètres.	50 millimètres.
II.	3830 »	67 »
III.	4440 »	72 »
IV.	4250 »	74 »
V.	5060 »	88 »
VI.	4360 »	76 »

Au glacier de l'Aar, comme au glacier d'Aletsch, les piquets

sont comptés à partir de la rive droite. Seulement, sur le glacier d'Aletsch, la multiplicité des crevasses ne nous a pas permis de planter les piquets à des intervalles réguliers; tandis qu'au glacier de l'Aar, les piquets sont tous à égale distance l'un de l'autre, à 200 mètres sur la première ligne, à 100 mètres sur la deuxième et la troisième. Nous ne donnons pas pour la deuxième ligne de l'Aar le déplacement total des différents points, parce que les piquets de cette ligne n'ont pas tous été plantés le même jour. Remarquons encore que sur ce glacier le mouvement maximum sur la première ligne ne correspond pas rigoureusement au milieu du glacier, mais qu'il se trouve un peu plus vers la gauche, et il en est de même sur la troisième ligne.

Sur la mer de glace de Chamounix, M. Tyndall a observé le mouvement sur six lignes différentes, mais très-rapprochées l'une de l'autre. Je reproduis ici le mouvement de trois lignes en faisant remarquer que ces observations embrassent seulement une durée de un ou deux jours, beaucoup plus faible par conséquent que sur les glaciers d'Aletsch et de l'Aar. Nous comptons ici les piquets également à partir de la rive droite: le glacier sur la deuxième ligne avait 789 mètres de large à l'altitude de 1880 mètres, et sur la première ligne en amont, en face de Trélaporte, 816 mètres de largeur et une élévation de 2100 mètres environ au-dessus de la mer. La troisième ligne se trouvait vers 1835 mètres d'altitude. Voici maintenant le résultat des observations de M. Tyndall :

PREMIÈRE LIGNE DE LA MER DE GLACE,

Station de Trélaporte, à 6000 mètres de l'extrémité

(du 28 au 30 juillet 1857).

Numéros des piquets.	Mouvement en 24 heures.	Numéros des piquets.	Mouvement en 24 heures.
I.	254 millimètres.	IX.	438 millimètres.
II.	374 »	X.	406 »
III.	416 »	XI.	387 »
IV.	444 »	XII.	334 »
V.	495 »	XIII.	323 »
VI.	482 »	XIV.	342 »
VII.	504 »	XV.	285 »
VIII.	488 »		

DEUXIÈME LIGNE DE LA MER DE GLACE,
Station des Ponts, à 3000 mètres de l'extrémité
 (du 25 au 27 juillet 1857).

Numéros des piquets.	Mouvement en 24 heures.	Numéros des piquets.	Mouvement en 24 heures.
I.	458 millimètres.	X.	533 millimètres.
II.	203 »	XI.	520 »
III.	344 »	XII.	590 »
IV.	387 »	XIII.	590 »
V.	395 »	XIV.	533 »
VI.	476 »	XV.	565 »
VII.	463 »	XVI.	438 »
VIII.	476 »	XVII.	384 »
IX.	495 »		

TROISIÈME LIGNE DE LA MER DE GLACE,
Station de Montvers, à 2400 mètres de l'extrémité
 (du 20 au 21 juillet 1857).

Numéros des piquets.	Mouvement en 24 heures.	Numéros des piquets.	Mouvement en 24 heures.
I.	493 millimètres.	VII.	615 millimètres.
II.	577 »	VIII.	635 »
III.	730 »	IX.	635 »
IV.	768 »	X.	487 »
V.	857 »	XI.	»
VI.	717 »	XII.	245 »

A la mer de glace, la vitesse du mouvement s'accroît aussitôt des bords vers le milieu. Toutefois ici encore le point du mouvement maximum de chaque ligne dévie à droite ou à gauche du milieu de la vallée à la surface du glacier, et se trouve plus rapproché du côté concave. Puis, au contraire de ce que nous avons observé au glacier d'Aletsch et au glacier de l'Aar, la vitesse s'accroît d'amont en aval pour atteindre son maximum au bas de la ligne d'observation la plus basse. En général, le mouvement le plus rapide correspond aux points de la plus grande épaisseur. L'influence des rives est moins directe; car au glacier du Rhône, qui s'étale librement dans une large vallée dont il ne remplit même pas le bassin, comme aux glaciers de l'Aar et d'Aletsch qui sont fortement encaissés, on voit la progression diminuer

vers l'extrémité aussi régulièrement que l'épaisseur¹. Toutes choses étant égales entre deux glaciers, le mouvement s'accroît pour celui dont la pente devient plus forte, et quand la pente est considérable, le glacier se crevasse ou tombe en cascade sous l'effet d'une tension excessive.

Deux observations, faites, l'une au glacier du Grünberg, affluent du grand glacier de l'Aar, l'autre au glacier du Géant, affluent de la mer de glace de Chamounix, indiquent en outre une vitesse plus considérable pour le mouvement à la surface que dans les parties du glacier plus rapprochées du sol. En effet, le glacier du Grünberg présente sur son flanc gauche un escarpement de 12 mètres de hauteur, au-dessus d'un amas de glace remanié. Le 13 août 1846, MM. Martins et Dollfus-Ausset plantèrent deux piquets dans l'escarpement, l'un à 1^m,05 de la surface, l'autre à 8^m,22 au-dessous du premier. Tous deux se trouvaient dans un plan vertical perpendiculaire à celui de l'escarpement et déterminé au moyen du théodolite. Une pile en maçonnerie formait le support de l'instrument, et une croix servant de repère avait été tracée sur un rocher de l'autre côté du glacier du Grünberg. Le 31 août, on trouva le piquet inférieur de 200 millimètres en arrière du piquet supérieur : preuve d'une marche accélérée vers la surface. Cette observation fut confirmée en 1857 par M. Tyndall sur une paroi de glace de 50 mètres d'élévation, au glacier du Géant, près du Tacul. Des trois piquets fixés sur une même ligne verticale, le premier près du fond, le second à 10 mètres plus haut, le troisième près de la surface : le piquet inférieur indiqua un déplacement diurne de 65 millimètres, le piquet moyen 114 et le piquet supérieur 152.

(La fin au prochain numéro.)

LE BUREAU.

¹ M. Desor, qui a observé la marche du glacier du Rhône du 8 août au 8 septembre 1845, trouva pour le mouvement diurne 265 millimètres pour la station supérieure située à 1400 mètres de l'extrémité, au pied de la cascade, et 199 millimètres pour la station la plus basse, à 200 mètres de l'extrémité. Au glacier de l'Aar, la vitesse moyenne avait été de 180 millimètres à 1800 mètres de l'extrémité, et 88 millimètres à 800 mètres pendant le même intervalle. Enfin, au glacier d'Aletsch, nous avons constaté un déplacement de 390 millimètres à une distance de 8000 mètres, et 264 millimètres à 2000 mètres de l'extrémité.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE STRASBOURG.

Ce Bulletin paraît tous les mois, s'il y a lieu, et est gratuitement adressé à tous les membres de la Société. Les personnes étrangères à la Société peuvent s'abonner à cette publication moyennant la somme de 3 fr. par an, qui peut être envoyée en timbres-poste au Président.

(Fin de la séance du 1^{er} décembre.)

GÉOLOGIE. — *Observations sur la constitution et le mouvement des glaciers* (lettre de M. **Charles Grad**) (*Fin*¹).

Le mouvement des glaciers varie encore suivant les saisons. On en peut juger par le tableau suivant des observations de M. Forbes au glacier des Bois, et de M. Agassiz au glacier de l'Aar.

GLACIER DE L'AAR.		GLACIER DES BOIS.	
ÉPOQUES D'OBSERVATION.	MARCHÉ D'UNE JOURNÉE.	ÉPOQUES D'OBSERVATION.	MARCHÉ D'UNE JOURNÉE.
1845.		1844.	
Du 21 juillet au 16 août . . .	222	Du 2 au 14 octobre	812
16 août au 3 septembre . . .	198	14 oct. au 2 nov.	706
6 au 12 septembre	266	2 au 19 novembre	614
12 au 24 septembre	211	19 nov. au 4 déc.	299
24 sept. au 23 octobre . . .	193	4 déc. au 7 janv. 1845.	290
23 oct. au 19 déc.	153	1845.	
19 déc. au 11 janv. 1846.	132	Du 7 janv. au 18 févr. . . .	367
1846.		18 févr. au 18 mars. . . .	431
Du 11 au 19 janvier.	236	18 mars au 17 avril	430
19 janv. au 17 févr.	279	17 avril au 17 mai	571
17 févr. au 3 mars	230	17 au 31 mai	939
3 au 17 mars	204	31 mai au 19 juin	975
17 mars au 27 avril.	182	19 juin au 4 juillet	1016
17 avril au 30 mai	374	4 au 18 juillet	1929
30 mai au 13 juin.	342	18 juillet au 6 août	1244
13 au 22 juin	330	6 août au 8 octobre.	906
22 juin au 6 juillet	222	8 oct. au 8 novembre. . . .	924
6 au 18 juillet	162	8 au 21 novembre	784
Moyenne de l'année.	233	Moyenne de l'année.	743

¹ Voir notre dernier numéro.

Le glacier des Bois forme la partie inférieure de la mer de glace de Chamounix. Les observations de M. Forbes y ont été faites à 1000 mètres de l'extrémité au bas du *Chapeau*. Celles de M. Agassiz, sur le glacier de l'Aar, se rapportent à la station des Neufchatellois, à 6800 mètres de l'extrémité. Les chiffres des deux séries se rattachent à des points de mouvement maximum : ils indiquent un mouvement beaucoup plus rapide au glacier des Bois que pour le glacier de l'Aar. Néanmoins les deux glaciers présentent, par rapport aux saisons, des oscillations semblables dans leur marche. Sur les deux, la période de décembre à janvier donne le maximum, tandis que le minimum y paraît en printemps et en été. De plus, on remarque une coïncidence sensible dans la marche, tour à tour accélérée ou retardée, selon la saison, à l'extrémité du glacier de l'Aar et à la station des Neufchatellois, séparées par une distance de 6800 mètres¹. Le mouvement minimum de l'année se trouve sur ce glacier avec le mouvement maximum dans la proportion de 1,00 à 2,83 (station des Neufchatellois), tandis que sur le glacier des Bois la même proportion entre les mois de décembre et de juillet est de 1,00 à 4,56. Déjà pendant l'hiver de 1842 à 1843, le pasteur Ziegler avait constaté au glacier inférieur du Grindelwald un mouve-

¹On peut juger de cette coïncidence par le tableau suivant, où j'ai placé en regard les observations faites à l'extrémité du glacier et celles de la station des Neufchatellois :

STATION DE L'EXTRÉMITÉ.		STATION DES NEUFCHATELLOIS.	
ÉPOQUES.	MOUVEMENT DIURNE.	ÉPOQUES.	MOUVEMENT DIURNE.
<i>Années 1845 à 1846.</i>			
	Millimètres.		Millimètres.
Du 19 août au 6 sept.	10,8	Du 16 août au 6 sept.	198,0
6 au 13 septembre.	14,3	6 au 12 septembre.	266,6
13 au 23 septembre.	9,6	12 au 24 septembre.	211,6
23 sept. au 23 oct.	8,6	24 sept. au 23 oct.	193,8
23 oct. au 20 nov.	5,0	23 oct. au 20 nov.	153,3
20 nov. au 11 déc.	4,2	20 nov. au 19 déc.	132,6
11 au 30 décembre	15,2	19 déc. au 11 janv.	132,6
30 déc. au 11 janvier	13,2		

Si l'on avait tenu compte de l'ablation à l'extrémité du glacier, la différence entre l'hiver et l'été serait plus frappante, car la fusion y est forte en été, et en hiver elle est nulle.

ment diurne minimum de 53 millimètres pendant la période du 27 décembre au 29 janvier, et, bien que son expérience n'embrasse pas une année entière, elle offre le rapport de 1,00 à 3,89 pour les différences de vitesse du mois de décembre au mois de mai. Enfin, le professeur Tyndall reconnut en décembre 1859 que la mer de glace, station de Monteners, était animée d'un mouvement de 400 millimètres par jour, tandis que le maximum observé en juillet sur le même point avait été de 762 millimètres, différence exprimée par le rapport de 1,00 à 1,95. Toutes ces expériences, sauf celle du pasteur Ziegler au Grindelwald, ont été faites avec le théodolite et méritent une entière confiance. Malgré les différences locales, elles indiquent pour le mouvement des glaciers des oscillations régulières et périodiques, avec un accroissement de vitesse de l'hiver au printemps et un ralentissement de l'été à l'hiver.

C'est seulement par la multiplicité des observations que les lois qui régissent le mouvement des glaciers seront déterminées avec précision. Je reviendrai plus tard sur les causes de ce mouvement encore mal expliquées malgré des recherches nombreuses. Aujourd'hui je me bornerai à réunir ici quelques chiffres sur le mouvement annuel des glaciers, observés avec une exactitude suffisante. Comme il y a des différences considérables non-seulement d'une époque à l'autre, mais aux diverses hauteurs d'un même glacier, il importe d'indiquer, outre l'époque des observations, les points auxquels ses observations se rapportent en prenant autant que possible la ligne du déplacement maximum sur une même section perpendiculaire à l'axe du glacier. Ainsi, sur le glacier de l'Aar, un certain nombre de blocs, dont la position a été déterminée chaque année avec le plus grand soin de 1842 à 1846, sous la direction de M. Agassiz, ont subi un déplacement moyen par an de 38 mètres, de 74 mètres, de 77 mètres, de 67 mètres, de 70 mètres, de 56 mètres, de 38 mètres, de 29 mètres, selon leur position à la surface du glacier. D'après les observations faites en même temps, le point du mouvement maximum à la station des Neufchâtellois s'est avancé de 83 mètres du 21 juillet 1845 au 18 juillet 1846, à la station de Trift de 72 mètres, à la station de Brandlamm de 56 mètres. En face du Pavillon, le point du mouvement maximum a successive-

ment avancé de 74 mètres de 1842 à 1843, de 74 mètres de 1843 à 1844, de 66 mètres de 1844 à 1845. Hugi a également observé au glacier de l'Aar un mouvement de 73 mètres. La vitesse de la mer de glace de Chamounix a pu être calculée d'après le chemin parcouru par une échelle abandonnée par de Saussure, en 1788, lors de son ascension au Mont-Blanc, au pied de l'Aiguille-Noire, et dont on retrouva les fragments, en 1832, près de l'endroit appelé *les Moulins*, donnant un déplacement moyen de 100 mètres environ par an pendant quarante-quatre années d'après la carte de M. Mieu-let. De même, le havresac du guide Devouasson, tombé en 1846 dans une crevasse du glacier du Talefre, à l'endroit de ses seracs, reparut au jour dix ans après à 1300 mètres plus bas et fut reconnu par son propriétaire, indiquant une marche annuelle de 130 mètres. En outre, M. Bakewell indique pour la Mer de Glace un mouvement annuel de 164 mètres, M. de la Bèche 182 mètres, et M^{sr} Rendu, évêque d'Annecy, 111 mètres. Dans les Alpes tyroliennes, le glacier de Vernagt, selon M. Frignet, avança à son extrémité de 481 mètres du 14 novembre 1843 au 18 octobre 1844, puis de 671 mètres à partir de cette date jusqu'au 1^{er} juin 1845. Là se bornent toutes les observations faites sur le mouvement des glaciers en Europe. Nous n'avons pu fixer cette année le mouvement annuel du glacier d'Aletsch, parce que notre appareil à forer n'était pas assez long pour pratiquer dans la glace des trous assez profonds pour des pieux capables de résister à l'ablation pendant une année entière. Nous comptons remplir cette lacune l'année prochaine. En Asie, le colonel Strachey a publié des observations sur la marche de deux glaciers du pays de Kamaon, dans l'Himalaya. Enfin au Grœnland, un astronome allemand, Auguste Sonntag, compagnon de voyage du Dr Hayes dans les régions polaires, constata du mois d'octobre 1860 à juin 1861 un avancement de 29 mètres pour le glacier de John. Ce glacier débouche dans le port Foulke par 78 degrés de latitude Nord.

En résumé, nous avons reconnu dans la marche des glaciers trois mouvements distincts : un mouvement de translation d'amont en aval dans le sens de la pente ; un mouvement transversal qui rapproche des rives les objets de la région médiane ; un mouvement de hausse portant vers la surface

les points fixes de l'intérieur de la masse et neutralisé en grande partie par l'ablation. De tous ces mouvements, celui qui se dirige du haut des vallées vers leurs régions inférieures est le plus sensible. Il est continu, mais inégal, quoique soumis aux mêmes lois dans tous les glaciers. Ce mouvement varie d'une saison à l'autre, comme il diffère pour les points d'un même glacier. Plus rapide au printemps et en été que durant l'hiver, il augmente des bords vers le milieu et depuis le fond jusqu'à la surface, où le lieu des points de la vitesse maximum correspond à la plus grande épaisseur du glacier, déviant à droite, à gauche du milieu apparent de la vallée, suivant la ligne de plus grande pente du fond. En général, mais non pas dans tous les cas, le mouvement se ralentit dans un même glacier des régions moyennes jusqu'aux régions inférieures, plus rapide quand la pente est plus forte, mais dépendant surtout de l'épaisseur de la masse.

III. L'ablation.

Le mouvement de hausse, avons-nous dit, est compensé par l'ablation. — Quiconque, après avoir visité un glacier en été, y revient vers la fin de l'automne est frappé des changements produits à la surface. Presque tout a pris un autre aspect. Le niveau de la glace est descendu près des bords, laissant à nu, en divers points, des parois polies sur une hauteur plus ou moins considérable, tandis que les blocs de rochers, les grandes dalles éparses à côté des moraines se dressent en forme de tables sur des colonnes de glace. Ces changements indiquent la fusion de la glace à la surface, et les pertes subies sous cette influence constituent *l'ablation*.

Nous avons cherché à reconnaître l'ablation au glacier d'Altsch par deux procédés : au moyen d'un revêtement de gazon sur une surface de quelques mètres disposés en amont du lac de Mörjelen, et à l'aide des lignes de piquets plantés à différentes hauteurs du glacier. Le tertre de gazon avait été établi sur le glacier au commencement du mois d'août; mais quand je revins en septembre pour y prendre la hauteur de l'ablation, une crevasse s'était ouverte en dessous, et une partie du gazon et les pierres qui le retenaient avaient glissé dans la crevasse. Cette expérience était manquée. Par contre, nous

pûmes mesurer très-exactement la hauteur de glace fondue près des lignes de piquets au moyen de marques faites au contact de la glace lors de leur installation. Voici les résultats obtenus :

EN AMONT DU LAC DE MÖRJELEN

(à 15,000 mètres de l'extrémité; du 17 au 28 août 1869).

Piquets.	Ablation totale.	Moyenne par jour.
I.	258 millimètres.	29 millimètres.
II.	262 »	30 »
III.	275 »	34 »
IV.	304 »	34 »
V.	318 »	35 »
VI.	302 »	33 »

L'ablation a été nulle sur ce point du glacier pendant les journées du 18 et du 19 août, par suite d'une chute de neige abondante. En conséquence, la moyenne de l'ablation diurne y est donnée pour neuf jours seulement au lieu de onze, durée de l'expérience.

EN AVAL DU CONFLUENT DE MITTELALETSCH

(à 8000 mètres de l'extrémité; du 20 au 31 août 1869).

Piquets.	Ablation totale.	Moyenne par jour.
I.	855 millimètres.	78 millimètres.
II.	522 »	48 »
III.	326 »	30 »
IV.	465 »	42 »
V.	588 »	53 »

Il n'est point tombé de neige pendant la durée des observations sur la seconde et la troisième ligne. Temps presque constamment serein.

AU BAS DU CONFLUENT D'OBERALETSCH.

(à 2000 mètres de l'extrémité; du 25 août au 2 septembre 1869).

Piquets.	Ablation totale.	Moyenne par jour.
I.	525 millimètres.	66 millimètres.
II.	212 »	24 »
III.	544 »	73 »

Ce qui frappe tout d'abord dans la comparaison de ces chiffres, c'est l'inégalité de l'ablation sur une même section

transversale du glacier. La disproportion est surtout énorme entre les piquets I et III et le piquet II de la dernière ligne, au bas du confluent d'Oberaletsch, puisque la hauteur de glace fondue y varie du simple au triple. Cette différence excessive s'explique par la position du piquet II sur une moraine dont les matériaux abritent le glacier contre l'action des rayons solaires. En effet, la moraine s'élève de 20 à 30 mètres au-dessus des parties du glacier dégagées de matériaux étrangers, et s'étend à sa surface comme un long boulevard. Il en est de même au piquet III de la seconde ligne. Cependant la seule influence de la moraine ne suffit pas pour rendre compte des différences de fusion variant de 1 à 3. Si sur la ligne inférieure l'ablation a été si considérable pour les piquets I et III, c'est aussi à cause du rayonnement de la chaleur solaire réfléchie sur les rochers des rives et qui augmente l'intensité de la fusion près des bords. On constate un effet pareil au piquet I de la deuxième ligne, au-dessus du confluent du Mittelaletsch, également rapproché de la rive droite. Sur la ligne supérieure, en amont du lac de Mörjelen, l'ablation est plus uniforme. Aussi n'y avons-nous remarqué aucune cause de perturbation, les piquets n'étant plus exposés au rayonnement des rives ni plantés sur des moraines. D'ailleurs la courbe qui traduit la hauteur de l'ablation aux différents points d'une même ligne correspond parfaitement aux saillies et aux dépressions que présente le relief du glacier. Preuve évidente que les inégalités de la surface d'un glacier sont surtout le résultat de l'ablation.

L'ablation dépend de la température, et elle est d'autant plus forte que la température est plus élevée. Ce fait ressort de nos observations à différentes hauteurs du glacier d'Aletsch. Sur la ligne de piquets supérieure, à 2600 mètres d'altitude, l'ablation a été en moyenne de 32 millimètres par jour, tandis qu'elle atteint une hauteur de 54 millimètres sur la ligne la plus basse, à l'altitude de 1850 mètres. L'augmentation de l'ablation en raison de l'accroissement de la température implique une fusion variable selon l'heure du jour ou l'époque de l'année. La fusion se développe surtout quand les rayons du soleil frappent directement le glacier, et, à température égale, elle est plus active par un ciel serein. On peut juger des variations de l'ablation à différentes époques par le relevé

suivant des observations de M. Agassiz sur le glacier de l'Aar, du 21 juillet au 24 septembre 1845 : station des Neufchâtelois à 2460 mètres d'altitude, moyenne prise sur vingt points de la même ligne transversale.

ÉPOQUES D'OBSERVATION.	ABLATION TOTALE.	MOYENNE DIURNE.
Du 21 au 31 juillet	448 ^{mm}	45 ^{mm}
Du 31 juillet au 11 août.	279	25
Du 11 au 16 août.	63	14
Du 16 août au 6 septembre.	637	30
Du 6 au 12 septembre	448	25
Du 12 au 24 septembre	361	15
Période complète	1936 ^{mm}	31 ^{mm}

Pendant la durée de ces observations, le ciel a été alternativement serein et couvert du 21 au 26 juillet; du 26 au 29, brouillard et pluie; le 30 et le 31, très-beau et très-chaud; du 1^{er} au 13 août, brouillards et pluie; le 14, le 15 et le 16, neige; du 16 août au 6 septembre, très-variable: alternativement serein, couvert et neigeux; du 6 au 14 septembre, beau fixe; du 14 au 24, variable avec pluie et neige. Sur notre relevé, l'observation du 11 août indique une moyenne diurne de moitié moindre que pour la période précédente du 21 au 31 juillet. Celle du 11 au 16 août est plus faible encore et ne dépasse pas 14 millimètres, soit le quart de la première période. Des oscillations qui se trahissent ainsi sur tous les points d'une ligne ne dépendent pas d'une cause locale. Les observations météorologiques faites simultanément mettent en évidence le rapport immédiat de la fusion avec la température; elles montrent de plus un accroissement d'intensité par un ciel serein à égalité de température. Du 21 au 31 juillet, la température, sans être très-favorable, a cependant été meilleure que pendant les seize premiers jours du mois d'août. En revanche, la période du 6 au 12 septembre a été favorisée par un temps superbe. Puis, le 15 du même mois, est survenue une abondante chute de neige qui a arrêté l'ablation pendant plusieurs jours, d'où une moyenne très-faible pour la dernière période des observations, malgré quelques jours de soleil.

M. Dollfus-Ausset a fait le 21 août 1844, en face du Pavil-

lon de l'Aar, les observations suivantes pour connaître la marche de l'ablation aux différentes heures du jour :

HEURES.	ABLATION.	TEMPÉR. A L'OMBRE.	CIEL.
9 matin.	0 millimètres.	7° centigr.	Soleil avec vent.
10 »	9 »	14° »	Soleil, calme.
11 »	15 »	8° »	Soleil, calme.
12 »	27 »	15° »	Soleil, calme.
4 soir.	37 »	10° »	Soleil, vent faible.
2 »	42 »	8° »	Couvert, vent faible.
3 »	44 »	5° »	Couvert, vent faible.
4 »	45 »	4° »	Couvert, vent faible.
5 »	45 »	4° »	Couvert, vent faible.
Moyenne	5,8 millimètres.	7,5° centigr.	4 1/2 heures de soleil.

Au glacier d'Aletsch, nous avons vu l'ablation commencer entre 7 et 8 heures du matin, par un temps serein, avec une température de l'air de 1 à 2 degrés seulement, prise avec le thermomètre fronde. Mais il arrive souvent, comme dans l'expérience de M. Dollfus-Ausset, le 21 août 1844, que par suite du rayonnement nocturne, avec un ciel parfaitement serein, la surface de la glace se refroidit à une température bien au-dessous de 0, quand l'air ambiant conserve une température de plusieurs degrés supérieure à 0, et alors l'ablation commence seulement après 9 heures du matin. On remarque aussi que, par ciel couvert, l'ablation par heure a été en moyenne 3,4 millimètres par heure, soit trois fois plus faible qu'au soleil. A certains jours, l'ablation a atteint sur le glacier de l'Aar, en face du Pavillon, un maximum de 15 millimètres par heure.

L'exposition exerce une influence considérable sur la fusion. Nos observations du glacier d'Aletsch indiquent une ablation plus forte pour les parties exposées au Midi ou rapprochées des rives dans les régions inférieures. De même, M. Desor a observé une ablation moyenne de 17 millimètres par jour sur le glacier du Grünberg, affluent du grand glacier de l'Aar, soit de moitié moindre que sur ce dernier à la station des Neufchâtellois, pendant la période du 13 août au 9 septembre 1845. Le glacier du Grünberg se trouve à une moindre hauteur au-dessus de la mer, mais il est exposé au Nord sur la rive gauche du glacier. Il fusion de la glace

et de la neige à toutes les hauteurs dans les Alpes quand la température s'élève assez. M. Desor cite sur le glacier de Finsteraar une ablation totale de 470 millimètres du 12 août au 14 septembre, et qui donne une moyenne de 14 millimètres par jour, à plus de 2600 mètres d'altitude. En 1863, les affluents supérieurs du glacier de l'Aar ont été à découvert jusqu'au cirque de la Strahlegg, à 3250 mètres au-dessus de la mer, laissant voir une traînée de moraines et des blocs sur piédestaux de 1 mètre. On passait là de la Grimsel au Grindelwald sans marcher un moment sur la neige ou le névé ancien. Sur le glacier de Saint-Théodule, près du mont Cervin, l'ablation a été de 60 millimètres du 23 au 25 août 1864, selon M. Dollfus-Ausset. Du 5 août au 30 septembre 1865, on a observé sur le même point une ablation totale de 1400 millimètres, malgré quinze jours de neige à une altitude de plus de 3200 mètres. Puis, en août et septembre 1866, les observateurs attachés à la station météorologique de M. Dollfus-Ausset accusèrent encore une hauteur de fusion de 1460 millimètres en trente-quatre jours, avec un maximum de 88 millimètres et une moyenne diurne de 43. J'avais passé à l'observatoire du col de Théodule les derniers jours du mois de juillet 1866, et à cette époque les glaciers des deux versants étaient encore sous la neige. Le 26 juillet, un thermomètre, exposé au soleil sur le grand Cervin, à 4134 mètres d'altitude, par M. Giordano, inspecteur au corps royal italien des mines, marqua 28° C. Une autre fois, lors de son ascension au Schreckhorn, M. Desor vit la neige tellement attaquée par le soleil que l'eau en découlait sous forme de ruisseaux, à une hauteur de 4000 mètres environ.

Nous disions que la moraine, près de notre ligne d'observation inférieure sur le glacier d'Aletsch, se trouvait élevée de 20 à 30 mètres au-dessus de la surface comme un rempart naturel. Il en est de même sur d'autres glaciers. Si considérable que soit cette hauteur de la glace sous la moraine, on s'étonne qu'elle ne s'élève pas plus. Dans l'espace de huit jours, le piquet II sur moraine, en aval du confluent d'Oberaletsch, a seulement subi un tiers de l'ablation sur les piquets voisins I et III. A supposer que cette proportion se maintienne pendant toute la durée de la fusion, et comme l'ablation est au minimum de 3 à 4 mètres par an sur cette ligne, la mo-

raine devrait gagner chaque année sur le glacier une hauteur de 2 mètres, ce qui lui donnerait en peu de temps une élévation bien supérieure à sa hauteur réelle. Cette difficulté s'explique quand on visite les glaciers avant l'été. Ainsi, en montant au col de Saint-Théodule, qui mène du Valais en Piémont, j'ai trouvé en 1866 les glaciers voisins encore tout couverts de neige, par conséquent à l'abri de l'ablation, tandis que leurs moraines étaient à découvert, entièrement dégagées, et la glace en voie de fusion sous les pierres. L'équilibre se rétablit donc jusqu'à un certain point au printemps et en automne entré l'ablation sous la moraine et celle du glacier en été.

D'un autre côté, on voit à l'extrémité inférieure des glaciers les matériaux des moraines s'éparpiller peu à peu sur toute la surface : entre autres sur le glacier de Zmutt, dans la vallée de Zermatt, et au glacier de l'Aar. Sur ce dernier, la moraine médiane, formée au confluent des deux grandes branches du Finsteraar et du Lauteraar, grandit successivement en descendant le cours du glacier sans recevoir d'autres matériaux, à tel point qu'elle s'élève de 35 à 40 mètres au-dessus du niveau général en face du Pavillon Dollfus. A partir de ce point, les différences de niveau tendent à s'effacer, les pierres de la moraine glissent lentement au bas de la pente et s'étalent sur toute la surface jusqu'à rencontre des matériaux de la moraine latérale. En formant sur le glacier une nappe assez compacte, ces pierres ralentissent la fusion de la glace comme ferait une couche de neige. On remarque que les glaciers, protégés par un tel abri, continuent à avancer. Au contraire, ceux qui se trouvent à découvert reculent depuis plusieurs années. En parcourant en 1868, avec M. Dupré, les Alpes centrales, j'ai trouvé le glacier de Rosenlaur à une demi-lieue en arrière de sa dernière moraine. Le glacier inférieur du Grindelwald avait reculé à la même époque de 575 mètres en ligne droite depuis 1855, et le glacier inférieur de 390 mètres. Le glacier de Viesch avait subi en 1869 une réduction de 600 mètres, celui du Rhône 150 mètres, et le glacier de Gorner, au pied du Mont-Rose, une soixantaine de mètres. Le glacier d'Aletsch a plutôt subi une certaine réduction en épaisseur, réduction que nous avons trouvée de 30 à 40 mètres sur certains points. Quant au glacier de l'Aar,

il reste en voie de progression. Si, par suite d'une série d'étés humides et froids, les glaciers ne subissent pas une ablation considérable, des quantités de glace énormes leur restent acquises et leur permettent de progresser. Vient ensuite une série d'étés secs et chauds avec une ablation très-forte, une autre période de décroissance recommencera avec les oscillations d'autant plus remarquables et plus fréquentes que l'extrémité des glaciers descend plus bas.

Je termine ici l'exposé de nos dernières recherches, avec l'intention de revenir, dans un travail plus étendu, sur les rapports de l'ablation et du mouvement des glaciers avec les phénomènes météorologiques. Quelques observations nous restent à vérifier aussi, notamment sur la structure veinée de la glace des glaciers, pour donner de leur mouvement et des causes de leur marche une explication capable de répondre à toutes les objections. Si mes moyens me le permettent, je reprendrai ces observations dans les Alpes l'été prochain. Les résultats de nos études sont d'ailleurs bien longs à obtenir au milieu des crevasses, des aiguilles de glace croulantes et des intempéries de l'immense laboratoire des Alpes. Que de jours nous y avons passés sans pouvoir faire une seule observation ! Pour mesurer le mouvement du glacier, nous avons dû souvent gagner notre station avant le jour, puis, quand la pluie ou la neige ne nous arrêtaient pas, des brouillards se levaient avec le soleil, qui, léchant le flanc des montagnes, venaient tourbillonner sur le glacier et le recouvraient d'un voile opaque et rendant l'observation des signaux impossible. La journée se passait dans l'attente d'une éclaircie, par un froid piquant, rendu insupportable par l'inaction et l'inquiétude, et bien des fois il fallait regagner le gîte de la nuit précédente sans avoir rien pu faire. Une autre fois, c'est notre guide qui tombe dans une crevasse, c'est une paroi de glace qui s'effondre sous le pied d'un porteur et l'entraîne en brisant nos instruments, heureux qu'il n'y ait pas à déplorer d'accident plus grave, mais nous fûmes forcés de suspendre de nouveau nos investigations, comme des soldats qui cessent la lutte pour avoir perdu leurs armes.

A l'Eggischhorn, près du glacier d'Aletsch, septembre 1869.

Ouvrages reçus :

Abhandlungen der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1868.

Le jardin fruitier du Muséum; Decaisne, 401^e livraison.

Meteorologiska Jakstagelser i Sverige utgifna af kongl. Svenska Vetenskaps-Akademien, 1865 et 1866.

Reale Istituto Lombardo di scienze e lettere. Rendiconti, série 2, vol. I, fasc. 11 à 20; vol. II, fasc. 1 à 10.

Conspectus avium Ricinarum; Sundevall.

Sketch of the geology of Spitzbergen; Nordenskiöld.

Notiser ur Sällskapets pro Fauna et Flora fennica Förhandlingar; Helsingfors 1869.

Exposition nouvelle des principes du calcul différentiel et intégral; J. B. Brasseur.

Dreizehnter Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, 1869.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, année 1868, n^o 3.

Mémoires de la Société d'agriculture, commerce, sciences et arts du département de la Marne, année 1868.

Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne, année 1869, 4^{er} trimestre.

Flora; Regensburg, année 1869.

Abhandlungen der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, 1868-1869, t. XIV.

Nachrichten v. der k. Gesellschaft der Wissenschaften u. der Georg-August-Universität, 1869.

Öfversigt af kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar, t. XXII à XXV.

Mémoires de la Société impériale d'agriculture, sciences et arts d'Angers, 1868, n^{os} 1 à 4.

Les eaux thermales sulfurées des Pyrénées, A. Buez.

Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande u. Westphalens, 25^e année.

Additamenta ad historiam Ophiuridarum, Chr. Fr. Lütken; tredje Afdeling.

Monatsbericht der königl. preussisch. Akademie der Wissenschaften zu Berlin; mai juin 1869.

Mémoires de la Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut, 1869, série 3, t. III.

Guide du médecin et du touriste aux bains de la vallée du Rhin, de la Forêt-Noire et des Vosges, 2^e édit.; docteur Aimé Robert.

Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, t. XX, 1^{re} partie.

Sitzungsberichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden, 1867, nos 1-3.

Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren, Ernst Häckel; Utrecht 1869.

Bulletin de l'Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg, t. XIII, nos 4 et 5.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg, t. XIII, nos 4 à 7.

Journal of the Academy of natural sciences of Philadelphia, new series, vol. VI, part. III.

Observations on the genus Unio read before the Academy of natural sciences of Philadelphia; Isaac Lea.

On Gotlands nutida Mollusker, G. Lindström, 1868.

On the existence of rocks containing organic substances in the fundamental gneiss of Sweden; Igelström, Nordenskiöld, Ekmann.

Lefmadsteckningar öfver kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens, tom. I.

Hemiptera africana, Carolus Stal, t. I, II, III, IV.

On some fossils found in the eophyton sandstone at Lugnas in Sweden, J. G. Linnarson.

Die Thierarten des Aristoteles, Sundevall (Uebersetzung aus dem Schwedischen), *Engenies resa 12. zoologi*.

Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Bd XII, 4; 1867.

Proceedings of the American Academy of arts and sciences, June 1867, May 1868.

Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 1867-1868.

Annual report of the Trustees of the Museum of comparative zoology at Harvard College in Cambridge. 1868.

Proceedings of the royal geographical Society, vol. XIII, no 2.

LE BUREAU.

TABLE DES MATIÈRES

(DEUXIÈME ANNÉE).

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

	Pages.
Nouveau régulateur parabolique à force centrifuge (M. Saint-Loup)	6
Indicateur-totalisateur de Watt (M. Saint-Loup)	30
Sur la détermination de la parallaxe du soleil (M. Bach).	57
Sur le mouvement des projectiles sphériques (M. Saint-Loup).	59
Même question (M. le commandant Welter).	126

SCIENCES PHYSIQUES.

Sur la détermination de la densité des solides (M. Monoyer)	25
Sur la théorie de l'audition (M. Terquem)	28
Théorie de la sirène (M. Terquem).	84
Sur la représentation des mouvements vibratoires (id.)	90
Sur l'électromètre condensateur (id.)	91
Sur l'emploi des lentilles cylindriques (id.)	92
Résultats d'expériences sur le travail développé par l'action d'une bobine sur un barreau de fer doux (M. Saint-Loup).	93
Sur un coup de foudre (M. Huguény)	94

SCIENCES NATURELLES.

Sur les écailles du brochet (M. F. Fée).	3
Résumé d'un travail d'Owjanikow sur le système nerveux de l' <i>Amphioxus lanceolatus</i> (M. Baudelot).	16
Sur la branche operculaire du nerf latéral du pneumo-gastrique chez quelques poissons (id.)	22

	Pages
Sur le système nerveux du muge capiton (M. F. Fée)	24
Sur les Aptychus (M. Schimper)	28
Sur le système nerveux de l'épinoche. — Sur la structure intime du cervelet des poissons osseux. — Sur la structure du sque- lette des raies. — De la régénération de l'extrémité céphalique chez le lombric terrestre	37
Observations sur les glaciers du Grindelwald (M. Ch. Grad).	75
Rose monstrueuse (M. Kirschleger)	88
Sur la tension des tissus végétaux (M. Millardet)	89
Sur la structure intime du système nerveux des mollusques acé- phales. — Sur les centres nerveux des vertébrés (M. Baudelot).	94
Sur la constitution et le mouvement des glaciers (M. Charles Grad).	130