

270
S-R

Library of the Museum
OF
COMPARATIVE ZOOLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.



Deposited by ALEX. AGASSIZ.

No. 9538
Apr. 4 - Dec. 7, 1885





RECUEIL
ZOOLOGIQUE
SUISSE

Genève.— Imp. Ch. Schuchardt.

RECUEIL
ZOOLOGIQUE
SUISSE

COMPRENANT

L'EMBRYOLOGIE, L'ANATOMIE ET L'HISTOLOGIE COMPARÉES,
LA PHYSIOLOGIE, L'ÉTHOLOGIE,
LA CLASSIFICATION DES ANIMAUX VIVANTS OU FOSSILES

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DU

D^r HERMANN FOL

Directeur du Laboratoire de Morphologie,
Professeur ordinaire à l'Université de Genève.

AVEC LA COLLABORATION DE

MM. Maurice BEDOT, E. BÉRANECK, Henri BLANC, A. BROT,
Ed. BUGNION, Victor FATIO, Max FLESCHE, F.-A. FOREL, E. GASSER,
Aloïs HUMBERT, Conrad KELLER, J. KOLLMANN, A. Bolles LEE,
P. de LORIOL, B. LUCHSINGER, Godefroy LUNEL,
F. MIESCHER-RUSCH, Pietro PAVESI, H. de SAUSSURE,
Maurice SCHIFF et Th. STUDER

PREMIÈRE SÉRIE

TOME SECOND

Avec 22 planches doubles, 2 tableaux et 7 figures dans le texte.



GENÈVE-BALE

H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR

1885

S-R

TABLE DES MATIÈRES

N° 1, sorti de presse le 28 janvier 1885.

	Pages
Jean NIEMIEC. — Recherches sur les ventouses dans le règne animal, avec les planches I à V.....	4
Conrad KELLER. — Untersuchungen über die forstliche Bedeutung der Spinnen, avec la planche VI.....	149
Maurice BEDOT. — Sur l'histologie de la <i>Porpita mediterranea</i> ...	189
Louis ROULE. — Sur le développement des enveloppes ovulaires chez les Tuniciers.....	195

N° 2, sorti de presse le 14 avril 1885.

Rodolphe RUBATTEL. — Recherches sur le développement du cristallin chez l'homme et quelques animaux supérieurs, avec les planches VII et VIII et trois gravures dans le texte, suivi de remarques par E. BUGNION.....	203
Maurice BEDOT. — Contribution à l'étude des Véléelles, avec la planche IX.....	237
Henri BLANC. — Développement de l'œuf et formation des feuilletts primitifs chez la <i>Cuma Rathkii</i> (Kröyer), avec la planche X....	253
E.-G. BALBIANI. — Sur un infusoire parasite du sang de l'Aselle aquatique (<i>Anoplophrya circulans</i>), avec la planche XI.....	277
Hermann FOL et Stanislas WARYNSKI. — Sur la méthode en téragénie, en réponse à un article de DARESTE.....	305
Maurice SCHIFF. — Remarques sur l'innervation des cœurs lymphatiques des Batraciens anoures. 2 ^{me} partie, action réflexe...	327

	Pages
Edmond PERRIER. — Sur les ambulacres des Échinodermes, en réponse à un mémoire de NIEMIEC	357
<i>N° 3, sorti de presse le 29 juin 1885.</i>	
Arthur BOLLES LEE. — Les balanciers des diptères, leurs organes sensitifs et leur histologie, avec la planche XII	363
Nathan LEWENTHAL. — Des dégénéralions secondaires de la moelle épinière consécutives aux lésions expérimentales médullaires et corticales, avec les planches XIII et XIV	393
Godefroy LUNEL. — Sur la variation dans les œufs du Vautour moine, avec les planches XV et XVI	507
J. NIEMIEC. — Encore un mot sur les ambulacres des Échinodermes	521

N° 4, sorti de presse le 3 octobre 1885.

E.-G. BALBIANI. — Contribution à l'étude de la formation des organes sexuels chez les Insectes, avec les planches XVI <i>bis</i> et XVII	527
Jean NIEMIEC. — Recherches sur le système nerveux des Ténias, avec les planches XVIII, XIX, XX et XXI et une gravure dans le texte	589
Victor FATIO. — Les Corégones de la Suisse (classification et conditions de frai), avec deux tableaux (Pl. XXII et XXIII)	649

TABLE DES AUTEURS

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

	Pages
BALBIANI, E.-G. Anoplophrya circulans	277
Id. Développement des Diptères	527
BEDOT, Maurice. Histologie de Porpita mediterranea	189
Id. Contribution à l'étude des Vélèles	237
BLANC, Henri. Développement du <i>Cuma Rathkii</i>	253
BUGNION, Édouard. Remarques sur le mémoire de Rubattel	232
FATIO, Victor. Les Corégones de la Suisse	649
FOL, Hermann et S. WARYNSKI. La méthode en tératogénie	305
KELLER, Conrad. Forstliche Bedeutung der Spinnen	149
LEE, Arthur Bolles. Les balanciers des Diptères	363
LEWENTHAL, Nathan. Dégénération de la moelle épinière	393
LUNEL, Godefroy. Œufs du Vautour moine	507
NIEMIEC, Jean. Les ventouses dans le règne animal	1
Id. Système nerveux des Ténias	589
Id. Sur les ambulacres des Échinodermes	521
PERRIER, Edmond. Ambulacres des Échinodermes	357
ROULE, Louis. Enveloppes ovulaires des Tuniciers	195
RUBATTEL, Rodolphe. Développement du cristallin	203
SCHIFF, Maurice. Innervation des cœurs lymphatiques	327
WARYNSKI, Stanislas. Voy. FOL.	

RECHERCHES MORPHOLOGIQUES

SUR LES

VENTOUSES DANS LE RÈGNE ANIMAL

PAR

J. NIEMIEC

Avec les planches I, II, III, IV et V.

Les appareils de fixation connus sous le nom de ventouses sont très répandus dans le règne animal et présentent des particularités intéressantes soit de forme, soit de fonction. Néanmoins les naturalistes ne leur ont pas voué jusqu'ici toute l'attention qu'elles méritent. Nous ne trouvons dans la bibliographie que bien peu de données relatives aux ventouses. S'il est quelques monographies où cette question se trouve traitée avec plus de détails, il ne manque pas, d'autre part, de travaux qui prennent pour très simples ou passent même sous silence ces appareils souvent si compliqués.

M. le professeur H. FOL, pendant le semestre d'hiver 1883-84, m'ayant proposé ce thème comme sujet de travail, j'ai saisi cette occasion avec d'autant plus d'empressement que j'y trouvais à la fois un beau champ de

recherches, et une bonne occasion d'acquérir une certaine habileté dans la technique microscopique.

Je prie donc Monsieur le professeur FOL d'accepter l'assurance de ma profonde gratitude, ainsi que mes sincères remerciements pour les précieuses directions qu'il m'a toujours accordées et pour le riche matériel qu'il a mis si aimablement à ma disposition.

M. LUNEL, conservateur du Musée d'histoire naturelle de Genève, a également droit à ma reconnaissance pour les services empressés qu'il m'a rendus pendant le cours de ce travail.

Mes études ont porté sur environ trente espèces de ventouses, qui ont été mises en coupes dans plusieurs directions différentes. Voici les noms des animaux qui m'ont servi d'objets d'étude :

- Échinodermes : *Asteriscus verruculatus*.
Sphærechinus brevirostris.
Bryssopsis lyrifera.
- Plathelminthes : *Tenia cœnurus*.
Tenia elliptica.
Bothriocephalus latus.
Tristoma Molæ, ventouses antérieures et ventouse abdominale.
- Discophores : *Hirudo medicinalis*.
- Myzostomides : *Myzostoma glabrum*.
- Hétéropodes : *Pneumodermon mediterraneum*.
- Ptéropodes : *Pterotrachæa coronata*.
- Octopodes : *Argonauta argo*.
- Décapodes : *Sepiola Rondeleti*; ventouses des bras sessiles et des bras tentaculaires.
Sepia officinalis; ventouses des bras sessiles et des bras tentaculaires.

Loligo vulgaris ; ventouses des bras sessiles et des bras tentaculaires.

Sepioteuthis sepioidea ; ventouses des bras sessiles et des bras tentaculaires.

Onychoteuthis Lichtensteinii ; ventouses des bras sessiles, de la plaque acétabulaire inférieure et supérieure, des bras tentaculaires ; crochets.

Enoploteuthis Oweni ; ventouses des bras sessiles, des bras tentaculaires, des plaques acétabulaires ; crochets.

Poissons : *Echeneis remora*.

Lepadogaster Gouanii.

Amphibiens : *Rana temporaria* (larve).

La plupart des ventouses ont été colorées en entier au carmin-borax de GRENACHER, lavées dans l'alcool acidulé, passés ensuite dans l'alcool absolu, l'essence de girofles ou l'essence de térébenthine, puis enfermées dans la paraffine. J'ai employé l'hæmatoxyline pour obtenir une coloration des noyaux comme par exemple dans la couche musculaire à cellules prismatiques des ventouses du *Pneumodermon* ; la teinture de cochenille de P. MAYER me servit sur la recommandation de A. LANG pour la coloration des glandes, surtout dans les ventouses antérieures de *Tristoma*. Enfin, pour rechercher le système nerveux, j'ai employé l'acide osmique et le chlorure d'or.

Ambulacres des Échinodermes.

Les appareils qui, chez les Échinodermes servent en même temps à la fixation et à la locomotion, sont connus sous le nom d'ambulacres. On a déjà beaucoup écrit sur la disposition extérieure de ces organes, sur leurs rapports avec le système aquifère, sur leur importance dans la locomotion des animaux. Cependant la question de savoir comment les différents éléments histologiques prennent part à la fonction locomotrice, n'est pas encore suffisamment élucidée. Qu'il me soit permis de donner une courte description de la forme extérieure des ambulacres avant d'entrer dans les détails anatomiques. J'ai choisi comme représentant des *Asteroïdées* le genre *Asteriscus verruculatus* appartenant à la famille des *Astérides* et à l'ordre *Stellérides*.

Asteriscus verruculatus. (Fig. 4, Pl. I.)

En endormant par l'acide carbonique un *Asteriscus*, on le voit étendre ses ambulacres sous une forme qui en rend l'étude facile ; après leur fixation par l'acide chromique, on les lave dans l'eau, puis on les traite comme je l'ai indiqué plus haut. On peut déjà distinguer à l'œil nu les deux parties qui constituent l'ambulacre :

1. Le pédoncule extensile et rétractile ou tube ambulacraire proprement dit.

2. Le renflement terminal, ou ventouse.

On distingue dans la peau du pédoncule, à l'aide de la loupe, de nombreux plis qui, ordinairement, sont moins saillants dans la partie basale que dans la

partie terminale. Ces plis se présentent sous la forme de croissants qui entourent à moitié le tube. Le renflement terminal qui est chargé de la fonction de fixation représente le dernier pli, mais dépasse en grandeur tous les autres. Cette ventouse a la forme d'un bouton rond; sur sa face d'application se trouvent quatre à six saillies allant du bord vers le centre qui laissent entre elles le même nombre de dépressions.

Sur une coupe longitudinale d'un ambulacre (Pl. I, fig. 4), on distingue dans ses parois, procédant de l'extérieur vers l'intérieur, les couches suivantes :

1. L'épithélium externe (*ep*).
2. Le tissu conjonctif subépithélial (*fl*, *fr*).
3. Une couche de muscles longitudinaux (*lm*).
4. L'endothélium (*e*).

Entre ces différentes couches il n'y a pas de ligne de démarcation distincte, excepté entre la couche conjonctive et celle des muscles longitudinaux. L'épithélium externe, couvert d'une mince cuticule, se compose de cellules fusiformes avec des noyaux granuleux. C'est entre les cellules épithéliales que les éléments du tissu conjonctif prennent leur origine, de telle façon qu'il existe une transition insensible entre les cellules oblongues et les filaments conjonctifs. — L'épithélium se continue sur le renflement terminal, mais ici ses cellules se montrent en amas qui, sous la forme d'une couche sous-épithéliale (*cs*), s'étendent entre les faisceaux musculaires.

Sous la mince cuticule du bord d'application de la ventouse on rencontre des amas de fines granulations (*cg*), qui se distinguent facilement des noyaux des cellules épithéliales, situées un peu plus profondément. Les colorations que j'ai employées (carmin-borax et cochenille de P. MAYER), m'ont amené à cette conclusion

que ces corps granuleux sont des différenciations de la cuticule qui viennent augmenter sa résistance.

Le tissu qui se trouve au-dessous de l'épithélium présente deux formes différentes. Il est composé de fibres longitudinales (*fl*) et d'une couche de fibres circulaires (*fr*).

Les fibres longitudinales s'insèrent entre les cellules de l'épithélium et longent la couche de fibres circulaires. Chez les exemplaires que j'ai étudiés, j'ai trouvé un fait curieux : les fibres longitudinales montrent dans leur partie basale une ondulation qui disparaît vers le renflement terminal. C'est donc le contraire de ce que montrent les plis extérieurs. Leur continuation dans la ventouse est assez singulière. Lorsqu'elles arrivent dans cet organe, les fibres conjonctives s'entrecroisent et forment un anneau enchevêtré d'où partent dans différentes directions des fibres musculaires réunies en faisceaux. Ces faisceaux musculaires (*ff*) se divisent en de nombreuses fibres peu avant leur insertion dans l'épithélium ; leur forme rappelle celle d'un pinceau. L'anneau de fibres conjonctives enchevêtrées est fermé à l'intérieur par une membrane conjonctive, qui forme une sorte de plancher sur l'espace interne du tube ambulacraire. Les muscles longitudinaux s'insèrent au centre de ce plancher.

Après leur parcours dans les parois du tube ambulacraire, ils arrivent à un endroit où ils sont resserrés par les fibres circulaires de la couche conjonctive interne. Immédiatement après, ils se réunissent en faisceaux qui se courbent sous le plancher de l'anneau conjonctif pour se rendre et se fixer à son centre. Ces faisceaux sont toujours séparés par des espaces assez profonds en forme de sachets et tapissés par l'endothélium (*e*). Sur les coupes transversales, je n'ai pas

pu compter leur nombre exact, mais j'en ai vu quelquefois jusqu'à vingt.

Par sa forme générale, l'endothélium ressemble beaucoup à l'épithélium, c'est-à-dire que, dans la partie basale, il est appliqué sur les muscles longitudinaux comme une couche cellulaire simple, tandis que vers la ventouse il constitue des plis nombreux. Ses cellules s'intercalent les unes entre les autres et forment une couche épaisse, qui ne reprend sa forme primitive que dans les sachets latéraux. Des fibres excessivement fines s'étendent de l'endothélium dans la couche musculaire en suivant différentes directions.

Vers le bord et au-dessous de l'anneau de fibres conjonctives, on rencontre une gouttière dans laquelle se loge une masse granuleuse avec des cellules dispersées. Cette masse se différencie par places en filaments; elle représente, sans aucun doute, le nerf (*n*). Je dois avouer que j'ai eu beaucoup de difficulté à constater la présence d'un nerf dans la partie basale du tube; mais à mesure que les coupes transversales s'élèvent vers le renflement terminal, la recherche devient plus facile, car le nerf, situé dans la couche conjonctive sous-épithéliale, devient plus gros à mesure que l'on approche de la ventouse et peut se suivre facilement jusqu'à son entrée dans cet organe; il s'y renfle et il envoie les deux ramifications circulaires déjà mentionnées.

Sur les coupes, le nerf se distingue par sa coloration moins intense que celle des tissus environnants, bien qu'il n'y ait entre lui et ceux-ci aucune limite distincte. Il ne m'est pas possible de voir s'il envoie des éléments dans l'épithélium.

D'après la disposition des éléments histologiques que je viens de décrire, il n'est pas difficile de tirer une

conclusion quant au rôle qu'ils jouent dans la fonction de la locomotion. Supposons que l'ambulacre soit complètement étendu. Le liquide contenu dans le système aquifère est refoulé par la pression des ampoules jusque dans les sachets latéraux ; la ventouse est alors distendue, de sorte que les sillons radiaires et la dépression centrale disparaissent presque entièrement. Si le bouton terminal se trouve alors appliqué contre un corps quelconque, la musculature longitudinale, entrant en jeu, agit sur le centre en l'éloignant du corps étranger et fait le vide. La cavité qui en résulte est encore agrandie par l'action des muscles perpendiculaires, situés au-dessus du plancher. La pression de l'eau et de l'air occasionne un aplatissement du bouton qui, s'étalant, affecte la forme d'une corolle de fleur. A mesure que la traction des muscles augmente, la fixation devient plus forte ; c'est ainsi que l'*Asteriscus* peut se mouvoir en contractant l'ambulacre et en ramenant son corps vers les points de fixation.

Quels sont maintenant les éléments histologiques qui entrent en jeu pour faire disparaître le vide ou, en d'autres termes, par quel mécanisme l'ambulacre peut-il quitter la place où il s'est fixé ? La réponse à cette question semble être très simple : La contraction des muscles longitudinaux cesse et celle des ampoules ambulacraires agissant à son tour, l'eau poussée dans l'ambulacre exerce une pression sur le plancher et fait disparaître la cavité de la ventouse.

Cependant les expériences que j'ai faites sur des *Asteriscus* vivants semblent indiquer que l'agent principal dans la production du vide est situé dans la ventouse elle-même. Voici en quoi consistait cette expérience :

A plusieurs reprises j'ai piqué avec une aiguille fine

les parties terminales des ambulacres, en choisissant surtout les ambulacres qui étaient complètement étendus et fixés sur le verre. A peine l'aiguille avait-elle touché la ventouse, que l'ambulacre se détachait du verre et tombait. Ce mouvement me parut caractéristique, car, évidemment, la traction exercée par les muscles longitudinaux n'avait pas cessé au moment où j'irritais la ventouse. Les ampoules ont-elles alors chassé l'eau dans l'intérieur du tube avec assez de force pour l'emporter sur l'action des puissants muscles longitudinaux? C'est peu probable. Du reste si, pendant l'expérience, on observe, avec une loupe et à travers les parois du verre, la partie terminale de l'ambulacre, on peut remarquer une contraction soudaine de la ventouse corolliforme : le vide disparaît et les muscles longitudinaux font rétracter l'ambulacre.

Un coup d'œil sur la disposition des fibres musculaires situées entre les parties conjonctives de l'anneau et l'épithélium suffira pour faire comprendre le rôle qu'elles jouent dans le cas que nous venons d'observer. Quelques-uns de ces faisceaux musculaires occupent une position verticale, d'autres, à gauche et à droite, ont une direction horizontale. D'après cette disposition, il est clair qu'une contraction simultanée de tous ces muscles produirait des effets qui seraient de sens contraires. Les faisceaux verticaux déterminent en agissant un enfoncement de la surface supérieure de la ventouse, tandis que les faisceaux horizontaux compriment ses parois latérales. Il en résulte que les premiers doivent être considérés comme des agents de fixation, les derniers comme les muscles de compression de la cavité acétabulaire, c'est-à-dire comme les antagonistes des muscles longitudinaux.

Si cette manière de voir paraît étrange au premier

abord, on se familiarisera facilement avec elle en observant la fonction des muscles longitudinaux du tube. C'est un fait connu que les Échinodermes peuvent tourner et courber leurs tubes ambulacraires dans tous les sens, grâce à une indépendance complète des fibres longitudinales. On peut donc bien supposer aussi cette indépendance chez les faisceaux musculaires en question.

Psammechinus miliaris.

Chez ce représentant de la famille des Échinides, la forme extérieure des ambulacres ainsi que leur structure interne diffèrent notablement des dispositions rencontrées chez une Astéride. Ces différences se rapportent surtout aux parties terminales, ou ventouses proprement dites, dont la forme se rapproche beaucoup plus de celle d'une écuelle. (Comp. l'ambulacre de *Sphaerechinus*, fig. 2, 3.) En effet, il s'agit ici d'un disque rond et épais muni d'un enfoncement central. Sur le bord du disque se trouvent à peu près vingt taches foncées qui sont produites par des dépôts pigmentaires sous-épithéliaux, semblables à ceux qui se rencontrent dans tout le tube ambulacraire. Le reste des ambulacres ressemble beaucoup pour la forme à ce que l'on trouve chez le *Sphaerechinus*.

Sous l'épithélium du tube, s'étend une couche épaisse de fibrilles conjonctives qui serpentent de sa base jusqu'à l'entrée dans le disque acétabulaire. Entre la couche conjonctive et la couche de muscles, on voit, sur des coupes longitudinales, un fil enroulé en spirale ; lorsque la coupe est faite à travers un tube un peu recourbé, il se trouve des endroits où la spirale se transforme en une striation circulaire. Ce fait démontre

l'existence d'une membrane homogène résistante, plissée régulièrement et qui prend, sur la coupe, l'aspect d'une spirale. KOEHLER (12) donne à cette membrane le nom de : couche élastique. Arrivée dans le disque, elle n'ondule plus, mais se replie et vient fermer l'espace intérieur.

Les muscles longitudinaux ont le même caractère et la même disposition que ceux de l'*Asteriscus* ; cependant ils sont moins nombreux et avant de se recourber pour se rendre au centre du disque, ils ne laissent pas d'espaces libres entre eux. L'espace intérieur du tube ambulacraire est tapissé par un endothélium dont les cellules sont réunies entre elles par des prolongements filiformes et qui, dans leur ensemble, ont l'aspect d'un tissu lâche. Les sachets latéraux internes manquent ici. Par contre, on trouve des structures qui ont pour but de donner une plus grande résistance à l'appareil de fixation. C'est une rosette calcaire composée de quatre plaques, au-dessous de laquelle se trouvent deux anneaux identiques superposés l'un à l'autre. E. PERRIER (5) en donne la description suivante :

« Les plaques qui constituent la rosette des tubes ambulacraires sont peu profondément découpées sur leur bord. La plupart des dents saillantes se terminent par une sorte de pain de sucre très surbaissé, semblable à celui que VALENTIN a figuré comme terminant les mêmes parties de l'*Echinus lividus*. Le cadre, composé de huit pièces superposées par paires, présente de grandes perforations quadrangulaires tout le long du bord interne et de petits trous derrière cette rangée de grandes perforations. Ces trous sont surtout nombreux aux extrémités des pièces. »

Quel est le rapport qui existe entre le squelette calcaire et le tissu environnant ? Sur des coupes longitudinales

des ambulacres, on voit que la couche conjonctive ondulée forme des faisceaux fibrillaires qui passent par les trous du cadre et montent jusqu'aux plaques calcaires de la rosette. D'autres faisceaux longeant la couche épithéliale, s'étendent latéralement dans le disque, passent par les échancrures extérieures de la rosette et se fixent au bord supérieur du disque. En outre, les pièces calcaires sont encore logées dans un tissu formé de fibres conjonctives enchevêtrées et garni de dépôts pigmentaires. De ce tissu partent des faisceaux fibrillaires qui se dirigent vers la face supérieure du disque. Ils présentent à peu près le même aspect que les faisceaux analogues de l'*Asteriscus*.

L'épithélium du tube est formé par des cellules allongées, traversées par des corps pigmentaires et recouvertes à l'extérieur d'une mince cuticule. Il conserve aussi ce caractère dans le disque, jusque vers le bord de la surface supérieure. En cet endroit, l'épithélium change de forme : sous la cuticule épaissie se trouvent des corps foncés, rangés les uns à côté des autres et d'où s'étendent des prolongements protoplasmiques renfermant des noyaux logés profondément. Il est plus que probable que cette différenciation de l'épithélium a pour but d'augmenter la résistance de la face d'application. Les fibrilles des faisceaux venant de la couche conjonctive qui entoure les plaques de la rosette se perdent dans cet épithélium.

Le passage du nerf dans le tube ambulacraire est difficile à étudier. Il est très mince et ne peut guère se distinguer du tissu conjonctif, dans lequel il est logé sans présenter de limite bien tranchée. Arrivé dans le dernier pli du tube, il se renfle et envoie dans la ventouse deux branches latérales, dont on rencontre les vestiges, sous forme de masse granuleuse, au-dessous des plaques calcaires.

Le jeu des muscles chez le *Psammechinus miliaris* s'accomplit pendant la fixation de la même manière que chez l'*Asteriscus* : par leur contraction l'enfoncement central s'agrandit et augmente ainsi la pression du milieu ambiant sur les parois du disque. Les muscles passant en partie par les trous marginaux internes du cadre et des pièces de la rosette, font basculer ces dernières et le tissu conjonctif leur permet de former une sorte d'entonnoir qui oppose une forte résistance à la pression exercée sur les parois de la ventouse.

Le cadre sert d'organe d'appui pour la rosette et permet à ses plaques de basculer régulièrement.

N'ayant pas eu d'exemplaires vivants à observer, il m'est difficile de définir avec la même précision que chez l'*Asteriscus* le rôle des faisceaux fibrillaires qui s'étendent entre les plaques calcaires et l'épithélium. Leur disposition me fait supposer qu'ils provoquent un aplatissement du disque et qu'ils agissent en même temps que les muscles longitudinaux. Par contre, les faisceaux latéraux qui, partant de la couche conjonctive du tube, se rendent en rayonnant au bord de la face supérieure du disque, amèneraient une rétraction du bord fixé ; ils serviraient donc à supprimer l'espace acétabulaire.

La structure histologique des tissus nous fait comprendre la possibilité d'une extension excessive des ambulacres. La couche conjonctive du tube se fait surtout remarquer par son grand développement et son ondulation fibrillaire. Son élasticité suffit-elle peut-être à produire l'extension des ambulacres et à faire ainsi l'antagoniste des muscles longitudinaux ? C'est ce que je tâcherai d'éclaircir plus loin.

Sphaerechinus brevirostris. (Fig. 2, 3, 4, Pl. I.)

La conformation des ambulacres de cette espèce diffère très peu de celle du *Psammechinus*. Extérieurement, ces organes sont plus foncés, à cause du grand dépôt de pigment. Le disque porte sur son bord des saillies ou bourrelets (fig. 2, *w*) qui laissent entre eux un même nombre de sillons dépourvus de pigment. Les bourrelets sont séparés du bord du disque par un sillon périphérique.

La disposition des couches inférieures du tube est analogue à celle que l'on rencontre chez le *Psammechinus*, avec cette différence, déjà mentionnée, que sous l'épithélium se trouve une couche pigmentaire plus puissante (fig. 3, *p*) que dans le cas précédent.

Il est à remarquer que le nombre des plaques calcaires constituant la rosette varie, non seulement chez les différents individus, mais aussi dans les différents ambulacres d'un même individu. Ainsi, l'on peut rencontrer des ambulacres avec une rosette composée de cinq, six et même sept pièces calcaires. Les bords voisins de deux pièces sont légèrement excavés au milieu, de manière à laisser entre eux un espace libre en forme de fuseau. Les plaques elles-mêmes ne sont pas simples, mais constituent une charpente dont les parties calcaires sont représentées par des taches noires sur la coupe longitudinale (fig. 3, *pcr*). Leurs saillies périphériques, en forme de pain de sucre, sont dirigées vers les enfoncements marginaux du disque acétabulaire. Les trous sont moins réguliers, beaucoup plus petits et plus nombreux vers le bord central.

Les deux cadres (fig. 3, *pcc*) ont extérieurement la forme d'un pentagone, d'un hexagone ou d'un hepta-

gone suivant le nombre des pièces calcaires de la rosette ; leur bord interne présente plus ou moins la forme d'une circonférence. Ils sont placés de telle sorte que chacun de leurs angles est situé au-dessous du centre d'une plaque de la rosette. Je n'ai pas pu voir s'ils étaient composés de plusieurs pièces. On peut enlever l'épithélium et ses couches pigmentaires sans gêner le squelette et, en traitant ce dernier par l'essence de girofles de manière à rendre transparentes les parties qui y sont restées attachées, il est possible de suivre les mailles calcaires du cadre, même avec des grossissements assez forts. Nulle part cependant je n'ai pu découvrir de ruptures, sauf celles qui étaient causées artificiellement par l'effet de la pression du couvre-objet.

Outre ces formations calcaires, j'ai rencontré des baguettes de même substance légèrement courbées et munies de crochets courts à leurs deux extrémités. Elles étaient logées sous le disque acétabulaire, dans le dernier pli du tube ambulacraire. Je dois ajouter que je ne les ai rencontrées que dans deux ambulacres.

L'étude des ambulacres du *Sphærechinus* m'a fait voir trois éléments histologiques nouveaux qui semblent ne pas exister chez le *Psammechinus*, ce sont :

1. Des fibres musculaires circulaires très peu développées, situées dans la couche sous-épithéliale de la face d'application (*fa*).

2. Des cellules musculaires rangées les unes à côté des autres et reliant les plaques calcaires par leurs bords radiaires (*fig. 4, cm*).

3. Des fibrilles musculaires allant du centre du plancher jusqu'au bord interne des plaques calcaires de la rosette (*fig. 3, fre*).

Quant au nerf, il offre les mêmes difficultés pour les recherches que dans le cas précédent. Son plus grand

renflement se trouve dans le dernier pli du tube, mais je n'ai pu voir sa continuation dans le reste du disque. Sous la rosette, j'ai trouvé en quelques endroits une masse granuleuse, analogue à celle du *Psammechinus* et de l'*Asteriscus*, et ce fait me fait supposer que du renflement partent des branches qui s'étendent en forme d'anneau nerveux, sous le tissu conjonctif de la rosette.

Si la morphologie des ambulacres du *Sphærechinus* offre beaucoup de ressemblance avec celle du *Psammechinus*, la fonction de ces organes doit coïncider aussi, mais avec des perfectionnements dus à l'addition des nouveaux éléments sus-mentionnés. En premier lieu, l'animal peut rétracter le bord du disque en contractant les faisceaux (fig. 3, *fre*) qui s'étendent de la couche conjonctive sous l'épithélium. En même temps, les muscles réunissant les pièces calcaires par leurs bords radiaires et centraux (fig. 4, *cm* et fig. 3, *fre*), donnent à la rosette une forme aplatie et le liquide du système aquifère presse le plancher contre le corps sur lequel l'animal est fixé. En second lieu, les muscles longitudinaux se contractant, cherchent à éloigner le plancher de l'endroit où il est adhérent, d'où résulte un espace vide qui est augmenté par l'action des muscles en pinces (fig. 3, *ff*). Les muscles circulaires jouent probablement le rôle d'une sorte de sphincter.

Bryssopsis lyrifera. (Fig. 5, 6, 7, 8, Pl. I.)

La forme extérieure, de même que la structure interne, des ambulacres du *Bryssopsis lyrifera* s'éloigne de celle des Oursins réguliers; néanmoins la ressemblance des parties constituantes est encore si grande qu'on peut suivre à chaque pas l'homologie, non seulement des différents tissus, mais encore des pièces calcaires.

Le pédoncule est tubulaire et fait, à l'état de contraction, des plis excessivement prononcés. Le disque acétabulaire est plus aplati que chez les Oursins réguliers ; son diamètre est environ trois fois plus grand que celui du pédoncule. Au bord, il est légèrement lobé et, de l'intervalle qui se trouve entre chaque lobe, s'étend un sillon peu profond se rendant vers le centre du disque. Les lobes correspondent aux plaques de la rosette et les sillons radiaires à ses intervalles. La rosette est composée de douze pièces qui présentent la même conformation que chez les Réguliers, seulement comme elles sont en plus grand nombre, elles ont dû changer leur forme et se rétrécir latéralement (fig. 7, Pl. I). Ces pièces sont longues, étroites au centre du disque, et plus larges vers la périphérie. Cependant l'intervalle étroit qui se trouve entre elles n'est pas le même dans toute sa longueur. On peut comparer la forme de ces plaques à celle d'une semelle. Elles sont trouées irrégulièrement et garnies sur leurs bords de denticules de longueurs différentes dont quelques-uns sont plus ou moins courbés ; ils ne se trouvent pas dans la partie basale.

Lorsqu'on regarde avec un faible grossissement un disque acétabulaire de *Bryssopsis*, après l'avoir rendu transparent par une essence, on croit voir, en outre de la rosette, encore un cadre calcaire. Cependant, un examen plus approfondi nous montre que nous avons affaire à un épaissement des plaques de la rosette qui se trouve juste à l'endroit où est placé le cadre calcaire chez les Réguliers.

Le tissu conjonctif du pédoncule tubulaire contient aussi des produits calcaires. Ce sont des spicules (fig. 8, Pl. I) recourbés comme des arcs dont la forme varie considérablement suivant que leurs denticules latéraux sont plus ou moins prononcés ; ils peuvent être même

de nouveau soudés entre eux. La longueur des spicules calcaires est égale à un tiers de la circonférence du tube.

La couche épidermique est traversée par des corps pigmentaires (fig. 6, *dp*) que l'on rencontre aussi dans le disque. C'est dans cette couche que sont logés les denticules des plaques de la rosette. On peut conclure de ce fait que c'est la couche épidermique qui forme par excrétion le squelette. Sous l'épithélium, couvert d'une mince cuticule, s'étend un tissu conjonctif fibrillaire qui entoure les spicules et, arrivé au disque, pénètre dans les pores de la rosette calcaire. De là, il envoie encore des fibres vers l'épithélium ; les faisceaux fibrillaires que l'on rencontre chez les Stellérides et les Oursins réguliers ne se retrouvent pas ici.

Un fait curieux est que, là où la couche conjonctive ne se caractérise pas par des ondulations puissantes, nous rencontrons des fibres musculaires circulaires (*fc*) logées entre la couche conjonctive et les muscles longitudinaux. Il est évident qu'elles ne peuvent servir qu'à produire le rétrécissement et, par conséquent, l'allongement de l'espace intérieur rempli de liquide. Le tube ambulacraire renferme donc en lui-même un agent d'extension.

Après cette couche de fibres circulaires se trouve celle des muscles longitudinaux qui se rendent jusque sous le plancher du disque, au centre duquel ils s'insèrent après s'être infléchis.

L'endothélium se présente sur les coupes longitudinales comme une couche puissante formée de grandes cellules et séparées de l'espace interne par une paroi granuleuse. N'ayant à ma disposition que des exemplaires conservés depuis longtemps dans l'alcool, je ne peux considérer cette granulation que comme les restes d'une cuticule surmontée de cils vibratiles.

Je n'ai pas pu voir si les traces d'une masse granuleuse, moins colorées que le tissu environnant et que j'ai trouvées sous la rosette et dans les lobes, sont en relation avec le nerf.

On sait que, dans la plupart des Oursins irréguliers, les ambulacres ont perdu la faculté de se fixer aux corps étrangers, les disques acétabulaires étant transformés en de simples prolongements digitiformes. Dans les ambulacres qui se trouvent à l'intérieur de la zone lyriforme du *Bryssopsis lyrifera*, on voit des états de transition intéressants, car les bords du disque, qui existe encore, commencent à se séparer en lobes. Les sillons radiaires tendent aussi à participer à cette séparation qui s'accuse de plus en plus chez d'autres genres. Les ambulacres en question possèdent-ils encore la faculté de se fixer? Voilà une question que les données anatomiques précédentes ne nous permettent pas d'élucider. Si le disque ne possédait pas les sillons radiaires et les lobes qui font obstacle à son application hermétique, nous pourrions répondre à cette question dans l'affirmative. En effet, le jeu des muscles longitudinaux et le balancement des pièces calcaires doivent s'effectuer absolument de la même manière que chez les Oursins réguliers. Mais les deux faits cités plus haut nous empêchent de nous prononcer sur la faculté d'adhérence de ces organes. Peut-être l'observation d'animaux vivants nous montrerait-elle que les sillons peuvent s'effacer et les lobes s'élargir, pour faciliter l'application hermétique du bord.

Résumé.

Nos connaissances sur l'anatomie des Échinodermes présentent encore de nombreuses lacunes. L'étude de

ces animaux est si difficile que l'on ne doit pas s'étonner que les premières recherches sur la morphologie et la physiologie de leurs organes locomoteurs soient de date récente.

Après TIEDEMANN (4) qui, en peu de mots, donne une description de la structure des ambulacres de l'*Asterias aurantiaca*, VALENTIN (3), dans son « Anatomie du genre Echinus, » attirera l'attention sur la conformation interne de ces organes. En 1869, PERRIER (5) fait des recherches sur les pièces calcaires des ambulacres et les pédicellaires. GREEFF (9), HOFFMANN (6), R. TEUSCHER (11), et enfin KOEHLER (12), étudient les parties constituantes de l'ambulacre dans leur ensemble. Mais c'est surtout KOEHLER qui a fait avancer cette question.

Les résultats obtenus par ces différents auteurs diffèrent notablement en certains points. Ce fait s'explique en partie par la diversité des méthodes employées et par l'empressement avec lequel plusieurs d'entre eux ont étendu au groupe entier les résultats obtenus sur un seul ou sur deux genres.

Le tube extensible a attiré surtout l'attention de tous ces naturalistes, tandis que le renflement terminal qui est le siège de la fixation, a toujours été plus ou moins négligé.

HOFFMANN (7) reconnaît dans le tube ambulacraire des Astérides, les couches suivantes qui se succèdent de l'extérieur à l'intérieur :

1. Une couche nerveuse ;
2. Une couche conjonctive longitudinale ;
3. Une couche conjonctive transversale ;
4. Une couche puissante de muscles longitudinaux.
dont les fibrilles ont une direction radiaire ;
5. Une couche cellulaire qui entre en ondulant dans

le lumen intérieur et sur laquelle est placé l'épithélium à cils vibratiles.

Quant à TEUSCHER (14), il ne décrit que :

1. Une couche dermique ;
2. Une couche conjonctive ;
3. Une couche musculaire,

recouvertes à l'extérieur et à l'intérieur par les épithéliums ciliés.

La couche dermique de TEUSCHER correspond donc à la couche nerveuse de HOFFMANN et de GREEFF qui croient avoir trouvé dans sa constitution les mêmes éléments que ceux du nerf ambulacraire. HOFFMANN s'appuie sur les résultats qu'il a obtenus en traitant cette couche avec l'acide osmique et sur le fait qu'elle est en connexion immédiate avec la couche nerveuse du nerf ambulacraire. TEUSCHER, au contraire, trouve une différence dans la conformation histologique de ces deux couches. Il fait remarquer, en outre, que dans la couche nerveuse de HOFFMANN, chez l'*Astropecten aurantiacus*, on trouve des glandes. Nous allons voir d'autres raisons qui parlent en faveur de l'opinion de TEUSCHER. — J'ai déjà démontré qu'en suivant les coupes transversales du tube ambulacraire de la partie basale jusqu'au disque acétabulaire, nous rencontrons dans le tissu qui se trouve au-dessous de l'épithélium, une tache granuleuse qui se colore autrement que le tissu environnant. Cette tache est la coupe transversale du nerf. Si nous admettions l'opinion de HOFFMANN, nous aurions alors un nerf au milieu d'une couche nerveuse. Du reste, il paraît étrange de considérer le tube ambulacraire comme un organe entouré tout entier d'une couche nerveuse. Nous ne devons pas être étonnés que l'épithélium ait le caractère d'un tissu lâche dont les cellules ont, en quelque sorte, l'aspect de cellules nerveuses, car nous avons affaire à des organes excessivement extensibles.

Les données sur la structure du disque ambulacraire des Astérides sont peu nombreuses. HOFFMANN dit seulement que « les muscles longitudinaux s'insèrent au disque qui est un renflement en forme de bourrelet et semble ne consister qu'en tissu conjonctif. » Par contre, TEUSCHER dit que chez l'*Astropecten*, où les ambulacres des extrémités des bras sont effilés en pointes, la couche conjonctive de fibres longitudinales s'élargit pour former un anneau renflé qui envoie des prolongements dans le derme. D'après cet auteur, la ventouse ne se forme que par une rétraction de la musculature médiane. Il ajoute plus loin : « Les disques acétabulaires chez les Astérides ne sont qu'un développement de cette formation primitive ; l'ouverture de l'anneau décrit plus haut est fermée par la masse de tissu conjonctif, et il se forme un disque à la face supérieure duquel s'étend le derme épaissi et contenant des cellules nombreuses. » Telles sont les connaissances que nous fournit la bibliographie sur les disques acétabulaires des Astérides. L'étude spéciale à laquelle je me suis livré, permet de compléter quelque peu ce qui a été dit jusqu'à présent sur les organes de fixation de ce groupe :

1. Le disque acétabulaire chez l'*Asteriscus* est un renflement terminal du tube ambulacraire dans lequel les différentes couches subissent une modification plus ou moins prononcée ;

2. L'épithélium du tube se continue sur le disque et montre à sa face supérieure une différenciation sous-cuticulaire, qui consiste en amas granuleux, ayant pour but d'augmenter la résistance du derme ;

3. La couche conjonctive forme, par enchevêtrement dans le disque, un anneau d'où partent des faisceaux musculaires dans différentes directions ;

4. La couche musculaire du tube laisse des espaces libres dans sa partie supérieure et s'infléchit vers le centre du disque pour s'y fixer ;

5. L'endothélium du tube se continue dans le disque pour y tapisser les espaces laissés libres par les muscles ;

6. Le nerf se renfle dans la partie supérieure du tube et envoie des deux côtés des branches circulaires qui, en se réunissant, forment un anneau nerveux ;

7. La fixation a lieu de telle manière que le vide se fait par la contraction des muscles longitudinaux et des muscles perpendiculaires du disque ; lorsque la ventouse va se détacher, la cavité acétabulaire disparaît par la contraction des muscles latéraux du disque et par la pression du liquide dans le tube ambulacraire.

Les travaux récents de KÖHLER (12) nous ont fourni des connaissances nouvelles sur la morphologie des organes de fixation chez les Échinides ; mais comme ce naturaliste a fait ses recherches sur des ambulacres décalcifiés, il n'a pu nous donner une description bien nette de la relation qui existe entre les tissus et les formations calcaires. La coupe à travers un ambulacre à la fig. 48, Pl. 7, de son mémoire, ne nous renseigne pas non plus sur cette relation.

VALENTIN (3) a étudié les ambulacres de l'*Échinus lividus* et, dans ces dernières années, HOFFMANN (6) s'est occupé de ceux du *Toxopneustes*, *Sphærechinus* et *Psammechinus*. Quant à l'*Echinus saxatilis*, il a fait l'objet des recherches de TEUSCHER (11).

Les auteurs que je viens de citer, désignent comme suit, les différentes couches que l'on rencontre dans les tubes ambulacraires :

VALENTIN

1. L'épithélium externe ;
2. La peau (couche de pigment) ;
3. La couche musculaire ;
4. La couche interne avec son épithélium, ses vaisseaux sanguins, et probablement ses nerfs.

TEUSCHER

1. La couche dermique ;
2. La couche conjonctive :
 - a. de fibres longitudinales ;
 - b. de fibres annulaires ;
3. La couche musculaire ;
4. L'épithélium interne.

HOFFMANN

1. L'épithélium à cils vibratiles ;
2. La couche pigmentaire ;
3. La couche conjonctive transversale ;
4. La couche conjonctive longitudinale ;
5. La musculature longitudinale ;
6. La membrane hyaline ;
7. L'épithélium interne cilié.

KOEHLER

1. L'épithélium interne très développé ;
2. La couche conjonctive ;
 - (Une assise externe à fibres transversales) ;
 - (Une assise interne à fibres longitudinales) ;
3. La membrane élastique ;
4. Les muscles longitudinaux ;
5. Un épithélium interne.

Les coupes longitudinales des ambulacres de *Sphaerechinus* et de *Psammechinus*, m'ont donné une succession de couches semblable à celle que KÆHLER a indiquée. Du reste, on voit facilement que la couche dermique de TEUSCHER correspond aux trois premières couches de HOFFMANN et l'épithélium externe à la première assise de la couche conjonctive de KÆHLER.

La membrane élastique qui, sur des coupes, se montre sous la forme d'une ligne en spirale ou ondulée, n'a été remarquée ni par HOFFMANN, ni par TEUSCHER. Elle est peut-être comprise, par TEUSCHER, dans la couche des fibres annulaires, erreur que l'on peut commettre facilement, si l'on n'étudie pas un grand nombre de coupes.

Quant à la membrane hyaline de HOFFMANN qui, d'après ce naturaliste, porte l'épithélium cilié, je n'ai pu l'apercevoir. Sur mes préparations, l'épithélium est formé par une simple assise de cellules dans les parties où le tube est distendu; là où il est encore contracté, l'épithélium s'épaissit comme je l'ai déjà indiqué. Des fibres fines pénètrent de l'endothélium dans la couche musculaire.

Les pièces calcaires ont été étudiées après VALENTIN par PERRIER qui, portant ses recherches sur plusieurs genres, croit avoir trouvé une grande uniformité dans ces parties chez tous les Oursins réguliers. Il en fait même un caractère distinctif des Oursins réguliers et des Oursins irréguliers. Toutefois, un regard jeté sur la figure que nous donne VALENTIN de la rosette de l'*Echinus* et sur celle de HOFFMANN, représentant le même organe chez un autre oursin régulier, suffit pour révéler immédiatement une grande différence. Il est regrettable que HOFFMANN ne dise pas à quel genre appartenait l'ambulacre qu'il a étudié, car nous y re-

marquons encore ce fait anormal d'un cadre situé au-dessus de la rosette.

PERRIER décrit le cadre de l'*Échinus lividus* comme composé de quatre pièces calcaires, tandis que VALENTIN le représente comme une pièce unique. J'ai pu facilement constater que cet organe était double, mais je répète que, malgré la recherche la plus minutieuse, il m'a été impossible d'y voir la moindre fente. J'ai constaté cependant que ses bords extérieurs étaient beaucoup plus épais que les bords internes et qu'ils s'amincissaient vers les angles. Cette circonstance peut porter à croire que le cadre n'est pas assez solide pour résister au traitement qu'exige la méthode de PERRIER (qui consiste à le secouer dans un liquide), et qu'il se brise justement aux endroits amincis. On pourrait admettre aussi que le cadre se forme de la même manière que la rosette, mais qu'ici les pièces calcaires se souident très tard.

TEUSCHER et KÖHLER disent simplement que la substance conjonctive se transforme dans le disque en une zone hyaline qui renferme le squelette calcaire. On ne peut attribuer ce manque de clarté dans la structure interne de l'ambulacre qu'au traitement par des réactifs décalcifiants. Le squelette calcaire donne un certain appui aux tissus; lorsqu'il disparaît, la position de ces derniers devient moins facile à étudier. Sur des coupes d'ambulacres non décalcifiés, on ne rencontre pas la zone hyaline; on peut suivre les fibres conjonctives à travers les trous du cadre jusque dans la rosette qu'elles entourent et où elles s'enchevêtrent de même que chez l'*Asteriscus*, mais à un moindre degré.

Il est surprenant qu'aucun auteur, pas même KÖHLER, ne fasse mention des faisceaux fibrillaires qui partent du tissu conjonctif environnant la rosette et se rendent

à l'épithélium, en montrant le même caractère que les faisceaux analogues des Astérides.

On peut admettre d'avance que les muscles qui réunissent les pièces de la rosette par leurs bords radiaires et centraux et dont nous avons constaté la présence chez le *Sphærechinus* sont répandus chez plusieurs genres, notamment chez ceux qui ont les ambulacres beaucoup plus développés.

D'après mes recherches, il n'existe pas de différences essentielles entre la disposition du nerf des ambulacres chez les Astérides et les Échinides, tandis que TEUSCHER y voit une différence caractéristique. KÖHLER croit voir une couche nerveuse entre l'épithélium supérieur du disque et le tissu conjonctif de la rosette. Chez le *Sphærechinus* on voit, en effet, une légère différenciation de ce tissu, qui cependant ne me parut pas être assez caractéristique pour permettre de lui attribuer une nature nerveuse.

Le mode de fonctionnement des ambulacres n'a pas été élucidé par les auteurs que je viens de citer. Qu'il me soit permis d'aborder ici une question qui n'a pas trait à la fonction du disque, mais au mode de mouvement des tubes ambulacraires. Au commencement de mes recherches, je trouvais la nature de la couche conjonctive assez énigmatique, et j'étais tenté de lui donner le nom de couche élastique. Plus tard, je fus confirmé dans mon idée lorsque j'eus connaissance de l'expérience de HOFFMANN sur des Oursins vivants, et je crois maintenant pouvoir admettre sûrement que cette couche conjonctive avec le concours de la membrane élastique, joue le rôle d'antagoniste des muscles longitudinaux. Voici comment Hoffmann décrit son observation :

« Si l'on compare la couche musculaire excessivement délicate des vésicules, avec la puissante muscula-

ture des tubes ambulacraires, on arrive alors à douter que les ampoules puissent avoir la faculté d'étendre les ambulacres; la faible musculature des vésicules ne peut pas vaincre la force des muscles longitudinaux. Si l'on coupe un Oursin vivant et si l'on en place les morceaux dans de l'eau de mer après avoir écrasé les ampoules ambulacraires, les ambulacres n'ont pas encore perdu la faculté d'extension; ils s'étendent lentement et se contractent subitement aussitôt qu'on les touche. » HOFFMANN ajoute que les ampoules ne sont probablement que des réservoirs qui fournissent la quantité d'eau nécessaire pour le tube ambulacraire lorsqu'il s'étend et qui la reprennent aussitôt que l'ambulacre se contracte. Pour trancher cette question d'une manière décisive, il faudrait étudier dans chaque espèce la musculature des ampoules et la comparer avec la puissance du tissu « conjonctif » et avec la membrane élastique, car là où ces dernières parties sont moins développées, la musculature devrait être plus puissante et *vice versa*.

On n'a pas encore fait de recherches approfondies sur les ambulacres des Oursins irréguliers. Il est vrai que KÖHLER a déjà montré une analogie entre la structure de ces organes chez les deux groupes. PERRIER, au contraire, distingue ces derniers par les différences qui existent entre leurs parties calcaires. Tous les Oursins réguliers, selon cet auteur, portent une rosette calcaire qui manque aux irréguliers. Nous avons déjà comparé la formation calcaire du *Bryssopsis lyrifera* avec celle des Oursins réguliers et cet exemple suffirait à enlever toute valeur à ce caractère distinctif, lors même que PERRIER n'aurait pas parlé plus tard d'un Oursin irrégulier chez lequel, outre la rosette, on rencontre aussi le cadre. La structure de ces organes ne peut

donc servir à distinguer les Oursins réguliers des Spatangues. Nous y voyons plutôt des formes de passage entre le disque acétabulaire des Échinides et les prolongements digitiformes des ambulacres des Spatangues, qui ont complètement perdu la faculté de se fixer par une véritable succion.

Les pièces calcaires communes à tous les Oursins semblent même se rencontrer aussi chez quelques Astérides. TEUSCHER, par exemple, a figuré dans son mémoire un ambulacre d'un Astéride, qui porte dans son disque des produits calcaires.

Ventouses de Cestodes.

Tenia cœnurus. (Fig. 9, 40, 44, Pl. I.)

Dans le groupe des Cestodes, j'ai choisi comme premier objet d'étude le *Tenia cœnurus* du chien. Le scolex, coloré au carmin-borax, inclus dans la paraffine et mis ensuite en coupes m'a donné des images d'une clarté à laquelle je ne m'attendais guère.

Le scolex, assez volumineux chez ce genre, est quadrangulaire dans la région des ventouses ; il s'effile, plus ou moins rapidement selon le degré de contraction, en un rostellum garni de deux rangées de crochets alternants. Aux quatre angles de la tête sont situées les ventouses ; il n'est pas rare de les voir assez irrégulières à l'extérieur, les orifices étant ronds à la partie inférieure et prenant la forme d'une fente qui se dirige vers le rostellum. Les coupes montrent que la déformation ne s'adresse qu'aux téguments et que les ventouses s'enfoncent dans le scolex sous forme de sachets ronds, musculeux, réguliers.

Sur les coupes transversales et longitudinales, les ventouses se présentent sous forme d'anneaux, ouverts à l'endroit où la coupe passe par l'orifice; ces anneaux sont bien délimités du tissu environnant. La chambre acétabulaire est assez volumineuse.

La conformation morphologique des ventouses correspond à l'importance qu'elles ont pour la vie du *Ténia*. Leur système musculaire est très développé. Sous la membrane (fig. 40 et 44, *c*) qui tapisse la chambre de la ventouse, s'étendent des muscles très fins qui tendent tous dans la direction du centre de la cavité acétabulaire. Ils ne sont pas insérés directement sur la membrane externe, mais laissent libre un espace étroit. Vers le milieu de la paroi acétabulaire, ces fibres se réunissent en faisceaux pour faire place à d'autres éléments; elles se dispersent de nouveau pour se fixer à la membrane qui sépare l'appareil du parenchyme intérieur; leurs extrémités semblent logées dans une substance parenchymateuse (*fae*). Ces fibres diminuent vers l'orifice où elles font place aux muscles circulaires (*sph*) qui forment une espèce de sphincter.

Sur les coupes transversales du scolex nous rencontrons, contre la membrane qui limite la face convexe de la ventouse, une couche d'une épaisseur appréciable, près de laquelle les extrémités des fibres radiaires semblent quelquefois s'arrêter. A cette couche correspondent sur les coupes longitudinales des cavités formées par les extrémités des fibres radiaires (fig. 44, *fae*). Ces solutions de continuité ne se voient plus vers les bords de l'orifice, c'est-à-dire à l'endroit où commencent les fibres du sphincter. Il est à supposer que ce sont des fibres parallèles qui s'étendent dans des plans perpendiculaires à l'axe longitudinal du scolex. En effet, ces fibres deviennent visibles sur des coupes qui passent par le fond d'une ventouse.

Il est plus difficile de donner une explication de la nature des éléments histologiques qui sont intercalés dans la paroi de la ventouse et qui présentent le même aspect sur les coupes longitudinales et transversales. Ce sont des corps tantôt longs, tantôt ovales (fig. 9, 10, 11, *me*) dont quelques-uns ont l'aspect d'un noyau ; il en part de côté et d'autre de très fines striations parallèles aux parois concaves et convexes de la ventouse. Je n'hésite pas à les considérer comme l'expression d'une couche musculaire, par les mailles de laquelle passent les fibres radiaires.

Outre ce système interne, il y a encore d'autres fibres qui viennent de l'extérieur pour s'attacher aux parois du sachet musculaire.

1. Du bord de la ventouse s'étendent des fibrilles qui en longent la paroi et qui se perdent ensuite dans le parenchyme du scolex (fig. 9, *m*, *me*).

2. Les commissures fibrillaires relient les fonds des ventouses (fig. 9, *cm*).

3. La musculature longitudinale des proglottides se continue dans le scolex et envoie des fibrilles aux ventouses comme aux crochets.

Le système musculaire des crochets est très compliqué ; il en est de même du système excréteur et du système nerveux ; le dernier surtout atteint un degré de développement qui dépasse de beaucoup tout ce qui a été décrit jusqu'à présent.

Il existe à la base du bulbe musculoux du rostellum un anneau nerveux d'où partent des filaments qui se rendent dans la musculature des crochets. L'anneau nerveux contient quatre renflements caractérisés par la présence de cellules ganglionnaires. De ces renflements ganglionnaires partent huit branches descendantes, dont quatre prennent leur naissance dans les ganglions prin-

cipaux latéraux, tandis que les autres, changeant un peu de direction sur leur parcours, descendent jusque dans les proglottides.

Au milieu de l'anastomose des deux ganglions latéraux, est logé un ganglion volumineux qui donne naissance, en outre, à une commissure formant une croix avec l'anastomose principale ; je l'appelle la commissure transversale.

Dans le plan de la commissure principale et transversale sont logés des nerfs qui, en réunissant les ganglions principaux latéraux avec les branches descendantes et avec la commissure transversale, forment une figure polygonale. Cette disposition des nerfs se répète une seconde fois dans un plan parallèle à celui des nerfs précédents. Les différentes branches forment, en se réunissant, des ganglions secondaires.

L'innervation des ventouses s'effectue principalement par des branches partant des ganglions principaux latéraux et des ganglions secondaires. Le nombre de ces branches, pour chaque ventouse, est de quatre qui correspondent deux à deux aux commissures polygonales. Après avoir rencontré les parois des ventouses, les nerfs acétabulaires envoient des éléments dans la musculature. Il semble que la disposition de ces éléments terminaux ait la forme d'un anneau nerveux qui contourne la paroi des ventouses. Le système nerveux du scolex donne naissance aux dix branches qui se rendent dans les proglottides.

Je ne fais que mentionner en cet endroit ces faits importants relatifs à l'anatomie du système nerveux. Je ne tarderai pas à en faire l'objet d'un travail spécial.

D'après la disposition des fibres musculaires on peut saisir leur jeu dans la fonction de la ventouse. Il est évident que par la contraction

1. des fibres parallèles situées au fond de la paroi acétabulaire (fig. 10, 11, *fac*), de même que par la contraction

2. des fibres réticulées (*cme*), qui s'interposent entre les faces limitantes, le sachet musculaire se trouve extrêmement resserré, tandis que

3. les muscles méridiens (fig. 9, *mem*), partant du bord de l'orifice, élargissent l'entrée de la cavité. Ainsi donc, les appareils de fixation une fois préparés et le scolex étant enfoncé tout entier dans la muqueuse de l'intestin, les muscles antagonistes effectuent la fixation par l'agrandissement de la cavité acétabulaire et cela grâce à la contraction

1. des muscles radiaires (fig. 10 et 11, *fr*),

2. des commissures fibrillaires (fig. 9, *cm*),

3. des sphincters qui rétrécissent l'orifice, après l'entrée de la muqueuse dans les chambres des ventouses.

Tænia elliptica. (Fig. 12, Pl. I.)

La conformation de *Tænia elliptica* est au fond la même que celle de *Tænia cœnurus*. Il est vrai que les différents systèmes musculaires ne se distinguent pas aussi clairement que dans le cas précédent. De plus, le scolex étant excessivement petit, la confection des coupes devient plus difficile.

Extérieurement, les ventouses forment des proéminences assez prononcées. Mais elles sont en même temps si profondément implantées dans le scolex, qu'il ne reste entre elles qu'un espace très étroit. La coupe transversale par le scolex offre l'image assez singulière d'une croix dont les angles sont occupés par les coupes des ventouses. Dans chaque ventouse on trouve les éléments suivants :

1. Une membrane cuticulaire.
2. Des fibres radiaires (*fr*).
3. Des fibres entrecroisées (*cme*).
4. Des fibres équatoriales parallèles (*fae*).
5. Une membrane limitant la paroi de la ventouse du tissu interne.
6. Des fibres circulaires autour de l'orifice (*fa*).

Ces dernières sont beaucoup moins développées que celles du *Tenia cœnurus*. La musculature externe qui s'attache aux parois de la ventouse se distingue fort peu sur mes coupes, les commissures fibrillaires, ayant presque complètement échappé à mon observation.

Le rostellum est protractile et peut prendre, en se rétractant, la forme d'une fiole à paroi épaisse.

Enfin mes recherches sur les ventouses du *Bothrioccephalus latus* m'ont appris que les fosses marginales ont une conformation très primitive. Leur extension se fait grâce à la contraction des muscles qui ont une direction perpendiculaire aux parois de la fossette, leur compression est due aux fibres à peu près parallèles entre elles, qui sont placées dans des plans perpendiculaires à l'axe du scolex.

Résumé.

Malgré les travaux assez nombreux qui ont été publiés sur les Cestodes, nous ne trouvons que chez LEUCKART (14) et dans un travail de Z. KAHANE (25), une description tant soit peu détaillée de la structure des ventouses de ces animaux. LEUCKART a fait la morphologie des ventouses chez *Tenia solium*. Voici ce que dit l'éminent helminthologiste :

« La musculature des ventouses consiste en un double système de fibres, dont les éléments s'étendent dans

des directions perpendiculaires, comme les méridiens du globe par rapport à l'équateur, mais qui sont intimement liées les unes aux autres, à tel point qu'il serait impossible de les séparer. Grâce à cette disposition, il est facile de faire sortir la paroi musculaire de la ventouse dans sa totalité. Le diaphragme s'étend du bord antérieur des ventouses dans l'espace intérieur circulaire; traversé par des fibres radiaires et circulaires, il peut se comparer à l'iris pour sa forme et ses mouvements. Il doit servir, pendant l'acte de succion, à augmenter le contact intime avec une surface aussi grande que possible. »

Comparant ces systèmes de muscles avec ceux que nous venons de décrire chez *Tenia cœnurus* et *Tenia elliptica*, il nous semble que Leuckart n'a énuméré que les systèmes les plus frappants à première vue et que les ventouses de *Tenia solium* ne doivent pas différer beaucoup de celles que nous avons décrites.

Z. KAHANE(25) par contre donne une description beaucoup plus détaillée des ventouses de *Tenia perfoliata*. Il y a trouvé les éléments histologiques suivants :

1. Une cuticule.
2. Une couche cellulaire sous-cuticulaire.
3. Des fibres musculaires radiaires.
4. Entre celles-ci des fibres longitudinales faisant suite aux fibres longitudinales du corps.
5. Des fibres circulaires.
6. Une enveloppe membraneuse conjonctive.

En comparant la description et la figure de ces organes, telles que KAHANE les donne dans son mémoire, avec la structure des ventouses chez *Tenia cœnurus*, je me prends à douter qu'il y ait réellement des différences aussi considérables. Je dois mentionner d'abord que je n'ai pas trouvé de trace d'une couche cellulaire sous-

cuticulaire; les extrémités des fibres radiaires sont un peu renflées. En ce qui concerne les fibres radiaires, je partage son avis; par contre, j'émet des doutes sur la description et les preuves que donne cet auteur pour démontrer la présence de fibres longitudinales qui traverseraient la paroi de la ventouse et dont la direction serait parallèle à l'axe du corps. Voici ce qu'il dit à ce sujet :

« Dans les intervalles que laissent subsister les fibres radiaires réunies en faisceaux, nous rencontrons des corps qui ne sont évidemment que des coupes transversales des muscles et, puisqu'ils sont coupés transversalement, ils suivent une direction parallèle à l'axe du corps. »

KAHANE dit même que, s'appuyant sur la nature de ces corps, BLUMBERG a émis une nouvelle théorie de nutrition des Cestodes.

Il serait fort étonnant que BLUMBERG ait été induit en erreur par des coupes transversales des fibres musculaires reconnaissables à première vue. Si KAHANE avait recherché l'aspect de ces corps sur les coupes longitudinales du scolex, il est plus que probable qu'il les aurait retrouvés avec le même aspect que dans les coupes transversales. Chez *Tænia cænurus* et *elliptica* c'est un fait incontestable. Du reste je répète que dans les espèces que j'ai étudiées on peut remarquer une striation très fine qu'on peut apprécier surtout en changeant la distance focale du tube d'un microscope muni d'un concentrateur d'ABBE. Cette striation s'accroît vers les bords.

Quant aux fibres annulaires qui, d'après KAHANE, sont séparées chez *Tænia perfoliata* de la membrane conjonctive homogène, elles correspondent aux fibres que j'ai nommées équatoriales chez *Tænia cænurus* et *ellip-*

tica et sont, chez ces animaux, appliquées en quelque sorte sur la membrane qui enveloppe la paroi de la ventouse.

Si la texture des ventouses n'est décrite par les auteurs que d'une façon superficielle, l'explication qu'ils donnent de sa fonction laisse encore plus à désirer. KAHANE fait montre d'idées peu justes sur le jeu des muscles de la ventouse. Il assure que les muscles longitudinaux qui s'étendent d'une extrémité du corps à l'autre et qu'il croit avoir trouvés entre les fibres radiaires, occasionnent un aplatissement de la ventouse et que par conséquent ils ne doivent pas être considérés comme les antagonistes des muscles radiaires et circulaires. Conclusion : d'après KAHANE tous les muscles servent à la compression de la ventouse. Pour la dilatation il ne lui en reste pas un seul ! Il est étonnant que cet auteur ne se soit pas demandé comment les ventouses, qui sont de si puissants organes de fixation, peuvent faire pour élargir la cavité acétabulaire, et comment la musculature radiaire peut-elle être envisagée comme un compresseur de la ventouse ?

Il n'est que trop évident que, par la contraction des muscles radiaires, la paroi charnue de la ventouse perd en épaisseur ce qu'elle gagne en largeur et grâce au concours des commissures fibrillaires l'élargissement de la cavité peut s'effectuer.

Quant à l'existence d'une musculature circulaire en forme de sphincter, de muscles externes qui se fixent aux parois de la ventouse, KAHANE n'en dit mot. Pour lui, la ventouse est enveloppée d'une membrane conjonctive homogène et c'est tout.

SCHNEIDER (16) croit que la variété dans la disposition des muscles du scolex pourrait s'expliquer par le fait que l'apparition des ventouses aurait pour conséquence

un plissement du boyau musculaire du corps. Il est en réalité difficile de comprendre ce que cet auteur entend par cet énoncé, car entre le système musculaire des proglottides et celui du scolex, il y a une telle différence qu'il est difficile d'y reconnaître un type primitif commun.

Du reste nous savons combien la disposition des muscles diffère, surtout dans le rostellum, comme par exemple chez *Tenia cœnurus* et *Tenia elliptica*. Si, d'après KAHANE, ZOGRAF est arrivé à reconstituer la musculature du scolex du Bothriocéphale sur le schéma de la musculature des proglottides, nous ne nous en étonnons pas, car ici la disposition des muscles se distingue par une simplicité extraordinaire, de sorte que les « fosses marginales » ne sont éloignées que par un seul système de muscles transversaux et comprimées par un autre système formé de fibres qui entourent en forme d'arc la paroi de la fossette acétabulaire. — Ainsi donc nous pouvons constater qu'il y a une grande différence non seulement dans la forme extérieure, mais aussi dans la conformation interne des ventouses chez les genres *Tenia* et *Bothriocephalus*.

Ventouses des Trématodes

Tristoma Molæ.

A. Ventouse abdominale. (Fig. 4, 2, 3, Pl. II.)

La ventouse abdominale de *Tristoma Molæ* est un appareil intéressant à divers points de vue. Insérée dans l'échancrure du bord de la partie postérieure du corps, elle s'élève sur un pédoncule excessivement court, s'épanouit en forme d'assiette et atteint une extension

égale au tiers du corps. La forme de la ventouse peut être comparée à celle d'une assiette, par suite de son excavation particulière et de la disposition caractéristique du bord.

Dans le fond de l'excavation se distingue une figure géométrique, formée par les faisceaux musculaires saillants (fig. 4, *cm*, *rm*). Du centre partent sept rayons dont deux diamétralement opposés, qui se croisent sous des angles de 90° avec l'axe longitudinal du corps et divisent ainsi la ventouse en une moitié antérieure et une moitié postérieure ; trois autres rayons s'étendent dans la moitié antérieure de la ventouse en formant ensemble et avec les deux premiers quatre angles de 45° ; enfin les deux derniers rayons se rendent dans la moitié postérieure. Autour d'une légère dépression centrale, les sept rayons se réunissent, formant un heptagone dont la base (*vb*) est rejetée en arrière. Les faisceaux musculaires divisent le fond de la ventouse en sept champs, s'amincissent vers les bords et disparaissent sous les téguments. Le bord montre des épaisissements radiaires auxquels correspondent de petits lobes. Sous la loupe on peut remarquer que le fond de la ventouse est garni de petits tubercules.

Les systèmes musculaires peuvent être classés dans les quatre groupes suivants :

1. Le système étoilé (fig. 4, *cm*, *cm*, *vb*).
2. Les systèmes de la face concave de la ventouse (fig. 2, *mri*, *cmc*).
3. Les systèmes de la face convexe (*mrc*, *cfe*),
4. Le système de muscles transversaux (*tr*).

D'après la disposition excessivement irrégulière des muscles dans le pédoncule, il est difficile de dire quelle est l'origine des différents systèmes de muscles du disque. Si la coupe par le pédoncule est faite avec les

plus grandes précautions, elle nous montre toujours un vrai chaos d'éléments musculaires. Nous rencontrons un peu de régularité sur le bord postérieur de la coupe transversale du pédoncule, sous la cuticule duquel sont situées des fibres circulaires; puis vers le centre des coupes se trouvent des fibres longitudinales, disposées en faisceaux et séparées par le parenchyme; et enfin se présente une couche de fibres circulaires. Partout ailleurs on ne peut trouver aucune régularité. Quoi qu'il en soit, nous pouvons dire que ces différentes fibres musculaires sont la continuation de celles des muscles dorsaux et des muscles ventraux du corps de l'animal. Elles se continuent jusque dans la ventouse, où les unes s'insèrent tout droit au centre de la chambre acétabulaire, tandis que d'autres s'enroulent en forme de spirale et font la transition aux muscles circulaires; d'autres enfin s'infléchissent et deviennent des muscles radiaires. Une partie de ces derniers constitue sept puissants faisceaux qui s'élèvent au-dessus du niveau des autres et produisent la disposition déjà mentionnée.

4. Le système musculaire étoilé prend son origine au centre du disque et se présente en faisceaux saillants qui, dans leur ensemble, forment la figure à sept rayons. Ces faisceaux sont conformés d'une façon singulière. Le centre est rempli d'un parenchyme, les parois seules étant constituées par des fibres puissantes. La cuticule de la ventouse les recouvre; en outre, ces troncs sont traversés par des fibres conjonctives (fig. 3, *str*) qui leur donnent par conséquent une plus grande solidité.

La relation de la musculature de l'heptagone avec celle des rayons est visible dans la fig. 3. On voit que les branches s'envoient réciproquement des faisceaux et forment par ce fait un tout complet.

2. Le système sous-cuticulaire de la face interne ou face concave est d'une nature triple :

a) Des fibres radiaires s'étendent du centre vers la périphérie en se ramifiant.

b) Au-dessus d'elle, c'est-à-dire entre la musculature précédente et la cuticule, il y a des fibres obliques qui réunissent les sept zones de la ventouse les unes aux autres. Leur direction n'est pas régulière ; elles forment avec les fibres radiaires des angles tantôt droits, tantôt obliques.

c) Au-dessous des fibres radiaires, sont logés les faisceaux circulaires dont le développement l'emporte sur celui des autres systèmes.

3. La musculature de la face externe ou de la face convexe diffère du système précédent en ce qu'elle ne consiste qu'en deux sortes de fibres qui sont aussi moins développées que celles de la face concave.

Ce sont : *a.* des fibres radiaires ; *b.* des fibres circulaires.

Les premières s'anastomosent et forment un réseau dont les mailles sont étirées vers la périphérie.

4. Les fibres transversales s'étendent entre les deux faces à travers l'épaisseur de la ventouse. Elles sont réunies en faisceaux très ondulés.

Tous ces systèmes musculaires se continuent dans le bord mince, seulement ils n'y conservent plus leur individualité, mais s'enchevêtrent en quelque sorte. Les épaissements radiaires se distinguent des sillons, situés entre eux, par un développement plus grand du parenchyme et des fibres transversales.

Entre les éléments musculaires se trouve le tissu parenchymateux (fig. 2, *cp*), le système excréteur (*ce*) et le système nerveux (*sn*). Une coupe perpendiculaire à la musculature transversale, nous offre l'aspect d'un

réseau formé par le tissu parenchymateux avec noyaux disséminés çà et là et dans les mailles duquel on voit la coupe des fibres transversales. Le réseau parenchymateux renferme le système excréteur et un système nerveux très ramifié.

En ce qui concerne ce dernier, nous ferons observer que les branches internes et externes qui partent du cerveau se réunissent, au moment d'entrer dans le pédoncule de la ventouse, et forment une figure qui correspond à celle de l'heptagone; elles se réunissent par une commissure de laquelle partent sept branches principales pour les différentes zones du disque acétabulaire. Pour le reste, nous renvoyons au travail intéressant d'ARNOLD LANG (28), sur le système nerveux des Trématodes.

Conclusion.

La part que prennent les différents systèmes musculaires dans la fonction de fixation ressort de leur disposition. Par la contraction des muscles transversaux, les parois de l'écuelle s'amincissent et, par conséquent, s'élargissent dans tous les sens; d'où il résulte que le bord étant appliqué, l'excavation s'agrandit, et la fixation s'opère. La ventouse a donc une tendance à se changer en un hémisphère. Les muscles radiaires et circulaires des deux faces, comme les muscles obliques de la face concave, ne peuvent avoir d'autre fonction que de ramener à son état normal la paroi étalée; ils peuvent donc être considérés comme les antagonistes des fibres transversales.

Quant à la question de savoir si les anneaux musculaires situés près du bord doivent être considérés comme des sphincters, dont la contraction occasionnerait le

rétrécissement de l'ouverture, nous nous prononçons pour l'affirmative.

Quel est le rôle du système musculaire étoilé dans l'acte de fixation ? Comme le disque n'est en connexion avec le corps que par un pédoncule relativement très étroit, l'animal doit avoir un moyen quelconque de soumettre tout l'appareil à sa volonté ; c'est le système musculaire étoilé qui sert à ce but, en même temps qu'il donne au disque une plus grande solidité. L'on peut admettre aussi qu'une contraction simultanée des rayons et de l'heptagone est nécessaire pour la compression de la chambre acétabulaire.

Les papilles cuticulaires disséminées sur toute la face convexe sont assez énigmatiques. Sur les coupes transversales, on reconnaît que ce sont des soulèvements hémisphériques de la cuticule remplis par le prolongement du tissu parenchymateux et d'une partie des fibres transversales. D'après cette conformation, il est probable qu'elles jouent un rôle dans l'extension de la cuticule et qu'en s'effaçant elles en augmentent l'étendue.

B. *Ventouses antérieures.* (Fig. 4 et 5, Pl. II.)

Les ventouses antérieures du même animal ont une morphologie complètement différente. Elles ont la forme de petites écuelles très faiblement creusées. Chacune d'elles est située dans une échancrure de la partie postérieure du corps, avec lequel elles sont reliées par un fond large et sans pédoncule.

Nous avons vu que les muscles de la ventouse postérieure ont une disposition compliquée ; ici ce n'est pas le cas. A l'endroit de l'insertion des ventouses, les muscles dorso-ventraux (Pl. II, fig. 4, *dv*) des lobes antérieurs se continuent dans la ventouse sous forme

de muscles transversaux (*tr*). Les muscles sous-cuticulaires dorsaux (*dl*, *dla*) et ventraux (*vl*, *vla*) du corps de l'animal entrent dans la ventouse, pour se croiser et constituer un réseau musculaire dont partent des faisceaux radiaires (*ms*), s'étendant sous les faces convexes et concaves. C'est tout ce que nous pouvons dire de cette musculature; elle nous frappe donc par l'absence de fibres circulaires et de fibres étoilées.

Le nerf (*n*) entre dans la ventouse sous forme de branche unique et envoie des ramifications dans toutes les directions. Outre les éléments parenchymateux (fig. 4, *cp*; fig. 5, *p*), et ceux qui appartiennent au système excréteur (*ce*), il y a de nombreuses glandes unicellulaires (*gl*). Elles se présentent comme des sachets oblongs remplis d'une masse granuleuse, dans laquelle on peut très souvent distinguer le noyau et le nucléole. Dans les coupes transversales il est excessivement difficile de suivre jusqu'à la surface les canalicules excréteurs de ces glandes. Il semble qu'ils soient tous dirigés obliquement par rapport aux faces extérieures; j'ai mieux réussi sur des coupes parallèles au bord de la ventouse.

Les mamelons observés sur la face convexe de la ventouse postérieure, sont ici beaucoup plus petits; par contre, sur la face dorsale et ventrale des lobes antérieurs, ils sont aussi bien développés que dans la ventouse postérieure.

Conclusion.

Le vide est provoqué par la contraction des muscles transversaux (*tr*), qui a, pour conséquence, un agrandissement de l'espace interne, hermétiquement fermé par le bord aminci (*b*). Leurs antagonistes sont les

muscles radiaires (*ms*) qui, par leur contraction et celle du réseau, retrécissent la ventouse.

L'appareil de fixation chez les Trématodes présente une telle diversité qu'il faudrait en faire une étude spéciale pour arriver à des conclusions générales applicables à tout le groupe. Chez les Trématodes, qui mènent une vie ectoparasitaire, l'appareil de fixation atteint en général une complication plus grande que celui des Entoparasites. Nous avons choisi le *Tristoma Molæ* comme objet de notre étude, parce que ses ventouses représentent deux types différents, dont l'un se distingue par un faible développement des muscles, tandis que l'autre atteint le plus haut degré de perfection que nous puissions rencontrer dans ce groupe d'animaux. Précisément chez les Trématodes ectoparasitaires, l'organe de fixation présente une grande variabilité de forme extérieure, intimement liée avec une grande variation de la texture interne. Chez quelques genres nous trouvons des ventouses à symétrie bilatérale, affectant la forme de deux valves qui se meuvent en s'approchant et en s'éloignant l'une de l'autre. Dans ce cas, le développement des muscles est bilatéral aussi. D'après LEUCKART, la ventouse ainsi conformée est munie de baguettes chitineuses, réunies ensemble en forme de corbeille et qui contribuent à donner à l'appareil la résistance nécessaire; elles servent aussi à l'insertion des muscles. « A ces organes de fixation, s'associent souvent des produits cuticulaires en forme de fuseaux et de crochets qui, chez la plupart, sont mus par des muscles spéciaux et qui ont pour but de seconder les ventouses dans leur fonction. »

L'appareil de fixation chez les Trématodes ectoparasitaires se réduit rarement à un disque ventral terminal. Ordinairement, il se trouve encore deux petites ven-

toutes à l'extrémité antérieure du corps, entre lesquelles la bouche se place et qui, d'après LEUCKART, jouent un rôle surtout dans les fonctions de locomotion et de nutrition. Dans l'état de repos, les vers sont fixés par la ventouse abdominale, de sorte que le corps flotte dans le milieu ambiant.

Ventouses des Discophores.

Hirudo medicinalis. (Fig. 6, Pl. II.)

Il semblerait que peu d'animaux ont une musculature acétabulaire aussi irrégulière et aussi compliquée que celle de *Hirudo*. En effet, les différents systèmes musculaires qui appartiennent à l'appareil proprement dit, sont tellement sillonnés de muscles venant du corps, qu'on est forcé de pratiquer des coupes dans différentes directions et à divers états de contraction, pour s'assurer de la disposition des muscles. C'est pourquoi une représentation d'une seule coupe comme nous l'avons donnée dans la fig. 6, peut difficilement faire comprendre la texture interne; il faudrait en donner plusieurs, ce que le cadre de notre travail ne nous permet pas de faire. Nous essayerons donc de combler cette lacune en donnant une description plus détaillée.

En observant une sangsue vivante, nous sommes frappés du fait que sa ventouse peut prendre des formes excessivement différentes. Elle se présente tantôt comme un bouton solide plus ou moins rond, tantôt comme un disque aplati, tantôt comme une sphère creuse munie seulement d'un petit orifice. Nous pouvons conclure de ces simples faits que nous avons affaire à un appareil musculéux très complexe.

Les données les plus importantes sur la texture de la ventouse des Discophores nous viennent de LEUCKART, RATHKE et WEISMANN. LEUCKART compare la musculature acétabulaire des Hirudinées avec celle des Trématodes, et trouve une certaine analogie dans la disposition des trois systèmes de fibres radiaires, équatoriales et méridiennes. S'appuyant sur l'étude embryologique faite par RATHKE (35), LEUCKART dit que les fibres méridiennes de la paroi acétabulaire, qui apparaissent dans les embryons comme des fibres transversales, se recueilleraient pour se réunir aux muscles longitudinaux. Il oppose cette opinion à celle de WEISMANN (34) qui désigne les muscles circulaires (équatoriaux de Leuckart) comme une continuation des muscles circulaires du corps, tandis que les muscles radiaires (méridiens), seraient formés par les muscles longitudinaux du corps.

Énumérons d'abord les différents systèmes de muscles que nous ont fait connaître nos recherches. Allant de l'extérieur à l'intérieur, nous rencontrons :

1. Muscles circulaires (équatoriaux) externes (fig. 6, *me*);
2. Muscles radiaires (méridiens) externes (*m*);
3. Muscles circulaires (équatoriaux) internes (*mai*);
4. Muscles radiaires (méridiens) internes (*mi*);
5. Muscles transversaux croisés, s'étendant entre les deux faces du disque.

D'après la disposition que nous venons de mentionner, il est difficile de dire comment LEUCKART a pu réunir ces cinq systèmes distincts en trois. Nous serions tenté de croire que LEUCKART désigne les deux couches de fibres circulaires sous le nom « fibres équatoriales, » et que les deux sortes de fibres radiaires sont comprises sous le nom de « muscles méridiens; » mais comme

cet auteur dit que les muscles méridiens sont les plus extérieurs, il est plus que probable qu'il a désigné les muscles circulaires internes sous le nom d'équatoriaux, et que, par conséquent, les muscles circulaires externes ont échappé à son observation.

Voyons quelle relation existe entre la musculature du corps et celle de la ventouse, et quels sont les points sur lesquels nous pouvons confirmer les observations de WEISMANN. Quant aux muscles radiaires du corps, nous les voyons se continuer sans interruption dans les fibres circulaires extérieures de la ventouse. Nous rencontrons une petite irrégularité dans la partie dorsale où le rectum, s'intercalant avec son propre système musculaire, produit un écartement dans les muscles circulaires du corps. Sur ce point, il nous semble que WEISMANN a parfaitement raison.

La tâche la plus difficile est celle de suivre la musculature longitudinale du corps, jusque dans la ventouse, pour voir quelle disposition elle y prend. Cependant, comparant coupe par coupe, nous pouvons nous assurer que les fibres se croisent en forme d'*X*, à l'entrée de la ventouse, et vont ensuite se ramifier dans la paroi du même côté; d'autres cependant se dirigent vers le centre et se rendent dans le côté opposé, de sorte que quelques fibres dorsales du corps s'insèrent dans la moitié ventrale de la ventouse et vice versa. Encore sur ce point nous donnons raison à WEISMANN. Mais nous remarquons déjà ici que la musculature externe radiaire n'est pas constituée seulement par ces fibres longitudinales du corps; entre les deux derniers cœcums s'étendent des fibres obliques dont une extrémité est fixée dans le tissu cutané dorsal, et l'autre dans la paroi ventrale de la ventouse. C'est grâce à la puissance de ces fibres que la ventouse est toujours plus ou moins

inclinée sur la face ventrale. Enfin, nous rencontrons entre le ganglion (*g*) de la ventouse et la partie terminale de l'intestin de nombreuses coupes transversales de muscles (*cr*). Sur les coupes pratiquées parallèlement au bord de la ventouse, apparaît dans cet endroit en quelque sorte un bulbe musculeux. Il en part de puissants faisceaux, à l'endroit du rétrécissement entre le corps et la ventouse; en outre, ce bulbe envoie des faisceaux qui s'ajoutent à la musculature radiaire externe.

RATHKE affirme que les fibres méridiennes apparaissent dans les embryons sous forme de fibres transversales; il se peut que cette assertion se rapporte seulement aux muscles mentionnés en dernier.

La contradiction qui existe entre RATHKE et WEISMANN nous semble provenir d'une méprise et d'une observation insuffisante de la part de ces deux naturalistes.

Les muscles circulaires intérieurs perdent la régularité de leur disposition à mesure qu'on s'approche du ganglion; les circonférences qu'ils décrivent autour du bord se transforment en figures irrégulières. Les muscles (*tr*) qui réunissent les deux faces du disque, se croisent entre eux. C'est pour cette raison que j'ai préféré les appeler muscles transversaux croisés, au lieu de les nommer radiaires, comme le fait LEUCKART, qui les croit dirigés vers le centre idéal de la ventouse. Ces fibres se continuent jusqu'au rétrécissement correspondant à l'insertion de la ventouse.

En ce qui concerne l'histologie du système musculaire, les fibres sont constituées par des cellules fusiformes d'une taille considérable, réunies en faisceaux puissants. Au milieu de chaque fibre est logé un noyau ovale, à côté duquel se trouve toujours une quantité plus ou moins considérable d'une substance granuleuse. Ordinairement, la masse granuleuse s'étend presque sur

toute la longueur des cellules fusiformes, de sorte qu'on peut distinguer une substance axiale et une couche cylindrique externe. Les coupes transversales des fibres se présentent en conséquence toujours comme de petits anneaux. Il y a donc une grande différence entre les Hirudinées et les Trématodes sous ce rapport.

A l'exception des muscles circulaires, nous remarquons que tous les autres faisceaux se dissolvent dans leurs éléments avant leur insertion; on peut donc voir des fibrilles en forme de pinceaux, pénétrer la couche des muscles circulaires et se perdre dans le tissu sous-cutané.

Un appareil dont la musculature atteint un aussi haut degré de développement que la ventouse d'*Hirudo* doit être pourvu d'un système nerveux puissant. Il n'est donc pas étonnant que l'organe de fixation ait son ganglion propre qui est même formé par la coalescence de sept ganglions, primitivement distincts. C'est pendant le développement individuel, que la soudure a lieu. Du ganglion s'étendent des nerfs puissants (fig. 6, *n*) dans les parois de la ventouse. Sur une coupe parallèle, on peut constater environ douze faisceaux nerveux qui se ramifient progressivement en se rapprochant du bord.

Dans toutes les coupes, on trouve des parties du système circulatoire (*vs*); les vaisseaux principaux du corps envoient dans la ventouse des branches qui se réunissent en lacets.

Les glandes unicellulaires (*gl*) en forme de bouteilles, sont situées sous l'épithélium cellulaire simple. Ce dernier n'a pas de ligne de démarcation nette vis-à-vis du tissu sous-épithélial. La paroi interne de la ventouse n'a point de glandes.

Les cellules pigmentaires (*pi*) pénètrent entre tous les éléments. Il ne m'appartient pas de déterminer leur

importance encore énigmatique pour la vie de l'animal, malgré les différentes théories qui ont été émises sur cette question.

Tous les éléments mentionnés sont logés dans un tissu parenchymateux, qui, du reste, est bien réduit (*p*).

Conclusion.

Pendant la fixation, la ventouse constitue un disque régulier. Cette forme est due en premier lieu à la contraction des muscles transversaux croisés. La ventouse étant fixée à la paroi d'un verre, on peut remarquer qu'au centre elle ne touche pas le verre complètement, mais laisse un petit espace libre. Cette tendance à faire le vide est due évidemment aux muscles transversaux croisés, qui s'élèvent autour du centre jusqu'au point de rétrécissement, et aux muscles longitudinaux du corps qui s'y attachent.

Lorsque la sangsue veut déplacer son appareil de fixation, elle en change la forme. Les bords du disque acétabulaire commencent par se rétrécir, par se gonfler; la face intérieure de la ventouse est poussée en dehors, elle devient convexe et cette convexité s'accroît de plus en plus vers le centre, de sorte que le disque s'est transformé en un bouton rond solide, qui montre une légère dépression à l'endroit correspondant au milieu du disque. Il ressort de là que ce changement de forme doit être attribué à l'action du système circulaire externe et d'une partie de l'interne, ainsi que de la musculature radiaire externe du disque. Le système radiaire interne (*mi*) a pour mission de réduire l'étendue du disque; le système radiaire externe produit un soulèvement du bord, et c'est grâce à la contraction des fibres circulaires externes et internes, que la ventouse prend la forme de bouton.

Si l'appareil de fixation s'applique à nouveau, l'aplatissement progresse du centre vers le bord ; en même temps, la dépression à peine appréciable du bouton augmente, en d'autres termes, la fixation devient de plus en plus forte. Tout l'appareil est si flexible que la sangsue peut se fixer non seulement sur les corps plats, mais encore sur les corps irréguliers et même dans l'angle de deux plans.

La ventouse peut présenter une autre forme intéressante : si l'on excite avec un corps aigu le centre de cet organe, elle se change en sphère creuse dont l'espace intérieur communique avec l'extérieur par un orifice excessivement rétréci ; la face extérieure du disque est partiellement infléchie dans l'excavation interne. Cette forme ne peut être produite que par la contraction simultanée de tous les systèmes musculaires ; seulement la contraction des fibres radiaires internes dépasse celle des fibres radiaires externes. En même temps, les muscles circulaires marginaux manifestent une contraction plus forte que ceux qui sont placés plus près du rétrécissement.

LEUCKART a cru trouver une certaine analogie dans la texture des ventouses entre les Discophores et les Trématodes, en se basant sur l'arrangement triple des muscles acétabulaires. En comparant la ventouse postérieure du *Tristoma* avec celle d'*Hirudo*, nous trouvons, en effet, une ressemblance dans la disposition que présentent les différents systèmes radiaires et circulaires dans les deux cas. Mais la relation des muscles du corps avec ceux de la ventouse, le jeu des différents systèmes dans l'acte de la fixation, sans oublier la nature histologique des parties constituantes, présentent à nos yeux déjà dans la forme extérieure, de telles différences, que cette comparaison anatomique ne parle pas en faveur de la parenté de ces deux groupes.

Ventouses des *Myzostomides*.

Myzostoma glabrum. (Fig. 7, Pl. II.)

L. GRAFF (42) a déjà fait la description des ventouses de *Myzostoma*. Bien que ce naturaliste ait approfondi et vérifié les données de LOVÉN (40), je ne me suis pas laissé détourner de l'étude de ces organes. J'étais attiré surtout par la singularité de l'animal et, jusqu'à un certain point aussi par l'exposé même que GRAFF nous donne de ses résultats. Ce naturaliste décrit comme suit les ventouses du *Myzostoma* :

« Ici la ventouse est limitée vers la cavité du corps par une capsule musculaire qui est la suite de la couche musculaire dermale. De plus, chacune de ces huit ventouses est entourée des fibres d'un muscle qui, partant du centre de la masse musculaire ventrale, se continue jusqu'à la périphérie du corps. Ces fibres enlacent en faible partie la capsule musculaire, tandis que la partie principale court au-dessus et à côté de la ventouse. Il y a encore 1-3 muscles dorso-ventraux qui, partant de la paroi dorsale sont, les uns perpendiculaires sur la ventouse et les autres plus rapprochés du bord du corps ; ils pénètrent avec leurs fibres dans la capsule musculaire et peuvent exercer sur celle-ci une traction oblique de bas en haut. L'épaisseur de la paroi acétabulaire est occupée par des muscles radiaires, lesquels, placés entre la capsule et l'épithélium en pavé, forment une masse compacte pareille à celle du bulbe musculieux de la trompe et agissent, pendant le fonctionnement de l'appareil, comme dilatateurs de la cavité acétabulaire. Entre ces fibres radiaires se trouve un tissu de filaments plus fins, formant une masse conjonctive avec de nombreux noyaux ovales. »

Cette description relativement très détaillée nous apprend que les agents de fixation sont les fibres radiaires avec les muscles dorso-ventraux ; mais GRAFF ne nous dit pas quels sont les éléments qui doivent être considérés comme leurs antagonistes.

Sur une coupe longitudinale, cet auteur nous présente la ventouse comme un sachet oblong, situé sous la couche cuticulaire ; ce sachet communique avec l'extérieur par un petit orifice. Or, M. le prof. FOL a mis à ma disposition une collection de Comatules auxquels sont attachés des Myzostomes ; la plupart d'entre eux présentent des formes de ventouses qui diffèrent de celle que GRAFF indique. Ce sont des proéminences corolliformes avec des plis radiaires qui disparaissent dans la cavité acétabulaire. Les coupes à travers plusieurs ventouses à différents états de contraction démontrent l'existence des muscles suivants :

1. Fibres radiaires (fig. 7, *fs*, Pl. II).
2. Fibres circulaires (fig. 7, *ma*, Pl. II).
3. Fibres dorso-ventrales (*do*).
4. Fibres provenant du bulbe musculoux.

La disposition concorde donc avec celle qu'a mentionnée GRAFF, seulement l'existence des fibres circulaires semble lui avoir échappé ; du reste on peut facilement confondre ces dernières avec les fibres entourant la ventouse et provenant de la masse musculaire centrale. Outre ce fait il y en a d'autres encore qui méritent d'être mentionnés.

Il nous est difficile de comprendre ce que GRAFF entend par la capsule musculaire qui formerait la limite entre la ventouse et la cavité du corps, attendu que, sur nos coupes nous trouvons un enchevêtrement de différents systèmes fibrillaires les uns dans les autres sans qu'il nous soit possible de trouver une limite dis-

tincte entre eux. Lorsque la ventouse est contractée, nous pouvons suivre par exemple les fibres dorso-ventrales (*dv*) de la face dorsale de l'animal jusqu'à l'épithélium de la ventouse. Dans les ventouses avec une cavité dilatée on peut encore mieux distinguer les différents systèmes, mais en dehors des fibres radiaires nous ne trouvons pas davantage de capsule musculaire; à moins qu'on entende désigner par là l'ensemble des fibres conjonctives, traversé par les différentes fibres appartenant aux muscles dorso-ventraux et à ceux qui viennent du bulbe musculéux central.

Quant à l'épithélium, il ne s'est pas présenté à nous sous la forme d'un dallage. La cuticule est un peu plus épaisse sur les ventouses qu'ailleurs, les noyaux des cellules épithéliales semblent être logés plus profondément que dans le reste de l'épithélium du corps. Tout ceci ne constitue pas les caractères d'un épithélium en pavé.

Sur les coupes transversales des ventouses, la cavité se présente ordinairement comme une fente droite et bifurquée à ses deux extrémités. Les parois intérieures de la ventouse, que LOVÉN supposait soutenues par des côtes rigides cuticulaires, se sont trouvées formées par de simples plis de la cuticule.

Conclusion.

La disposition des muscles nous permet de nous représenter leur fonctionnement de la manière suivante :

Par la contraction

1. des muscles radiaires avec le concours
2. des faisceaux dorso-ventraux s'effectue la dilatation de la cavité.

Par contre :

3. Le ligament musculaire qui vient du centre de l'animal et dont les fibres pénètrent en partie dans la paroi de la ventouse, entourent en partie celle-ci, avec

4. Les muscles circulaires. Tous deux doivent être considérés comme les antagonistes des deux premiers systèmes, parce que leur contraction amène un rétrécissement de la ventouse.

Il semble que les différents degrés de contraction devraient imprimer aux ventouses des formes extérieures très diverses. J'ai trouvé deux cas où la ventouse se présentait comme une proéminence hémisphérique, la paroi interne étant repoussée tout à fait au dehors. Comme ces animaux avaient été détachés de la peau des Comatules avec précaution, l'on ne peut supposer que cette forme ait été produite artificiellement. Du reste les coupes se continuent sans interruption jusque dans l'épithélium. Sous ce rapport il y aurait analogie avec la ventouse de la sangsue qui peut prendre aussi la même forme.

Ventouses des Hétéropodes.

Pterotrachæa coronata. (Fig. 5, 6, 7, 8, 9, 10, Pl. III.)

Le mâle de *Pterotrachæa coronata* porte, à son pied transformé en nageoire, une ventouse puissante. La forme extérieure de cet organe (fig. 5) représente une sorte de cloche comprimée latéralement dans le plan de la nageoire et dont les bords (*v*) sont repliés. Elle est située entre les deux feuillets de la nageoire qui, dans l'exemplaire étudié, montraient de nombreux plis méridionaux et équatoriaux; le bord replié est sillonné de l'intérieur à l'extérieur. La ventouse sem-

ble être suspendue à quatre ligaments (*fm*) venant du corps et parallèles deux à deux; ils s'insèrent au sommet de la cloche. Ces ligaments musculeux sont réunis par une commissure oblique (*e*) avant leur insertion sur la ventouse.

L'étude de la texture interne nous fait connaître

a) une paroi acétabulaire proprement dite et

b) une enveloppe formée par les parois de la nageoire qui se distinguent par une disposition particulière des muscles.

La paroi acétabulaire est le siège

1. des muscles radiaires (fig. 6, *tr*) et

2. des muscles annulaires (*mo*), tandis que l'enveloppe est munie

3. de muscles méridionaux.

Les muscles radiaires ou transversaux s'étendent entre l'épithélium interne (*ep*) de la ventouse et une membrane mince mais résistante enveloppant la paroi musculaire. Vers les bords, cette couche à fibres transversales perd peu à peu de sa puissance et disparaît enfin complètement dans les parties repliées.

La musculature annulaire (fig. 6, *m* et fig. 7, *am*) prend son origine dans le fond de la ventouse; mais ici elle n'a pas encore la disposition qu'elle acquiert en s'approchant du bord. Une coupe passant par cette région marginale dans une direction tangentielle, nous fait voir de puissants faisceaux musculaires (fig. 6, *mf*). La ventouse étant comprimée et aplatie dans le plan de la nageoire, ces muscles s'étendent dans ce plan, parallèlement au bord libre en s'anastomosant plus ou moins. En suivant la série des coupes, plus on s'approche du bord, plus on voit les muscles s'écarter à gauche et à droite, jusqu'à ce qu'enfin apparaisse la cavité de la chambre. Ces fibres se réunissent alors par leurs

extrémités et forment ainsi des ellipses. Tandis qu'au fond de la ventouse, ces muscles s'étendent entre les muscles radiaires dans toute l'épaisseur de la paroi, en approchant du bord, on les voit se retirer vers l'épithélium interne et diminuer de force, jusqu'à ne former qu'une couche unique dans le bord replié.

L'enveloppe extérieure, limitée au dehors par un simple épithélium en pavé (fig. 7, *ee*) sous lequel s'étend une mince couche conjonctive, supporte les muscles méridionaux (fig. 6, *fm*; fig. 7, *mm*). Ces derniers, partant du sommet, longent l'enveloppe et la quittent à diverses distances, pour se rendre à la paroi musculaire de la ventouse où ils pénètrent entre les cellules musculaires radiaires. L'enveloppe qui renferme les muscles méridionaux est en outre attachée à la ventouse par des faisceaux à fibres conjonctives. Là où elle suit la courbure du bord, elle se réduit à de simples cellules musculaires éparses.

Les ligaments musculaires (fig. 6, *m*) consistent surtout en muscles longitudinaux, réunis en un puissant faisceau, au milieu duquel est logé le nerf (*n*).

Le système nerveux se distingue très aisément des éléments du tissu qui l'entoure. Les faisceaux nerveux (*n*) sont constitués par des cellules longues, placées les unes à côté des autres, et contiennent à l'intérieur des noyaux relativement volumineux, logés dans une masse de granulations excessivement fines (fig. 9, *n*). Les faisceaux sont entourés d'une mince gaine formée de cellules circulaires. Autour de cette gaine, on voit dans les ligaments de grosses cellules s'étendre en couche épaisse qui envoie des prolongements radiaires, alternant avec ceux de la musculature longitudinale.

Les quatre nerfs qui sortent du corps en compagnie des ligaments musculieux se réunissent dans un ganglion

très volumineux (fig. 9, *gz*), situé au fond de la paroi acétabulaire. La coupe (fig. 9) n'en représente que la plus petite partie. Le ganglion est formé d'une masse granuleuse à noyaux disséminés. Les cellules ganglionnaires sont plus nombreuses vers la périphérie du ganglion ; elles sont d'une taille considérable et envoient leurs prolongements tant vers la substance centrale que vers les faisceaux nerveux.

Du ganglion partent environ dix faisceaux nerveux qui s'étendent dans la paroi de la chambre acétabulaire ; ils se ramifient de telle sorte que, sur une coupe parallèle au bord, passant au niveau du milieu de l'organe, nous pouvons compter environ quarante coupes transversales de nerfs. Ici leur gaine se distingue encore très bien ; mais en approchant encore du bord, la subdivision s'accuse rapidement et il est impossible, sur les préparations colorées au carmin-borax, de les suivre jusque dans leurs derniers éléments.

Quant à l'histologie des fibres musculaires ce sont, à tout prendre, des cellules en forme de boyau ; d'une taille assez considérable, elles sont creuses à l'intérieur et semblent remplies d'une substance protoplasmique liquide, dans laquelle se trouve le noyau volumineux. Les parois de ces boyaux cellulaires s'effilent dans certaines fibres ; dans d'autres, comme par exemple dans les muscles radiaires transversaux, elles se ferment subitement et par conséquent la cellule de fusiforme devient cylindrique.

L'épithélium du bord (fig. 10) présente une différenciation singulière. Tandis que l'épithélium de la cavité est en pavé et revêtu d'une mince cuticule, il en est autrement vers le bord ; les cellules deviennent plus grandes, les noyaux commencent à disparaître, le contenu des cellules se transforme petit à petit en une

sorte de chambre, la membrane des cellules s'épaissit excessivement (fig. 8). Enfin au bord même, sur des coupes longitudinales, on rencontre les cellules épithéliales transformées en forme de balai (Pl. III, fig. 40, *ep*). Sur les coupes transversales les plus forts épaississements polygonaux trahissent encore la membrane des cellules, tandis qu'au milieu s'étendent des lignes réti-formes qui montrent que chaque cellule s'est transformée en plusieurs chambres, pour donner une plus grande solidité à cette charpente épithéliale.

Conclusion.

La question de la fonction des muscles acétabulaires est assez difficile à élucider ; grâce à la forme singulière de la ventouse, les différents systèmes semblent produire des effets divers dans chacune des régions de l'appareil. Il est évident que la musculature transversale (radiaire) est destinée à élargir la cavité de la ventouse, et comme c'est au fond de cette cavité qu'elle acquiert sa plus grande puissance, c'est en ce point que l'élargissement sera le plus accentué. Les muscles méridionaux de l'enveloppe, qui sont en rapport direct avec les quatre ligaments musculaires, produisent par leur contraction les mêmes effets, c'est-à-dire qu'ils tendent à éloigner la paroi déjà élargie, du corps étranger sur lequel la ventouse est appliquée. Seulement ici se pose une question : les fibres appartenant au même système, mais s'étendant jusqu'au bord, ne produisent-elles pas un soulèvement de celui-ci et par conséquent ne sont-elles pas à considérer comme les antagonistes des autres fibres méridiennes qui s'insèrent dans la paroi acétabulaire proprement dite ? Il est plus que probable que le bord, replié à l'état de repos, s'abat

dans l'acte de fixation, pour fermer hermétiquement la cavité interne. Quels sont les muscles qui produisent donc cette inflexion du bord ? D'après la disposition que nous avons trouvée, il nous semble qu'elle est due à des fibres méridiennes. De même, il semble que les muscles circulaires ou plutôt ellipsoïdaux du bord produisent un rétrécissement de celui-ci, et que, par conséquent, ils sont engagés dans l'acte de fixation ; tandis que les muscles ellipsoïdaux qui entourent la cavité servent à comprimer la chambre acétabulaire. Ils sont donc mis en jeu quand l'animal veut abandonner son lieu de fixation.

Cette supposition, qu'au même système sont dévolus à la fois plusieurs des fonctions différentes, gagne en vraisemblance lorsqu'on tient compte du grand développement du système nerveux.

Ventouses des Ptéropodes.

Pneumodermon Mediterraneum. (Fig. 4-4, Pl. III.)

Le *Pneumodermon* porte sur chacun de ses deux bras exsertiles 6-7 ventouses de différentes grandeurs. La disposition de ces organes sur les bras ne semble être soumise à aucune règle ; les pédoncules des ventouses étant formés par la ramification des bras, ils ne sont pas implantés dans les téguments de ces derniers. Les appareils de fixation chez *Pneumodermon* ont une forme extérieure simple et une structure interne intéressante sous beaucoup de rapports.

L'on sait depuis longtemps que les tentacules de *Pneumodermon* sont munis de ventouses, mais jusqu'à ce jour personne ne s'est donné pour tâche d'en étudier la structure interne. Nous sommes donc dispensés de

la discussion de données bibliographiques qui n'existent pas et nous bornerons à l'exposé des résultats d'une recherche que nous avons été le premier à faire.

Le pédoncule est cylindrique et porte à son extrémité une ventouse en forme d'écuelle ronde, peu excavée à son état normal, avec une partie marginale peu amincie. La largeur et l'épaisseur du bord changent selon que la ventouse est en fonction ou ne l'est pas.

La texture du pédoncule correspond à celle du bras. De même que celui-ci, il comprend un cylindre musculéux excessivement exsertile, revêtu d'une mince couche épithéliale à grandes cellules en pavé (fig. 1, 2, 3, *ep*), sous lesquelles s'étendent des muscles unicellulaires, allongés et rangés en cercle autour de l'axe longitudinal (fig. 3). Les cellules musculaires sont séparées les unes des autres; quelquefois cependant l'espace qu'elles laissent entre elles devient à peine appréciable. Au centre du cylindre se trouvent de grosses cellules multipolaires (fig. 3, *e*) dont les prolongements, se bifurquant à leur tour, s'insèrent à l'épithélium. Ces cellules sont rangées les unes au-dessus des autres, de la base du pédoncule jusqu'au fond de la paroi acétabulaire. En outre, on rencontre des cellules longitudinales axiales (fig. 4, *cc*), en contact avec les cellules étoilées.

La ventouse proprement dite montre dans sa texture une certaine analogie avec celle de *Pterotrachœa*. La paroi acétabulaire puissante est en quelque sorte doublée par une enveloppe extérieure formée d'un épithélium et de muscles qui font suite aux différents éléments histologiques du pédoncule. Dans cet ensemble nous distinguons donc les systèmes musculaires suivants :

1. Muscles radiaires prismatiques, dirigés sur le centre idéal de la cavité de la ventouse (fig. 4, *cp*).

2. Muscles circulaires du bord (fig. 1, *am*; fig. 2, *r*).

3. Muscles méridiens formés par

a) des fibres longitudinales du pédoncule (*ml*) et par

b) des fibres radiaires de la masse centrale (*ca*).

L'épithélium du pédoncule se continue, sans changer d'aspect, sur l'enveloppe et sur la face interne de la ventouse. La cuticule seulement s'épaissit sur le bord et y est garnie de bourrelets linéaires qui se bifurquent dans différentes directions, de façon que, sous un fort grossissement, leur disposition rappelle tout à fait celle des conduits que forment les larves de *Bostrychus typographus* (*c* fig. 2).

Les muscles longitudinaux du pédoncule, arrivés à l'enveloppe de la ventouse, s'infléchissent en rayonnant vers l'extérieur (fig. 3, *a*, *b*), pour venir s'insérer en différents points de la paroi acétabulaire; quelques-uns vont jusqu'au bord (fig. 3, *r*). Les muscles étoilés de l'axe du pédoncule se continuent jusqu'au fond de l'écuelle. Là, ils forment une couche d'où partent des prolongements qui se rendent jusque dans la partie marginale (fig. 2, *fm*) et, se mêlant aux continuations des muscles longitudinaux, ils y forment une enveloppe de fibres rayonnées. La direction que suivent ces fibres en fait un ensemble très gracieux (fig. 3); on les voit décrire des lignes courbes avant de se rendre au bord, constituant un réseau, formé au bord de fibres circulaires qui peu à peu s'en éloignent pour prendre une direction radiaire. Cette disposition semble très avantageuse pour donner à la ventouse un extrême pouvoir d'extension, qui lui permet d'atteindre ainsi la forme hémisphérique.

Entre l'enveloppe et la paroi de la ventouse, il y a des fibres conjonctives très fines (fig. 2, *b*) qui empêchent l'espace entre l'enveloppe et la paroi acétabulaire de s'agrandir au delà d'une certaine limite.

La paroi du disque acétabulaire est constitué par les cellules transversales (fig 1, *cp*). Leur structure est très remarquable et doit attirer tout particulièrement notre attention. Ce sont des cellules prismatiques creuses, remplies d'une substance claire et qui renferment un noyau dans leur partie basale. On rencontre dans les parois de ces cellules des fibrilles groupées.

Sur des coupes transversales (fig. 4), les fibres sont rangées en couronne autour du noyau. Nous avons donc ici une forme particulière de cellules musculaires qui présentent un certain intérêt au point de vue histologique.

Les fibrilles qui proviennent de la partie basale de ces cellules musculaires s'enchevêtrent les unes dans les autres. Elles forment ainsi une membrane réticulée sur laquelle s'insèrent les fibres du tissu conjonctif (fig. 2 et 4, *b*), ainsi que les terminaisons des cellules musculaires qui proviennent du pédoncule.

Au bord de la couche des cellules prismatiques s'étend un anneau musculaire : le sphincter (fig. 1, *am* ; fig. 2, *r*). Il se compose de cellules musculaires qui forment un faisceau entouré d'une membrane de tissu conjonctif.

Les coupes transversales passant par le bord des ventouses présentent des aspects variables suivant l'état de contraction et la grandeur de cet organe. A l'état de repos, des cellules coniques, emboîtées les unes dans les autres, s'étendent entre les deux surfaces épithéliales du bord de la ventouse. C'est entre ces cellules coniques que les fibres musculaires provenant de l'enveloppe viennent insérer leurs parties terminales. Cette disposition est visible en partie sur la fig. 1, Pl. III. La fig. 2 représente une coupe à travers le bord d'une ventouse d'une grandeur exceptionnelle. On y voit en particulier les épaissements en bourrelets (*e*) de la cuticule

supérieure. Sous cette lame cuticulaire s'étend une couche homogène qui semble repousser vers l'intérieur les cellules épithéliales.

Les conduits excréteurs des nombreuses glandes unicellulaires (*gl*) traversent cette couche pour venir toutes déboucher à la surface extérieure du rebord.

Les extrémités des fibres musculaires méridiennes (*fig. 2, f*) de l'enveloppe traversent toute l'épaisseur du rebord pour venir s'insérer à l'épithélium de la face supérieure.

Les glandes unicellulaires se rencontrent principalement dans les grandes ventouses, nous pouvons en tirer la conclusion que ces éléments ne prennent naissance qu'à une période avancée du développement de l'organe.

Revenons-en à la structure histologique des cellules musculaires pour donner quelques détails supplémentaires relatifs aux cellules étoilées de l'axe (*fig. 3, e*) et aux muscles longitudinaux du pédoncule (*fig. 3, m*; *fig. 4, ml*). Ces derniers s'étendent, semblables à des longs tubes, de la base du pédoncule jusqu'à la surface de succion de la ventouse. Dans chaque tube l'on distingue nettement un contenu liquide, un noyau volumineux et des parois contractiles puissantes. Il n'est pas rare de voir ces fibres tubulaires se diviser par dichotomie (*fig. 3*), près de l'extrémité supérieure, c'est-à-dire de celle qui aboutit à la ventouse. Quant aux éléments étoilés de l'axe (*fig. 3, e*), je crois avoir pleinement le droit de les faire rentrer dans la catégorie des cellules musculaires. Leurs prolongements ramifiés qui s'introduisent entre les fibres de la musculature longitudinale pour s'attacher à l'épiderme sembleraient, il est vrai, plutôt favoriser l'opinion qu'il s'agisse de cellules conjonctives, mais la fine striation des parois

cellulaires qui est si caractéristique de tout élément musculaire fait pencher la balance dans un autre sens. En l'absence de tout autre catégorie d'éléments que nous puissions considérer comme l'antagoniste de la musculature longitudinale, nous sommes bien obligés d'attribuer aux cellules en question le pouvoir de faire allonger le pédoncule. Elles ne peuvent produire cet effet qu'en se contractant, ce qui revient à dire que ce sont des cellules musculaires.

Le fait que la ventouse de *Pterotrachœa* est munie d'un système nerveux très développé, m'a engagé à faire des recherches sur ce même système chez *Pneumodermon*, mais sans grand succès. Il y a des cellules parallèles à l'axe du pédoncule et qui chevauchent, entre les ramifications des cellules axiales étoilées, jusqu'au fond de la paroi acétabulaire. Ces cellules ont une autre forme que les fibres musculaires ; elles sont plus courtes et fusiformes. Dans la partie supérieure du pédoncule (*qu*), j'y constate un aspect granuleux, et en même temps les fibres axiales y sont beaucoup plus claires que les éléments avoisinants. Si nous songeons que, dans tous les organes de fixation que nous avons étudiés jusqu'ici, le système nerveux est bien représenté, la supposition que les cellules axiales fusiformes du *Pneumodermon* appartiennent à ce système, ne paraîtra pas invraisemblable.

Conclusion.

La fonction de la ventouse du *Pneumodermon* ne peut s'opérer que de la manière suivante :

La contraction de la musculature étoilée du pédoncule amène le rétrécissement et l'allongement de celui-ci. Elle s'accompagne d'une contraction de la masse

musculaire (fig. 4, *ca*) du fond de la ventouse qui amène un aplatissement du disque par la rétraction des bords. C'est dans cet état que la ventouse s'applique contre un corps étranger.

La contraction des cellules prismatiques aplatit le disque et en augmente l'étendue; mais le sphincter marginal qui rétrécit l'orifice s'oppose à cette extension et les muscles longitudinaux, entrant en jeu, soulèvent la paroi acétabulaire et l'écartent du corps étranger. Le vide se fait; le bord est pressé contre la surface de ce corps étranger. L'épaississement de l'épithélium lui permet de résister à cette pression, tandis que les glandes sécrètent une masse visqueuse qui assure la fermeture hermétique. De la sorte, le disque peut atteindre jusqu'à la forme d'un hémisphère, et nous pouvons comprendre que, dans cette circonstance, les fibres courbes du système méridien deviennent à peu près rectilignes et permettent à la traction du corps de l'animal de s'exercer sur tous les points de la ventouse fixée. C'est ainsi que, dans les ventouses en fonction, on voit la musculature méridienne se rendre directement au bord.

En comparant la ventouse de *Pneumodermon* avec celle de *Pterotrachæa*, on y trouve l'analogie déjà mentionnée dans la structure; chez l'un comme chez l'autre, ces parois acétabulaires sont doublées d'une enveloppe. En outre, dans l'espace compris entre ces deux parois, s'étendent des muscles qui se ressemblent beaucoup par leur disposition. Les parois de la ventouse sont le siège des muscles radiaires, dilatateurs de la chambre acétabulaire.

Ventouses des Céphalopodes.

Dans aucun autre groupe du règne animal, les ventouses ne sont aussi bien caractérisées par leur nombre, leur puissance, la variabilité de la forme extérieure et de la texture interne que chez les Céphalopodes. Ce fait est si frappant qu'il a engagé D'ORBIGNY à donner à ce groupe d'animaux le nom d'Acétabulifères.

Passant en revue la forme extérieure et la texture interne de ces organes, chez les représentants des différents ordres et sous-ordres de cette classe, nous rencontrons des formes de transition entre les puissants sachets musculaires des Octopodes et les crochets de quelques Oïgopsides, dont la forme et les fonctions peuvent soutenir, d'après D'ORBIGNY, la comparaison avec les griffes d'un chat.

Cet éminent naturaliste a posé une ligne de démarcation entre les organes de fixation des Octopodes et des Décapodes. GIROD a approfondi ces caractères distinctifs. Mais si D'ORBIGNY s'est basé plutôt sur la forme externe, négligeant la structure interne, GIROD a limité son étude à deux seules espèces, à savoir : *Octopus vulgaris* et *Sepia officinalis*. Aussi beaucoup de points de relation entre les organes de fixation des différents groupes des Céphalopodes sont restés ignorés jusqu'à ce jour.

VENTOUSES DES OCTOPODES

Argonauta Argo. (Fig. 1, Pl. IV.)

Dans un court résumé de son étude, GIROD donne la caractéristique suivante des ventouses des Octopodes :

« Ventouse formée par une cupule élastique, d'origine dermique, présentant dans sa partie moyenne un étranglement qui divise la cavité intérieure en un infundibulum et une chambre acétabulaire, séparée par un orifice intermédiaire. Cette cupule, mue par des muscles intrinsèques et extrinsèques, préside à la fixation de l'appareil. C'est donc la paroi de la ventouse qui joue le rôle actif dans cette fixation. »

Mon étude des ventouses d'*Octopus* n'a pas été poussée aussi loin que chez *Argonauta*. Néanmoins, j'ai pu m'assurer que les appareils de fixation ne diffèrent pas sensiblement chez ces deux genres. Je vais procéder néanmoins à une description détaillée de l'*Argonauta*, car mon opinion diffère sur beaucoup de points de celle de GIROD quant à la texture et au mode de fonctionnement des ventouses; en outre, la disposition du système nerveux et celle du système sanguin n'ont pas encore été décrites jusqu'à présent.

Les huit bras de l'Argonaute sont garnis, du côté qui regarde l'axe du corps, de deux rangées de ventouses. Un coup d'œil sur une coupe transversale du bras suffit pour s'assurer que les organes de l'une des deux rangées se détachent plus complètement des téguments du bras que ceux de la rangée avoisinante. Il est évident que les ventouses, insérées sur un bras rond et destinées à se fixer dans la plupart des cas sur des corps plans ou même convexes, ne peuvent être insérées à la même distance radiaire, si elles doivent opérer ensemble.

Les ventouses des deux rangées alternent dans leur position et diminuent vers l'extrémité du bras, où leurs derniers représentants apparaissent sous forme de petits mamelons tégumentaires.

Comme D'ORBIGNY l'a déjà dit, la cavité de chaque

ventouse est divisée en deux parties, communiquant entre elles par un orifice intermédiaire; c'est l'infundibulum et la chambre acétabulaire. Une coupe à travers la ventouse et perpendiculaire à l'axe du bras, nous fait discerner une paroi musculaire puissante sur laquelle s'insèrent des muscles nombreux. GIROD compare cette paroi à une « bourse à coulisse demi-close » qui se présente sur des coupes transversales comme deux ZZ, dont l'un, celui de gauche, serait normal, tandis que celui de droite serait retourné et qui seraient soudés par leurs branches inférieures. Cette comparaison donne une idée juste de la forme extérieure; mais je ne me trouve plus d'accord avec lui lorsqu'il soutient que cette cupule est simplement élastique; mes propres recherches, en effet, me la font plutôt considérer comme le siège des mouvements les plus actifs.

Dans cette paroi musculaire, on doit distinguer trois systèmes de muscles :

1. Un système de fibres radiaires, s'étendant perpendiculairement à la couche épithéliale de la chambre acétabulaire et l'infundibulum (Pl. III, fig. 4, *t*, *t*).

2. Un système de fibres circulaires situées sous l'épithélium de l'infundibulum, s'étendant vers l'orifice intermédiaire où elles forment un sphincter puissant et se continuant encore, mais peu profondément entre les fibres radiaires de la chambre acétabulaire (fig. 4, *c*).

3. Un système étoilé (*e*) au fond de la paroi acétabulaire qui envoie des faisceaux radiaires ou plutôt méridiens, lesquels se continuent jusque vers le sphincter. Ici, ils percent la membrane conjonctive qui divise l'infundibulum pour s'y insérer (*b*).

Les systèmes musculaires situés en dehors de la bourse musculaire, qui sont en rapport plus ou moins direct avec la musculature compliquée du bras, sont

tellement liés les uns aux autres, qu'il est difficile au premier abord de s'orienter dans leurs différentes dispositions. C'est surtout aux ventouses à col long qu'il faut s'adresser pour les étudier; mais même chez des ventouses à col court, dont la figure 4 représente une coupe transversale, on distingue les systèmes suivants :

1. Muscles radiaires dans la partie basale du col qui s'attachent à sa peau et qui sont les prolongements des faisceaux annulaires externes du bras (*tr*);

2. Muscles longitudinaux du col qui prennent origine dans la musculature sous-cuticulaire du bras et s'insèrent sur les parois de l'infundibulum. Leur disposition est remarquable, surtout chez les ventouses à col long;

3. Muscles circulaires (*se*);

4. Muscles longitudinaux internes croisés en forme de X, qui longent les parois de la chambre acétabulaire et qui s'enfoncent dans l'angle opposé du sphincter;

5. Muscles radiaires sous-infundibulaires (*s*) qui, insérés au bord de l'infundibulum, s'étendent au-dessous de celui-ci et se fixent à la paroi supérieure de la chambre acétabulaire;

6. Un système de muscles asymétriques (*O, O*) qui vient de l'intérieur du bras et qui s'élève dans le col pour s'insérer dans les téguments, à l'endroit même où sont situées les ventouses de l'autre rangée. Ces dernières possèdent un système semblable, mais formant la contre-partie du précédent.

Il est vrai que dans les ventouses de jeunes individus ou dans celles qui sont prises dans l'extrémité du bras, le développement de ces systèmes n'est pas poussé aussi loin; la description précédente ne s'adresse qu'aux ventouses les plus développées.

GIROD ne parle pas de tous ces muscles; il mentionne seulement une enveloppe musculaire de la cham-

bre acétabulaire qui servirait à rétracter la cupule élastique. En tout cas on ne peut savoir si, sous cette désignation, sont compris tous les différents systèmes, ou si GIROD a cru avoir affaire à une enveloppe musculaire proprement dite, — erreur dans laquelle on peut être facilement induit par l'aspect que donnent les muscles longitudinaux internes du col qui, dans leur partie supérieure, s'appliquent contre les parois de la chambre acétabulaire.

Les couches tégumentaires du bras se continuent sur le pédoncule et entourent la ventouse ; sur l'infundibulum elles se réduisent à une membrane résistante, sur laquelle sont placées les cellules épithéliales et qui règne dans toute la chambre acétabulaire. Sur le piston musculaire interne, cette membrane est garnie d'éléments cellulaires dont l'ensemble forme un réseau. C'est un fait incontestable que la membrane du piston est susceptible de se dilater et de se contracter. Ici se pose la question : les éléments rétifomes sous-cuticulaires jouent-ils dans cette fonction un rôle actif comme fibres musculaires ou passif comme fibres conjonctives. A défaut de preuves suffisantes de leur nature musculaire, je ne peux les considérer que comme des fibres conjonctives.

Les chromatophores (*ch*), situés dans le derme, apparaissent comme des sachets cellulaires remplis par la masse colorée et auxquels se rendent des fibres contractiles rayonnantes dont la contraction étire le sachet cellulaire.

L'épithélium est remarquable par la quantité de structures intéressantes auxquelles il donne naissance. Sur le bord de la ventouse, fortement plissé, les cellules épithéliales s'allongent et prennent la disposition en palissade. La cuticule y devient mince et néanmoins résistante.

Dans le sillon compris entre le bord de l'infundibulum et le bord tégumentaire, on rencontre deux rangées de cellules alternantes (fig. 1, *h*; fig. 2, *er*) qui sont presque trois fois plus grandes que les cellules environnantes. Plusieurs d'entre elles renferment deux gros noyaux. Il semble que GIROD ait trouvé quelque chose d'analogue chez *Octopus*. Il s'exprime ainsi :

« Les dissections montrent, au milieu de ces cellules nombreuses, quelques éléments surmontés par un prolongement arrondi et qui semblent pouvoir être rapportés à des éléments terminaux, en rapport avec des fonctions sensorielles spéciales. »

Le fait que c'est dans la direction du sillon que s'étendent les faisceaux nerveux semblerait confirmer son assertion. Mais nous ne pouvons lui prêter notre appui, parce qu'il ne nous a pas été possible de voir les éléments nerveux se rendre jusque dans ces cellules. Chez *Argonauta*, ces cellules épithéliales ont une forme frappante. Ce sont des dents aiguës, courbées un peu vers l'orifice de la ventouse, et surmontées d'une cuticule très épaisse et résistante. Dans la plupart des cas, le protoplasme de la cellule se continue jusque dans la pointe crochue, mais il n'est pas rare de voir le crochet formé d'une substance cornée compacte. Ce détail nous fait supposer que ce sont très probablement des organes servant mécaniquement dans la fonction de fixation. La ventouse de *Sepiola Rondellettii* est armée de crochets semblables; il y a seulement cette différence très curieuse que, chez *Argonauta*, on rencontre, dans la masse protoplasmique de ces crochets, deux corps ronds qui ont tout à fait l'aspect de noyaux.

L'épithélium en palissade se continue sur toute la face de l'infundibulum, formant des bourrelets séparés par

des dépressions radiaires. Sur les parois de la chambre acétabulaire, il regagne sa forme primitive, pour prendre sur la face du piston celle d'une sorte de tissu lâche. Il n'est pas rare de rencontrer cette forme de l'épithélium sur des faces susceptibles d'une grande dilatation.

Si GIROD affirme que la cavité acétabulaire est garnie de petits mamelons, dont chacun serait hérissé de petites saillies denticulées, nous opposons à cette assertion le résultat de nos observations sur les ventouses de l'Argonaute, d'après lesquelles ce sont les bourrelets radiaires qui répondent à cette description.

L'existence des bourrelets radiaires de l'infundibulum a été signalée par d'ORBIGNY comme étant commune à tous les Octopodes.

Chacune des cellules épithéliales de l'infundibulum porte une petite plaque cornée (Pl. IV, fig. 2, *ep*) sur laquelle s'élève un denticule. Il est clair que ces denticules donnent à l'infundibulum une surface ruqueuse et servent à augmenter sa force d'adhésion.

Le nerf axial du bras forme une sorte de ganglion qui envoie des faisceaux aux ventouses. La branche centrale forme un gros ganglion dont la fig. 4 (*g*) représente une coupe qui passe seulement par son bord ; il est situé au milieu du fond de la chambre acétabulaire, et il envoie des ramifications aux parois de celle-ci.

Une coupe transversale passant un peu au-dessus du niveau du ganglion central (*g*) rencontre transversalement cinq à six faisceaux nerveux, situés en cercle autour du nerf central. Ils se ramifient vers l'infundibulum de sorte que, sur une coupe parallèle à la précédente mais plus rapprochée du bord, on en peut compter de quinze à vingt.

Quant à leur structure histologique, ce sont de longues fibres avec un contenu granuleux au milieu duquel

se place le noyau ; ces fibres sont réunies en faisceaux entourés par une mince gaine à fibres circulaires.

La disposition du système sanguin est plus difficile à étudier. Sur des coupes à travers le bras, le système nerveux est accompagné d'un puissant vaisseau sanguin d'un côté et d'un second vaisseau moins fort du côté opposé. En outre, les coupes présentent encore d'autres sections transversales des mêmes organes : ce ne sont que des branches détachées des troncs principaux qui s'élèvent pour se rendre enfin aux ventouses. Cependant nous n'avons pas réussi à découvrir les endroits où ces branches se détachent et, comme il y a encore un canal sanguin considérable dans le pli tégumentaire brachial, nous ne saurions dire exactement quels sont les rapports entre les différents vaisseaux de la ventouse et leurs troncs principaux.

On peut rencontrer en différents points des vaisseaux sanguins, coupés en long, en travers, ou obliquement (*v*). C'est, à l'angle opposé au sphincter ainsi qu'au bord que les coupes transversales des vaisseaux se rencontrent avec le plus de constance ; ce qui fait supposer que les vaisseaux sanguins forment ici des canaux circulaires d'où partent des ramifications qui se rendent soit aux parois musculaires de l'infundibulum et de la chambre acétabulaire, soit aux téguments.

La complication des muscles acétabulaires et leur degré de perfection, font de la ventouse un puissant organe de fixation. GIROD en explique la fonction de la manière suivante :

« Dans un premier temps, l'animal contracte ses muscles extrinsèques de l'infundibulum, le sphincter de l'orifice et l'enveloppe musculaire inférieure. Il tend à rapprocher les trois branches du Z, évasant l'infundibulum au point de le transformer en lame et acco-

lant le plancher ou la branche inférieure du Z contre la branche moyenne. La saillie médiane du plancher vient former une espèce de bouchon qui comble l'orifice. La ventouse se présente comme un véritable plan. Dans le second temps, les muscles antagonistes des forces en jeu entrent en action à leur tour : l'infundibulum reprend une forme conique, la chambre acétabulaire éloigne le plancher de sa paroi, l'orifice se dilate légèrement. De cette façon se constitue un espace, dans lequel, étant donnée l'application du bord libre de la ventouse, se fait le vide qui entraîne l'adhérence de l'appareil. »

Il ressort de cette description que les agents comprimant la cavité sont :

1. Les muscles extrinsèques de l'infundibulum (muscles qui d'après GIRD s'insèrent à la paroi inférieure de l'infundibulum).

2. Le sphincter.

3. L'enveloppe musculaire doublant la cupule élastique.

Et que leurs antagonistes sont :

1. Les muscles circulaires de l'infundibulum.

2. Les muscles extrinsèques, antagonistes du sphincter.

3. L'élasticité de la cupule.

D'après cette description, en comparant les dilateurs et les comprimeurs de la cavité acétabulaire, nous sommes frappés du fait que les premiers sont moins forts que les derniers. Le facteur principal doit être cherché dans la chambre acétabulaire et c'est justement ici que, d'après GIRD, l'élasticité seule de la cupule entrerait en jeu. Cette manière de voir nous semble insuffisante pour expliquer la force qui se manifeste dans la dilatation de la cavité. En outre il est évident que la fixation est d'autant plus assurée que la face

d'application est plus grande ; si le sphincter se contracte avant que le bord soit appliqué, il rend son élargissement presque impossible. Du reste, puisque le sphincter n'est pas autre chose que la continuation des muscles circulaires de l'infundibulum, il est naturel de supposer qu'il doit agir dans le même sens que ceux-ci. Et si les puissants antagonistes du sphincter n'effectuent qu'une « légère dilatation » de l'orifice, comment peuvent-ils donc jouer un grand rôle dans la fixation de l'appareil ?

L'idée que nous nous faisons du fonctionnement change, si nous considérons la « cupule élastique » comme de nature musculaire.

GIROD dit que ces fibres fondamentales se rapprochent par leur forme et par leurs réactions des fibres élastiques des Vertébrés. Nos recherches sur les mêmes éléments chez l'Argonaute nous ont démontré leur nature musculaire d'une façon bien évidente. On peut suivre chaque fibre dans toute son étendue, de la base jusqu'à la membrane sous-épithéliale ; elle est fusiforme, lisse. En maints endroits on réussit à voir, à de forts grossissements, une légère striation longitudinale ; à l'intérieur, elle porte un noyau ovale, aux extrémités duquel s'étendent dans l'intérieur de la fibre des traces d'un contenu granuleux. Pour le reste, nous n'avons remarqué aucune différence entre ces éléments et ceux des fibres extrinsèques de GIROD, auxquels il accorde la nature musculaire, si ce n'est dans leur disposition d'ensemble. De même encore, les fibres du piston acétabulaire des Décapodes se présentent absolument sous la même forme. Il est donc regrettable que GIROD ne nous dise pas quelles sont donc ces réactions qui rapprochent ces éléments de l'*Octopus* des fibres élastiques des Vertébrés.

Enfin, nos recherches sur la texture des ventouses chez les représentants de différents groupes du règne animal, nous ont constamment amené à ce résultat que les dilatateurs principaux des ventouses sont presque toujours des éléments musculaires disposés perpendiculairement à la surface de la paroi interne acétabulaire. En présence de ce fait général, l'assertion de l'auteur cité éveille de prime abord nos doutes.

Voici donc le mode de fonctionnement tel qu'il résulte de la disposition des muscles de la ventouse chez l'Argonaute.

1. Les muscles radiaires sous-infundibulaires (*s*), avec le concours des muscles longitudinaux, transforment par leur contraction l'entonnoir en un disque rond, qui est aplati et par conséquent élargi par la contraction

2. des muscles transversaux de l'infundibulum (*t*),

3. La musculature étoilée (*e*) du fond de la chambre acétabulaire pousse toute la masse charnue vers l'orifice intermédiaire ; celui-ci se dilate.

Dans cet état de contraction, l'appareil de fixation représente un tout compact. L'infundibulum, transformé en un disque élargi, s'applique au corps étranger ; les denticules marginaux entrent dans les téguments de la proie saisie, puis :

1. Les muscles radiaires transversaux (*t*) de la chambre acétabulaire produisent le vide par une puissante contraction.

2. Les muscles circulaires de l'infundibulum redressent les parois de l'entonnoir ; la cavité interne est considérablement augmentée ; dans la plupart des cas les téguments, saisis par les denticules, sont poussés par la pression atmosphérique et celle de l'eau jusque dans l'orifice intermédiaire : le sphincter se ferme.

3. Les muscles radiaires du col (*tr*) ainsi que les fais-

ceaux circulaires (*se*) se contractent, agrandissent la distance entre le fond de la ventouse et la partie musculaire centrale du bras. Le fond de la chambre acétabulaire, lié par des faisceaux conjonctifs aux parties centrales du bras, est par conséquent tiré en bas.

L'appareil adhère avec puissance à la proie et une traction quelle qu'elle soit ne peut qu'augmenter le vide et par conséquent l'adhérence.

Quant au mode de contraction du système transversal de l'infundibulum et de celui de la chambre acétabulaire, on pourrait avoir des doutes que des muscles, appartenant presque au même système, pussent agir dans différents sens. Cependant je rappelle le fait qu'ici ces muscles sont séparés par une membrane conjonctive entrant dans l'angle opposé au sphincter et qu'en outre ils sont innervés par des branches distinctes du système nerveux.

Enfin quant à l'opinion de GIROD, qui attribue à la cupule élastique une origine dermique, nous ne pouvons la partager attendu qu'entre l'épithélium et la musculature transversale s'interpose une membrane conjonctive (*ne*) pourvue d'éléments rétifomes. Le fait que le derme n'est pas aussi développé dans la ventouse que dans le reste du corps ne saurait nous permettre une conclusion quant à l'origine dermique des parois acétabulaires. Du reste, en démontrant la nature musculaire des fibres transversales de l'infundibulum et de la chambre acétabulaire, nous nous sommes mis en opposition directe avec l'opinion du naturaliste cité.

Nous nous résumons comme suit:

La ventouse des Octopodes consiste en un sachet musculueux qui est séparé par un rétrécissement médian en une cavité profonde (chambre acétabulaire) et une cavité supérieure en forme d'entonnoir (infundibulum).

Lorsque la ventouse se prépare à se fixer, les mouvements sont régis par les muscles transversaux de l'infundibulum, les muscles radiaires sous-infundibulaires, les faisceaux longitudinaux venant du bras et les fibres étoilées qui partent du fond de la paroi de la chambre acétabulaire et s'étendent jusque dans la membrane sous-épithéliale de l'infundibulum. La compression s'effectue grâce aux muscles radiaires de la chambre acétabulaire, avec le concours des muscles circulaires de l'infundibulum et du sphincter. L'adhérence de la ventouse est renforcée par des appendices dentiformes de l'épithélium. L'appareil tout entier est pourvu d'un système nerveux et d'un système sanguin très bien développé.

VENTOUSES DES DÉCAPODES

Les parties les plus remarquables dans les ventouses des Décapodes sont les dépendances épithéliales d'origine cuticulaire. Ces éléments n'apparaissent chez les Octopodes que dans leurs premières ébauches, et atteignent ici un développement si considérable que D'ORBIGNY donnait aux organes de fixation de ce groupe le nom de cupules, « parce que, dit-il, nous avons reconnu que ces parties propres à la préhension retiennent le plus souvent des corps au moyen de pointes dont elles sont armées plutôt que par une véritable succion, qui du reste ne peut avoir lieu que chez ceux où les cupules sont entièrement charnues. » GIROD par contre, se basant seulement sur son étude du *Sepia officinalis*, caractérise les organes de fixation des Décapodes comme de véritables ventouses. Nous ne savons rien de précis sur la structure de ces organes ni sur leur fonctionnement. Comme ils se présentent sous des formes très diverses, il faut recourir à une étude comparative pour élucider à fond cette question.

Des recherches que nous avons faites dans cette direction ont amené des résultats importants, parce que parmi les formes si diverses et, à première vue, si complètement différentes de celles des Octopodes, nous en trouvons pourtant qui se rapprochent beaucoup de ces dernières et qui peuvent être considérées comme des formes de transition. En outre nous verrons que les crochets de ceux des Oïgopsides qui en sont pourvus doivent être homologués morphologiquement aux ventouses.

Je choisis dans ce chapitre, comme point de départ, la forme la plus typique et la plus simple du groupe : les ventouses de *Sepiola Rondeletti*.

VENTOUSES DE SEPIOLA RONDELETTI. (Fig. 3, 4, Pl. IV.)

Les ventouses des huit bras sessiles diffèrent de celles des deux bras tentaculaires, non seulement par leur disposition le long des bras, mais aussi par leur forme extérieure et leur structure intime. Sur les bras sessiles elles sont insérées en deux rangées alternantes, diminuant de grandeur vers les extrémités où elles finissent par être à peine visibles à l'œil nu. Chaque ventouse tourne son orifice vers le plan médian qui passe entre les deux rangées. Cette régularité de disposition ne se retrouve pas sur les bras sessiles. L'extrémité élargie et légèrement recourbée de ces bras porte, sur une face, de nombreuses ventouses qui, sur les exemplaires dont je disposais, tournaient leurs orifices dans différentes directions.

La ventouse se présente comme une cupule épaisse, avec un orifice dont les parois obliques forment une sorte d'antichambre, analogue à l'infundibulum des Octopodes. Je n'hésite pas à lui donner le même nom parce que, en réalité, il conserve encore dans notre genre la forme

d'un entonnoir. Si, chez d'autres genres, cette antichambre est souvent excessivement réduite, nous lui conserverons néanmoins le même nom pour des motifs d'homologie.

La cupule est portée par un pédoncule qui s'insère un peu latéralement dans sa paroi, de telle sorte que son axe forme avec celui de l'entonnoir un angle obtus. Comme le pédoncule prend son origine dans la musculature hypodermique du bras, nous avons donc un appareil de fixation composé de trois parties :

1. Une partie basale située dans les téguments du bras.

2. Le pédoncule.

3. La ventouse proprement dite.

La partie basale, en forme de cheville conique, prend son origine dans la musculature radiaire du bras. Entourée par le tissu conjonctif, elle se rétrécit vers le haut et sort du derme sous forme de pédoncule. Dépassant en volume toutes les autres parties, cette partie basale est constituée principalement par trois systèmes musculaires :

a) Les muscles longitudinaux (fig. 4, *l*, Pl. IV), prenant leur origine dans la musculature radiaire, forment en quelque sorte la paroi externe du cône et se continuent dans le pédoncule (*l*).

b) Les muscles radiaires (*r*) ont dans leur ensemble, sur les coupes transversales, la forme d'une étoile, percée au centre par le système nerveux. Les fibres rayonnantes traversent la couche des muscles longitudinaux et disparaissent dans le tissu conjonctif.

c) Dans la partie supérieure de la cheville conique apparaît, à la face externe, une mince couche à fibres circulaires (*c*) qui se continue dans le pédoncule. Les muscles circulaires n'existent pas dans la partie basale des ventouses des bras sessiles.

Les pédoncules des ventouses, dans les bras tentaculaires, se détachent librement de la peau environnante, tandis que pour les bras sessiles ils sont accompagnés d'un pli tégumentaire qui forme une sorte de capuchon autour d'eux. Le pédoncule relativement très mince est formé par

a) Des muscles longitudinaux (fig. 4, *l*) provenant de la partie basale et qui ont fait disparaître la musculature rayonnée et par

b) Une couche externe à muscles circulaires (*c*). Le pédoncule entre dans le fond voûté (fig. 3, *f*, Pl. IV) de la cupule; comme il y a une dépression au point opposé à celui de l'insertion du pédoncule, l'ensemble présente la forme d'une corolle du lizeron. A l'endroit où le pédoncule s'insère, est logé un corps rond (fig. 4, *cr*) qui remplit presque toute la largeur du pédoncule.

Sur les coupes que j'ai étudiées en premier lieu, ce corps était entouré d'une membrane distincte, et comme je n'ai pas su distinguer au premier abord les fibres axiales des fibres musculaires longitudinales (*l*), je crus avoir affaire à une partie cartilagineuse, qui servirait de point d'insertion aux différents muscles. Je voyais en effet, au milieu de ce corps, de grandes cellules qui me rappelaient les cellules cartilagineuses des animaux supérieurs. Plus tard, lorsque j'eus poussé plus loin mes études sur la texture des ventouses des Décapodes, je découvris partout et justement dans ce même endroit un ganglion. Je repris alors l'étude de ces organes sur des exemplaires traités avec du chlorure d'or; je pus alors reconnaître le nerf axial qui m'avait échappé au commencement. Puis je constatai que les fibres longitudinales se continuent jusque dans les parois de la coupe, longeant le corps rond, mais il me fut impossible

de reconnaître avec toute certitude la nature ganglionnaire des cellules rencontrées dans ce corps. Pourtant l'analogie de sa position et le fait que les fibres nerveuses axiales se continuent jusqu'à lui, ne me laissent plus d'hésitation. J'admets que les grosses cellules que ce corps contient sont des cellules ganglionnaires, quoique les prolongements caractéristiques des éléments ganglionnaires aient échappé à mes recherches. L'existence de la membrane qui entoure cet organe reste énigmatique.

Avant d'aborder la texture intime, étudions l'épithélium et ses dérivés.

L'épithélium à cellules volumineuses du bras (fig. 4, *ep*), se continue sur le pédoncule en s'amincissant; il prend ici la forme d'un épithélium pavimenteux, qui revêt aussi le fond de la cupule. Sur les parois latérales de la ventouse, il s'épaissit, atteint sur la surface de l'infundibulum son maximum de puissance et s'amincit sur les parois internes de la chambre acétabulaire. Cet épithélium est couvert par une mince cuticule qui prend dans la cavité interne et sur l'infundibulum la forme d'excroissances cornées du plus haut intérêt.

Ce sont :

1. L'anneau corné avec ses dents marginales (fig. 4, *a, d*);
2. Les baguettes (*st*);
3. Les apophyses en forme de cuillers de l'infundibulum (fig. 3, *p*).

La capsule cornée (fig. 4, *a*; fig. 3, *ac*) est facile à détacher de la ventouse sans cassure. Elle a deux grands orifices qui, à cause de la forme dyssymétrique de la ventouse, ne sont pas diamétralement opposés. Le bord supérieur de la capsule est garni de dents émoussées. Les plaques infundibulaires rappellent, par leurs formes,

les éléments analogues de l'*Argonauta*. Chaque cellule porte une plaque cornée, généralement hexagonale (*p*), dont les bords marginaux sont relevés. Les plaques sont rangées les unes à côté des autres en une sorte de mosaïque.

Du milieu de chaque plaque s'élève une apophyse cylindrique, élargie à son extrémité et légèrement creuse, en forme de cuiller. Les petites excavations terminales sont toutes dirigées vers le bord externe de l'infundibulum. La taille de ces productions cornées diminue vers le bord de la ventouse où elles font place à d'autres éléments.

Le côté de l'infundibulum, qui est raccourci et sur lequel s'insère le pédoncule, ne porte que deux rangées de ces productions cuticulaires, tandis que sur le côté opposé on en trouve jusqu'à quatre rangées.

Cette disposition irrégulière se retrouve chez presque tous les Décapodes. Le bord externe de l'infundibulum est recouvert de baguettes cornées radiaires (fig. 3, *b*; fig. 4, *st*). Tous ces éléments se laissent séparer facilement sous le microscope; ils sont probablement mobiles les unes sur les autres, pour permettre l'adhérence de la ventouse même sur des corps rugueux.

Dans l'épithélium de la paroi externe de la cupule acétabulaire on trouve des éléments analogues (fig. 3, *e*). Sur beaucoup de cellules épithéliales on voit la cuticule mince s'élever, former des prolongements denticulaires, dont quelques-uns sont élargis et excavés à leur extrémité. Le protoplasme de la cellule se continue parfois jusque dans l'extrémité, parfois il s'arrête à mi-chemin, le reste étant déjà devenu corné. Cette remarque nous fait comprendre clairement le mode de formation de ces éléments cuticulaires sur l'infundibulum. La cellule épithéliale aura formé d'abord un prolongement en forme

de cuiller, et une excrétion cornée du protoplasme se sera moulée sur cette forme; puis le protoplasme se retire de plus en plus en remplissant, par une exsudation successive, l'espace interne, jusqu'à ce que la forme définitive de la plupart des genres de Décapodes soit réalisée. Tandis que les ventouses ont une texture interne excessivement compliquée, elle apparaît ici dans sa plus grande simplicité; il est vrai que nous avons affaire à des organes très petits.

Les parois de la cupule ont les muscles disposés d'une manière analogue à ceux du pédoncule; on peut les considérer comme résultant d'un épanouissement de ces derniers. Les fibres longitudinales du pédoncule se recourbent dans le fond de la ventouse et en prennent la forme jusqu'à leur point d'insertion à l'épithélium, dans la région de l'anneau corné.

En outre il y a, dans le fond de la cupule, des fibres circulaires dont la réunion forme une sorte de sphincter (*k*) à l'endroit où le fond passe aux parois latérales. Dans ces dernières, les fibres s'étendent (*m*) entre le puissant épithélium infundibulaire et le fond de la cupule; dans la partie supérieure elles traversent une couche de tissu conjonctif (*t*).

Les ventouses des bras sessiles diffèrent sous plusieurs rapports de ceux dont nous venons de décrire la structure, surtout en ce qui concerne la musculature de la cupule, qui atteint un plus haut degré de développement. La partie basale est constituée presque de même que celle des ventouses des bras tentaculaires. La seule petite différence se trouve dans la région épithéliale, où les fibres musculaires radiaires manquent complètement; elles n'apparaissent que dans le pédoncule, où la musculature radiaire de la partie basale a disparu à son tour. Les fibres circulaires ne sont pas situées sous

l'épithélium, comme dans le cas précédent (fig. 4), mais en sont séparées par des muscles longitudinaux. Remarquons, dès à présent, que les fibres circulaires du pédoncule sont la suite des fibres radiaires de la partie basale. Comment ce passage peut-il s'opérer? C'est ce que nous montrerons plus tard.

Les différences de conformation entre les appareils de succion des deux sortes de bras atteignent leur maximum dans la ventouse proprement dite. Dans l'appareil que nous venons de décrire, le fond présente une voûte corolliforme; tandis qu'ici se trouve un piston solide.

A l'état normal, le piston présente une surface plane, discoïde, formée par un épithélium puissant dont les cellules coniques, renversées les unes sur les autres constituent apparemment deux assises. Les cellules inférieures contiennent des noyaux ronds, les autres des noyaux oviformes; c'est donc la répétition de ce qui se voit dans l'épithélium du repli tégumentaire qui entoure le pédoncule de la ventouse et s'élève jusqu'à la hauteur de celle-ci. De la face supérieure du piston, l'épithélium descend sur ses parois latérales en s'amincissant et prenant la forme pavimenteuse, puis il remonte sur les parois latérales de la cavité interne sous la capsule cornée. Celle-ci est réduite à un anneau qui descend du bord jusque vers le milieu de la chambre interne. Cette différence d'avec l'organe correspondant des bras tentaculaires s'accroît encore dans la conformation de l'anneau, car il est renflé à sa base en un bourrelet annulaire qui repose sur un puissant faisceau circulaire.

L'infundibulum est réduit et sa forme d'entonnoir est peu prononcée. Son épithélium porte des appendices cornés, analogues à ceux qui viennent d'être signalés pour les ventouses des bras tentaculaires, seulement,

leurs formes étant moins régulières, leurs apophyses centrales sont beaucoup moins accusées et ne se présentent que sous forme de socles.

L'épithélium des puissantes parois extérieures a une conformation semblable à celle du repli tégumentaire déjà mentionné; il forme en outre, par-ci, par-là, des soulèvements coniques.

La musculature a la disposition suivante :

1. Les muscles longitudinaux extérieurs du pédoncule se ramifient en partie après leur entrée dans le piston; d'autre part, ils se groupent en faisceaux, qui s'étendent sous forme de colonnes jusqu'à la membrane sous-épithéliale de la face supérieure du piston, où ils s'insèrent.

2. La couche à fibres circulaires du pédoncule forme dans le piston des faisceaux annulaires qui suivent son épithélium externe (comp. la disposition analogue, fig. 3, Pl. V) et se continuent jusqu'au bord inférieur de la capsule cornée, où ils finissent par former un sphincter relativement très puissant (comp. fig. 5, *sp*, Pl. IV). Il est situé à mi-hauteur de la paroi et remplit l'espace compris entre les deux épithéliums.

3. La musculature longitudinale axiale du piston, la plus puissante de toutes, s'étend de la membrane sous-épithéliale du piston jusqu'au fond de la cupule acétabulaire et se courbe légèrement vers les parois de la ventouse. C'est cette musculature qui est traversée dans sa partie inférieure par les muscles circulaires.

4. Sous l'épithélium inférieur du fond de la ventouse, il y a une mince couche à fibres radiaires qui, du pédoncule, se rendent dans la région du sphincter. Ici, elles se divisent; une partie va jusqu'à l'infundibulum, l'autre, entourant le sphincter, s'insère à l'épithélium près du bord inférieur de l'anneau corné.

Tous ces systèmes étant disposés primitivement en symétrie radiaire, dépendent du degré de la symétrie bilatérale de la ventouse en ce sens qu'ils sont beaucoup moins développés du côté vers lequel l'orifice acétabulaire est penché que du côté opposé.

Au point d'insertion du pédoncule au fond de la ventouse, apparaît encore une structure analogue à celle dont nous avons parlé plus haut. Dans les ventouses des bras tentaculaires, elle était entourée d'une membrane ; ici sa nature ganglionnaire est plus facile à reconnaître. Les fibres nerveuses du pédoncule entrent dans une masse centrale finement granuleuse, entourée par quelques grosses cellules ganglionnaires. Du ganglion, l'on voit des fibres nerveuses fines se rendre dans les parois du piston.

Conclusion.

Avant de s'appliquer, la ventouse sort de l'état d'équilibre par la contraction des muscles circulaires. La voûte du fond devient plus bombée et se voit poussée vers l'orifice intermédiaire ; l'espace de la chambre est réduit au minimum. La contraction des fibres circulaires a pour conséquence une traction, exercée sur les parois latérales de la cupule, qui amène une légère dilatation de l'infundibulum.

Aussitôt que la ventouse est appliquée, les fibres radiaires du fond entrent en jeu ; elles cherchent à évaser la voûte et, par conséquent, à augmenter la cavité acétabulaire. La musculature située dans la ventouse est assistée dans sa fonction par les muscles analogues du pédoncule et de la partie basale.

L'adhérence augmente à mesure que la proie saisie cherche à s'éloigner, car chaque traction exercée par le

pédoncule tend à augmenter la cavité interne de la ventouse.

L'importance des produits cuticulaires est évidente. Les baguettes radiaires s'enfoncent avec leurs bords tranchants dans les téguments de l'animal saisi et ferment hermétiquement la cavité interne; les apophyses en forme de cuillers empêchent un glissement du bord, même sur des objets lisses.

Comme comprimeurs de l'espace acétabulaire, dans les ventouses des bras sessiles, doivent être considérés :

1. Le sphincter et la musculature circulaire basale qui poussent le piston vers l'orifice de la chambre acétabulaire;

2. Les muscles radiaires de la base qui exercent simultanément une traction sur l'infundibulum et le sphincter. Le sphincter est retiré au delà du bord de l'anneau corné, et peut, sans être empêché par celui-ci, exercer son influence sur le piston.

Les puissants dilatateurs de la cavité sont les muscles longitudinaux radiaires qui ont la tendance de transformer le piston rond en un disque aplati. La fonction de la ventouse proprement dite est secondée par celle des muscles analogues du pédoncule et de la partie basale.

D'ORBIGNY, ne connaissant pas la texture intime de ces organes, croyait que les ventouses des bras tentaculaires ne diffèrent pas dans leur conformation de celles des bras sessiles. L'exemple précédemment donné suffit pour nous prouver le contraire, mais nous pouvons déjà ajouter ici que cette différence n'est pas poussée au même point chez tous les genres.

Tels sont les principaux traits de la conformation et du fonctionnement des ventouses chez les Décapodes; mais comme nous l'avons déjà dit, la disposition des muscles et celle des produits cuticulaires sont si varia-

bles qu'on ne comprend pas au premier abord qu'elles puissent dériver d'une disposition primitive commune à tous les genres. Comparons donc les formes les plus variées en analysant les différentes parties de ces organes pour y découvrir les points communs.

A. *Partie basale.*

Il n'existe dans la bibliographie, que je sache, aucune donnée sur la relation entre les muscles de la partie basale et ceux du bras. Et pourtant il me semble que ce fait est d'une grande importance pour l'anatomie comparée, car cette relation est d'une frappante uniformité, non seulement chez tous les Décapodes, mais même chez les Octopodes. La musculature des bras chez ces deux groupes ne présente que peu de différences, et il en est de même du mode de connexion des muscles du bras avec ceux de l'appareil de fixation.

La forme de cheville conique de la partie basale n'existe ni chez *Argonauta*, ni dans les organes des plaques acétabulaires d'*Enoploteuthis Oweni* et d'*Onychoteuthis Lichtensteinii* (fig. 3, Pl. IV). Il semble que, dans ces cas, les différents systèmes musculaires des bras envoient dans les ventouses des prolongements qui n'ont aucune régularité. Cependant nous avons pu constater chez *Argonauta* un système de muscles longitudinaux, radiaires et circulaires. Ces systèmes n'ont pas toute la précision de caractères que l'on trouve chez beaucoup de Décapodes et il en est de même des deux Oïgopsides cités; chez ces derniers, du reste, la musculature des bras a perdu jusqu'à un certain point son caractère primitif.

En général, nous pouvons dire que le système ra-

diaire du bras donne naissance au système longitudinal de la partie basale, et que le système annulaire sous-cuticulaire du bras donne naissance aux muscles annulaires du pédoncule, chez les Octopodes comme chez les Décapodes. Supposons à présent que les différents systèmes de l'*Argonauta* se resserrent, atteignent un développement plus grand dans le sens de l'axe longitudinal de l'appareil, et qu'ils soient en même temps entourés par un derme plus développé et nous aurons la partie basale en cheville conique des Décapodes.

Souvent les muscles circulaires font déjà leur apparition dans la partie basale (fig. 4, c, Pl. IV), et il s'y ajoute encore des fibres radiales (fig. 4, sm). Celles-ci peuvent donner à l'appareil des positions différentes. Que cette disposition générale ne puisse se réaliser partout sous les mêmes formes et qu'il y ait des déviations secondaires, surtout dans les bras tentaculaires, la chose ne nous étonnera pas, puisque la musculature primitive du bras a dû subir une transformation par suite de l'élargissement de celui-ci en massue.

B. *Le pédoncule.*

Le pédoncule n'est que la continuation de la partie basale hypodermique, car il est constitué dans la plupart des cas par les mêmes éléments.

La musculature longitudinale (fig. 4, l, Pl. IV) de la partie basale entre dans le pédoncule en diminuant de force et se continue jusque dans la ventouse, directement (*Sepiola* fig. 4, l', Pl. IV, *Loligo vulgaris*, *Sepia officinalis*) ou en décrivant une spirale (ventouses des bras sessiles du *Sepioteuthis sepioïdea*, fig. 5, l, Pl. IV, *Enoploteuthis Oweni*, fig. 10, l, Pl. IV). La disposition spi-

raloïde imprime aux organes de fixation un mouvement rotatoire autour de leur axe longitudinal.

Ce n'est que dans la partie inférieure du pédoncule qu'on peut, dans la plupart des cas, distinguer la musculature centrale qui enveloppe le système nerveux et envoie des prolongements radiaires vers la périphérie. Tel est le cas pour les ventouses des bras sessiles de *Sepiola Rondeletti*, de *Sepioteuthis sepioïdea* (fig. 5, e, Pl. IV et fig. 2, r, Pl. V) ainsi que de *Sepia officinalis*.

Dans la partie supérieure du pédoncule, cette musculature radiaire se transforme en muscles circulaires. La façon dont se fait cette transformation se voit sur la fig. 2 (Pl. V); les fibres radiaires commencent par se courber autour des faisceaux longitudinaux et finissent par former une couche de fibres radiaires, située entre l'épithélium et les muscles longitudinaux. Dans les cas où la musculature circulaire apparaît déjà dans la cheville conique, elle se continue sous la même forme dans le pédoncule (*Sepiola* : fig. 4, c, c', Pl. IV).

Il est à remarquer que la forme primitive d'insertion du pédoncule au milieu de la cupule acétabulaire peut se rencontrer dans les grandes ventouses de la seiche. Il existe plusieurs degrés de transition entre l'insertion centrale de *Sepia* et l'insertion presque complètement latérale d'*Enoploteuthis* (fig. 8 et 9, Pl. IV).

Le pédoncule manque dans les organes de fixation des plaques acétabulaires chez *Onychoteuthis* (pa fig. 11 A, pl fig. 11 B, fig. 14, Pl. IV) et chez *Enoploteuthis*. Dans ce cas, les prolongements de la musculature du bras se rendent directement au piston central et aux parois latérales de la cupule (fig. 1, r, f, Pl. V).

C. *La ventouse proprement dite.*

C'est dans le groupe des Décapodes que la ventouse proprement dite, organe terminal de l'appareil de fixation tout entier, a subi les plus grandes déformations. Nous sommes en présence d'un fait très important au point de vue de l'anatomie comparée. En effet, nous pouvons voir comment les éléments cuticulaires, destinés de prime abord à augmenter la résistance des parois cupulaires contre la pression du milieu ambiant et l'adhérence de la ventouse sur les corps lisses, se sont développés peu à peu en organes spéciaux et ont fini par transformer un appareil qui fonctionne par succion, en un puissant crochet.

Nous pouvons suivre pas à pas cette adaptation à de nouvelles fonctions, non seulement pour les parties squelettaires externes, mais aussi pour les parties charnues. Étudions ces faits successivement chez les principaux éléments constitutifs de la ventouse.

I. *Formations épithéliales.*

(*Squelette externe.*)

La régularité dans la disposition générale des produits épithéliaux dépend de la symétrie radiaire de la ventouse. Lorsque la symétrie radiaire primitive n'est pas encore modifiée, l'infundibulum ressemble plutôt à celui des Octopodes (*Onychoteuthis Lichtensteinii*, ventouses de la plaque acétabulaire, fig. 14, fig. 11, *pa pl*, et *pl'* et les grandes ventouses de *Sepia*). L'infundibulum est plus ou moins important ou réduit suivant les genres. Chez *Sepiola Rondeletti*, surtout dans les ventouses des

bras tentaculaires, l'infundibulum forme une grande antichambre (fig. 3 et 4, Pl. IV), et il en est de même chez *Enoploteuthis* (fig. 10, Pl. IV); par contre, chez *Sepioteuthis*, *Sepia*, *Loligo* et d'autres, il se réduit à un rebord étroit, que dépassent les replis tégumentaires des parois latérales. Mais partout, sans exception, on trouve l'épithélium surmonté d'apophyses cuticulaires dentiformes. Nous avons rencontré des ventouses dont l'infundibulum semble dépourvu de denticules; mais un examen plus approfondi nous a montré dans ce cas que la membrane cornée, qui recouvre l'infundibulum, avait porté primitivement des apophyses correspondantes à chaque cellule et qu'elle ne les avait perdues que par usure.

Chez *Argonauta* ces excroissances des cellules n'atteignent pas la même grandeur que chez les Octopodes, mais leur disposition sur chacune des cellules épithéliales et leur mode de formation ne diffèrent pas des éléments analogues des Décapodes.

Quant à la forme extérieure de ces denticules, nous la trouvons exactement semblable chez *Argonauta* (fig. 2, *ep*, Pl. IV) et dans les bras sessiles de *Sepiola Rondeletti* (fig. 4, *d*, Pl. IV). Nous n'avons trouvé les appendices en forme de cuiller que chez *Sepiola* (fig. 3, *p*). Ailleurs, ils sont dentiformes. Les baguettes marginales radiaires décrites chez *Sepiola* se réduisent dans les autres genres à simples plaques, qui ne diffèrent pas beaucoup des autres produits cuticulaires de l'infundibulum.

La capsule cornée destinée à résister à la pression du milieu ambiant sur les parois de la cupule pendant que la ventouse fonctionne, a la forme d'une zone de sphère dans les grandes ventouses de la seiche et dans les ventouses de la plaque acétabulaire chez *Onychoteuthis* et

Enoploteuthis. Dans d'autres genres, elle est plus ou moins comprimée latéralement; chez *Loligo*, par exemple, la forme oblique est très accusée (fig. 6, Pl. IV). A cette irrégularité s'ajoute une compression latérale qui donne au cercle la forme ovale. A son bord, la capsule cornée est toujours garnie de dents qui varient de nombre, de forme et de puissance. Les formes obliques et latéralement comprimées (*Loligo*, *Sepioteuthis*, *Enoploteuthis*, etc.), portent des dents beaucoup plus puissantes du côté où le bord est large que sur le côté étroit. Les dents sont recourbées et, lorsque les bras sont étendus dans la direction de l'axe du corps, leurs pointes sont tournées vers la tête de l'animal. Chez quelques genres elles sont peu développées, émoussées (*Sepiolo*), tandis que chez d'autres elles sont d'une puissance énorme et si aiguës, qu'une fois plantées dans la peau d'une proie, elles n'en sortent pas de sitôt; c'est pourquoi nous trouvons la plupart de ces ventouses remplies de lambeaux des téguments d'animaux, d'autres, par contre, auxquelles les dents et même l'anneau ont été arrachés.

D'après la disposition que présentent toutes les ventouses des Décapodes que nous avons étudiées (celles de l'*Enoploteuthis* exceptées), nous ne pouvons pas supposer que les dents puissent être enfoncées dans les téguments de la proie, sans une succion préalable de la ventouse qui fait pénétrer ceux-ci dans la chambre acétabulaire.

Souvent, la capsule cornée est pourvue, à sa partie externe, d'un bourrelet annulaire, qui est situé parfois à mi-hauteur (*Sepia*, *Loligo*, fig. 6, Pl. IV), ou garnit le bord inférieur de la capsule. Dans les cercles obliques, latéralement comprimés, le bourrelet est ordinairement plus prononcé du côté large (fig. 6, Pl. IV);

mais il n'est pas rare de le trouver au contraire plus épais sur le côté étroit (*Sepia offic.* ventouses des bras sessiles).

Le cercle corné des ventouses d'*Enoploteuthis* porte, au lieu d'un bourrelet, deux proéminences latérales (fig. 7, Pl. IV), dans les angles desquelles sont logées les branches du système nerveux et sanguin qui se rendent dans les parois de la cupule. C'est un acheminement vers la forme de la partie basale des crochets de quelques Décapodes, où les saillies s'accusent et laissent une profonde échancrure destinée au même but (fig. 13 et 12e).

II. Parties charnues.

La disposition la plus primitive des parties charnues est celle qui se voit dans les ventouses des plaques acétabulaires chez *Onychoteuthis* et *Enoploteuthis*.

Les différents systèmes musculaires du bras envoient des prolongements directement dans le piston (fig. 1, Pl. V), où les faisceaux s'étendent radiairement en se croisant et forment ainsi les dilatateurs (*r*) de la cavité acétabulaire; d'autres faisceaux, se groupant circulairement (*c*), sont destinés à pousser le piston vers l'orifice de la ventouse. Certains muscles qui se détachent du bras et se rendent directement vers l'infundibulum, produisent par leur traction un léger élargissement de celui-ci. Sous ce rapport, il y aurait un acheminement vers la disposition des masses charnues des ventouses des Octopodes. Mais quelle différence entre cette forme primitive et celles des organes de fixation excessivement compliqués de la Seiche, par exemple, ou de *Sepioteuthis* (fig. 5, Pl. IV)! Pour comprendre comment la dis-

position primitive a pu atteindre un développement aussi compliqué, il faut prendre comme point de comparaison une forme de transition entre ces extrêmes. La ventouse de *Sepiola Rondeletti* remplira ce but.

Nous avons déjà démontré que la tige ou le pédoncule n'est que la suite des muscles des bras, et il nous est facile d'établir la correspondance des divers systèmes qui y figurent. Ici l'activité de la ventouse n'est due qu'à deux systèmes de muscles : muscles longitudinaux (fig. 4 l', Pl. IV) du pédoncule formant les dilateurs (*f*) et muscles radiaires (*r*), compresseurs du lumen acétabulaire; c'est donc le même mécanisme que dans les ventouses déjà citées de l'*Onychoteuthis*.

Allons plus loin et prenons les ventouses des bras sessiles de *Sepiola*. Ici, nous rencontrons le type qui présente le plus de traits communs à tous les Décapodes. Les dilateurs se sont détachés en quelque sorte des muscles longitudinaux du pédoncule, ont atteint une puissance extraordinaire et formé un piston qui peut être poussé en avant ou retiré. De même, les fibres circulaires se sont arrangées en une série de sphincters qui finissent par former un sphincter puissant, situé déjà dans la paroi de la cupule. Voyons d'abord sous quelle forme les muscles compresseurs se montrent dans les différents genres.

Muscles compresseurs.

Ils ont la même disposition dans la forme primitive des ventouses des plaques acétabulaires de l'*Onychoteuthis* (fig. 4, Pl. V), que dans les autres ventouses de ce groupe d'animaux (fig. 40, Pl. IV). Ils s'étendent en forme de faisceaux circulaires (*c*) sous l'épithélium in-

férieur et s'arrêtent avant d'atteindre le bord supérieur de la capsule et sans être renforcés par un sphincter terminal. L'on ne peut pas encore parler d'un sphincter proprement dit dans les ventouses des bras tentaculaires de *Sepiola* (fig. 4, Pl. IV), tandis que chez le même animal les ventouses des bras sessiles ont un sphincter excessivement puissant. Il est également puissant chez *Sepia*, *Loligo*, *Sepioteuthis* (fig. 5 *sp*, Pl. IV). Dans les ventouses de forme irrégulière, le sphincter terminal est plus mince sur le côté le moins développé de la cupule; chez *Sepioteuthis* (fig. 5, Pl. IV) il ne constitue pas un faisceau compact du côté où la paroi est étroite, mais s'y divise en plusieurs faisceaux (*r*); enfin dans les ventouses terminales des bras courts chez l'*Onychoteuthis*, il disparaît complètement (fig. 3, Pl. V).

Les muscles compresseurs principaux sont souvent accompagnés de muscles accessoires, qui ont pour but, ou d'élargir le bord d'application, ou de changer la position du sphincter. Les fibres radiaires sous-cuticulaires, qui se trouvent au fond de la paroi cupulaire dans les bras sessiles de *Sepiola*, présentent ces muscles accessoires sous leur forme la plus primitive. Chez d'autres genres ils sont remplacés par une membrane conjonctive puissante, et ce n'est que dans la région du sphincter qu'ils envoient des fibres autour de ce dernier et vers l'infundibulum (*Sepioteuthis*, fig. 5 *u*, *w*, Pl. IV). Chez l'*Onychoteuthis* la musculature radiaire sous-cuticulaire (fig. 3 *p*, Pl. V) prend dans le piston une direction transversale. Nous rencontrons ces fibres transversales du piston dans toutes les formes de ventouses, mais à différents degrés de développement; leur contraction amène une extension du piston dans le sens longitudinal et facilite sa propulsion vers l'orifice.

Pour la compression de la cavité acétabulaire, le

sphincter doit changer de position et s'abaisser tout à fait au-dessous de la cupule élastique, car, sans cela, une grande partie de la force résultant de sa contraction serait annulée par la résistance de la cupule cornée. Partout donc où le sphincter constitue un puissant faisceau, on trouve en même temps de nombreuses fibres musculaires qui, partant du bord inférieur du cercle corné, passent par-dessus le sphincter, et s'insèrent sur l'autre côté dans son enveloppe conjonctive (fig. 5 u, Pl. IV). Il est clair que la contraction de ces fibres abaisse le sphincter au delà des bords inférieurs de la cupule cornée. Aussi, dans la plupart des cas, n'est-il réuni aux éléments environnants que par un tissu très lâche.

Muscles dilatateurs.

Les dilatateurs les plus puissants de l'espace acétabulaire sont les muscles longitudinaux du piston, c'est-à-dire ceux qui s'étendent entre le plancher du piston et la partie basale de la cupule. Morphologiquement, ils appartiennent à la musculature longitudinale du pédoncule. Nous avons pu voir une forme de transition chez les ventouses de *Sepiola Rondeletti* et de *Loligo vulgaris*.

Là où le piston présente un plancher supérieur, les dilatateurs semblent tout à fait séparés de la musculature longitudinale; il ne leur reste plus en commun que le point d'insertion sur la membrane sous-épithéliale. Naturellement, la disposition de ces muscles dilatateurs répond à la forme de l'appareil tout entier et change avec elle. Chez la Seiche, ils sont rangés régulièrement en symétrie radiaire autour du pédoncule, tandis que

chez *Onychoteuthis* ils sont disposés presque unilatéralement, si bien que, dans la partie comprimée de la ventouse, il n'y a presque plus de dilatateurs (fig. 3, Pl. V).

Il faut compter, parmi les muscles dilatateurs secondaires, les faisceaux circulaires situés sous l'épithélium du plancher du piston. Leur présence n'est pas fréquente. Les fibres qu'on rencontre dans la partie supérieure de la voûte cupulaire chez *Sepioloa* (fig. 4, *qu*) sont peut-être les premières traces de ce système de muscles. Leur développement n'est guère plus prononcé dans les grandes ventouses de la Seiche, mais, par contre, dans les ventouses des bras courts de l'*Onychoteuthis* (fig. 3, *cs*, Pl. V), ce sont des faisceaux relativement puissants.

L'existence d'une musculature sous-infundibulaire est beaucoup plus commune. Par sa disposition elle rappelle souvent les muscles transversaux de l'infundibulum des Octopodes. Il est vrai que la fonction n'est pas la même et que l'arrangement est autre. Ici, ils rayonnent de l'angle formé par l'épithélium infundibulaire et la cupule cornée (fig. 5 *sf*, Pl. IV) et constituent, par leur ensemble, un bourrelet enveloppé d'une membrane conjonctive résistante. Au premier coup d'œil, il est difficile de dire si cette musculature sert à la compression ou à la dilatation de la chambre acétabulaire. Nous devons cependant tenir compte des faits suivants. La contraction de ces muscles produit un bourrelet résistant situé sous l'infundibulum, qu'il tend à redresser. De plus, cette musculature est en rapport avec les dilatateurs par l'intermédiaire de l'enveloppe conjonctive de la paroi acétabulaire. La contraction des dilatateurs doit donc s'accompagner de celle de la musculature sous-infundibulaire, sans quoi l'action des dilatateurs serait en

partie perdue. Ajoutons encore que cette musculature attire les téguments extérieurs de la cupule vers le bord, téguments qui contribuent à l'application hermétique de la ventouse.

Cette musculature infundibulaire est développée chez *Sepioteuthis*, *Loligo*, *Sepia*, tandis qu'elle manque complètement chez *Sepiola*, l'*Onychoteuthis* et *Enoploteuthis*. Par contre, il y a une musculature infundibulaire circulaire dans les ventouses des bras courts de *Sepia*; elle est peu prononcée, il est vrai, mais son existence mérite d'être signalée, car c'est une preuve de plus que les ventouses des Décapodes se rapprochent, dans leur conformation, de celles des Octopodes. Chez *Onychoteuthis* (fig. 3, *a a'* Pl. V), il y a des muscles circulaires au même endroit, mais ils semblent être d'une autre provenance. Nous en reparlerons plus loin.

Dans cette comparaison, nous laissons de côté les ventouses d'*Onychoteuthis* et d'*Enoploteuthis*. Par la disposition de leurs parties charnues, elles commencent à perdre le caractère d'une ventouse proprement dite. C'est sur elles surtout que nous nous appuyerons pour chercher l'origine des crochets. C'est pourquoi nous les traiterons dans le chapitre consacré à ces appendices.

D. *Système nerveux des ventouses.*

Toutes les données sur le système nerveux dans les bras des Décapodes s'accordent à reconnaître un nerf axial du bras, formant une série de renflements ganglionnaires; de ceux-ci partent des filets nerveux qui se rendent dans chaque ventouse. Là s'arrêtent nos connaissances.

Le grand développement de l'appareil musculaire

pouvait nous faire supposer, à priori, qu'il devait être accompagné d'un système nerveux d'une importance correspondante. C'est ce qui existe en effet.

Le nerf central du bras envoie une branche dans le pédoncule de chaque ventouse. Après avoir traversé la musculature centrale du bras, cette branche pénètre dans la cheville conique hypodermale, dans l'espace cylindrique axial, ménagé au sein de la musculature radiaire (fig. 4 n, Pl. IV), et parcourt ainsi le pédoncule jusqu'à son insertion à la cupule. Arrivé ici, il grossit et devient un ganglion relativement très volumineux, qui se présente toujours sous la forme d'une masse granuleuse centrale, à laquelle aboutissent les fibres nerveuses provenant du pédoncule ou des parois de la ventouse. Cette dernière contient elle-même des cellules nerveuses disséminées.

Une puissante assise de cellules ganglionnaires unipolaires et bipolaires entoure cette masse centrale, y enfonçant quelquefois ses prolongements cellulaires. Du ganglion partent de nombreux faisceaux qui se rendent dans les parois de la ventouse en se ramifiant. Les faisceaux sont de même structure que le nerf pédonculaire : des filaments très fins, granuleux, quelquefois formant des tubes plus fins avec gaine et contenu. C'est chez la *Sepia* qu'on peut le mieux étudier le système nerveux ; un peu moins chez *Sepioteuthis* (fig. 5, g, n, Pl. IV) et *Loligo*.

Comme le ganglion pédonculaire ne manque à aucun céphalopode, nous pouvons affirmer de nouveau que la Sépiole ne fait pas exception sous ce rapport et que les grosses cellules du corps rond que nous avons décrit, ne sont pas autre chose que des cellules ganglionnaires (fig. 4, cr, Pl. IV).

Chez *Onychoteuthis* et *Enoploteuthis*, le ganglion

pédonculaire ne forme pas une masse compacte, comme chez les autres genres. Il est, en quelque sorte, disséminé; aussi sa présence peut-elle échapper aux recherches, d'autant plus qu'il n'est pas rare de rencontrer des cellules ganglionnaires le long du nerf pédonculaire.

Quant au système nerveux, nous avons à établir cette différence entre les Décapodes et les Octopodes que, dans les ventouses de ces derniers se rendent plusieurs branches nerveuses, tandis que chez les Décapodes il n'y en a qu'une seule. Cependant, si nous ne comparons au nerf pédonculaire des Décapodes que la branche axiale d'*Argonauta*, laquelle avant d'envoyer des ramifications dans les parois acétabulaires s'épaissit en un ganglion volumineux, nous ne trouvons plus sous ce rapport de différence entre ces deux groupes de Céphalopodes.

Qu'il me soit permis de mentionner ici que les ventouses des bras sessiles, chez *Sepioteuthis sepioidea*, portent à leurs bords libres des enfoncements (fig. 5, *ex*, Pl. IV) en forme de sachets, placés circulairement autour de l'orifice de la ventouse et qui communiquent avec le dehors par un orifice rétréci. Du fond et des parois de ces cavités s'élèvent des cellules épithéliales, fusiformes et flottant pour ainsi dire dans l'espace interne. Elles sont effilées et envoient leur prolongement filiforme hors de l'orifice. Je n'ai pu arriver à aucune conclusion sur la nature de ces structures, car ni la teinture de cochenille, ni l'acide osmique, ne m'ont donné une coloration caractéristique. Je dois cependant ajouter que les exemplaires de *Sepioteuthis* dont je disposais se trouvaient dans l'alcool depuis quelques années.

E. *Système sanguin.*

J'ai pu suivre la distribution du système sanguin chez tous les genres, excepté la Sépiole. Les deux vaisseaux sanguins qui accompagnent le système nerveux central des bras envoient aussi des branches dans le pédoncule, mais ces vaisseaux n'ont plus qu'une paroi formée d'une couche à fibres circulaires, avec une membrane extérieure de cellules plates étalées, à noyaux distincts. Les limites des cellules sont à peine visibles dans les préparations colorées au carmin-borax et la couche offre l'aspect d'une membrane homogène, contenant des noyaux disséminés (fig. 3, *v*, Pl. V, fig. 5, *v*, Pl. IV).

Des deux vaisseaux du pédoncule, l'un est toujours un peu plus large que l'autre (fig. 2, *v, v*, Pl. V). Arrivés à la hauteur du ganglion, ils se ramifient en envoyant partout des branches dans les parois de la ventouse; l'un des deux (c'est généralement le vaisseau le plus fort), forme autour du ganglion une courbe dont partent des vaisseaux secondaires qui se rendent au piston (*Loligo*). Une disposition caractéristique est celle d'un vaisseau circulaire dont le sphincter est souvent accompagné et d'où partent des canalicules radiaires. Sous l'infundibulum se trouvent encore d'autres vaisseaux qui ont la même disposition circulaire.

Chez *Sepioteuthis sepioïdea*, le bord extrême de la ventouse porte un vaisseau circulaire, dont partent d'autres petits vaisseaux qui entourent les sachets épithéliaux (fig. 5, *ex*, Pl. IV) déjà décrits. Souvent on peut voir ces petits canalicules perdre leur gaine à fibres radiaires, se continuer dans des tubes dont les parois

n'ont pas de structure histologique inappréciable et finalement échapper à l'observation microscopique.

APPENDICE

LES CROCHETS DES DÉCAPODES

D'ORBIGNY avait déjà remarqué que le cercle corné oblique, comprimé latéralement, porte sur son bord des dents qui augmentent de grosseur, à mesure que leur nombre diminue, et que certains Ommastrèphes portent, sur le cercle corné, une dent médiane qui dépasse en grandeur toutes les autres. Il crut pouvoir en conclure à une analogie entre les crochets, dont sont garnis les bras tentaculaires de l'*Onychoteuthis* et de l'*Enoploteuthis*, avec le cercle corné des ventouses. Voici, du reste, ce que dit à ce sujet l'éminent naturaliste :

« D'après ce que nous venons de dire, les fonctions des crochets seraient, à peu de choses près, les mêmes que celles des cupules cornées armées de dents. Si nous comparons les parties constituantes des crochets avec les cupules, nous trouvons également le pied, quoique court, les membranes contractiles de celles-ci; seulement là s'arrête la comparaison, car tout ce qui est intérieur au cercle corné dans les cupules disparaît dans les crochets qui nous présentent, par leur rainure longitudinale médiane, un cercle corné comprimé dont les deux parois viendraient s'appliquer l'une contre l'autre, tout en laissant à leur extrémité la dent médiane toujours plus grande que nous remarquons chez les Ommastrèphes, »

D'ORBIGNY a donc reconnu l'importance morpholo-

gique des parties cornées des appareils de fixation; s'il n'a pas trouvé de points de comparaison dans les parties charnues, c'est parce que leur structure lui était encore inconnue. En effet, si nous étudions auparavant certaines ventouses qui perdent peu à peu leur faculté de succion et se rapprochent des crochets, il ne nous sera pas difficile d'y trouver les représentants des muscles originellement dilatateurs et comprimeurs de la ventouse, mais remplissant d'autres fonctions. Ces formes de transition se trouvent précisément sur les bras des deux genres cités.

Si D'ORBIGNY a avancé que les cupules retiennent les corps étrangers plutôt par leurs crochets, que par une véritable succion, cela ne peut être vrai de ces formes-là; car, ici, les muscles dilatateurs et compresseurs des ventouses, ont subi une transformation si profonde dans leur position et leur force, qu'il nous est impossible d'affirmer que l'organe ait encore la faculté d'agir par succion. Les figures 8, 9, 10 (Pl. IV) représentent ces organes.

Parties cornées

Pour mieux démontrer la transformation du squelette épithélial en un crochet, il faudrait (autant que nous en pouvons juger d'après D'ORBIGNY) avoir recours au cercle corné des Ommastrèphes. Cependant une comparaison de la partie basale du crochet d'*Onychoteuthis* (fig. 12 et 13, Pl. IV), avec la cupule cornée des autres genres en montre suffisamment l'homologie. La cavité intérieure existe encore dans ces crochets (*ca*), ainsi que l'orifice extérieur, seulement comme la cupule est encore plus resserrée latéralement, l'ouverture s'est

soudée en grande partie et s'est réduite à un sillon (*s*) qui suit la dent médiane très développée. L'infundibulum même est représenté par une membrane cornée (*i*) qui entoure l'orifice et le sillon médian de la dent. On peut très bien voir que cette membrane est formée par la soudure des plaques primitives, correspondantes à chaque cellule épithéliale; encore passablement large autour de l'orifice, elle se rétrécit en accompagnant le sillon.

Le crochet est dérivé en majeure partie de la cupule acétabulaire primitive; sa partie extrême répond seule à une dent marginale. Le reste de l'infundibulum qui persiste à la base du crochet ne laisse aucun doute à cet égard. En outre, si l'on sonde une coupe transversale avec une aiguille fine, il est facile de s'assurer que le centre de la masse cornée est beaucoup moins dur que ses bords.

Chez *Enoploteuthis*, l'orifice de la cupule basale des crochets est complètement soudé, mais la masse qui la ferme est assez molle pour se laisser percer facilement par une pointe acérée.

Le bourrelet qui entoure la capsule cornée, chez la plupart des Décapodes, est étiré en une lame marginale, où sont ménagées les deux échancrures latérales (fig. 12 et 13, *e*) destinées au passage des faisceaux nerveux et des vaisseaux sanguins. Un acheminement à cette structure existe dans les cupules cornées des ventouses d'*Enoploteuthis* (fig. 7, Pl. IV). L'incurvation du bord antérieur qui donne naissance à un sillon est d'une importance tout à fait secondaire; un sillon pareil, mais en sens opposé, se trouve au même endroit du cercle corné chez les ventouses d'*Onychoteuthis*. D'après tout ce que nous venons de dire, il est évident que le crochet n'est qu'une cupule cornée transformée.

Musculature

Nous avons vu que les dilatateurs de la ventouse sont dérivés de la musculature longitudinale et qu'ils restent avec celle-ci dans des rapports plus ou moins intimes. Un coup d'œil (fig. 40, Pl. IV) nous rappellera la disposition de la musculature du piston de la ventouse figurée de l'*Onychoteuthis*, et la fig. 4 (Pl. V) celle du crochet. Ces deux exemples représentent bien la forme primitive des dilatateurs.

Quant à la forme dérivée ou secondaire, représentée par la plupart des ventouses des Décapodes, elle reparaît absolument la même dans la musculature interne des crochets d'*Enoploteuthis*; en outre, le pédoncule a conservé ici la conformation de celui des ventouses, tandis que chez *Onychoteuthis* il est déjà plus déformé. Il y a, outre les faisceaux longitudinaux (fig. 4, *l*, Pl. V) de l'axe, deux puissants faisceaux latéraux qui s'étendent latéralement sur la cupule du crochet. Ces faisceaux lui impriment un mouvement si étendu qu'il peut alternativement être appliqué sur le bras ou se soulever dans une position presque perpendiculaire. Ces fibres s'insèrent sur l'infundibulum de la partie basale du crochet (fig. 4, *f*, Pl. V). Nous savons du reste que toutes les ventouses peuvent subir les mêmes changements de position, grâce aux muscles sous-cuticulaires de la cheville conique (fig. 4, *sm*, Pl. IV).

Dans les pédoncules des crochets chez *Enoploteuthis*, les muscles longitudinaux décrivent une spirale en montant et, par conséquent, la disposition régulière des muscles radiaires se trouve dérangée. Nous pouvons observer le même enroulement spiral des muscles dans

le pédoncule des ventouses du même animal. Chez *Onychoteuthis*, les muscles radiaires s'écartent encore davantage de leur disposition primitive, par suite de la présence des deux faisceaux longitudinaux latéraux. Une série de coupes par la partie basale du crochet montre que le sphincter entourant la capsule cornée a quitté en partie sa position primitive.

D'abord, il s'est séparé en quelque sorte de la cupule et forme un bourrelet, en avant de la partie basale du crochet (fig. 4, s, Pl. V); se conformant aux contours de cette pièce cornée, ce muscle diminue, s'élève et disperse ses fibres dans les téguments de la partie dorsale du crochet. D'autres fibres du sphincter primitif sont repoussées plus haut sous l'infundibulum (*tr*) et pénètrent par les côtés dans le piston interne (*s*).

Pour trouver l'explication de ce fait, il faut étudier les changements de l'arrangement des muscles compresseurs dans les ventouses de ces mêmes animaux. Chez *Enoploteuthis* (fig. 40 c, c', Pl. IV) on trouve ce fait surprenant que le muscle compresseur disparaît justement à l'endroit où il est ordinairement le plus puissant, c'est-à-dire dans la partie dorsale du crochet, et que, chez *Enoploteuthis*, il acquiert son plus grand développement dans la partie ventrale (fig. 3, a, Pl. V). C'est le même phénomène que pour les crochets et l'analogie s'étend aussi jusqu'à un certain point à la fonction.

Les téguments sont très développés dans la région terminale du crochet et forment une sorte de capuchon autour de la dent. D'ORBIGNY dit que la dent peut en sortir ou s'y cacher. Ces mouvements ne peuvent être produits que par l'action de cette partie de la musculature que nous avons décrite en dernier lieu. Dans les ventouses, le sphincter exerce aussi une traction sur les

téguments latéraux de la cupule; c'est donc le même fait que pour les crochets. Il est probable que les fibres qui s'étendent de l'infundibulum du crochet jusqu'aux téguments dans sa partie basale et qui sont la suite des muscles longitudinaux du pédoncule, ont pour fonction de soulever la gaine retirée et que, en même temps, les fibres voisines du sillon médian du crochet ramènent sur lui le capuchon.

Quant à l'épithélium cératogène, il se présente tout à fait sous la même forme que chez les ventouses (fig. 5, Pl. V). Ce sont des cellules cylindriques placées sur une membrane conjonctive (*t*) qui sécrètent une cuticule. Celle-ci épaisit de plus en plus, jusqu'à ce que la masse cornée atteigne son développement définitif. Les cellules présentent, dans la plupart des cas, une striation longitudinale, aux deux extrémités de leur masse protoplasmique, et cette même striation se continue souvent dans leurs produits cornés. On peut distinguer, dans la masse cornée, des lignes de stratification ondulées, parallèles, dont chaque ondulation correspond à une cellule; ce ne sont que les limites des couches de croissance.

La cavité du crochet étant remplie complètement par le piston, l'épithélium de ce dernier vient naturellement s'appliquer contre la paroi interne de la capsule, de sorte que celle-ci se trouve placée entre deux épithéliums, et qu'au premier coup d'œil on pourrait être tenté de croire qu'ils contribuent tous les deux à la sécrétion du squelette corné. Un grossissement plus fort cependant nous fait reconnaître que les propriétés cératogéniques n'appartiennent qu'à l'épithélium externe.

Il y a divers degrés de développement de la gaine du crochet. Pour les crochets longs d'*Onychoteuthis*, la gaine laisse la pointe courbée toujours libre, tandis qu'elle enveloppe les petits crochets de l'autre série en

s'élevant latéralement sur l'infundibulum et se soudant au-dessus du sillon médian; il faut donc la fendre en long pour faire sortir le crochet.

Les crochets qui ont eu l'occasion de servir, sont privés de gaine; c'est du moins ce que je crois pouvoir conclure de mes exemplaires conservés à l'alcool. Les muscles compresseurs et dilatateurs de la ventouse se seraient ainsi modifiés, les uns pour servir à faire sortir l'arme de sa gaine, les autres pour la faire rentrer.

Quant au système sanguin et au système nerveux, il n'y a pas de différence notable entre ces deux catégories d'appareils. Leur continuation dans le pédoncule est la même, seulement, comme les téguments sont serrés contre la crête latérale de la cupule basale, celle-ci leur ménage deux échancrures latérales, afin qu'ils puissent aller alimenter les parties constituantes de la gaine.

Dans les crochets des bras sessiles d'*Enoploteuthis* nous ne trouvons pas trace de l'infundibulum de l'orifice central, point de capsule basale; il nous serait donc impossible de trouver leur origine acétabulaire, puisque nous n'avons pas parcouru les différents degrés de l'échelle de leur développement.

Enfin, leur disposition le long des bras vient encore parler en faveur de l'origine acétabulaire de ces organes. Dans les bras tentaculaires d'*Onychoteuthis* les ventouses sont, il est vrai, complètement remplacées par les crochets, mais chez *Enoploteuthis* nous les trouvons, pour ainsi dire, mêlés avec les ventouses.

Chez *Onychoteuthis* les bras sont un organe de préhension singulièrement perfectionné. A la base des crochets se trouve une plaque garnie de ventouses (fig. 44, *v*, *B*, Pl. IV), dont chacune correspond à un mamelon (fig. 44, *m*, *A*). Les ventouses des plaques acétabulaires entrent en jeu lorsque les bras tentacu-

lares s'approchent l'un de l'autre, et chacune saisit le mamelon correspondant de l'autre bras; les bras sont ainsi liés et peuvent étreindre la proie entre leurs crochets avec d'autant plus de force. Les extrémités des bras sont garnies de plaques acétabulaires terminales, contenant 11 à 12 ventouses, qui retiennent le corps saisi et assurent la fonction des crochets.

Chez *Enoploteuthis*, les plaques acétabulaires basales sont moins développées; les plaques terminales y manquent complètement.

Résumé.

Voici en abrégé les résultats de cette étude :

1. Les ventouses des plaques acétabulaires de l'*Onychoteuthis* et de l'*Enoploteuthis*, sont des formes intermédiaires entre les ventouses des Octopodes et les ventouses communes aux Décapodes ;

2. Les muscles compresseurs des ventouses chez les Décapodes, sont une dépendance des muscles radiaires et circulaires des pédoncules ;

3. Les muscles dilatateurs des ventouses des Décapodes, sont une dépendance des muscles longitudinaux du pédoncule ;

4. La présence de dilatateurs et de compresseurs dans les ventouses des Décapodes, s'accompagne de celle de parties cornées, d'origine cuticulaire, qui ont pour but d'augmenter l'adhérence de l'appareil de fixation et la résistance de ses parois ;

5. Ces organes, primitivement accessoires, atteignent chez les Décapodes un si grand développement, qu'ils jouent, dans la fixation de l'appareil, un rôle aussi important que les parties charnues dont la fonction est de produire le vide ;

6. Enfin ces formations cuticulaires se développent chez quelques Oïgopsides en de puissants crochets ;

7. Les parties charnues des ventouses, destinées à la succion et jouant primitivement le rôle principal dans l'acte de la fixation, se conforment aux transformations des parties cornées et finissent par se mettre au service des crochets. L'appareil des crochets est donc morphologiquement comparable à la ventouse des Décapodes.

Organes de fixation des Poissons.

Dans la classe des Poissons, l'on connaît deux formes différentes d'appareils de fixation : le disque dorsal de succion du genre *Echeneis* et le disque ventral des Gobiesocides.

Chez ces derniers, c'est une véritable écuelle fonctionnant par succion, tandis que l'appareil de fixation des autres est basé sur l'adhérence de corps aigus, pénétrant dans les parois de l'objet contre lequel l'appareil est appliqué. Nous allons voir que sous ce rapport, le mécanisme a beaucoup d'analogie avec celui des ventouses des Céphalopodes.

Echeneis remora. (Fig. 6, Pl. V.)

L'on n'a pas encore fait une anatomie détaillée de cet organe ; celle surtout du système musculaire laisse beaucoup à désirer ¹. S'il peut sembler au premier coup

¹ Voir au supplément bibliographique.

d'œil que nous ayons affaire à un organe très simple, l'étude anatomique nous convaincra bientôt du contraire.

L'appareil consiste en un disque ovale qui s'étend depuis l'os maxillaire supérieur, sur les os crâniens déformés, jusque dans la région des nageoires pectorales sur-élevées. Ce disque est entouré d'un rebord puissant, formé principalement de tissu conjonctif. Une rainure médiane longitudinale divise le disque en deux moitiés, dont chacune porte 19 peignes cornés, rangés comme les palettes d'une jalousie et reliés entre eux sur la ligne médiane par de forts téguments.

Toutes les palettes ne rencontrent pas l'axe médian sous le même angle; les peignes du milieu seulement forment des angles droits, celles de devant rencontrent l'axe sous des angles de moins de 90° ouverts en avant, ceux de la partie postérieure forment les mêmes angles, mais en sens opposé.

Ces parties osseuses sont de moins en moins grandes à mesure qu'on approche des pôles de l'ellipse; en même temps elles prennent la forme d'un  renversé et très étiré.

Aux pôles de la ligne médiane, il y a des proéminences cordiformes, trahissant la présence sous le derme des dernières petites pièces osseuses qui terminent la série des peignes. On remarque en outre de petits corps situés dans les fentes entre les dents; ils nous semblent destinés à empêcher les dents de se toucher et de s'engager les unes dans les autres.

Les dents sont dirigées d'avant en arrière; il résulte de cette disposition que lorsque l'*Echeneis* est fixé, par exemple, sur les téguments d'un poisson bon nageur, la pression qu'exerce l'eau, par suite du déplacement, sur la tête de l'animal, ne sert qu'à enfoncer plus pro-

fondément les dents dans l'hôte et à assurer d'autant mieux la fixation.

D'après WIEDERSHEIM, BECK aurait le premier fait remarquer que le disque dorsal d'*Echeneis* correspond à la première nageoire dorsale transformée; il fonda cette homologie principalement sur le mode de distribution des vaisseaux sanguins et des faisceaux nerveux. On peut poursuivre aussi l'homologie jusqu'à un certain point dans le squelette.

La partie moyenne de ce disque, séparée de la tête et renversée, est représentée dans la fig. 6 (Pl. V). Correspondant à la ligne médiane, une membrane puissante s'étend d'un bout à l'autre; elle contient les corps *a a*, dans lesquels on reconnaît les *internotalia* ou *interspinalia* de la nageoire dorsale. Les *interspinalia* élargis à droite et à gauche en deux lobes osseux, envoient en arrière leurs apophyses inférieures, en s'amincissant, et enfin, se perdent dans le tissu excessivement résistant de la membrane. Celle-ci se prolonge jusqu'aux premières apophyses dorsales de la colonne vertébrale.

Des os longs (*b*) en forme d'ailes sont placés entre les élargissements lobaires terminaux; ils s'étendent sur toute la largeur du disque ovale. Chacun d'eux présente au milieu une dépression, dirigée parallèlement à l'axe longitudinal du disque; c'est dans ces dépressions, que sont logées les pièces interspinales. A partir du milieu, ces pièces s'amincissent, décrivent des courbes à concavité postérieure, puis chacune se divise en deux lobes inégaux dont le plus petit (*l*) est placé sur l'autre (*l'*) sous un angle aigu et sort entre les peignes; l'autre (*l'*) beaucoup plus grand se rend jusqu'au bord et forme un appui pour le peigne.

Le porte-dents ou peigne (*c*) est muni d'une sorte de manche, du côté opposé à celui qui porte les dents; sa

longueur et sa forme varient suivant la position du peigne dans la rangée et suivant l'âge de l'individu, de même que chez les individus plus âgés, ces prolongements sont beaucoup plus prononcés vers les pôles du disque et se terminent en une pointe. Les porte-dents peuvent tourner autour de leur axe longitudinal, car ils sont appuyés, d'un côté sur le lobe latéral de l'os interspinal (*a*), de l'autre côté sur le lobe (*b*) de l'os trabéculaire.

Les recherches que j'ai faites pour trouver des homologues dans les autres parties du squelette du disque et de la nageoire, n'ont pas été couronnées du même succès.

Il est reconnu que le squelette des nageoires dorsales, chez les Acanthoptérygiens, n'est pas partout identique, mais que ses trois parties principales : l'os spinal inférieur, l'os interspinal supérieur et le rayon épineux, peuvent être retrouvés avec plus ou moins de facilité dans les différents groupes. Par contre, dans le disque du Remora, la difficulté de cette homologation est insurmontable. Supposons, par exemple, que les os trabéculaires se soient développés par un élargissement latéral des interspinaux supérieurs; les deux peignes latéraux devraient alors correspondre à un rayon épineux. Nous sommes évidemment très embarrassés d'expliquer la transformation d'un os médian en deux os latéraux symétriques complètement différents de l'os primitif. Si, par contre, on admet que les peignes soient des interspinaux supérieurs transformés et que les os trabéculaires correspondent aux rayons épineux, l'explication du mode de transformation n'en est pas plus facile. Les difficultés augmentent encore si nous nous approchons des pôles du disque, où nous rencontrons des os accessoires, intercalaires, qui forment un

squelette puissant, servant en première ligne à l'insertion des muscles et dont l'articulation leur permet de s'appliquer hermétiquement sur le bord.

La musculature est représentée par deux systèmes :

1. Élévateurs des peignes (fig. 6, *d*, *f*, *h*, Pl. V);
2. Rotateurs des os trabéculaires (*i*).

Les élévateurs des peignes ont toutes leurs insertions sur les apophyses antérieures ou manches des peignes. Ils se divisent en deux groupes : les uns s'insèrent dans la membrane conjonctive médiane des os interspinaux, les autres courent latéralement pour s'insérer dans les parties profondes du tégument céphalique et post-céphalique.

La membrane médiane s'étend de l'os intercalaire antérieur, à côté duquel sont situées les bosses des premiers peignes, jusqu'aux premières apophyses dorsales de la colonne vertébrale. Il y a encore des muscles qui se fixent à cette membrane et qui aboutissent au tissu conjonctif qui relie les os trabéculaires (*e*); d'autre part, les manches des peignes servent encore de point d'insertion aux faisceaux (*h*) qui se réunissent en un cordon ligamentaire qui occupe la ligne médiane de chacune des moitiés latérales du disque.

Les antagonistes de ces muscles sont les faisceaux (*i*) qui exercent une traction sur les os trabéculaires par l'intermédiaire d'un tissu conjonctif qui les enveloppe. Ces muscles rotateurs des os trabéculaires sont de puissants faisceaux qui s'insèrent sur les bords des os nasaux, frontaux et pariétaux du crâne.

L'étendue considérable du disque et sa position sur le crâne, ont produit en sa faveur une déformation des os crâniens.

Les os nasaux, frontaux et pariétaux, sont courbés en dehors et forment, dans leur ensemble, une exca-

vation qui loge la musculature du disque et sur les bords de laquelle le squelette est appuyé.

En outre, le scapulaire et l'os suprascapulaire, soudés ensemble, partant de l'occipital, forment un arc élargi vers le bord; cet arc sert également de point d'appui à l'appareil de fixation et de lieu d'insertion pour divers muscles.

Les téguments de la tête forment autour du disque le rebord déjà mentionné, qui contient aussi des fibres musculaires. Les parties squelettaires ont leurs extrémités implantées dans ce bourrelet marginal et sont unies à son tissu conjonctif avec tant de force, que lorsqu'on cherche à séparer le bourrelet du squelette, il arrive souvent qu'on déchire plutôt les parties osseuses.

En même temps, ce tissu est assez lâche, pour permettre le mouvement de ces plaques avec autant de facilité que s'il y avait de véritables articulations.

L'appareil de fixation est muni d'un riche système sanguin et nerveux, qui pénètre dans le disque, immédiatement en arrière de l'occipital. Les branches principales de ces deux systèmes suivent la membrane médiane, les téguments longitudinaux de chaque moitié du disque et le bord.

Avant de se fixer, l'animal fait contracter les muscles (*i*) rotateurs des os trabéculaires; ceux-ci se tournent de telle façon qu'ils appliquent leurs lobes (*l*) contre les peignes et les font tourner en arrière. Les plaques du disque présentent alors l'aspect d'une jalousie fermée. Ainsi préparé, l'appareil est appliqué et les muscles antagonistes entrent en jeu.

La contraction des différents muscles qui s'insèrent aux manches dorsaux des peignes, font tourner ceux-ci autour de leurs axes longitudinaux et, par conséquent, les redressent. Les dents, inclinées sous un angle obtus

par rapport au plan du disque, pénètrent l'objet sur lequel la fixation s'opère. Avant l'application, les parties osseuses du disque étaient accolées les unes aux autres. Maintenant elles se redressent, l'espace entre les peignes devient beaucoup plus grand, et le bord étant déjà appliqué, l'adhérence de l'appareil est augmentée d'une véritable succion.

Plus l'hôte nage vite, plus la pression de l'eau sur le Rémora augmente, agissant comme une force qui tirerait l'animal en arrière; les plaques dentaires tendent toujours plus à se redresser. L'espace qui les sépare devient plus grand, la succion plus forte, les dents entrent plus profondément dans les téguments de l'hôte — en un mot — avec la vitesse augmente l'adhérence de l'appareil.

Ainsi donc :

L'organe de fixation des Echinéides, qui a pris naissance par transformation de la nageoire dorsale, est un disque ovale situé en majeure partie sur les os crâniens supérieurs déformés. Les interspiniaux de cette nageoire modifiée, déplacés en avant, portent deux sortes de lamelles osseuses qui, par leur disposition et leurs mouvements, peuvent être comparées aux planchettes d'une jalousie. En même temps que les dents des plaques osseuses s'implantent dans un corps étranger quelconque, il s'opère une véritable succion qui contribue pour une large part à la fixation de l'animal.

Lepadogaster Gouanii. (Fig. 7 et 8, Pl. V.)

Des opinions contradictoires ont eu souvent cours sur l'origine morphologique du disque acétabulaire ventral des Gobiésocides. D'après les uns, il se serait

formé par la fusion des nageoires ventrales, d'après les autres, les nageoires ventrales ne formeraient que le bourrelet antérieur séparé du disque, tandis que la ventouse proprement dite serait un organe à part, indépendant des nageoires ventrales. Ces interprétations contradictoires m'ont engagé à reprendre l'étude anatomique de l'organe en question; d'autant plus que je ne pus pas trouver dans la bibliographie, l'explication du mode de fonction des différents systèmes musculaires de ces organes.

Le disque suceur du *Lepadogaster* est formé de deux parties :

1. D'un rebord antérieur en forme d'arc, dont les extrémités sont formées par les deux nageoires ventrales;

2. D'une écuelle postérieure, la ventouse proprement dite, qui est séparée du rebord antérieur par un profond sillon.

Le rebord antérieur du disque ainsi que le bord postérieur de la ventouse, sont garnis d'une lame tégumentaire. Cette lame est beaucoup plus prononcée dans la partie qui correspond à la ventouse, où elle présente en outre des épaisissements radiaires, répondant aux prolongements lobaires. La souplesse de ces lames permet une application hermétique du bord. Le disque acétabulaire, pris dans son ensemble, est pourvu d'appendices tégumentaires sous forme de plaques hexagonales qui donnent au bord de la rugosité et, par conséquent, de la résistance aux forces extérieures qui tendraient à les déplacer. Le bord antérieur de la ventouse proprement dite porte aussi de ces surfaces rugueuses qui sont séparées des précédentes par deux dépressions latérales.

Les nageoires pectorales sont en rapport intime avec

le disque ventral; elles peuvent s'appliquer contre deux lamelles latérales qui sont placées entre le bord de la ventouse et le corps, de sorte, qu'avec l'aide des nageoires ventrales, l'espace entre le bourrelet antérieur et la ventouse, peut être complètement fermé.

Si, partant de ce point de vue, nous considérons les nageoires pectorales comme des organes accessoires de fixation, le squelette du disque serait alors composé de :

1. Squelette des nageoires pectorales;
2. Squelette des nageoires ventrales;
3. Squelette de la ventouse proprement dite.

La formation du disque a amené une déformation partielle du squelette des nageoires pectorales. L'os suprascapulaire se joint à l'omoplate (fig. 8, *sc*, Pl. V). L'humérus forme une lame osseuse saillante, sur laquelle s'insèrent de nombreux muscles. Le radius et le cubitus sont soudés en une palette osseuse (*v*), dont le manche s'étend vers la ligne médiane pour se réunir à celui des radius et cubitus de l'autre nageoire pectorale. Les carpes sont composés d'osselets, rangés les uns à côté des autres, et laissant entre eux des espaces libres pour le passage des muscles qui vont aux rayons ptérygiens.

Le squelette des nageoires ventrales est soudé en une charpente unique qui, d'autre part, est intimément liée avec les os du squelette des nageoires pectorales. Cette charpente est d'une complication trop grande pour que nous en puissions donner la description détaillée dans le présent travail.

Si l'on fait abstraction de quelques incurvations, on peut admettre, comme base de cette charpente, une figure de triangle isocèle dont la base (fig. 8, *y*) est située en avant. Ce triangle isocèle est divisé en deux

triangles rectangles par une perpendiculaire (x) partant du sommet vers la base. C'est la base qui est rattachée par de forts téguments aux os radio-cubitaux. Les os qui forment les hypothénuses sont garnis d'excroissances spéciales et d'échancrures, dans lesquelles s'articulent les cinq rayons de la nageoire ventrale; les parties basales de ces rayons sont bifurquées et posées sur ces hypothénuses comme un cavalier sur son cheval.

Le premier rayon est transformé en un os court et recourbé, qui sert de point d'insertion aux muscles marginaux, tandis que les autres rayons ont la forme normale.

L'os médian du triangle isocèle se continue en arrière et porte à son extrémité le squelette de la ventouse. Celui-ci consiste en deux lames osseuses latérales (p), sous lesquelles se place un os médian, élargi en avant et s'effilant en pointe à l'arrière (w). Toutes ces parties sont liées par un tissu conjonctif puissant qui permet pourtant aux muscles de se mouvoir. Les lames portent, sur leurs côtés latéraux, deux petites plaques (k) qui forment avec elles un angle oblique et portent des prolongements tégumentaires en forme de nageoires secondaires.

A cette division du squelette correspondent différents systèmes musculaires qui ont aussi des rapports plus ou moins intimes.

Quant à la musculature du rebord antérieur, nous devons signaler en premier lieu un muscle puissant (fig. 7, h), qui s'étend du premier rayon de la nageoire ventrale jusqu'au promontoire des deux os radio-cubitaux réunis sur la ligne médiane.

Par la contraction de ces deux muscles, les nageoires ventrales s'élargissent dans le plan du disque. Les mus-

cles (*o*) qui relient les autres rayons à la crête saillante de l'os médian agissent aussi dans le même sens. En s'insérant sur l'une de leurs apophyses basales, ils peuvent les faire basculer dans leur échancrure. Sur l'autre côté s'étend le long de l'os correspondant à l'hypothénuse, un faisceau qui s'insère sur les autres apophyses des rayons ptérygiens et qui aident les muscles précédents dans leurs fonctions. Les muscles obliques (*c*) doivent être considérés comme les antagonistes du système précédent, parce que leur contraction resserre les rayons contre le disque; ils entrent par les ouvertures (fig. 8, *t*) dans l'intérieur de la charpente où ils trouvent leur insertion sur des trabécules osseux.

Dans le même sens agissent les faisceaux musculaires puissants qui s'étendent de la crête osseuse médiane jusqu'aux rayons ptérygiens, en s'insérant un peu au-dessus de leurs bases bifurquées.

La crête antérieure de la charpente osseuse est liée par la musculature (*l*) aux deux extrémités réunies des os radio-cubitaires. Ces muscles amènent un mouvement de bascule du squelette des nageoires pectorales, en ce sens que celles-ci s'éloigneraient du disque acétabulaire.

L'excavation de l'écuelle acétabulaire est augmentée par les muscles *f* et *s* (fig. 8), dont la contraction fait rentrer les lames, situées sur la ligne médiane dans la paroi du corps, tandis que les muscles marginaux (*e* et *qu*) font soulever le rebord.

Les compresseurs de la ventouse sont nombreux. A l'endroit même où les faisceaux marginaux sont insérés sur la lame osseuse (*p*), il y a d'autres muscles, dont l'un (*b*) s'étend dans le squelette des nageoires ventrales, l'autre (*l*) passe au-dessous de la lame et se joint à la musculature postérieure du corps. En outre, un faisceau part du squelette des nageoires ventrales, passe au-

dessous du muscle marginal (*e*) et de la lame (*p*) jusqu'au muscle marginal postérieur (*qu*); ce faisceau (*g*) tend à rapprocher le bord de la plaque osseuse et de cette façon à évaser l'excavation acétabulaire.

Le muscle (*a*) venant du squelette de la nageoire ventrale s'insère sur la plaque secondaire (*k*) et la met en mouvement; sa contraction presse l'appendice en forme de nageoire secondaire contre la nageoire pectorale et ferme l'espace entre le rebord et la ventouse. Il y a encore de puissants faisceaux qui s'étendent du rebord jusqu'à l'os sous-maxillaire. C'est par cet espace que le système sanguin (*n*) entre dans l'appareil et se répand dans ses différentes parties.

La formation du disque ventral exerce son influence sur la conformation de la tête tout entière. Tandis que chez *Echeneis* la tête présentait une sorte de coin, ici elle est pointue en fer de flèche, car il est évident que cette forme est celle qui donne le moins de prise à la pression directe de l'eau sur le corps de l'animal.

Il résulte de l'étude anatomique qu'on vient de lire, que nous pouvons retrouver les nageoires ventrales dans le rebord antérieur, tandis que nous ne pouvons tirer aucune conclusion quant à l'origine morphologique de la ventouse proprement dite. Pourrait-on considérer ses lames osseuses comme représentant les sixièmes rayons ptérygiens? Si non, sont-ce des formations complètement primitives et indépendantes? Voilà des questions qu'on pourrait peut-être élucider plus facilement en s'adressant à l'embryologie.

Quant au mécanisme de l'appareil, on doit admettre que la fixation s'opère au moyen de la ventouse; seulement, il est difficile de comprendre l'utilité des deux sillons (*fu*) qui doivent empêcher l'application hermétique du bord. C'est pourquoi il faut recourir aux

appareils accessoires et admettre qu'ils augmentent l'adhérence du disque. Grâce aux nageoires ventrales, pectorales et aux lames tégumentaires latérales du disque, l'espace peut être fermé de façon que l'eau n'y puisse entrer.

Ventouses des larves de Grenouilles.

Rana temporaria. (Fig. 44, Pl. III.)

Les ventouses des têtards sont remarquables par leur existence éphémère et la simplicité de leur conformation. Elles ne fonctionnent que pendant la vie larvaire, dépérissent et disparaissent complètement, aussitôt que les premiers rudiments des extrémités postérieures commencent à se montrer. Leur formation commence 40 ou 44 jours après l'apparition de la segmentation. Les arcs viscéraux de l'embryon deviennent plus saillants, ils se rapprochent l'un de l'autre et l'espace qui les sépare au milieu s'enfonce, en formant un profond sillon, qui s'ouvre plus tard dans le tube digestif et en constitue la partie antérieure. Dès que ces événements se sont accomplis, l'ectoderme se replie sur le bord ventral de la région des arcs, ses cellules pullulent et constituent un bourrelet en 8 couché, qui circonscrit deux fossettes oblongues. Ces fossettes se réunissent dans la partie inférieure; puis plus tard, se séparant, elles constituent une paire de ventouses rondes.

La fig. 44, Pl. III, présente une coupe transversale des ventouses, au moment de leur complet développement. Un ectoderme à deux assises de cellules (*ec*) s'élève en bourrelet autour d'une cavité acétabulaire

ronde. Les bourrelets se sont formés par la croissance locale des cellules, suivant une circonférence dont le centre forme un creux. Les cellules ectodermes (*c*) se différencient pour devenir les dilatateurs de la cavité acétabulaire. Ce sont des cellules prismatiques, allongées dans la direction du centre de la cavité interne. Elles sont séparées du feuillet mésodermal (*m*) par une simple assise profonde de cellules ectodermes.

Les noyaux des cellules prismatiques sont situés dans la partie basale de chaque prisme ; le protoplasma qui les entoure n'est un peu transparent que dans la partie supérieure ; c'est pourquoi la limite de la cavité acétabulaire est formée d'une zone claire. Dans le reste de l'ectoderme, les masses pigmentaires ectodermes ne se trouvent qu'à la partie supérieure des cellules, où elles forment une sorte de couche cuticulaire. Près des ventouses, au contraire, le pigment s'enfonce entre les cellules du bourrelet et les cellules prismatiques, et augmente ainsi le contraste entre la zone claire qui en est dépourvue et les parties avoisinantes.

Il arrive souvent que la ventouse présente une surface extérieure plane ; dans ce cas, les cellules prismatiques viennent se placer au même niveau que le bourrelet. En outre, les cellules internes présentent un aspect particulier se rapprochant de celui des cellules glandulaires. Ces deux faits peuvent nous engager à rechercher si l'organe de fixation des larves de grenouilles n'agirait pas plutôt par l'intermédiaire de quelque sécrétion visqueuse.

Mes recherches m'ont amené à la conviction que ces organes ne peuvent fonctionner que par succion. Voici les observations que j'ai faites et qui serviront de preuves à mon interprétation du fonctionnement des cellules prismatiques :

J'ai fixé quelques larves de même âge, les unes dans l'alcool absolu, les autres dans l'alcool à 70°, afin de voir la différence entre les résultats de cette méthode de durcissement et ceux qu'on obtient en traitant les embryons avec le liquide de KLEINENBERG. J'eus la surprise de voir que les cellules prismatiques offraient un aspect tout différent suivant la méthode adoptée, car, outre la coagulation protoplasmique à laquelle je m'attendais, je trouvai, dans les préparations à l'alcool, les cellules prismatiques s'étendant jusque vers l'orifice, si bien que la chambre acétabulaire avait disparu. Je n'attachai d'abord que peu d'importance à ce fait, croyant avoir affaire à une anomalie, ou à une larve très avancée dans son développement, dont les ventouses seraient déjà à l'état de dégénérescence.

Ayant repris plus tard l'étude des larves fixées dans l'alcool, j'ai trouvé partout les cellules prismatiques très étendues; le premier cas observé n'était donc point une exception. Ces ventouses avaient donc la forme de mamelons solides avec une très légère excavation au sommet. Les parois des mamelons étaient revêtues d'une simple assise de cellules ectodermales; les rebords seuls étaient formés d'une masse cellulaire comprenant plusieurs couches.

L'intérieur était constitué par des cellules prismatiques excessivement longues, qu'il serait plus juste d'appeler des pyramides tronquées, puisqu'elles allaient en s'amincissant vers le haut. Comme l'alcool ne possède pas la propriété de faire dilater les cellules, nous devons admettre que les cellules radiaires étaient à l'état de contraction chez les larves fixées dans le liquide de KLEINENBERG, tandis que dans l'autre cas, elles se trouvaient dans leur état normal.

C'est pourquoi nous considérons les organes de fixa-

tion des têtards comme des ventouses proprement dites. ECKER leur attribue aussi le pouvoir de succion et dit que les jeunes larves se fixent au moyen de ces organes sur des feuilles de plantes aquatiques, tandis que GOETTE désigne les organes analogues du *Bombinator igneus* simplement comme organes de fixation (Haftorgane), et ne nous dit rien de leur conformation, ni de leur fonctionnement.

Résumé.

Ainsi donc les organes de fixation des larves de grenouilles sont des ventouses dont la conformation est la plus simple que nous ayons rencontrée dans le cours de notre étude. Ce sont des organes ectodermaux, consistant en des mamelons très peu excavés au sommet. Une simple couche de cellules ectodermales en forme la paroi. En un endroit, ces éléments deviennent de longues cellules radiaires qui, par leur contraction, produisent une profonde chambre acétabulaire, tandis qu'en revenant à leur état normal elles l'évasent.

APERÇU GÉNÉRAL

Les ventouses apparaissent sous les formes les plus diverses dans le règne animal. De la simple structure des ventouses des larves de grenouille, on peut parcourir tous les degrés de développement jusqu'aux puissants et merveilleux organes de fixation des Céphalopodes; mais cette échelle ne correspond point aux embranchements ou groupes du système naturel, comme on serait tenté de le croire au premier abord.

Il est évident que les appareils de fixation dans les

différents embranchements du règne animal ne sont pas des organes homologues, mais simplement analogues, c'est-à-dire qu'ils ont des origines diverses. C'est pourquoi nous ne pouvons tirer, de la structure comparée des ventouses, des conclusions relatives à la parenté des animaux qui les portent, qu'à la condition de limiter cette comparaison aux organes de fixation d'un même embranchement. Il va sans dire que, partant de ce point de vue, on ne peut pas comparer les ambulacres des Échinodermes avec les ventouses des Céphalopodes. Ce rapprochement ne serait permis qu'à un point de vue purement physiologique. Une autre question non moins importante se poserait alors, à savoir : Les organes destinés à la même fonction, mais d'origines indépendantes, ont-ils des parties histologiques analogues, et cette analogie résulte-t-elle des lois mécaniques ?

Il y a donc deux points à éclaircir, à savoir : L'homologie des ventouses dans chaque embranchement en particulier, et l'analogie de ces organes dans tout le règne animal.

Abordons premièrement l'homologie des ventouses chez les Échinodermes. Nous avons déjà dit qu'on ne peut pas trouver, dans la structure des ambulacres, des caractères distinctifs pour les différents ordres de cet embranchement. Ceci nous montre déjà que toutes les formes se sont produites par suite de l'adaptation successive d'un type fondamental à différentes fonctions.

Le rôle physiologique des ambulacres des Astérides et des Échinides réguliers diffère complètement de celui des ambulacres des Spatangues, qui ont perdu la faculté de succion. Et cependant toutes ces formes portent, à n'en pas douter, le caractère d'une origine commune.

Comme point de départ, on doit prendre l'ambulacre des Astérides. Nous en concevons l'origine sous forme d'une papille dermique qui, dans le cours du développement, se serait allongée et aurait entraîné avec elle les éléments hypodermiques. En même temps, le canal aquifère viendrait s'ouvrir dans son intérieur.

Cette papille allongée, changée en tube, se constitue enfin à son extrémité un disque qui est la ventouse proprement dite. Les rapports qui existent entre les éléments du disque acétabulaire et ceux du tube ou pédoncule permettraient de comprendre le développement de la ventouse, alors même que TEUSCHER ne l'aurait pas indiqué en se basant sur l'étude d'un ambulacre en voie de formation.

Le disque acétabulaire, dans la plupart des Astérides, est complètement dépourvu de produits calcaires. Chez certains genres, cependant, on trouve des spicules calcaires, déposés dans le disque et qui ont évidemment pour but de donner de la résistance à cet appareil mou.

Cette première ébauche d'un squelette interne atteint un grand développement chez tous les Échinides. Mais, tandis que chez les Réguliers, l'ambulacre, dans les parties charnues, répète encore la structure de celui des Astérides, le même organe chez les Irréguliers s'éloigne déjà beaucoup du type primitif, bien que la modification ne s'opère pas d'une manière brusque. C'est ainsi que la partie terminale de l'ambulacre des Spatangues tantôt conserve sa forme de disque et tantôt prend l'aspect d'une houe. Dans ces cas, l'ambulacre contient, d'après LOVÉN, des glandes dont la viscosité sert à capturer de petites proies vivantes.

Nous pouvons suivre pas à pas cette transformation successive qui se présente dans le groupe des Échinodermes ; mais en revanche nous rencontrons des diffi-

cultés insurmontables dans la recherche de l'homologie des ventouses chez les Helminthes. La diversité anatomique que présentent les espèces appartenant à cet ordre, se manifeste aussi dans la structure intime de leurs organes de fixation.

En ce qui concerne la famille des Ténias, l'homologie des ventouses est facile à établir. Mais déjà dans la famille la plus voisine des Ténias, celle des Botriocéphalides, nous rencontrons des ventouses qui présentent une structure complètement différente. J'ai déjà montré que certains auteurs ont essayé de ramener ces deux appareils à un type commun. D'après mes recherches, cet essai ne se base pas sur la réalité des faits. Au contraire, la grande différence qui existe entre les ventouses de ces deux familles d'Helminthes, nous porte à admettre pour ces organes une origine distincte.

Par contre la structure de la ventouse d'*Hirudo* a plus de traits communs avec celle de la ventouse abdominale des Tristomides. Cependant, nous ne sommes pas de l'avis de quelques naturalistes qui, en voulant établir la parenté de ces deux familles si différentes, ont cru pouvoir se baser sur la ressemblance de leurs organes de fixation. Les organes de succion dans tout le règne animal, bien que d'origines diverses, ont pourtant beaucoup de traits communs. Ce fait s'explique, comme nous le verrons plus loin, parce qu'ils résultent de l'adaptation des tissus à une fonction, soumise partout aux mêmes conditions mécaniques. Il est donc fort difficile de dire a priori, si la ressemblance des ventouses des deux familles en question doit être considérée comme une homologie. En l'absence de preuves suffisantes, il nous semble plus prudent de la considérer simplement comme une analogie.

Les Myzostomides occupent une position à part,

quant à la morphologie de leurs ventouses, comme du reste par tout l'ensemble de leur organisation.

Dans le groupe des Mollusques, nous avons rencontré trois types distincts d'appareils de succion, à savoir ceux des Ptéropodes, des Hétéropodes et des Céphalopodes. Mes recherches ne me permettent pas de dire si ces organes ont un rapport quelconque d'origine. Je dirai seulement qu'il y a une grande analogie de structure entre les ventouses des Ptéropodes et celles des Hétéropodes, tandis que la ventouse des Céphalopodes diffère notablement des deux premiers types. Ainsi la comparaison des organes de fixation des Céphalopodes avec ceux des Ptéropodes ne nous permet de rien avancer qui puisse parler en faveur de la parenté qu'on a voulu reconnaître entre ces deux ordres.

L'origine commune des différentes formes de ventouses et de crochets, chez les Céphalopodes, est évidente. J'ai pu établir que la ventouse charnue, dépourvue d'anneau corné, doit être considérée comme le point de départ d'une série de formes de passage, dont le dernier terme est représenté par les crochets de quelques Oïgopsides. Les crochets sont donc des formes dérivées des ventouses.

Les données paléontologiques semblent être en opposition avec cette théorie. Elles nous montrent, en effet, que les bras des anciens Céphalopodes étaient déjà munis de crochets, tandis que chez les Céphalopodes de l'époque actuelle, les ventouses sont beaucoup plus répandues que les crochets.

On pourrait donc demander pourquoi je ne prends pas le crochet, avec sa structure plus simple, pour la forme primitive ? Au point de vue purement morphologique, cette manière de voir pourrait se soutenir ; seulement elle ne fournirait aucune donnée sur les causes qui ont amené cette transformation.

Comment expliquer par exemple l'apparition d'une ouverture à la base des crochets d'*Onychoteuthis*, alors que cette ouverture n'existe pas chez *Enoploteuthis*? A quoi servirait la membrane cornée qui accompagne la rainure médiane du crochet et qui est complètement cachée dans les téguments? Comment cette membrane donnerait-elle naissance à celle qui recouvre l'infundibulum des ventouses et qui joue ici un rôle d'une si grande importance? A quelles causes mécaniques faudrait-il attribuer la métamorphose régressive du crochet puissant, qui est pourtant un excellent organe de préhension?

Comment pourrait-on expliquer la transformation de la partie basale du crochet en une cupule élargie? Bref, toutes ces questions que nous venons d'indiquer, resteraient sans solution.

Il n'en est pas de même, si nous prenons pour point de départ la ventouse charnue. C'est, à l'origine, une simple papille dermique; dans le cours du développement, elle entraîne la musculature du bras, la prend à son service et devient un organe compliqué de succion. Il est évident que la ventouse est d'autant plus perfectionnée qu'elle est moins sujette à glisser sur les corps lisses et qu'elle résiste mieux à la pression du milieu ambiant.

Ce résultat est obtenu par les cellules épithéliales du bord, qui se garnissent de plaques cornées, munies de petites dents. L'épithélium de la chambre acétabulaire sécrète, en outre, une masse cornée en forme de capsule résistante, dans laquelle se meut le piston charnu. Cette capsule porte, le long de son bord supérieur, des dents, égales par la longueur et l'arrangement, qui sont destinées à augmenter l'adhérence de l'appareil.

Les dents marginales n'ont pas la même importance

physiologique pour l'animal. Le Céphalopode, traînant la proie qu'il a saisie, tirera involontairement un plus grand parti des dents du cercle corné, dont la direction est en sens inverse de la tête de l'animal. Aussi voyons-nous ces dents se développer de plus en plus, en raison de l'importance plus grande de leur fonction, tandis que les autres deviennent rudimentaires et ne tardent pas à disparaître. Nous comprenons donc facilement que, sous l'influence des mêmes causes mécaniques, une dent, celle du milieu, ait dû dépasser toutes les autres, en un mot que la ventouse ait dû se transformer en un crochet puissant revêtu de téguments. L'infundibulum s'est alors réduit à un organe représentatif en forme de membrane cornée, dont la structure trahit l'origine à première vue.

La transformation de la musculature est intimement liée à celle de la partie squelettique. J'ai déjà indiqué plus haut de quelle manière les muscles dilatateurs et compresseurs de la ventouse se mettent au service du crochet.

Quant aux objections tirées de la paléontologie, nous pouvons les négliger, puisque rien ne nous empêche d'admettre que la transformation se soit opérée chez des types anciens, et que les deux formes d'appareils qui existent à l'époque actuelle aient été transmises par hérédité depuis cette époque reculée. Comme il est démontré que certains genres de Céphalopodes fossiles avaient les bras munis de ventouses, il ne reste aucun fait sérieux à mettre en opposition directe avec la théorie que nous admettons.

Les organes de fixation, dans l'embranchement des poissons, apparaissent sous deux formes, que l'on trouve : 1° Dans le disque dorsal des Échénéides, et 2° dans le disque ventral des Discoboles. Ces deux for-

mes différent quant à leur origine, leur morphologie et leur mécanisme.

Enfin les ventouses des larves des Anoures sont des organes homologues entre eux et ont une structure uniforme et simple.

Jetons à présent un coup d'œil sur le rôle physiologique et la morphologie des ventouses, dans tout le règne animal, et voyons quel est le plan fondamental qui répond aux mêmes exigences mécaniques.

Quoique leur fonction essentielle soit partout la même, ces organes ont acquis plus ou moins d'importance suivant le genre de vie des animaux; chez les uns, ce sont des appareils destinés à une fixation presque permanente, chez d'autres ils jouent leur principal rôle dans la locomotion, chez d'autres groupes enfin, ils sont devenus appareils de préhension.

Étant destinées à fixer le corps de l'animal à un corps étranger par la pression du milieu ambiant, les ventouses ont dû se former de deux sortes d'éléments. Ceux de la 1^{re} catégorie devaient être aptes à entourer un certain espace d'un corps étranger et à le soustraire à l'influence du milieu ambiant, les autres devaient pouvoir rendre la pression intérieure plus faible que celle du dehors et produire, par conséquent, l'adhérence de l'appareil, au corps sur lequel il est appliqué. La forme typique de ces organes est la ventouse du têtard. Les cellules des bourrelets marginaux servent à limiter par application une petite portion de la surface, d'une feuille de plante aquatique, par exemple, tandis que les cellules prismatiques, en se contractant, agissent contre la pression de l'eau et celle de l'atmosphère, de sorte que l'équilibre est rompu et que la fixation a lieu.

La généralité de ce fait montre, que cette disposition

des éléments musculaires est d'une grande importance pour la fonction de ces appareils et qu'elle doit être considérée comme une condition indispensable de la solution du problème mécanique.

Toutes les autres ventouses sont construites d'après ce type primordial, et nous trouvons ce fait intéressant, que les éléments principaux, c'est-à-dire les éléments qui ont pour but de rompre l'équilibre de pression, ont partout la même disposition générale. Ce sont les muscles dilatateurs qui sont, à peu d'exceptions près, disposés dans tout le règne animal, perpendiculairement à la face acétabulaire.

A ces éléments principaux sont venus s'ajouter, dans le cours du développement, des éléments secondaires qui, naturellement, ont acquis une importance plus ou moins grande dans les différents genres. Les éléments antagonistes des éléments de fixation proprement dits doivent être considérés comme un premier pas dans cette direction. Les fosses marginales de *Bothriocephalus* se sont arrêtées à ce degré de développement. Les fibres perpendiculaires et leurs antagonistes, les fibres parallèles aux parois de la fossette du scolex de ce Cestode, donnent déjà une plus grande précision de fonction à l'appareil. A partir de cette forme, on trouve dans tout le règne animal des ventouses contenant les deux systèmes. Les dilatateurs conservent leur disposition primitive, tandis que leurs antagonistes ne se sont pas développés d'une manière uniforme; ce sont précisément eux qui présentent la plus grande variété de conformation. Malgré cette diversité de structure, on peut cependant retrouver une certaine analogie soit dans la disposition annulaire des muscles, soit dans leur disposition méridienne ou même reticulée. Il est évident que, dans les formes compliquées, chacun des deux

systèmes antagonistes se complique de parties accessoires.

La ventouse fixée sert de point d'appui aux forces musculaires du corps; c'est pourquoi, dans la plupart des cas, nous pouvons suivre la musculature du corps jusque dans la paroi de la ventouse, où elle conserve son indépendance, ou se transforme en un système de muscles acétabulaires. Nous insistons d'autant plus sur ce fait, que ces rapports compliqués n'ont pas encore été signalés d'une manière précise.

L'appareil de fixation présente aussi à l'extérieur les apparences les plus diverses. Tantôt il est logé dans les téguments du corps, tantôt, supporté par un pédoncule, il s'élève au-dessus de ceux-ci et prend la forme d'écuelle, de sachet charnu, de cloche, de capsule ronde, etc., etc.

Comme la fonction ne peut s'effectuer qu'à la condition que le bord soit hermétiquement appliqué et les parois capables de résister à la pression, nous trouvons souvent des parties accessoires en charge de ces fonctions. Chez *Tristoma* et chez *Lepadogaster* le bord porte des prolongements souples en forme de lame marginale; chez les Cestodes, les Octopodes, il est entouré de plis tégumentaires; dans d'autres cas encore, il est extensible, faculté qui facilite une application hermétique.

Pour empêcher le glissement de l'appareil fixé sur des surfaces lisses, le bord d'application est muni de productions (*Pneumodermon*, *Pterotrachæa*, *Lepadogaster*) qui peuvent atteindre un développement très considérable (Céphalopodes), et même entraîner une complète transformation de la ventouse (*Onychoteuthis*, *Enoploteuthis*).

Dans la plupart des cas, la résistance de l'appareil suffit déjà pour lutter contre la pression extérieure; ce-

pendant, dans les ventouses qui se distinguent par une musculature excessivement développée, les parois internes sont doublées d'une capsule cornée (Décapodes) ou bien elles ont un squelette interne. Sous ce rapport, on peut classer les ventouses en quatre groupes :

1. Ventouses sans squelette (Cestodes, Tristomides, Discophores, Ptéropodes, Hétéropodes, Amphibies);
2. Ventouses avec un squelette calcaire interne (Échinodermes);
3. Ventouses avec un squelette corné externe (Céphalopodes);
4. Ventouses avec un squelette osseux (Poissons).

La participation du squelette à la fonction de l'appareil n'est cependant pas partout la même. Tandis que la cupule cornée des Céphalopodes ne sert qu'à résister à la pression extérieure, la charpente squelettique des Échinodermes est intimement liée à la musculature et directement mise en jeu par elle. Dans le mode d'action, on trouve une certaine analogie entre le squelette interne des ventouses des Échinodermes et celui des Lepadogaster, où les deux plaques osseuses subissent le même mouvement de bascule que les plaques de la rosette calcaire des ambulacres, en vertu de la contraction des muscles insérés sur elles près de la ligne médiane.

Conformément au haut degré de développement du système musculaire, le système nerveux est bien représenté dans ces organes. Dans la plupart des cas, nous avons pu très bien le suivre, ainsi que le système sanguin.

Vu le grand nombre des genres d'animaux qui portent des ventouses, notre tâche ne pouvait s'étendre que sur les organes de fixation les plus typiques. La connais-

sance approfondie d'organes qui jouent un rôle si remarquable dans le règne animal présente assurément un véritable intérêt scientifique. Mais il y a plus : nous avons pu, chez les Échinodermes et les Céphalopodes, montrer qu'au point de vue de l'anatomie comparée, on peut arriver à des résultats importants et de nature à influencer notre jugement, pour ou contre, la parenté des différents groupes.

Si le peu de lumière que nous avons apporté à la connaissance des ventouses, tant au point de vue morphologique que physiologique, peut éveiller l'attention d'un plus grand nombre de naturalistes, nous estimons que nous avons atteint notre but. Nous sommes persuadé qu'en étendant cette étude à des groupes que nous avons dû laisser de côté, on pourrait arriver à des résultats du plus haut intérêt.

SUPPLÉMENT BIBLIOGRAPHIQUE

J'avais déjà terminé ce travail, lorsque j'ai eu connaissance de quelques ouvrages qui ont trait au même sujet et dont je tiens à faire mention en peu de lignes.

SWEN LOVÉN. *On Pourtalesia a genus of Echinoidea*. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, B. 10. N° 7. Stockholm, 1883.

LOVÉN donne la description des ambulacres de différents Échinides, et entre surtout dans beaucoup de détails sur les ambulacres périnpiciaux de *Bryssopsis lyrifera* ; c'est précisément la même espèce qui a fait l'objet de mon étude.

Les résultats de mes recherches concordent en principe avec celles de cet éminent naturaliste. Je n'ai à mentionner que deux différences de détails.

J'ai indiqué qu'en examinant à la loupe le disque terminal, on voit un tissu plus foncé entre les plaques calcaires et j'attribuai ce phénomène à un dépôt de pigment, plus abondant que dans le reste de l'épithélium. LOVÉN, par contre, croit qu'il s'agit d'une masse glandulaire.

La succession des différentes couches dans le tube ambulacraire correspond à celle qu'a indiquée LOVÉN ; seulement la couche que nous avons appelée simplement un épithélium avec dépôts pigmentaires est décrite en ces termes par le naturaliste que je cite :

a. *An external layer ;*

b. *A thick layer, consisting of connective tissue and nervous elements, with imbedded pigment cells, red and yellow.*

J'ai attiré l'attention dans mon travail sur ce fait, qu'en réalité l'épithélium se présente à nous sous une forme exceptionnelle, avec une apparence de cellules conjonctives. Néanmoins je lui ai conservé le nom d'épithélium, attribuant sa forme à l'extrême pouvoir d'extension du tube.

Quant aux cellules nerveuses qui, d'après LOVÉN, se rencontreraient dans le « tissu conjonctif » je n'ai pu aucunement constater leur présence.

Enfin je mentionne encore que la description et les figures des ambulacres de différents Échinides que nous trouvons dans l'ouvrage indiqué, parlent en faveur de l'opinion que nous avons exprimée, à savoir, que ces organes ne fournissent point de caractères tranchés qui puissent servir à distinguer les Échinides réguliers des irréguliers.

PAUL GIROD. Recherches sur la peau des Céphalopodes. La ventouse. *Arch. de zool. expér. et génér.* Année 1884, n° 3.

Ce travail n'est que le développement d'une note du même auteur, publiée dans les *Comptes rendus* (voir l'index bibliograph.).

Je dois ajouter ici quelques mots de rectification. GIROD a signalé, dans sa première publication, des cellules épithéliales allongées, placées sur la paroi externe de la ventouse de l'*Octopus*, auxquelles il crut pouvoir attribuer des fonctions sensorielles. J'ai cru que ces éléments se présentaient à lui sous une forme semblable à celle que j'ai trouvée sur le bord de la ventouse de l'Argonaute (Pl. II, fig. 2). Cependant il n'en est pas ainsi. Les cellules que ce naturaliste a décrites et figurées dans son dernier mémoire (Pl. XX, fig. 10), doivent être rapprochées de celles que j'ai trouvées, en grand nombre, renfermées dans les sachets marginaux des ventouses du *Sepioteuthis sepioidea* (Pl. IV, fig. 5).

GOTTLIEB BECK. Ueber die Haftscheibe der *Echeneis remora*. Inaug.-Dissert. vorgelegt der philos. Facult. Bern. Schaffhausen, 1879.

M. le prof. Th. STUDER, à Berne, a eu l'obligeance de me transmettre ce travail que j'avais en vain cherché à me procurer.

BECK a fait une étude spéciale du disque dorsal de l'*Echeneis*.

Quoique les résultats principaux de mes recherches concordent avec ceux de BECK, il y a pourtant plusieurs points sur lesquels nos opinions diffèrent. Je regrette que le cadre d'un supplément bibliographique ne me permette pas d'élucider ces différences. Je relèverai seulement un point.

BECK croit avoir trouvé l'homologie complète du disque et de la nageoire dorsale, même dans le squelette. Nous avons montré que c'est précisément pour le squelette qu'on rencontre le plus de difficulté à établir cette homologie. D'après cet auteur, le premier os interspinal (BECK : *Knochenstachel*) et le premier trabéculaire (*Fussplatte*) seraient soudés en un tout (*ein einziges, ankerartiges Stück*) qui correspondrait à l'os interspinal de la nageoire, tandis que les porte-dents (*Zahnplatten*) seraient les rayons ptérygiens élargis. D'après nous, la partie osseuse antérieure que BECK désigne : *ein einziges ankerartiges Stück*, » est, tout au contraire, composée de plusieurs osselets compliqués, intimement liés ensemble par de forts ligaments de tissu conjonctif.

Si nous admettons comme lui que cet appareil doit être considéré comme une nageoire dorsale transformée, c'est bien plutôt en nous basant sur les traits généraux de la structure du disque et de la nageoire. Une preuve d'une rigueur pour ainsi dire mathématique n'est pas possible.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

ÉCHINODERMES :

1. FR.-A. TIEDEMANN. Anatomie der Röhren-Holothurie, des pommeranzenen Seesterns und des Steinseeigels. Landshut, 1812.
2. TH. V. SIEBOLD. Zur Anatomie der Seesterne. Müllers Archiv, 1836.
3. VALENTIN. Anatomie du genre Echinus. Neuchâtel, 1844.
4. KROHN. Ueber die Anordnung des Nervensystems der Echiniden und Holothurien im Allgemeinen. Müllers Archiv, 1844.
5. M.-EDM. PERRIER. Recherches sur les pédicellaires et les ambulacres des Astéries et des Oursins. Ann. des sciences nat. Sér. V. Vol. XII, XIII, XIV.
6. HOFFMANN. Zur Anatomie der Echiniden und Spatangen. Niederl. Archiv für Zoologie. Bd. I. 1871.
7. HOFFMANN. Anatomie der Asteriden. Niederl. Arch. f. Zool. 1875.
8. AGASSIZ. Revision of the Echini. Illustr. catalogue of the museum of Comp. Zoolog. at Harv. College. Vol. VIII, 1872-74.
9. R. GREFF. Ueber den Bau der Echinodermen. Sitzungsbericht der Gesellschaft zur Beförderung der gesammt. Naturw. Marburg, N° 8, 1871. N° 6, p. 72.
10. FREDÉRICQ. Contribution à l'étude des Échinides. Archiv. Zoolog. Expér. t. V. 1876.
11. TEUSCHER. Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. Jenaische Zeitschrift für Naturw. B. X. 1876.
12. M.-R. KOEHLER. Recherches sur les Échinides des côtes de Provence. Annales du musée d'histoire natur. de Marseille, t. I, 1883.

PLATHELMINTHES :

13. E. BLANCHARD. Sur l'organisation des Vers. Annales des sciences natur. 3^{me} sér. Vol. VII, VIII, X, XI, XII.
14. R. LEUCKART. Die menschlichen Parasiten. 1863-69. B. I.
15. BLUMBERG. Ein Beitrag zur Anatomie von *Tænia plicata*, *T. perfoliata* und *mammilina*. Archiv für wissenschaft. und prakt. Medic. 1877.

16. A. SCHNEIDER. Untersuchungen über Plathelminthen. Giessen, 1873.
17. H.-A. PAGENstecher. Zur Naturgeschichte der Cestoden. Zeitschrift für wissenschaftl. Zool. B. XXX.
18. P. SCHIEFERDECKER. Beitrag zur Kenntnis des feineren Baues der Tæniën. Jenaische Zeitschr. für Naturw. Bd. VIII.
19. STEUDENER. Untersuchungen über den feineren Bau der Cestoden. Abhandl. der Naturf.-Gesellschaft zu Halle, XXIII.
20. RINDFLEISCH. Zur Histologie der Cestoden. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. I.
21. NITSCHÉ. Untersuchungen über den Bau der Tæniën. Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. XXIII.
22. MONIEZ. Mémoires sur les Cestodes. Paris, 1881.
23. Z. KAHANE. Anatomie von Tænia perfoliata, als Beitrag zur Kenntnis der Cestoden. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zool. Bd. XXXIV.
24. FEUERREISEN. Beitrag zur Kenntnis der Tæniën. Zeitschr. f. wiss. Zool. B. XVIII.
25. L. STIEDA. Beitrag zur Anatomie des Bothriocephalus latus. Müll. Archiv, 1864.
26. A. BOETTCHER. Studien über den Bau des Bothriocephalus latus. Virchow's Archiv. f. pathol. Anat. Bd. XXX.
27. KNOCH. Naturgeschichte des breiten Bandwurms. Saint-Petersbourg, 1862.
28. A. LANG. Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie und Histologie des Nervensystems der Plathelminthen. III. Das Nervensystem der Cestoden im Allgemeinen und dasjenige der Tetrarhynchen im Besonderen. Mittheilungen der zool. Station Neapel. T. II, 1881.
29. Id. II. Ueber das Nervensystem der Trematoden. T. II. 1880.
30. DE FILIPPI. Mémoire pour servir à l'histoire génétique des Trematodes. Ann. sc. nat. Sér. 4, t. II, XVI, XVIII.

DISCOPHORES :

31. BRANDT und RATZEBURG. Medizinische Zoologie, 1829. Sanguisuga officinalis, pag. 237.
32. MOQUIN-TANDON. Monographie de la famille des Hirudinées. 2^{me} éd., Paris, 1849.
33. GRATIOLET. Recherches sur le système vasculaire des Sangsues. Paris, 1860.
34. Zeitschrift für rationelle Medizin. Bd. XV, 1861. WEISMANN'S Notiz, page 86.

35. RATHKE. Beiträge zur Entwicklungsgesch. der Hirudineen, édit. par Leuckart, 1862.
36. VAN BENEDEN et HESSE. Recherches sur les Bdelloïdes ou Hirudinées et les Trematodes marins, 1863.
37. FR. LEYDIG. Handbuch der vergleichenden Anatomie. Tübingen, 1864.
38. BOURNE. Anatomy of the Hirudinea in Proc. R. Soc. London, vol. 35, p. 350-57.

MYZOSTOMIDES :

39. F. LEUCKART. In Beziehung auf den Haarstern (Comatula) und Pentacrinus europæus, sowie auf das Schmarotzerthier auf Comatula. Forriep's Notizen. No 1057 (Bd. 49).
40. S. LOVÉN. Myzostoma cirriferum Leuck. ein parasitischer Wurm. Archiv f. Naturgesch., VIII. Jahrgg. Bd. I, 1842.
41. C. SEMPER. Zur Anatomie und Entwicklungsgesch. der Gattung Myzostoma. Leuckart. Zeitschrift für wissenschaft. Zool. IX. Bd. 1858.
42. L. GRAFF. Das Genus Myzostoma. Leipzig, 1877.

MOLLUSQUES :

43. HUXLEY. On the morphology of the cephalous Mollusca, as illustrated by the anatomy of certain Heteropoda and Pteropoda. Phil. Transact. London, 1853.
44. GEGENBAUR. Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden. Leipzig, 1854.
45. SOULEYET. Hétéropodes. Voyage de la Bonite. Vol. II, 1852.
46. VAN BENEDEN. Recherches anatomiques sur les Pneumodermon, etc. Archives de Müller, 1838.
47. RANG et SOULEYET. Histoire naturelle des Mollusques ptéropodes. Paris, 1852.
48. TROSCHEL. Beiträge zur Kenntnis der Pteropoden. Archiv. f. Naturg., t. XX, 1854.
49. A. D'ORBIGNY. Histoire naturelle générale et particulière des Céphalopodes acétabulifères vivants et fossiles. Paris, 1835-1845.
50. H.-G. BRONN's Klassen und Ordnungen der Weichthiere (Malacozoa). Fortges. v. KEFERSTEIN. Bd. III. Abth. II. Leipzig u. Heidelberg, 1862-1866.
51. A. KÖLLIKER. Histologie der Cephalopoden (in seiner Entwicklungsgesch. der Cephalopoden). Zürich, 1844.

52. F. LEYDIG. Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre (Sepiola, Loligo). Archiv f. Anatomie u. Physiol. 1854. 303-305.
53. J.-B. VERANY. Céphalopodes de la Méditerranée. Gênes, 1847-1851.
54. P. GIROD. Recherches sur la texture de la ventouse des Céphalopodes. Comptes rendus de l'Acad. des sciences, t. XCVII. N° 3 et 5.

VERTÉBRÉS :

55. WIEDERSHEIM. Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Iena, 1882.
56. C.-B. BRÜHL. Zootomie aller Thierklassen. Wien, 1877.
57. C.-G. CARUS. Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie. Heft II. Leipzig, 1827.
58. A. ECKER. Erläuterungstafeln zur Physiologie und Entwicklungsgeschichte. Leipzig, 1854.
59. A. GOETTE. Die Entwicklungsgeschichte der Unke (Bombinator igneus) als Grundlage der vergleichenden Morphologie der Wirbelthiere. Leipzig, 1875.
-



UNTERSUCHUNGEN
ÜBER
DIE FORSTLICHE BEDEUTUNG
DER SPINNEN

VON
D^r C. KELLER

Mit Tafel VI.

EINLEITUNG

Unter den angewandten Gebieten der Zoologie fällt den forstzoologischen Disciplinen die Aufgabe zu, alle jene Wechselbeziehungen zwischen Thier- und Pflanzenwelt zu untersuchen, welche in der Oekonomie unseres Waldes von Einfluss werden können.

Die Invasion gewisser thierischer Species kann für den Wald in vielen Fällen eine verhängnissvolle Bedeutung gewinnen, ja sein Bestehen geradezu gefährden; anderseits sind es wiederum zahlreiche Arten, welche durch ihre Lebensthätigkeit dem Vordringen einer solchen Invasion Schranken entgegensetzen und damit unser Besitzthum schützen.

Die forstliche Zoologie, welche sich in ihren wissenschaftlichen Principien zwar der Gesamtzoologie unterordnet, aber mit Rücksicht auf das biologische Verhalten der Arten das Utilitätsprincip in den Vordergrund stellt, konnte in ihren Hauptzügen gewissermassen als abgeschlossen gelten.

Diejenigen Gruppen, welche im Walde entweder Nutzen oder Schaden stiften, sind genauer umgränzt.

Am leichtesten lässt sich in dieser Hinsicht das Verhalten der höheren Thierformen feststellen; im Kreise der Wirbellosen fällt mit Recht der Hauptaccent forstlich wichtiger Arten auf die formenreiche Gruppe der Insekten, erlangt aber damit nach unten hin so ziemlich seinen Abschluss.

Mir schien, dass damit die in Rede stehende Bedeutung niederer Thiere noch keineswegs vollständig erkannt sei und sich noch weitere Organismen namhaft machen lassen, welche in der Oekonomie des Waldes eine sehr beachtungswerthe Rolle übernehmen.

Es darf nicht vergessen werden, dass sich die Schwierigkeiten der Beobachtung vermehren, je mehr wir im Kreise thierischer Wesen herabsteigen; oft reicht auch die einfache Beobachtung im Freien nicht mehr aus, sondern muss durch experimentelle Methoden vervollständigt werden.

Ungenügend schien mir die Rolle erkannt, welche beispielsweise die Spinnen bei gewissen durch Insekten verursachten Pflanzenkrankheiten übernehmen und von diesem Gesichtspunkt aus sind die nachfolgenden Untersuchungen übernommen worden.

Wir kennen gewisse Arachniden, welche von den im Zerfall begriffenen Pflanzenstoffen leben; gewisse Milben erzeugen ausgedehntere Erkrankungen der Blätter unserer Waldbäume und stehen mit der sogenannten

Erineumbildung in causalem Zusammenhang, — aber das Hauptcontingent der Arachniden genießt animalische Kost und ist vorzugsweise auf die Insektenwelt angewiesen, daher von ihr abhängig.

Man weiss, dass unsere häufigen Spinnen sich durch grosse Mordgier und Gefrässigkeit auszeichnen, dass sie sich häufig durch kunstvolle Gewebe auf den Fang der Insekten einrichten, dass sie mit demselben auch viele lästige und schädliche Arten beseitigen und damit im Allgemeinen Nutzen stiften — aber im Speciellen fehlen uns Angaben über das forstliche Verhalten der allermeisten Arachniden.

Als Fundgrube über deren Lebensweise haben wir in erster Linie die naturwahren Beobachtungen zu Rathe zu ziehen, welche A. MENGE in den Schriften der Danziger naturforschenden Gesellschaft veröffentlicht hat¹. Dieselben übertreffen an Genauigkeit alle ähnlichen Arbeiten, aber sie beziehen sich mehr auf die allgemeinen Lebenserscheinungen der Arachniden; eine specielle Ausdehnung auf forstzoologische Fragen, auf das Verhalten bei gewissen krankhaften Erscheinungen im Walde lag nicht in der Absicht des Beobachters.

Dass wir nach dieser Seite hin noch sehr ungenügend unterrichtet geblieben sind, hat seine hauptsächlichste Ursache in der Schwierigkeit der Beobachtung, denn die meisten Spinnen entfalten ihre Thätigkeit im Dunkeln und vermeiden mit wenigen Ausnahmen eine stärkere Beleuchtung.

Die von mir gebotenen Untersuchungen beanspruchen

¹ A. MENGE, Ueber die Lebensweise der Arachniden. Neueste Schriften der naturf. Gesellschaft in Danzig, 1843. Derselbe, über die Lebensweise der Afterspinnen. Ebenda, 1850 und A. Menge, Preussische Spinnen. Ebenda. Danzig, 1866-1878.

keineswegs, die forstliche Bedeutung der Arachniden in erschöpfender Weise darzulegen.

Sie bezwecken vielmehr, auf einem noch wenig bebauten Gebiete zu vergleichender Beobachtung anzuregen und das Verhalten gewisser Arachniden bei einigen der häufigsten pflanzenpathologischen Erscheinungen zu erörtern.

Die als schädlich bekannt gewordenen Arten, welche an unseren Laubbäumen eine Deformation der Blattgewebe hervorrufen, hat A. B. FRANK in seinem bekanntesten Werke über Pflanzenkrankheiten in zusammenfassender Weise behandelt und es mag daher auf die von ihm gegebene Darstellung der Erineumbildungen verwiesen werden ¹.

Den forstlichen Nutzen der Spinnenthiere habe ich bisher vorwiegend im Nadelholzwalde verfolgen können; über die Thätigkeit der Thiergruppe im Laubholz besitze ich nur wenige vereinzelte Thatsachen.

Ich ging in der Weise vor, dass ich wegen der im Freien nicht ganz leichten Beobachtung da, wo ich eine besondere Thätigkeit der Spinnen vermuthete, eine grössere Zahl von zeitlich auseinander liegenden Vorversuchen unternahm und hinterher im zoologischen Laboratorium den Weg des Experimentes einschlug.

I. ALLGEMEINER THEIL

Sobald auf einem Waldgebiete grössere, durch Insekten verursachte Erkrankungen auftreten, so können in

¹ A. B. FRANK, Die Krankheiten der Pflanzen, 1880.

der Folge eine Reihe von Factoren die Ausbreitung derselben verlangsamen, auf einem gewissen Punkte sogar völlig sistiren, ohne dass ein Eingreifen des Menschen nöthig wird. Diese natürlich wirkenden Factoren (Insekten fressende Vögel, Raubinsekten, Schlupfwespen, kalte Witterung u. s. w.) sollen in ihrer Bedeutung keineswegs unterschätzt werden, *allein einen mindestens ebenso hohen, in gewissen Fällen sicher bedeutend wirksamen Einfluss im Waldgebiete schreibe ich den Spinnen zu.*

Es ist eine nicht zu läugnende Thatsache, dass mit der Zunahme der schädlichen Insekten auch die Zahl der auf Insektennahrung angewiesenen Spinnen zunimmt und damit verhältnissmässig rasch ein Gleichgewicht im Walde hergestellt wird.

Es soll später an der Hand von Zahlen nachgewiesen werden, dass auf einem Infectionsherd die Zahl der Arachniden in rapider Zunahme begriffen ist und sich daraus ein causaler Zusammenhang entnehmen lässt. Jedoch muss dies noch in der Weise begründet werden, dass der Inhalt des Darmtractus nur Elemente enthält, welche unzweifelhaft von jenen Insekten abstammen, ein Nachweis, der sich an frisch eingefangenen Exemplaren unschwer führen lässt und durch Fütterungsversuche in der Gefangenschaft bestätigt werden kann.

Das Eintreffen der Spinnen ist also Folgeerscheinung von dem Auftreten von Insekten.

Das Gesagte kann ich jedoch, soweit meine Beobachtungen reichen, nur für jene Fälle verantworten, wo die Erkrankungen an der Oberfläche liegen, also vorwiegend das Blätterwerk und die Benadelung ergreifen. Ob den Arachniden eine Rolle bei der Eindämmung der Borkeninsekten zukommt, vermag ich vorläufig noch nicht zu entscheiden.

Unser Beobachtungsgebiet ist seit Jahren sehr arm an Borkeninsekten und in unzweifelhafter Weise lässt sich im Freien ein solcher Einfluss nur bei stärkerer Infection ersehen.

Bisher gelang es mir bei folgenden pathologischen Vorkommnissen einen Einfluss der Arachniden nachzuweisen :

a. Bei Erkrankungen, welche durch *Lecanium* verursacht werden ;

b. Bei Erkrankungen veranlasst durch *Chermes coccineus* ;

c. Bei Erkrankungen veranlasst durch *Chermes viridis* ;

d. Bei Zerstörungen durch Tortriciden ;

e. Bei Zerstörung der Belaubung durch *Curculioniden* ;

f. Bei Erkrankung der Apfelbäume durch die Blutlaus.

a. *Einfluss der Spinnen bei Lecaniumerkrankung.*

Die von RATZEBURG zuerst beschriebene Fichtenquirldaus (*Lecanium racemosum* s. *Coccus racemosus*) ist im Norden Deutschlands wiederholt zahlreich aufgetreten und hat grössere Fichtenreviere geschädigt. Ueber ihre Verbreitung in der Schweiz ist mir keine genauere Angabe bekannt geworden.

Das Thier lebt so versteckt, dass es gewöhnlich erst dann zur Beobachtung gelangt, wenn es massenhaft auftritt.

Seit einigen Jahren ist es in jungen Fichtenpflanzungen der Ostschweiz und besonders in Anlagen sehr häufig aufgetreten.

Bisher wurde es nur auf der Fichte (*Abies excelsa*)

vorgefunden; mein College Prof. SCHRÖTER machte mich darauf aufmerksam, dass auch die nordamerikanische Fichte (*Picea alba*) davon befallen werde, was ich im zürcherischen botanischen Garten vollkommen bestätigen konnte.

Lecanium racemosum weist einen sehr weitgehenden Unterschied der beiden Geschlechter auf.

Die Weibchen, welche regungslos an der Basis der vorjährigen Fichtentriebe sitzen, beginnen sich Ende März mit einem weissen Filz zu bedecken, sind im April hanfkorngross, erscheinen aber bereits um die Mitte Mai zu einer erbsengrossen Blase aufgetrieben.

Die braungelben Männchen sind zart gebaut. Ihre Hinterflügel fehlen, dagegen sind die Vorderflügel verhältnissmässig gross, spannen etwa drei Millimeter und werden in der Ruhe horizontal getragen.

Der Hinterleib trägt zwei lange, zarte Borsten und endigt in einem ungewöhnlich langen Penis.

Das Männchen macht im Gegensatz zum Weibchen eine vollkommene Metamorphose durch. Die ruhende Puppe ist in einem schildförmigen Cocon geborgen.

Vergleiche ich die bisherigen Angaben deutscher Beobachter mit meinen bisherigen Beobachtungen, so ergiebt sich, dass bei uns das Insekt sich beinahe um einen vollen Monat früher entwickelt, als dies in Mittel- und Norddeutschland der Fall ist.

Die Weibchen sondern bekanntlich mit dem Eintritt ihrer Fortpflanzungsthätigkeit aus dem Hinterende einen grossen, glashellen und zuckersüssen Tropfen aus; eine Erscheinung, welche ich hier schon gegen Ende April beobachten konnte.

Zur gleichen Zeit begannen auch die auf der Unterseite der Nadeln sitzenden Männchen ihre Puppen zu verlassen.

Ob jedoch um diese Zeit eine Begattung stattfindet, habe ich nicht ermitteln können, obschon mir ein sehr reiches Material zur Verfügung stand.

RATZEBURG (Forstinsekten, III. Th.) will die Begattung ein einziges Mal beobachtet haben; aus seinen Angaben geht aber soviel mit Sicherheit hervor, dass der beschriebene Vorgang keine Begattung war.

Seither konnte sie von keinem Beobachter constatirt werden und da bei nahe verwandten Arten (z. B. *Coccus conchæformis*) zur Zeit noch nicht einmal Männchen bekannt sind und LEUCKART für *Lecanium hesperidum* eine wahre Parthenogenesis nachgewiesen hat, so ist die Vermuthung naheliegend, dass auch *L. racemosum* sich parthenogenetisch fortpflanzt.

Hiefür spricht wenigstens das Fehlen von Sperma im Körper der Weibchen, sowie der Umstand, dass ganz vereinzelt Blasen, in deren Umgebung von Männchen keine Spur wahrzunehmen ist, dennoch entwicklungs-fähige Eier erzeugen.

Die Begattung dürfte auch deswegen meist zur Unmöglichkeit werden, weil die zarten, geflügelten Männchen an der ausgeschiedenen zuckerhaltigen Flüssigkeit der Weibchen hängen bleiben müssen. Ich gebe jedoch zu, dass unzweideutige Zuchtversuche diese Frage definitiv entscheiden müssen.

Die Eierproduction ist sehr beträchtlich, indem jedes Weibchen über 4000 Stück beherbergt.

Die rosenrothen Lärven sind anfänglich sehr beweglich und verlassen um die Mitte Juli ihre Eihüllen; die weiblichen Larven verbreiten sich über die Rinde der diesjährigen Triebe, die männlichen Larven beziehen die dem Lichte abgewendete Seite der jüngeren, saftigen Nadeln und überwintern daselbst.

Fichten, welche stark mit *Lecanium inficirt* sind,

erhalten ein kränkliches Ansehen, erzeugen im Mai nur wenige neue Triebe, bleiben in ihrem Wachsthum zurück und sterben langsam ab.

Trotz der starken Vermehrung von *Lecanium* ist die Infection unserer Fichten nur ausnahmsweise eine starke; ein Beweis, dass die natürlichen Feinde mit Erfolg der Ausbreitung entgegenzuwirken vermögen.

Als solche sind bisher die Käferlarven von *Coccinella* und *Brachytarsus* sowie einige Hymenopteren bekannt geworden. Aber als thierische Feinde, welche den Fichtenläusen in der Ausbreitung am allerwirksamsten entgentreten, muss ich gewisse Rundspinnen bezeichnen.

Obenan steht in dieser Hinsicht *Micryphantes rubripes* aus der Familie der Theridien. Vom Frühjahr an bis zum Spätherbst ist diese Art sehr geschäftig auf allen Fichtenexemplaren, welche Schildläuse beherbergen. Neben ihr kommt etwas weniger häufig eine nahe verwandte Art (*Micryphantes ovatus*) vor.

Diese Spinnen leben auf der Unterseite der Aeste in Geweben, welche aus unregelmässig durcheinander gesponnenen Fäden bestehen. Von da aus reisen sie nach dem Nadelwerk und lösen die Schildläuse ab, um sie nach ihren Gespinnsten zurückzubringen und zu verzehren. Die Chitinreste von *Lecanium* habe ich sehr oft in dem Gespinnst von *M. rubripes* vorgefunden.

Mitte Juli 1884 brachte ich in eine grosse Glasdose etwa 400 Eier und Lärven von *Lecanium racemosum*, und sperrte sie zusammen mit vier Stück *Micryphantes rufipes* (drei Weibchen und ein Männchen). Schon am folgenden Tage lag ein Weibchen todt am Boden. Das Männchen wurde am dritten Tage während der Begattung stark verletzt und lag mit aufgerissenem Hinterleib halbtodt am Boden. Es wurde von mir entfernt. Die

beiden übriggebliebenen Weibchen vertrugen sich gut und fertigten an zwei gegenüber liegenden Stellen grosse Gespinnste an. Sie waren nunmehr eifrig damit beschäftigt, Eier und Lärven der Schildläuse vom Boden des Gefässes heraufzuholen und diese an verschiedenen Punkten des Gespinnstes zu befestigen. Die leeren Eihüllen und Chitindecken wurden später wieder auf den Boden des Gefässes geworfen, nachdem der weiche Inhalt geleert war.

Nach sechs Tagen hatten beide Spinnen bereits schon 300 Stück aufgezehrt, was auf einen Tag für ein *Micryphantes*-weibchen etwa 25 Stück ausmacht.

Ich möchte den Nutzen dieser Spinnen deswegen sehr hoch anschlagen, weil sie vom Frühling an bis zum Spätherbst den verschiedenen Entwicklungsstadien der Schildläuse nachgehen; will indessen bemerken, dass ich gelegentlich auch *Thomisus calycinus* bei diesem Vernichtungsgeschäft beobachtet habe.

Ich bin nunmehr auch in der Lage, eine charakteristische Begleiterscheinung der *Lecanium*-erkrankung unserer Fichten erklären zu können.

Meines Wissens ist der deutsche Forstmann COTTA es gewesen, welcher zuerst darauf aufmerksam machte ¹.

Er beobachtete in der Nähe von Franzensbad jüngere Fichtenreviere von *Lecanium racemosum* befallen und zwar so, dass sie ein *förmlich schwarzes Ansehen erlangten*.

Noch treffender theilt VON PANNEWITZ von einem Fall mit ², in welchem während der Jahre 1835 und 1836 die von Schildläusen besetzten Fichtenzweige wie *mit*

¹ Wedekind's neue Jahrbücher der Forstk. Darmst., 1843, Heft 27, p. 44.

² Mitgetheilt in Ratzeburg, Forstinsecten, 1844, III, p. 193.

einem schwarzen Kleide überzogen wurden und in der Folge kränkelten oder abstarben.

Ueber eine ausgedehnte Schädigung in den Jahren 1865 und 1866, gegen welche sogar eingeschritten werden musste, berichtet BRACHMANN ¹. Auch hier wird der schwarze klebrige Ueberzug erwähnt und für Ausschwitzungen der Schildläuse gehalten.

Auch ich kann die Erscheinung für hiesige Fichten vollkommen bestätigen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass dieser schwarze, klebrige Ueberzug mit der Schildlaus-Infektion in einem ursächlichen Zusammenhang steht.

Aber er rührt nicht von Ausschwitzungen der Schildläuse her, sondern die Sache liegt vielmehr so, dass sich auf den inficirten Fichten zahlreiche Spinnen einstellen, die Schildläuse vertilgen und mit ihren Excrementen die Aeste, Zweige und Nadeln beschmieren. Diese sind klebrig, indem sich daran abgestorbene Partikel, Staub und Schmutz jeder Art damit verbinden, erscheint nach und nach ein schwarzer Ueberzug, der nach jedem Regen kleisterartig aussieht.

b. *Einfluss der Arachniden bei Chermes coccineus-Erkrankung.*

Chermes coccineus verbildet bekanntlich die jungen Triebe der Rothtanne zapfenartig und bringt sie dann zum Absterben. In der ganzen Ostschweiz tritt diese Fichtenkrankheit sowohl in Anlagen als in geschlossenen Waldbeständen gegenwärtig von Jahr zu Jahr heftiger

¹ Brachmann, Mittheilungen über einen Frass von *Coccus racemosus* auf Rossauer und Dittersdorfer Revier im Jahre 1866. Tharander Jahrbuch, 1868.

auf. Bisher sind Chermesgallen nur auf *Abies excelsa* bekannt gewesen. Mein College Prof. KOPP theilte mir unlängst mit, dass er sie auch auf der amerikanischen Fichte (*Picea alba*) beobachtet habe. Ich muss diese Beobachtung vollkommen bestätigen. Im zürcherischen botanischen Garten war dieses Frühjahr *Picea alba* stark mit *Chermes coccineus* inficirt und Ende Juli sah ich in den Anlagen der cantonalen landwirthschaftlichen Schule eine junge amerikanische Fichte derart mit Gallen von *Ch. viridis* überdeckt, dass sozusagen kaum ein Trieb gesund aussah.

Picea alba ist in neuester Zeit als Zierbaum in Anlagen sehr beliebt, allein ihrer Cultur steht die Schwierigkeit entgegen, dass sie der Chermeserkrankung, der Lecaniumerkrankung und der Zerstörung durch *Tortrix hercyniana* in viel höherem Masse ausgesetzt ist, als unsere Rothtanne.

Bisher war es eine festgewurzelte Tradition, dass man Gallenbildungen auf den Stich von Insecten zurückzuführen suchte. Entomologen und Pflanzenpathologen erklären die Bildung der Chermesgalle in der Weise, dass die Stammutter einer Chermesbrut mit ihren Mundtheilen die Basis der Knospen austreibt und daher als alleinige Ursache der gallenartigen Verbildung der aufbreitenden Triebe angesehen werden müsse.

Schon DE GEER hat dieses behauptet und RATZBURG schloss sich dieser Ansicht an, obschon letzterer die Vermuthung ausspricht, dass vielleicht auch die Larven einen Antheil an den Veränderungen haben ¹.

Am eingehendsten hat der bekannte Pflanzenpathologe A. B. FRANK die Bildungsweise der Chermesgallen

¹ Ratzburg, Forstinsekten, Bd. III, 1844.

untersucht und seine Angaben werden zur Zeit als massgebend betrachtet.

Er schildert sie folgendermassen ¹ :

« Schon im ersten Frühlinge, wo die Winterknospe
« noch völlig und fest von den Knospenschuppen um-
« schlossen ist, saugt sich die Chermesmutter unmittel-
« bar auf der Basis der untersten Knospenschuppen an,
« wächst zu bedeutender Höhe heran und legt die Eier
« in Haufen neben sich ab.

« Bereits in dieser Zeit, wo ausser der Altmutter und
« den Eiern nichts Animalisches zu finden ist, hat der
« Anfang der Gallenbildung am jungen Sprosse begon-
« nen : die Sprossachse ist im unteren Theile beträcht-
« lich verdickt, und die jungen Nadeln sind hier kurz,
« dick, kegelförmig, blassgrün oder weiss, ihre Paren-
« chymzellen mit Stärkekörnern vollgepfropft, während
« die gesunde Knospe im gleichen Entwicklungsstadium
« eine schlanke Achse und linealische, grüne Nadeln mit
« amylnumfreien Zellen hat. Man sieht schon in diesem
« Stadium, ob der Endtheil der nadeltragenden Knos-
« penachse gesund bleibt oder ebenfalls verändert ist.

« Auch wenn die Knospe sich geöffnet hat, ist die
« Sachlage zunächst noch dieselbe. Aber bald kommen
« die jungen Blattläuse aus den Eiern und begeben sich
« nun sofort auf die deformirten weissen Nadeln, wo
« sie sich bald zwischen den Basen derselben sammeln.
« *Es ist hiernach ausser allem Zweifel, dass der gallen-
« bildende Einfluss allein durch den Stich der Altmutter
« an der Basis der äusseren Knospenschuppen ausgeübt
« und im Gewebe der Achse in unbekannter Weise fort-
« gepflanzt wird.* Damit hängt wohl auch die sehr häu-
« fige einseitige Bildung der Galle zusammen. »

¹ A. B. Frank, Die Krankheiten der Pflanzen, 1880.

Soweit die Anführungen von FRANK.

Die beschriebenen Erscheinungen sind völlig dem Thatbestande entsprechend ; auf Grund meiner experimentellen Untersuchungen gelange ich aber zu einer Ansicht, welche derjenigen von FRANK beinahe vollständig entgegengesetzt ist.

Ich halte den Einfluss der Altmutter bei der Gallenerzeugung für untergeordnet und muss die Larven als die eigentliche, bedingende Ursache ansehen.

Zunächst kann man der FRANK'schen Erklärungsweise folgende Thatsachen entgegen halten :

1) Die Knospenschuppen sind so hart und widerstandsfähig, dass es fraglich erscheinen kann, ob das kleine Chermesweibchen dieselben mit dem zarten Schnabel zu durchstechen vermag.

2) Die Stammutter sitzt sehr oft gar nicht an der Knospenbasis, sondern zwischen den Nadeln in der Nähe der Knospe.

3) Nicht allein bei *Chermes viridis*, sondern gelegentlich auch bei *Ch. coccineus* wächst der Trieb über die Galle hinaus.

4) Die Galle ist sehr oft einseitig, ja es kommt (namentlich bei *Ch. viridis*) oft vor, dass die Galle auf drei, zwei, sogar auf eine einzige Zelle beschränkt ist und in dieser dennoch Larven enthält.

Wenn RATZEBURG und FRANK es auch nicht gerade bestimmt aussprechen, so ist ihre Erklärung doch offenbar so zu deuten, dass von der Stichwunde der Stammutter ein wirksames Agens ausgehe, welches eine abnorme Wucherung der Pflanzengewebe hervorruft.

Dieses Agens kann nur den Mundtheilen des Insektes entstammen und muss in einem Drüsensecret gesucht werden.

Die Pflanzenläuse besitzen allerdings im vorderen

Abchnitt des Darmrohres Speicheldrüsen, dieselben sind jedoch so minimal, dass kaum einzusehen ist, wie das spärliche Secret so eingreifende Wirkungen auf den sich entwickelnden Pflanzentrieb haben kann. Dennoch muss zugegeben werden und ist von allen bisherigen Beobachtern constatirt, dass die anfänglichen Verdickungen der Nadeln und der Knospenbasis entstehen, bevor die auskriechende Larve den jungen Trieb bezieht. Diese Veränderung kann nur von der Stammutter herühren und wird vermuthlich durch die Einwirkung eines Secretes hervorgerufen.

Dasselbe braucht jedoch nicht den Speicheldrüsen zu entstammen, sondern die Annahme scheint mir viel näher liegend, dass es von den zahlreichen in queren Reihen gestellten Hautdrüsen ausgeschieden und von der pflanzlichen Umgebung resorbirt wird. Dadurch wird die Knospe in einem meristemartigen Zustande zurückbehalten.

Die Vorbereitung muss deshalb nothwendig erscheinen, weil den auskriechenden Larven ein nicht allzu hartes Pflanzengewebe dargeboten werden soll.

Die eigentliche Gallenbildung, d. h. die Umwandlung der Nadeln in zellige Behälter, wird *ausschliesslich von den Larven besorgt und die Stammutter nimmt daran keinen Antheil.*

Um hiefür einen zwingenden Nachweis zu leisten, habe ich in diesem Frühjahr folgende Versuche angestellt :

Ich entfernte in der ersten Aprilwoche die Stammütter von der Knospenbasis und pinselte die von einer weissen Wolle umhüllten Eier so lange ab, bis mit der Loupe nichts mehr zu erkennen war.

Ich wählte zur Hälfte solche Knospen, welche noch gar nicht aufgebrochen waren und zur Hälfte aufge-

brochene Knospen, deren Nadeln schon etwas verdickt erschienen.

Sämmtliche Knospen zeichnete ich mit rothem Bindfaden und beobachtete ihre Entwicklung von fünf zu fünf Tagen. Als Resultat der bis Ende Mai fortgesetzten Beobachtungen ergab sich :

1) Bei allen Knospen, ohne eine einzige Ausnahme, machte bei den mit rothem Bindfaden gezeichneten Knospen die Anschwellung der Nadeln keine Fortschritte.

2) Sämmtliche Knospen blieben schon nach fünfzehn Tagen gegenüber den normalen und den von Chermeslarven bezogenen Knospen in der Entwicklung merklich zurück. Dieser Unterschied trat in der Folge stets auffallender zu Tage.

3) Am meisten blieben diejenigen Knospen in der Entwicklung zurück, welche bereits aufgebrochen waren, als die Eier entfernt wurden. Die angeschwollenen Nadeln ergrünteten jedoch bis Mitte Mai vollständig, nur vereinzelte Nadeln wurden braun und vertrockneten.

4) Die noch von Schuppen umgebenen Knospen, welche ich von den Eiern befreite, blieben zwar auch im Rückstand, wuchsen jedoch viel rascher als die vorigen und hatten sich bis Ende Mai zu einem normalen Trieb entwickelt. In einzelnen Fällen erschienen diese Triebe zwar geknickt, waren aber im übrigen gesund und entwicklungsfähig.

Aus allen diesen Erscheinungen geht wohl unzweideutig hervor, dass nach Entfernung der Chermesmütter und der von ihnen abgesetzten Eier die Gallenbildung stets unterbleibt, auch wenn die Nadeln des jungen Triebes bereits angeschwollen sind.

Die erste Anschwellung kann noch keineswegs als werdende Galle bezeichnet werden, denn wäre sie

eine Galle in potentia, so müssten sich die Zellen auch dann noch entwickeln, wenn die Eier entfernt und das Ansiedeln der Larven verhindert wird.

Es ist daher die Larvenbrut die eigentliche Ursache der zapfenartigen Verbildung.

Nach dieser Abschweifung mag nun das Verhalten näher präcisirt werden, welches die Arachniden gegenüber der Erkrankung unserer Fichten einnehmen, verursacht durch *Chermes coccineus*.

In dieser Zeitschrift habe ich bereits eingehend auf die nützliche Thätigkeit hingewiesen, welche die Afterspinnen (*Phalangium*) auf den an *Chermes coccineus* erkrankten Fichten entfalten.

Erneute Beobachtungen konnten die signalisirten Vorgänge, sowie die daran geknüpften Schlussfolgerungen nur bestätigen, aber gleichzeitig auch sehr wesentlich erweitern. Die Phalangiden sind nicht die einzigen Arachniden, welche die Chermesausbreitung eindämmen, sondern es gesellen sich denselben noch andere Gattungen hinzu.

In vielen Fällen werden die Chermeslärvchen schon von Spinnen abgefangen, bevor sie den aufbrechenden Fichtentrieb beziehen können.

An vereinzeltten Fichten sowohl als in grösseren Beständen lässt sich eine Erscheinung constatiren, welche gar nicht selten ist, über welche aber unsere praktischen Forstmänner mir keine Erklärung zu geben wussten. Einzelne Maitriebe sind mehr oder minder stark geknickt, sehen aber im Uebrigen vollkommen gesund aus. Dass eine mechanische Schädigung die Entwicklung dieser Triebe beeinträchtigt habe, war in den von mir beobachteten Fällen ausgeschlossen.

Eine genauere Prüfung ergab, dass die Nadeln an der Basis solcher Triebe häufig noch etwas verdickt

waren, ein wolliger Fleck daselbst lieferte mir den untrüglichen Beweis, dass ein Chermesweibchen seine Brut abgelegt hatte. Da über dieser Stelle wiederholt noch Gespinnste, die ich auf die Familie der Theridien beziehen musste, vorfanden, so lag der Schluss nahe, dass die Larven während des Auskriechens von Spinnen abgefangen und damit der ganze Trieb erhalten wurde. Vermuthlich wurden diese Netze von *Micryphantes* angefertigt.

Was ich also oben auf dem Wege des Experimentes festgestellt habe, vollzieht sich auch in der freien Natur und zahlreiche Triebe verdanken ihre Erhaltung der Thätigkeit von Theridien.

Der Hauptnutzen der Arachniden besteht jedoch in der Vernichtung der geflügelten Generation von *Chermes coccineus*, bevor diese zur Eiablage und zur Ausbreitung durch Winde oder andere Ursachen kommt.

Zu diesem Zwecke wurden eine Anzahl Vorversuche angestellt. Mit Hülfe von Schirm und Stock wurden einzelne Fichten zu verschiedenen Zeiten abgeklopft und das numerische Verhältniss der Spinnen festgestellt.

Wo Infection durch *Ch. coccineus* besteht und andere Insekten keine bemerkenswerthen Zerstörungen anrichten, ist die Ausbeute an Spinnen gering bis Ende Mai. Mit dem Eröffnen der Gallen zu Anfang Juni stellen sich verschiedene Gattungen massenhaft ein; Ende Juni wird die Ausbeute wiederum sehr spärlich.

Die Erscheinung ist zu frappant, um nicht sofort auf einen causalen Zusammenhang schliessen zu lassen.

Man kann im günstigen Moment oft Hunderte von Spinnenindividuen abklopfen, wo man vorher nur eine dürftige Ausbeute machte.

Zahlreich sind um diese Zeit die Afterspinnen und zwar kann ich in unserer Gegend neben *Phalangium*

parietinum auch häufig *Cerastoma cornutum* und *Opilio saxatilis* beobachten. An ächten Spinnen ist sozusagen nie fehlend die flinke und räuberische *Tetragnatha extensa*, die oft noch mit dem Insekt zwischen den Kiefern in den Schirm hineinfiel. Daneben sind aus der Familie der Krabbenspinnen verschiedene *Xysticus*-Arten und *Thomisus calycinus* constante Erscheinungen.

Clubiona holosericea lebt zu Anfang Juni fast stets auf den mit Gallen besetzten Fichten, und aus der Familie der Weberspinnen ist *Micryphantes rubripes* stets massenhaft anwesend, das rothrückige *Theridium redimitum* und *Theridium irrogatum* gemein.

Dass die genannten Afterspinnen dem lichtscheuen Chermesinsect nachgehen und seine Eier verzehren, habe ich früher schon nachgewiesen; die Untersuchung des Darminhaltes führte auch für *Tetragnatha*, *Thomisus* u. s. w. zum selben Resultat.

Im Glase eingesperrt, benahm sich die bewegliche *Tetragnatha* anfänglich etwas unbeholfen, weil die Wände zu glatt waren; nachdem sie aber einige unregelmässig angeordnete Fäden gesponnen, fand sie sich in der Gefangenschaft bald zurecht und verzehrte mir schon über Nacht fünfzehn Chermesweibchen.

Ich kann nicht umhin, einen bemerkenswerthen Fall hier näher mitzutheilen.

Ein etwa vier Meter hohes Fichtenexemplar war mit circa 150 Gallen von *Ch. coccineus* bedeckt. Noch zu Ende Mai hatten sich nur wenige Spinnen eingefunden. Die Gallen öffneten sich in den ersten Tagen des Juni, die Unterseite der Zweige waren mit Chermesfliegen förmlich bedeckt und damit erfolgte eine fast plötzliche Invasion der Spinnen. Ich erhielt in kurzer Zeit mit Hülfe des Schirmes über 200 Spinnen (*Phalangium*, *Tetragnatha*, *Micryphantes*, *Theridium*, *Clubiona*, etc.)

und da ich nicht alle Aeste abklopfte, auch viele Spinnen neben den Schirm fallen mussten, so darf ich annehmen, dass auf dem erwähnten Fichtenexemplar mindestens 300 Spinnen lebten.

Nehmen wir nun an, dass durchschnittlich jede Spinne pro Tag zehn Chermesweibchen vernichtet, eine Annahme, welche mir auf Grund experimenteller Versuche nicht allzu hoch gegriffen erscheint, so können dieser Spinnengesellschaft täglich 3000 Exemplare dieser Insekten zum Opfer fallen.

Nehmen wir ferner an, dass jede Galle beim Eröffnen 200 Insekten auskommen lässt, so liefern die oben erwähnten 150 Gallen das stattliche Contingent von 30,000 Chermesfliegen, aber diese können schon *in einem Zeitraum von zehn Tagen* von den Spinnen vernichtet, also auch an der Fortpflanzung verhindert werden!

Ich habe dem genannten Fichtenexemplar zu Ende Juni noch wiederholt Besuche abgestattet, aber trotzdem ich die abgeklopften Spinnen früher wieder laufen liess, waren sie zum grössten Theil abgezogen.

Tetragnatha extensa, welche beständig um die Zeit des Chermesfluges auf Fichten in Menge zu haben ist, konnte ich Ende Juni nicht mehr antreffen.

Schon in meinen früheren Publikationen habe ich auf die Thatsache hingewiesen, dass nach den Erfahrungen der Förster die Verbreitung von *Chermes coccineus* eine gesetzmässige ist und von einem physikalischen Factor, *dem Lichte* abhängig ist. Anlagen, einzelstehende Fichten sind dem Insekten besonders ausgesetzt. In geschlossenen Beständen sind es die Randbäume, die Parthien längs der Waldwege, welche besonders leicht inficirt werden. Das Innere eines Bestandes hat viel weniger zu leiden.

Meine frühere Erklärung dieser Thatsache muss ich dahin erweitern, dass nicht allein die Afterspinnen, sondern alle Arachniden überhaupt, welche auf Kosten von *Chermes coccineus* leben, dem Lichte abhold sind und mehr im Dunkeln arbeiten. Sie werden daher eine Infection nur da vollkommen bewältigen können, wo die Beleuchtung nicht zu intensiv ist.

c. *Einfluss der Spinnen auf die Chermes viridis-Erkrankung.*

Im Gegensatz zu den meisten neueren Autoren, welche *Ch. viridis* mit der vorigen Art zusammenziehen, muss ich auf der Trennung beider Arten bestehen.

Nicht allein ist der äussere Charakter beider Insecten verschieden, sondern auch die Entwicklung. Demgemäss ist auch das Krankheitsbild, das beide Arten auf der Fichte hervorrufen, ein verschiedenes.

Die Gallen von *Ch. viridis* sind bedeutend grösser, die übrig gelassenen Spitzen der deformirten Nadeln viel länger, als bei *Ch. coccineus*.

Ch. viridis ist beweglicher und bei weitem nicht so dem Lichte abgeneigt, wie die andere Art. Das Insekt befällt fast stets die saftigsten Triebe und stiftet dadurch erheblich mehr Schaden, als *Ch. coccineus*. Wohlgepflegte Anlagen und jüngere Fichtenpflanzungen sind ihm besonders stark ausgesetzt.

Die geflügelte Generation erscheint im Sommer nur einmal und zwar im August.

Es darf wohl behauptet werden, dass gerade diese unter den Spinnen die erbittertesten Feinde besitzt und von ihnen in der wirksamsten Weise decimirt wird.

Es sind jedoch solche Gattungen, welche das Licht

nicht vermeiden. Ich habe sie in einer unlängst erschienenen Mittheilung signalisirt ¹.

Von der wahrhaft grossartigen Thätigkeit kann man sich am besten in einer von Chermes befallenen jungen Fichtenpflanzung zu Anfang August oder gegen die Mitte dieses Monats überzeugen.

Den Sommer hindurch sind solche Pflanzungen ohne Spinnen, die einzelnen Exemplare fallen uns durch ihre Sauberkeit auf. An Insekten ist zunächst wenig zu beobachten.

Rückt aber der Zeitpunkt heran, wo die Eröffnung der Gallen stattfindet, dann ändert sich das Bild sozusagen mit einem Schlage. Beinahe jede junge Fichte wird mit Spinnennetzen überzogen. Schon aus grösserer Entfernung ist die Erscheinung sichtbar.

Zwischen den Aesten zweier benachbarter Fichten spannt die Kreuzspinne (*Epeira diadema*) ihr radförmiges Netz aus. Man kann sie dutzendweise beobachten, was uns aber frappiren muss, ist der Umstand, dass diese Netze angefertigt werden, auch wenn noch keine einzige Galle sich eröffnet hat. Es sind das Präliminarien, welche die Spinnen dem bevorstehenden Chermesfluge vorausgehen lassen.

Ein fast wunderbares Anpassungsverhältniss regulirt das Eintreffen der Spinnen kurz vor dem Erscheinen von *Chermes viridis*.

Die bei der *Ch. coccineus*-Erkrankung so regelmässig sich einstellenden Afterspinnen (*Phalangium*) fehlen sozusagen gänzlich, weil die von *Ch. viridis* befallenen Triebe dem Lichte allzusehr ausgesetzt sind.

Dagegen entwickeln die Theridien eine lebhaft Thä-

¹ Weitere Beobachtungen über die Vernichtung von *Chermes*. Schweiz. Zeitschrift für das Forstwesen, 1884, 1. Heft.

tigkeit. Obenan steht *Theridium varians*. Gegen Ende Juli habe ich die Brut versteckt beisammen gefunden. Die Jungen wachsen rasch und sind noch um die Mitte August in Familien von 15-20 Stück zusammzutreffen. Sie bewohnen ein weitläufiges Gespinnst, dessen Fäden unregelmässig durcheinander gewoben und die Chermesgallen so vollständig umhüllen, dass sozusagen kein Stück von den geflügelten Insektenweibchen entweichen kann.

Ich bin im Besitze eines solchen *Theridium*netzes, das mit Chermesleichen förmlich gespickt erscheint. Oft sind die Netze jedoch nicht gross genug, um die Chermesbrut zurückzubehalten. Dann gelingt es einzelnen Weibchen, die Maschen durchzureissen. Sie nehmen zu diesem Zweck einen plötzlichen Anlauf, fliegen nur kurze Zeit, aber rasch und gelangen so ins Freie. Hier bleiben sie meistens an den senkrechten Netzen unserer Kreuzspinne hängen und werden vernichtet. Diese siedelt sich in Anlagen und im Walde gerne in der Nähe von *Theridium varians* an, aber spielt insofern eine untergeordnetere Rolle, als sie sich mit dem begnügen muss, was ihrer Nachbarin entgangen ist.

Nichtsdestoweniger ist der Nutzen der Kreuzspinne im jungen Fichtenwalde hoch anzuschlagen. Sie arbeitet der activen Verbreitung und der passiven durch Winde bei *Ch. viridis* gehörig entgegen.

Es hält nicht schwer, in ihrem Gespinnste die Chermesleichen zu beobachten.

Eine ähnliche Rolle spielt die Labyrinthspinne (*Agalena labyrinthica* Clerck). Doch ist ihre Thätigkeit weniger auf das Waldgebiet, als auf unsere Anlagen und Gärten beschränkt und da säubert sie jüngere Fichten von Chermes *viridis*.

Die Spinne scheut das Licht und die Sonne nicht, er-

scheint bei uns im Juli auf Hecken und in Gärten sehr häufig, baut ein trichterförmiges Gespinnst, das sich oben in eine horizontale Decke ausbreitet und ist in ihrer Nahrung nicht wählerisch. In den Anlagen bilden ihr die Chermesfliegen ein willkommenes Futter, das sie mir auch in der Gefangenschaft angenommen hat. Da ihr Netz aus starken Fäden besteht und sie häufig Chermesgallen zu Anfang August bereits eingesponnen hat, so hält sie noch wirksamer als *Theridium* die Chermesfliegen zurück.

Auf vereinzelt stehenden Fichtenexemplaren und in Gartenanlagen habe ich ferner die Berg-Weberspinne (*Lyniphia montana*, Clerck) gelegentlich in grosser Menge in der Umgebung von Zürich getroffen. Auch sie hat die Gewohnheit, ähnlich wie *Agelena* und *Theridium varians* die Chermesgallen mit Fäden zu umhüllen und die bald darauf ausfliegenden Chermesfliegen abzufangen.

Wenn ich die forstliche Bedeutung der genannten Gattungen durchaus nicht gering anschlagen muss, so muss ich noch hinzufügen, dass sich auf den Infectionsherden gelegentlich auch noch andere Spinnengattungen, wie *Xysticus*, *Salticus* und *Tetragnatha* einfinden.

Sicher ist, und hievon konnte ich mich in verschiedenen Fällen augenscheinlich überzeugen, dass alle diese Spinnen durch ihr Zusammenwirken zuweilen einen Infectionsherd völlig beseitigen können.

Die reichliche Nahrung bietet der Fortpflanzung der Spinnen günstige Bedingungen dar und dadurch wird ein natürliches Correctiv geschaffen, das der Chermesplage entgegenwirkt, ohne dass ein anderweitiges Einschreiten nothwendig wird.

Wenn alsdann, wie das z. B. in unserer Gegend im Frühjahr 1884 der Fall war, wieder zahlreiche Maitriebe

auftreten, so können sich auch solche Fichten, welche fühlbar gelitten haben, vollständig erholen.

Aus dem Gesagten erhellt gleichzeitig, dass es für uns sehr fraglich sein muss, ob im Fichtenwalde der Nutzen der insektenfressenden Singvögel und Klettervögel in Wirklichkeit hoch angeschlagen werden darf. Sie vernichten oft ohne Wahl die Spinnen ebenso gut, als die Insekten. Aus diesem Grunde muss man sich wohl die zahlreichen, auf dem Wege der Naturzüchtung entstandenen Schutzfärbungen der Spinnen als ein nothwendiges Anpassungsverhältniss erklären. Auch noch aus einem andern Grunde muss der Nutzen der Tannenmeisen, Baumläufer, Goldhähnchen u. s. w., welche in Fichtenreviere einfallen, in Frage gezogen werden. Bei der geringen Flugfähigkeit der Sommergenerationen von Chermes ist es schwer zu verstehen, wie dieses Insekt sich in kurzer Zeit über weite Reviere ausbreiten kann. Man muss an eine Verbreitung auf passivem Wege denken. Die Winde mögen viele Individuen erfassen und weiter transportiren. Allein dann ist es wiederum schwer verständlich, wie oft ganz isolirt stehende Fichten in unseren Anlagen stark befallen werden.

Ich kann mir kaum ein anderes Verbreitungsmittel denken, als dass Singvögel im Frühjahr mit ihrem Gefieder die langgestielten, mit einem Wollfläuschen umgebenen Eihäufchen abstreifen und sie weiter verbreiten.

Diesen Modus im Freien direct zu beobachten, ist natürlich nahezu unmöglich.

Einmal in die Gartenanlagen verpflanzt, wird unser Sperling und die Amsel in analoger Weise für genügende Weiterverbreitung sorgen.

d. *Einfluss der Spinnen bei Schädigung durch Tortriciden.*

In dieser Hinsicht sind meine Beobachtungen noch spärlich, ich glaube jedoch, dass in der Folge noch mehr einschlägige Thatsachen namhaft gemacht werden können.

Eine Beobachtung bezieht sich auf den Hohnadelnwickler (*Tortrix hercyniana*). Dieser Wickler tritt von Zeit zu Zeit auf unserem schweizerischen Gebiete in Fichtenwaldungen schädigend auf, war beispielsweise in den Sechzigerjahren gemein; gegenwärtig findet er sich in der Ostschweiz wiederum stark verbreitet. Der Raupenfrass ist an den von Chermes befallenen Fichten besonders leicht wahrzunehmen. Die jungen Räumchen fressen an der Basis der Nadeln ein kleines Loch und höhlen die Nadeln bis auf den Epidermisüberzug aus. Diese erscheinen erst weiss, dann braun.

Die bisherigen Angaben behaupten, dass die Wickler-raupe mit dem Eintritte des Winters von den Fichten herabsteige, um sich auf dem Boden zu verpuppen.

Ich fand jedoch zu Anfang April zwischen den zusammengespinnenen Nadeln frische Excremente und zahlreiche Räumchen, welche erst um die Mitte April sich an Fäden auf den Boden herabliessen, einzelne Nachzügler stiegen erst im Mai herab, um sich zu verpuppen.

Dass die Arachniden sich hinter die jungen Räumchen machen, ist nicht wahrscheinlich, auch lauten meine diesbezüglichen Versuche negativ.

Dagegen werden zur Flugzeit die Schmetterlinge von Spinnen abgefangen. Ihre Chitinreste traf ich in den Gespinnsten von *Theridium* und *Tetragnatha*. Günstig ist hiebei der Umstand, dass die Eröffnung der *Chermes coccineus*-Gallen und die Flugzeit des Hohnadelnwick-

lers zeitlich so ziemlich zusammenfallen oder wenigstens nicht weit auseinander liegen.

Auf unseren Föhren stiften die Spinnen ebenfalls Nutzen, indem sie das Anfliegen und die Eierablage von *Tortrix resinana* und *Buoliana* gelegentlich verhindern. Die Reste des Schmetterlings, dessen Raupe die Kieferntriebe verdirbt, habe ich in einem Falle in dem Gespinnte von *Theridium irroratum* vorgefunden, ich bemerke aber, dass zur Zeit, als ich die Beobachtungen vornahm, diese Kiefernwickler nicht gerade häufig waren.

e. *Einfluss der Spinnen bei der Zerstörung der Belaubung durch Curculioniden.*

Das Blätterwerk zahlreicher Obstbäume und Waldbäume, ebenso die Benadelung der Nadelhölzer wird im Frühjahr von zahlreichen Rüsslern angegangen und benagt.

Ich habe hier namentlich die Gattungen *Phyllobius*, *Polydrosus* und *Metallites* im Auge.

Als forstlich wichtige oder doch beachtenswerthe Arten sind *Metallites mollis* auf jüngeren Trieben von Fichten und Kiefern, *Polydrosus micans*, *P. sericeus*, *P. cervinus* auf Eichen, Buchen und andern Laubhölzern; *Phyllobius argentatus* und *viridicollis* auf Eichen, Weiden und Buchen, endlich *Ph. oblongus* auf Obstbäumen zu nennen.

Die ganze Gesellschaft erscheint gleichzeitig und lässt sich im Frühjahr in Masse abklopfen.

Mit ihrem Auftreten stellen sich gewisse Spinnenarten sehr constant ein und verlassen das Blätterwerk, sobald der Rüsslerfrass aufhört.

Es darf schon aus diesem Grunde ein Zusammenhang dieser Erscheinungen angenommen werden.

Ob die Spinnen sich direct hinter die Käfer machen, kann ich zur Zeit noch nicht entscheiden; in der Gefangenschaft konnte ich nichts derartiges beobachten. Ich vermüthe jedoch, dass die Spinnen, deren Liebhaberei für Insekteneier wir wiederholt kennen gelernt haben, lediglich die abgelegten Eier absuchen und vernichten, wenigstens ergab die microscopische Prüfung des Darminhaltes der Spinnen eine Masse von Eipartikeln.

Am meisten Nutzen dürfte eine schwefelgelbe Krabbenspinne, *Thomisus calycinus*, stiften. Sie fehlt nie, wo die oben genannten Rüssler vorkommen. Ebenso constant sind *Micryphantas*arten (*M. rufipes*) zugegen. Als besonders häufig ist mir *Clubiona holosericea* aufgefallen.

f. *Verhalten der Spinnen gegenüber der Blutlaus (Schizoneura lanigera).*

Anhangsweise mag hier noch erwähnt werden, dass die Spinnen auch eine für den Obstzüchter sehr wichtige Thätigkeit entfalten. Hierüber liegen mir positive Beobachtungen mit Bezug auf die Blutlaus (*Schizoneura lanigera*) vor.

Seit einiger Zeit ist in der Schweiz diese unseren Apfelbäumen so verderbliche Rindenlaus im Zunehmen begriffen und beispielsweise hat sich die zürcherische Behörde bereits veranlasst gesehen, durch ein Kreisreiben Massnahmen zur Bekämpfung des Insektes anzuordnen.

Die Gegenwart des Insektes lässt sich leicht an der grossen Zahl von Beulen und krebsartiger Geschwülste der jüngern Apfelbaumzweige erkennen. Frische Infektionsstellen verrathen sich durch grindige Stellen und durch eine dichte, schneeige Wolle, welche von den Rindenläusen ausgeschieden wird.

Den Sommer hindurch findet eine ungeschlechtliche Vermehrung durch ungeflügelte Ammen statt.

Gegen den Herbst erscheint jedoch eine geflügelte Generation, der es obliegt, an andern Punkten neue Colonien zu begründen. Uebrigens wird, wie ich mich eingehend überzeugen konnte, auch noch passiv auf anderem Wege für Verbreitung der Blutlaus gesorgt und diese übernimmt in unsern Gärten vorzugsweise der Sperling. Im hiesigen Spitalgarten sind in ganz kurzer Zeit fast alle Apfelbäume inficirt worden. An einem gesunden, frisch gepflanzten Baume entstanden mitten im Sommer Wollflecken. Die zahlreichen Sperlinge trieben sich täglich auf den Bäumen herum und es müsste sonderbar zugehen, wenn nicht an ihren Füßen und an ihrem Gefieder Blutlausammen hängen blieben, welche auf einem andern Baume abgestreift werden und neue Infectionsherde erzeugen.

Die geflügelte Generation wird durch die Spinnen in ihrer Ausbreitung sehr eingeschränkt. Gegen den Herbst beziehen sie oft in erstaunlicher Anzahl unsere Apfelbäume und legen ihre Fangnetze an. Die geflügelten Blutläuse bleiben in denselben gefangen und werden vernichtet. Sehr nützlich erweist sich auch hier wieder die Thätigkeit unserer Kreuzspinne. Noch mehr ist *Theridium varians* thätig, indem sie nicht nur die geflügelte Laus zurückhält, sondern die grössern Beulen überspinnt und die ungeflügelten Ammen aufzehrt. Die leeren Bälge lassen sich leicht in den Gespinnsten vorfinden.

Leider wird die nützliche Thätigkeit der Spinnen zum Theil wieder illusorisch gemacht durch den Sperling. Er belästigt die Spinnen und zerreisst oft ihre Netze. Ich würde daher überall, wo die Blutlaus in Gärten auftritt, in erster Linie schonungslose Vernich-

tung der Sperlinge befürworten und kann nun einmal nicht in das Lob einstimmen, das von Zeit zu Zeit diesen zudringlichen Gesellen immer wieder gespendet wird.

II. SYSTEMATISCHES VERZEICHNISS DER FORSTLICH WICHTIGEN AFTERSPINNEN UND ÄCHTEN SPINNEN

In der Folge mögen diejenigen Arten, von welchen sich ein forstlicher Nutzen nachweisen liess, in systematischer Reihenfolge aufgeführt und das was bisher über ihre Lebensweise bekannt wurde, zusammengestellt werden.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass auf andern Faunengebieten noch andere Gattungen namhaft gemacht werden können; auch mag betont werden, dass damit auf unserem schweizerischen Faunengebiet die Zahl der forstlich bemerkenswerthen Arten noch keineswegs erschöpft ist.

A. Afterspinnen (*Phalangidæ*).

Der Habitus dieser Spinnen prägt sich dem Beobachter unschwer ein. Der nicht gerade grosse Körper wird von vier langen, dünnen Beinpaaren getragen. Kopf und Brust sind zu einem gemeinsamen Kopfbruststück verschmolzen, dagegen sind, was bei den ächten Spinnen nicht der Fall ist, die Hinterleibssegmente noch getrennt vorhanden.

Niemals besteht eine Einschnürung zwischen Kopfbruststück und Abdomen, sondern der Hinterleib legt

sich in seiner ganzen Breite an das erstere an. Aehnlich wie bei den Scorpionen sind die Kiefern mit Scheeren versehen, nicht aber die Taster. Die beiden schwarzen, kugeligen Augen sitzen auf einer besondern Erhöhung des Vorderkörpers, was namentlich bei *Cerastoma cornutum* deutlich hervortritt.

Der anatomische Bau weicht erheblich von demjenigen der ächten Spinnen ab; beispielsweise fehlen dieser Abtheilung die Spinnrüden und als Athemwerkzeuge fungiren ächte Tracheen.

Ueber die Lebensgewohnheiten der Afterspinnen sind wir durch A. MENGE ganauer unterrichtet worden ¹. Ihm gebührt das Verdienst, unrichtige und oft wunderbar klingende Angaben früherer Beobachter richtig gestellt zu haben.

Alle Afterspinnen sind scheu und vermeiden eine zu starke Beleuchtung. Ihr eigentliches Lebensselement ist die Dunkelheit.

MENGE hält sie nicht für eigentliche Raubthiere, sondern für allesfressende Thiere, welche nach allen möglichen Dingen gierig sind. Er fütterte sie mit Weissbrod, Kalbfleisch, Mohrrüben, Bohnen u. s. w. und sie kosteten von Allem. In Gesellschaft sind sie verträglich, fressen aber die todten Leiber der eigenen Gattung auf.

Im Ganzen scheint mir jedoch, dass MENGE den Gesamtcharakter der Thiere zu günstig beurtheilt.

Es ist richtig, dass sie nicht so aggressiv wie die ächten Spinnen sind: dass sie lebenden Mücken und Fliegen erschrocken ausweichen, habe ich nicht immer bestätigen können, ich habe im Gegentheil in der Ge-

¹ A. MENGE, Ueber die Lebensweise der Afterspinnen. Neueste Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. Bd. IV, Heft 3, 1850.

fangenschaft sehen können, dass sie Chermesfliegen ganz ruhig auf dem Körper herumlaufen liessen. Unsere grösste Art, *Cerastoma cornutum* zeigt selbst vor grössern Spinnen keine Furcht.

Die Behauptung MENGE's, dass die Afterspinnen nur todte Insekten verzehren, habe ich bereits früher durch eingehende Versuche widerlegt¹. In hungrigem Zustande besinnen sie sich auch am hellen Tage nicht lange, bevor sie kleine Insekten überfallen.

Die Art und Weise, wie sie dabei verfahren, ist eine sehr elegante. Beim Ueberfall auf Chermesfliegen sah ich, wie das Insekt mit einem Scheerenkiefer am Vorderkörper gepackt und ihm mit der andern Scheere der Hinterleib ausgequetscht wurde. Die ausquellenden Eimassen wurden mit Hülfe der griffelförmigen Taster in den Mund gestopft.

Dass die Gefrässigkeit und Mordsucht sogar sehr gross werden kann, bewies die Thatsache, dass *Phalangium parietinum* mir pro Tag etwa 30 Chermesweibchen vernichtete. Ich gebe jedoch zu, dass die Afterspinnen sich mehr an träge, als an rasch bewegliche Thiere machen.

Forstlich möchte ich den Afterspinnen eine durchaus nicht zu unterschätzende Bedeutung zuschreiben. Sie treten der Ausbreitung von *Chermes coccineus* dadurch entgegen, dass sie die Sommergeneration der trügen, auf der Unterseite der Nadeln sitzenden Chermesweibchen abfangen und deren Eier verzehren. Im Juni stellen sie sich regelmässig auf Fichten ein und ziehen wieder ab, sobald der Chermesflug vorbei ist.

¹ Vergl. meine : Observations sur les limites que la nature impose à la multiplication du Chermès cocciné. Diese Zeitschrift, Bd. I, N° 2, S. 303.

Mit Hülfe der microscopischen Untersuchung an frisch eingefangenen Exemplaren konnte ich feststellen, dass der Magen mit Eimassen vollgepfropft war.

Die Verdauungswege enthalten oft in grosser Zahl Parasiten aus der Gruppe der Gregarinen. Es erklärt dies die grosse Gefrässigkeit der Afterspinnen, und da verschiedene Dinge ohne Wahl verzehrt werden, so wird auch die Einfuhr von Parasiten-Keimen leicht verständlich. Als forstlich bemerkenswerth habe ich bisher drei Arten feststellen können.

Die Wirksamkeit derselben kommt bei der genannten Chermeserkrankung der Fichten in Betracht.

1) *Phalangium parietinum*. Diese gemeine Art ist im Juni sowohl in Anlagen als im Walde zu treffen. An einem Fichtenexemplar beobachtete ich sie in erstaunlicher Menge und so oft ich einen Ast emporhob, liefen zwei bis drei Stück daran; nach der Vernichtung von Chermes zogen sie jedoch ab.

2) *Cerastoma cornutum*. Die Art fällt schon durch ihre Grösse und durch die scharf abgegränzte, dunkle Rückenbinde auf. Bei den Männchen laufen die Kiefer nach oben in einen langen hornartigen Fortsatz aus. In diesem Jahr fand ich sie im Juni auf inficirten Fichten sehr häufig.

3) *Opilio saxatilis*. Die zartgebaute Art mit geringelten Beinen stellt sich zur Zeit der Galleneröffnung ebenfalls ein. Stellenweise fand ich sie in grösserer Zahl als die beiden andern Formen.

Eine eingehende Beschreibung der Arten soll hier nicht gegeben werden und verweise ich auf die guten Abbildungen in dem Sammelwerk von C. L. KOCH, die Arachniden, Bd. XVI, Nürnberg, 1848.

B. *Achte Spinnen (Araneida).*

Der ungliederte, vom Kopfbruststück mehr oder minder stark abgesetzte Hinterleib, die mit einschlagbarer Klaue versehenen Kieferfühler und der Besitz von Spinnrüsen und Spinnwarzen unterscheiden die ächten Spinnen von den übrigen Arachniden. Ihre räuberische Lebensweise und ihr Geschick mit Hülfe von Netzen sich für den Fang von Insekten einzurichten, bringen es mit sich, dass wir unter ihnen ein stattliches Contingent forstlich wichtiger Arten aufzuführen haben.

I. Familie : Radspinnen (Orbitelæ).

Alle hieher gehörenden Formen fertigen ein radförmiges Fanggewebe an, dessen radiale Fäden durch ein System von concentrischen Fäden verbunden sind.

Als typischer Vertreter dieser Familie muss hier die Kreuzspinne (*Epeira diademata* Clerck) erwähnt werden. Das Weibchen derselben legt im Herbst etwa 400 hellgelbe Eier ab, welche an einer geschützten Stelle überwintern. Die im Mai ausschlüpfenden Spinnen leben anfänglich noch gesellig beisammen, zerstreuen sich aber nach der ersten Häutung. Gegen Ende Juli stellen sie sich in Waldlichtungen, besonders in jungen Fichtenpflanzungen ein und fertigen ihre senkrechten Netze an. Auch in Anlagen treten sie um diese Zeit überall auf. Der forstliche Nutzen ist im Fichtenwalde hoch anzuschlagen, indem die Kreuzspinne der activen und wohl noch mehr der passiven Verbreitung von *Chermes viridis* in der wirksamsten Weise entgegentritt. Die von Luftströmungen fortgeführten Weibchen sah ich bisweilen in grosser Zahl in den Netzen gefangen.

Eine zweite, in diese Familie gehörige Gattung, die Streckspinne (*Tetragnatha extensa*) darf wohl als eine der allernützlichsten Spinnenformen bezeichnet werden. *Tetragnatha* fertigt ebenfalls ein radförmiges Netz an und sitzt so in dessen Mitte, dass die vordersten sehr langen Beine nach vorn in paralleler Lage zur Achse des stabförmigen Körpers gebracht werden. Die hintern Beine werden in analoger Weise nach hinten an den Körper angelegt.

Eine einlässliche Beschreibung der genannten Art findet sich bei MENGE, Preussische Spinnen, p. 90-92. Eine ziemlich gute Abbildung gibt C. W. HAHN (*Arachniden*, II. Bd., fig. 429).

Ihre grosse Verbreitung in der Schweiz hat bereits H. Lebert hervorgehoben¹; nach den Beobachtungen von O. HEER reicht sie bis in die alpine Region und wurde noch in einer Höhe von 6000' angetroffen.

Die Spinne ist gewandt und in ihrem Angriff kühn. Auf ihre räuberische Lebensweise deuten schon die ungewöhnlich starken, auf der Innenseite gezähnten Kiefer. Beim Ueberfall auf Insekten bringt sie die Kiefer hastig auseinander und schlägt ebenso hastig die Klauen hervor.

Forstlich nützt sie als Hauptfeind von *Chermes coccineus*. Wo das Insekt häufiger auftritt, da stellt sich auch unfehlbar *Tetragnatha* ein. Im Anfang Juni kann man sie auf inficirten Fichten zu Dutzenden abklopfen; ist der Chermesflug vorbei, so trifft man sie nur noch selten.

Im Laubholze stellt sie auch den Rüsslern (*Phyllo-*

¹ H. LEBERT, Die Spinnen der Schweiz. Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. Zürich, 1877.

buis, Metallites u. s. w.) stark nach. Im Herbst geht sie dagegen weniger stark an die auskriechende Brut von *Ch. viridis*, da sie zwar das Licht nicht gänzlich vermeidet, aber die Dunkelheit vorzieht.

II. Familie : Netzspinnen (Retiariæ-Therididæ).

Die Familie umfasst zahlreiche, aber meist kleinere Arten, welche niemals radförmige Netze weben, sondern ihre Fäden zu einem meist unregelmässigen Gespinnste weben. Die Fäden kreuzen sich nach allen Richtungen, sind aber fest verbunden und eine Erschütterung an irgend einem Punkte bringt das ganze Gespinnst in Bewegung.

LEBERT (loc. cit.) hat für unser schweizerisches Gebiet einen grossen Reichthum an hieher gehörigen Arten nachgewiesen. Forstlich hervorzuheben ist :

1. *Linyphia montana*, Clerck.

Die Art gehört wohl zu den am meisten verbreiteten Linyphien. LEBERT hat sie bei Bex häufig gefunden. HEER erwähnt sie für den Canton Glarus, GIEBEL constatirte ihr Vorkommen am Vierwaldstättersee.

In der Umgebung von Zürich bin ich ihr an gewissen Punkten ungemein häufig begegnet. Forstlich erlangt sie dadurch Bedeutung, dass sie die Gallen von *Ch. viridis* einspinnt kurz bevor die Eröffnung stattfindet. In jungen Fichtenpflanzungen gehört *L. montana* zu den allernützlichsten Thieren.

2. *Theridium lineatum*, Clerck.

Bisher ist *Th. lineatum* von PAVESI für die Südschweiz und von LEBERT für die Westschweiz als häufig erwähnt.

Ich fand diese Art im Juni auf den von *Ch. coccineus* befallenen Fichten ungemein häufig. Sie nützt durch Vertilgen der Chermesweibchen.

Die Art variirt erheblich und wurde bisher unter verschiedenen Speciesbezeichnungen aufgeführt. Auf Fichten befand sich die als *Theridium redimitum* beschriebene Abart am gewöhnlichsten.

3. *Theridium irroratum*, C. Koch (*Th. tinctum* Walek).

Specielle Beschreibung und Abbildung bei KOCH, Arachniden, IV. Forstliche Bedeutung wie bei der vorigen Art, in deren Gesellschaft sie häufig anzutreffen ist.

Theridium varians, Hahn.

Der Nutzen dieser Art ist ohne Zweifel ein grosser; wo Chermesinfection besteht, sah ich sie namentlich in jungen Fichtenpflanzungen in grosser Zahl zu Anfang August ihre Netze spinnen und die Gallen von *Ch. viridis* vor dem Eröffnen umhüllen. Die Netze findet man zuweilen förmlich gespickt mit todtten Chermesliegen.

Auf den mit *Schizoneura lanigera* befallenen Apfelbäumen sah ich diese Art die krebsartigen Auftreibungen umspinnen und die geflügelten Blutläuse abfangen.

Micryphantes rubripes, C. Koch (*Erigone graminicola*, Sund).

Beschreibung und Abbildung bei C. KOCH, Arachniden, IV.

In der Umgebung von Zürich ist diese räuberische Art ausserordentlich häufig. Vom Frühjahr bis zum

Herbst geht sie den verschiedenen Stadien von *Lecanium racemosum* sehr eifrig nach. Die Chitinreste dieser Schildlaus fand ich oft in den Gespinnsten, in Gefangenschaft nahm sie Eier und junge Larven in ihre Netze und warf die Reste auf den Boden des Gefässes. In Gemeinschaft mit zahlreichen andern Spinnen macht sie auch Jagd auf *Ch. coccineus*.

III. Familie : Röhrenspinnen (*Tubitelæ*).

Wie bei der vorigen Familie sind die Fäden ebenfalls nicht regelmässig angeordnet, aber werden zu einer Decke gewoben, welche mit einer Röhre verbunden erscheint. Aus dieser Gruppe kann ich zur Zeit nur eine Art als forstlich beachtenswerth hervorheben.

1. *Agalena labyrinthica*, Clerck.

Die Art ist in unsern Gegenden überall häufig. Im Nachsommer siedelt sie sich an Hecken und in Anlagen an. Ihr Deckengewebe ist schon weithin sichtbar. Die Spinne lebt verborgen im Grunde der Röhre, stürzt aber im Sprunge hervor, sobald sich eine Beute nähert. Sie fängt zahlreiche Insekten weg, deren Reste man meist an der Mündung der Röhren vorfindet.

Nützlich wird das Thier in Anlagen, wo sie die Fichten bezieht und im August die Brut von *Chermes viridis* vernichtet. Auf inficirten Fichten habe ich sie stellenweise zahlreich angesiedelt getroffen.

IV. Familie : Sackspinnen (*Saccicolæ*).

Die hierher gehörigen Gattungen leben in einem sackartigen Gespinnste, welches nur dann verlassen wird, wenn das Thier dem Nahrungserwerbe nachgeht.

Forstlich sehr wichtig wird :

Clubiona holosericea, De Geer.

Die verhältnissmässig grosse Art ist durch räuberischen Character ausgezeichnet und siedelt sich überall an, wo unsere Wald- und Gartenpflanzen von Insekten heimgesucht werden. Auf Fichten fand ich sie zahlreich, sie stellt besonders *Ch. coccineus* nach. Ebenso werden im Frühjahr die verderblichen Curculioniden verfolgt, namentlich die Gattungen *Phyllobius*, *Metallites* u. s. w. Eimassen fand ich im Darmtractus in grosser Zahl, aber keine Chitinreste. Auf Hopfenstauden geht sie den Blattläusen (*Aphis humuli*) ebenfalls stark nach.

V. Familie : Krabbenspinnen (Thomisidæ).

Die eigenthümliche Gestalt und die Art der Bewegung erinnern einigermaßen an die Krabben. Die beiden vorderen Beinpaare sind länger als die hintern. Ein Fanggewebe fertigen die Krabbenspinnen nicht an, sondern benutzen ihren Spinnstoff nur für die Umhüllung der Eier.

Forstlich erlangen zwei Arten eine ganz hervorragende Bedeutung :

1. *Thomisus calycinus*, C. Koch.

Die variable Art findet sich bei uns meist in der gelbgrünen Form, die im Vorsommer hindurch im Laubholz- und Nadelholzwalde grossen Nutzen stiftet. So lange im Frühjahr die blattfressenden Curculioniden anwesend sind, verzehren sie deren Eier in Gesellschaft mit *Micryphantes rubripes* und *Clubiona holosericea*.

Nachher stellt sie sich auf Fichten mit Vorliebe ein und säubert sie von *Ch. coccineus*. Auch da wo sich Fichtenschildläuse angesiedelt haben, stiftet sie Nutzen.

2. *Thomisus pini* (*Xysticus pini*), Hahn.

Schon LEBERT hat mit PAVESI die grosse Verbreitung dieser Art in den Fichtenwäldungen der Schweiz festgestellt. Sie wurde noch in einer Höhe von 1400 Meter angetroffen.

Thomisus pini nützt nebst *Tetragnatha extensa* wohl am meisten durch Vernichtung von *Chermes coccineus*. Im Juni fand ich zur Zeit der Galleneröffnung die Spinne in grosser Zahl. Auch dem grünen *Chermes* stellt sie nach; da die Spinne aber eine zu starke Beleuchtung vermeidet, so wird sie hier weniger wirksam.

Aus den übrigen Familien der Saltigradæ und Citi-gradæ gelang es mir bisher nicht, einen forstlichen Nutzen zu constatiren.

Zürich, den 20. August 1884.

SUR L'HISTOLOGIE

DE LA

PORPITA MEDITERRANEA

PAR

MAURICE BEDOT

D^r ès sciences.

Le premier volume du Recueil zoologique suisse contient un mémoire sur les Vélelles ¹, dans lequel j'ai étudié principalement le prétendu foie de ces animaux, auquel je donne le nom d'organe central. Je vais maintenant dire quelques mots sur la structure de cet organe chez les Porpites.

L'organe central des Porpites occupe presque toute la face inférieure du pneumatocyste. Il est par conséquent plus étendu que celui des Vélelles. Le plancher proprement dit est réduit à une bande étroite, qui borde le limbe à l'intérieur, et à laquelle sont fixés les dactylozoïdes. Cette même partie, chez les Vélelles, est très grande et donne attache à la plupart des petits gastérozoïdes.

KÖLLIKER ², dans sa grande monographie des Siphon-

¹ M. BEDOT, Recherches sur l'organe central et le système vasculaire des Vélelles. Recueil zoologique suisse, t. I, p. 491.

² KÖLLIKER, Die Schwimmpolypen von Messina. Leipzig, 1858.

nophores, a décrit chez la Porpité, outre le foie, une *plaque blanche* (*weisse Platte*) qu'il regarde, à cause des cristaux de guanine qu'elle contient, comme un rein. Cette plaque blanche est placée à la partie inférieure de l'organe central, entre le gastérozoïde central et le limbe.

A. AGASSIZ¹, qui a étudié la *Porpita Linnæana*, dit que la plaque blanche a en réalité une couleur rosâtre vers la périphérie et bleuâtre vers son bord intérieur, toute la partie qui se trouve à la base du polype central étant de cette couleur. Je reviendrai plus loin sur cette question.

L'organe central présente ici, les mêmes parties principales que chez les Véléelles, et je prierai le lecteur de vouloir bien se reporter, pour la description, qui va suivre, à la figure que j'ai donnée à la Pl. XXV, fig. 4 du tome I de ce Recueil. Une mince couche cellulaire sépare cet organe du pneumatocyste dont il suit toutes les sinuosités. On trouve au-dessous la lamelle anhiste et la rangée des canaux supérieurs, serrés les uns contre les autres de manière à former un revêtement complet. Ils traversent, en beaucoup plus grand nombre que chez les Véléelles, la masse de cnidoblastes, et se rendent de là aux canaux inférieurs. Ces derniers diffèrent de ceux des Véléelles par le fait qu'ils sont beaucoup plus serrés les uns contre les autres. Ils arrivent presque à former un revêtement comme les canaux supérieurs. Cependant, on trouve encore entre eux de petits intervalles qui permettent le passage des cnidoblastes et des canaux aérifères. La lamelle anhiste inférieure et l'ectoderme limitent l'organe central vers l'extérieur.

¹ A. AGASSIZ, *Porpitiæ and Vellelidæ*. Mem. of the Museum of compar. Zool. at Harvard College, vol. VIII, n° 2. Cambridge. 1883.

Le gastérozoïde central a une très grande base. Il forme une cavité qui empiète beaucoup, surtout en largeur, sur l'organe central.

La structure des canaux que l'on rencontre dans cette partie des Porpites, diffère passablement de celle que j'ai décrite chez les Véléelles. Cependant, on trouve toujours la gaine homogène qui se confond avec la lamelle anhiste aux endroits où les canaux sont à la surface.

Les canaux de revêtement (cs) ne renferment pas de corpuscules colorés. Ils sont formés de petites cellules rondes semblables à celles des Véléelles (Pl. XXV, fig. 5, S). Elles en diffèrent cependant par le fait qu'elles sont serrées les unes contre les autres et que leur protoplasme est rempli de petites granulations brunes ou verdâtres ¹. A mesure que le canal de revêtement s'enfonce dans la masse de cnidoblastes pour se rendre aux canaux inférieurs, les granulations des cellules augmentent en nombre et en grosseur. Elles sortent du protoplasme, où elles étaient contenues, et s'amassent dans les intervalles qui se trouvent entre les cellules. Les plus grosses affectent la forme de cristaux qui ont une belle couleur vert clair. On les rencontre dans tous les canaux qui traversent la masse de cnidoblastes. KÖLLIKER, qui les a découverts, en donne un dessin à la Pl. XII, fig. 40 de son ouvrage. Il a été amené à les considérer comme des cristaux de guanine, d'après les recherches chimiques auxquelles il les a soumis.

En arrivant aux canaux inférieurs, les cristaux diminuent beaucoup, et font place à des amas de granulations foncées, qui se réunissent souvent en boulettes.

¹ Ces recherches ayant été faites sur des coupes de Porpites colorées au carmin-borax, les couleurs que j'indique dans ce travail n'ont qu'une valeur relative et diffèrent de celles que l'on observe chez l'animal vivant.

On les rencontre principalement dans les parois adjacentes à la lamelle anhiste, et comme, en cet endroit, les canaux sont serrés les uns contre les autres, il en résulte une ligne presque continue de granulations foncées, bordant la partie inférieure de l'organe central. C'est cette région qui a été considérée comme le rein des Porpites.

Bien que les cristaux soient moins abondants en cet endroit que dans les canaux qui sont à l'intérieur de l'organe central, c'est là que KÖLLIKER les a découverts. Ce naturaliste, comme on l'a vu, donne le nom de « plaque blanche » à la partie du corps des Porpites où se trouvent les granulations foncées. Ceci, au premier abord, semble être une contradiction. AGASSIZ décrit cette région comme étant de couleur rosâtre et bleuâtre.

Il se peut qu'il y ait des différences, sous ce rapport, entre la *Porpita Mediterranea* et la *Porpita Linnæana*.

Quant à l'espèce dont je me suis occupé, il est possible, comme je l'ai indiqué plus haut, que la couleur des granulations et des cristaux soit due au traitement subi par l'animal pour être durci et coloré. N'ayant pas eu d'animaux vivants à ma disposition, il m'a été impossible d'élucider cette question.

A l'endroit où est attaché le gastérozoïde central, la lamelle anhiste inférieure se sépare en deux parties. L'une d'elles se rend dans les parois du polype, l'autre lui forme une sorte de toit qui le sépare de la masse de cnidoblastes. Cette dernière se continue, au niveau des ouvertures du gastérozoïde, avec les gaines des canaux de l'organe central. Toute la cavité du gastérozoïde est tapissée à l'intérieur par une couche cellulaire qui forme une quantité de plis, destinés probablement à en augmenter la surface. J'ai déjà dit, à propos des Véléelles

que l'on trouvait encore dans cette région quelques corpuscules foncés. Chez les Porpites, la disposition est différente. Les replis de la couche cellulaire interne du gastérozoïde forment naturellement des sillons ouverts, les uns du côté de la cavité du polype, les autres du côté de la lamelle anhiste. Ces derniers sont remplis d'une quantité énorme de corpuscules qui ne ressemblent pas à ceux dont j'ai parlé plus haut, mais qui ont une couleur jaunâtre. Ils sont rassemblés souvent en boulettes. Ces corpuscules ne remplissent pas seulement les sillons mais forment une couche continue le long du côté interne de la lamelle anhiste. Je ne peux malheureusement donner aucune indication sur leur rôle physiologique.

Les canaux de l'organe central, dans la région où ils traversent la masse de cnidoblastes, ont des parois formées de deux sortes de cellules. En premier lieu, on trouve de grosses cellules à noyaux ronds et qui se colorent vivement par le carmin-borax. Outre celles-ci, on en voit d'autres beaucoup plus petites, rondes, qui absorbent très peu la couleur et dont on distingue difficilement le noyau. Cette disposition est la même dans les canaux inférieurs, mais ici elle est plus difficile à constater à cause de la grande accumulation de corpuscules foncés.

Les recherches dont je viens de donner les résultats sont certainement bien incomplètes. Elles me permettent cependant d'établir quelques points relatifs à l'histologie des Porpites.

1° Chez les Porpites, comme chez les Véléelles, l'organe auquel les auteurs donnent le nom de foie est composé d'un grand nombre de canaux et d'une masse volumineuse de cnidoblastes.

2° Les canaux présentent une structure différente suivant la place qu'ils occupent.

3° Les corpuscules foncés et sans forme déterminée qui se trouvent dans les canaux des Vélèles sont remplacés, chez les Porpites, par des granulations foncées et des cristaux d'un vert clair (guanine).

4° Dans les parois du gastérozoïde central, on trouve une grande couche de granulations jaunâtres.

5° Les cristaux de guanine découverts par KÖLLIKER dans la plaque blanche proviennent des canaux qui traversent les cnidoblastes ; par conséquent si ces éléments indiquent qu'on a affaire à un rein, ce sont les canaux traversant l'organe central qui sont principalement pourvus de cette fonction, et non pas la plaque blanche (canaux inférieurs).

Ces recherches ont été faites dans le Laboratoire d'Embryologie comparée de l'Université de Genève,

SUR LE

DÉVELOPPEMENT DES ENVELOPPES OVULAIRES

CHEZ LES TUNICIERS

PAR

LOUIS ROULE

Monsieur le Professeur,

Le tome premier du *Recueil zoologique suisse*, dont vous êtes le directeur, renferme deux mémoires sur la genèse des enveloppes ovulaires des Tuniciers, le premier, signé de vous (*Sur l'œuf et ses enveloppes chez les Tuniciers*, p. 94-160, pl. VII et VIII), le second, de M. le prof. SABATIER (*Sur les cellules du follicule et les cellules granuleuses chez les Tuniciers*, p. 423-458, pl. XXII et XXIII); je suis pris à partie dans chacun de ces mémoires; certains des faits que j'ai exposés sont à la fois admis par l'un des deux auteurs, et rejetés par l'autre; voudrez-vous me permettre d'user de votre journal pour revenir brièvement sur certaines parties de mes recherches et les préciser à nouveau?

Depuis plusieurs années déjà j'étudie les Ascidies simples et composées des côtes de Provence, mais,

dans mes recherches, j'ai plutôt tenu jusqu'ici à connaître l'organisation générale de ces êtres et à déterminer les espèces que j'ai pu recueillir, qu'à poursuivre, chez tous les Tuniciers, l'examen de tel ou tel système organique au détriment des autres. Aussi, lorsque je me suis occupé de la *Ciona intestinalis*, j'ai seulement tâché de voir sur cette Ascidie tous les états de développement des ovules, depuis leur extrême jeunesse jusqu'à leur maturité, et de vérifier les faits si intéressants que vous avez signalés le premier (H. FOL, *Sur la formation des œufs chez les Ascidiens*, Journal de Micrographie du D^r PELLETAN, 4^{re} année, n^o 7, 1877). Mes recherches m'ont porté à penser, et je pense encore que, chez la *Ciona intestinalis*, la coque folliculaire et la couche de cellules granuleuses (éléments du testa) ont une commune origine; elles dérivent toutes deux d'une migration dans le vitellus ovulaire de corpuscules produits par la substance chromatique de la vésicule germinative. Ces corpuscules sont chacun entourés par une portion du protoplasme vitellin, qui s'amasse autour d'eux en une sorte d'auréole; il se forme ainsi des éléments munis de noyaux, de vraies cellules, qui émigrent à la périphérie de l'œuf, s'y étalent, et constituent par leur réunion les deux enveloppes ovulaires. Les premiers corpuscules détachés de la vésicule sont entourés par l'auréole presque dès leur arrivée dans le vitellus, très près par conséquent de la vésicule, et les éléments dont ils deviennent les noyaux donneront naissance aux cellules folliculaires. Les corpuscules produits en dernier lieu, lorsque l'œuf approche de sa maturité, traversent presque tout le vitellus avant d'être environnés par l'auréole; celle-ci n'apparaît le plus souvent autour d'eux que immédiatement au-dessous du follicule, et ce sont ces éléments que j'ai vus se transformer en cellules granuleuses ou du testa.

Tels sont, en résumé, les résultats auxquels je suis parvenu. J'ai exposé ces résultats dans un mémoire remis en avril 1883 à la Direction des *Annales du Musée d'histoire naturelle de Marseille*, mais, pas plus dans ce travail que dans une Note (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 7 avril 1883), je n'ai insisté sur certains détails de développement que j'ai cependant observés. J'ai cherché plutôt à montrer l'ensemble de la genèse ovulaire, et je n'ai pas approfondi, dans mon texte, plusieurs des particularités de cette genèse que j'ai signalées en peu de mots ou que j'ai passées sous silence ; FOL et SABATIER, en discutant les résultats que j'ai obtenus, m'ont fait remarquer cet oubli, et c'est pour le réparer que je vais revenir sur certains points trop brièvement traités dans mes deux mémoires.

HERMANN FOL dit (p. 126) qu'un accord lui semble possible entre ses opinions et les miennes sur la genèse des éléments folliculaires ; je pense également que cet accord est possible, et je crois qu'il l'est d'autant plus que j'ai constaté l'existence de tous les phénomènes indiqués par ce savant : corpuscule chromatique placé sur la limite de la vésicule germinative et proéminent d'abord dans l'intérieur de celle-ci, proéminent ensuite à l'extérieur, puis se détachant pour pénétrer dans le vitellus. Seulement je n'ai pas observé que ces corpuscules se forment par épaissement de la paroi vésiculaire, mais j'ai vu qu'ils apparaissent, semblables à des nucléoles secondaires, dans l'intérieur même de la vésicule, non loin, à la vérité, de la paroi. Les phénomènes signalés ci-dessus m'ont paru être les diverses phases de la migration subie par les corpuscules, pour aller de leur lieu de naissance dans le vitellus, et, par suite, dans l'exposé de mes recherches, je ne m'y

suis pas arrêté ; tandis que, par contre, FOL leur a accordé une grande importance, puisque, à son avis, ces corps naissent par « un petit épaissement, strictement localisé, de la couche enveloppante, formée de substance chromatique, qui constitue la paroi de la vésicule. » J'ajouterai que ces corpuscules émigrent dans le vitellus presque aussitôt qu'ils apparaissent. On le voit, les différences d'opinion sur ce sujet entre FOL et moi, sont assez légères.

Quant au mode de formation des éléments du testa, je ne puis que maintenir mes premières appréciations : ces éléments apparaissent, dans le vitellus, toujours assez près de la couche folliculaire, par la condensation d'un protoplasme dérivé de ce vitellus autour de corpuscules produits par la vésicule germinative ; ces corpuscules deviennent les noyaux des éléments du testa, noyaux dont FOL conteste l'existence.

SABATIER (p. 428) écrit : « ROULE..... a vu de petits nucléoles dans la vésicule germinative ; il en a vu au dehors dans le vitellus, et il en a conclu tout simplement que ceux du dehors provenaient de ceux du dedans. Il ne signale aucune preuve, aucune trace, aucun signe, de cette migration. Il n'a rien constaté à cet égard ni sur le frais, ni après l'emploi de réactifs tels que l'acide osmique. »

SABATIER, au moment où il discutait mes recherches, n'avait entre les mains que ma Note à l'Institut, puisque mon mémoire paraît à peine, et, dans cette note, dont l'étendue est forcément limitée, je n'ai pu qu'indiquer l'ensemble de mes résultats acquis, sans insister sur les détails ni sur les procédés suivis. Je puis pourtant assurer que je ne me suis fait une opinion et que je ne l'ai exposée qu'après avoir effectué de nombreuses recherches, et les avoir contrôlées les unes par les autres. Il est cer-

tain que je n'ai pas vu, sur un ovule déterminé et vivant, la migration des corpuscules, depuis leur naissance dans la vésicule germinative jusqu'à la complète formation de l'enveloppe folliculaire et du testa, mais les preuves que j'ai obtenues, bien que d'une autre nature, n'en sont probablement pas moins bonnes. En pratiquant des coupes transversales sur des ovaires de jeunes individus, les travées conjonctives apparaissent revêtues d'œufs à tous les états de développement ; ces œufs, loin de naître au hasard, sont par contre disposés en séries, de telle sorte qu'à partir d'un centre de formation où les ovules sont très jeunes et représentés par des cellules endothéliales, on peut suivre peu à peu, sur vingt à trente ovules en moyenne, parfois plus, parfois moins, tous les stades successifs du développement. C'est en étudiant toutes les séries d'un grand nombre d'ovaires que je suis arrivé à me représenter de quelle manière les enveloppes ovulaires des *Ciona* prennent naissance ; c'est là une technique, l'étude des ovules pris à divers états de développement et fixés dans ces états qui, je pense, ne prête pas trop le flanc à la critique, puisque c'est aussi celle qui a été employée par MM. FOL et SABATIER. Quant aux procédés particuliers que j'ai mis en œuvre, ce sont ceux dont se servent journellement les histologistes ; mes meilleurs résultats ont été obtenus sur des ovaires enlevés à de jeunes individus bien vivants ; fendus d'un coup de ciseaux, plongés dans l'acide osmique à $\frac{1}{200}$ jusqu'à teinte jaune brun, lavés ensuite dans l'eau de mer (une heure de séjour) et dans l'eau douce (une heure), durcis ensuite par la liqueur de MULLER ou par une solution au $\frac{1}{200}$ d'acide chromique, et colorés avec le carmin de Grenacher, en suivant toute la technique indiquée par cet auteur ; parfois j'ai coloré les coupes toutes faites,

d'autres fois j'ai coloré l'ovaire avant de le couper. J'ai étudié aussi des ovaires pris sur des animaux vivants et dilacérés sur le porte-objet, sans addition de réactifs d'aucune sorte, des ovaires traités par l'acide chromique seul, et des ovaires colorés par l'hématoxyline, après avoir été fixés par l'acide osmique.

En suivant ces procédés et pratiquant des coupes minces (inclusion dans la paraffine ou dans la gélatine, montage dans la glycérine), on voit, sur la plupart des travées conjonctives qui limitent les vastes lacunes ovariennes, des œufs disposés suivant leur grosseur et formant une série successive et régulière, depuis les ovules pourvus d'enveloppes complètes et se détachant déjà de la paroi, jusqu'aux cellules endothéliales qui commencent à grossir pour devenir des ovules. En partant de celles-ci, sur des coupes très minces et bien étalées, on observe d'une manière générale, la série suivante : cellules plates d'endothélium, cellules endothéliales bombées et commençant à proéminer en dehors de la paroi, cellules endothéliales cubiques à noyau très volumineux, cellules endothéliales subissant parfois des segmentations — celles qui, dans ce cas, restent attachées à la paroi conjonctive, deviennent seules les cellules ovulaires ; — cellules ovulaires dont le noyau commence à montrer, à côté du nucléole qui existe depuis le commencement, un ou deux petits corpuscules ; cellules ovulaires renfermant un ou deux corpuscules dans le noyau (vésicule germinative) et un troisième en voie de pénétrer dans le vitellus, etc..... A mesure que l'on suit cette série, le nombre des corpuscules augmente dans le vitellus en devenant le siège des phénomènes que j'ai indiqués ailleurs, tandis qu'il ne dépasse pas deux ou trois dans la vésicule germinative. Les ovules les plus gros, qui sont aussi les plus

éloignés du lieu d'origine, les plus âgés par conséquent, sont recouverts en dehors par deux couches cellulaires : la couche externe est formée d'éléments qui continuent à grossir et à s'étendre en dehors, en fragmentant leur contenu (follicule); les éléments de la couche interne gardent toujours le même aspect chez la *Ciona intestinalis* et les Phallusiadées, et ne montrent jamais un contenu spumeux semblable à celui que renferment les cellules folliculaires.

Deux hypothèses se présentent alors à l'esprit : ou bien il se produit dans l'ovule, à mesure qu'il grossit, et à partir de la vésicule germinative, des éléments endogènes qui restent à l'endroit où ils ont pris naissance, ceux de ces éléments qui apparaissent, après tous les autres, à la périphérie du vitellus, devenant les cellules folliculaires et les globules du testa ; ou bien il se produit dans la vésicule germinative des corpuscules qui émigrent dans le vitellus, et autour desquels se condense une partie du protoplasme vitellin, pour constituer les éléments du follicule et du testa. J'ai adopté cette dernière hypothèse, parce qu'elle me paraissait plus satisfaisante que la première, et, en outre, mieux en rapport avec mes observations, puisque, en étudiant un très grand nombre d'ovules, j'ai pu reconstituer la série entière des divers stades de la migration. Comme le dit fort bien FOL (p. 125) : « La série des processus ne peut être observée directement sur un même objet, car les œufs, placés sous le microscope, dans le liquide sanguin de l'animal, s'altèrent beaucoup trop vite pour qu'il soit possible d'en suivre même une petite partie. Il a fallu reconstruire leur histoire, avec les diverses images que présentent des œufs durcis ; et bien qu'une erreur dans l'ordre de succession ne soit guère probable, je ne saurais nier absolument la possibilité de quelque méprise. »

En résumé, les observations de FOL, SABATIER, et celles que j'ai faites moi-même sur la *Ciona intestinalis*, ont démontré que les enveloppes ovulaires des Tuniciers proviennent de l'ovule lui-même et non pas du dehors. Seulement SABATIER admet que les éléments de ces deux enveloppes naissent aux dépens du vitellus, sans participation de la vésicule germinative; FOL croit que les globules du testa seuls apparaissent ainsi, les cellules folliculaires étant produites par la condensation d'un protoplasme vitellin autour d'un corpuscule dérivé de la vésicule germinative; pour moi, je pense que, chez les Phallusiadées, cette dernière origine est applicable à la fois aux cellules folliculaires et aux globules du testa.

Je tiens cependant à ajouter que mes recherches ont presque seulement porté sur la *Ciona intestinalis*, tandis que les prof. FOL et SABATIER ont étendu leurs à tous les groupes de Tuniciers. Au surplus il me suffit de citer les noms de ces deux savants pour que le lecteur comprenne combien est faible le poids de mes études sur ce sujet. Par leur haute compétence sur ces matières, par l'autorité qui s'attache à leurs noms, le débat est circonscrit entre ces deux naturalistes; je n'ai fait qu'y apporter quelques observations, et, dans des recherches de cette nature et de cette délicatesse, où les observations sont certainement, et comme toujours, la base, mais où le talent et l'esprit de l'observateur sont presque tout, on conçoit que la part qui me revient est bien petite et que mon rôle est de bien peu d'importance.

Marseille, juillet 1884.

RECHERCHES

SUR LE

DÉVELOPPEMENT DU CRISTALLIN CHEZ L'HOMME

ET QUELQUES ANIMAUX SUPÉRIEURS

PAR

RODOLPHE RUBATTEL

de Villarzel (Vaud).

Avec les planches VII et VIII.

PRÉLIMINAIRES.

Le développement de l'œil a donné lieu à une série déjà considérable de travaux, depuis les recherches classiques de HUSCHKE et de REMAK sur le premier rudiment de la lentille cristallinienne. Cependant, bien des points sont restés obscurs dans ce domaine, surtout à cause des difficultés techniques et de la fréquence des productions artificielles. Le matériel embryologique est aussi des plus difficiles à se procurer.

Le but primitif de ce travail était de rechercher l'origine de la capsule du cristallin. J'ai rencontré, chemin faisant, un assez grand nombre de particularités nouvelles, qui seront décrites à mesure.

Qu'il me soit permis d'exprimer ici toute ma reconnaissance à M. le professeur D^r Bugnion, qui a bien voulu me diriger dans le choix et l'exécution de ce travail, et fournir la plus grande partie de la bibliographie et des matériaux nécessaires.

Je dois aussi des remerciements à M. le D^r H. Blanc, professeur à l'Académie de Lausanne, dont j'ai souvent mis à profit l'habileté technique et les connaissances spéciales.

Je dois une partie des embryons humains à l'obligeance de MM. les docteurs Rapin et Roux, à Lausanne, et S. Soutter, ancien interne de l'Hôpital.

La plupart des embryons employés ont été conservés à la liqueur de Müller, les autres simplement à l'alcool. Pour les premiers, les préparations ont été d'abord décolorées à l'eau distillée, puis durcies dans des alcools de plus en plus forts. Avant d'être englobées dans la paraffine, les préparations ont été traitées ensuite par la méthode de FLEMING : immersion d'une demi-heure dans un mélange à parties égales d'essence de girofle et d'alcool absolu, autant de temps dans l'essence de girofle pure, une heure dans l'essence de térébenthine, demi-heure à une heure dans la paraffine modérément chauffée, pour éviter la rétraction des tissus. Les préparations enrobées dans la paraffine ont été ensuite réduites en coupes au moyen du microtome SCHANZE, et immergées de nouveau dans l'essence de térébenthine, pour dissoudre la paraffine. Les coupes ont été alors transportées dans l'alcool absolu, d'où l'on peut les sortir pour les colorer par les divers procédés. Je me suis surtout servi de la cochenille, du picro-carmin, de l'hématoxyline et du brun de Bismarck.

Cette méthode a donné, dans la plupart des cas, de très belles coupes. Malheureusement, la paraffine se

ramollit en été et devient peu maniable. Il faut alors y mélanger de la stéarine, ce qui rend souvent la masse trop friable.

Sur des tissus embryonnaires jeunes, l'acide osmique ne m'a pas donné de bons résultats : ou bien il forme une croûte noire à la surface sans pénétrer dans les tissus, ou bien, par l'action prolongée, les préparations deviennent entièrement noires, comme carbonisées. Par contre, les imprégnations d'argent ont donné quelques bons résultats, chez l'adulte surtout.

HISTORIQUE. — OBSERVATIONS FAITES SUR LES EMBRYONS D'ANIMAUX.

Rappelons en quelques mots ce que l'on sait sur le développement de l'œil ¹. Il est nécessaire pour cela de se reporter au temps où les premières différenciations des feuilletts embryonnaires sont encore peu avancées, au temps où le tube médullaire émet, par sa partie antérieure (première ampoule cérébrale), les deux *vésicules oculaires primitives*.

A ce moment, ces deux vésicules sont séparées de la couche ectodermique par une couche mésodermique peu considérable. C'est aux dépens du feuillet ectodermique que se formera le cristallin. Au point où ce feuillet passe sur la vésicule oculaire se forme d'abord une fossette (*fossette cristallinienne*), dont les bords se soudent plus tard, en limitant une vésicule creuse, qui ne tarde pas à se séparer de l'ectoderme en déprimant

¹ L'historique est fait, en grande partie, d'après KÖLLIKER : *Entwicklungsgeschichte*.

la vésicule oculaire primitive. Cette dernière prend alors le nom de *vésicule oculaire secondaire*; sa cavité disparaît peu à peu par accollement des deux feuillets, dont l'antérieur formera la rétine. On voit ensuite, à la quatrième semaine chez l'homme, un bourgeon mésodermique pénétrer entre le cristallin et la vésicule oculaire secondaire : c'est le premier rudiment du corps vitré.

Les recherches les plus anciennes sur le développement du cristallin datent de HUSCHKE et de REMAK (1831-1832), et ont été confirmées ensuite par VOGT et KÆLLIKER. Le premier indice de formation de cet organe est un simple épaissement de la couche ectodermique, par prolifération cellulaire, à l'endroit où doit se former la fossette cristallinienne. Cette phase n'a pas encore été vue chez l'embryon humain. HIS a décrit des embryons de 2^{mm}, 4, 2^{mm}, 6 et 4^{mm}, chez lesquels il n'y a pas encore de vésicule oculaire primitive, par conséquent pas d'épaississement ectodermique à l'endroit où doit se former le cristallin.

KÆLLIKER décrit la formation de la fossette cristallinienne chez un embryon humain de 8^{mm} (fin de la quatrième semaine). L'ectoderme tapissant la fossette est formé de trois couches de cellules, la première superficielle, d'éléments aplatis. Au-dessous de la couche ectodermique se trouve une ligne claire, premier indice, *peut-être*, de la capsule du cristallin. KESSLER décrit aussi un embryon humain de trois semaines, avec fossette lenticulaire ouverte au dehors.

Nous avons réussi à voir cette première phase ¹ chez des embryons de chat de 7 à 8^{mm} de longueur. Il y a une fossette cristallinienne bien formée. La couche

¹ Préparations de M. le D^r H. Blanc.

ectodermique se compose de trois à quatre couches de cellules, sans éléments aplatis à la surface. Nous n'avons pu voir la ligne claire signalée par KÆLLIKER, comme étant le rudiment probable de la capsule cristallinienne.

KÆLLIKER décrit ensuite la séparation de la vésicule cristallinienne du feuillet ectodermique chez un embryon humain de 8^{mm},5 (fin de la quatrième semaine). La vésicule, creusée d'une cavité ovalaire, tient encore à l'ectoderme; sa paroi est formée de trois à six couches de cellules.

KÆLLIKER décrit ensuite un embryon humain de 13^{mm} (5 à 6 semaines), dont la vésicule cristallinienne creuse est séparée de l'ectoderme. BAMBEKE et HIS décrivent des exemples analogues, mais chez lesquels la vésicule creuse est encore attenante à l'ectoderme.

Nous n'avons pas non plus beaucoup de données sur l'occlusion de la vésicule cristallinienne chez les animaux. D'après KÆLLIKER, elle se ferme le douzième jour chez le lapin. A ce propos, quelques divergences ont été signalées : ARNOLD prétend que le cristallin est déjà solide quand il se sépare du feuillet corné; KÆLLIKER, avec la plupart des observateurs, le considère comme creux, tandis que MIHALCOVICs prend une position intermédiaire (?).

Après la séparation de la lentille du feuillet ectodermique, la plupart des embryologistes admettent qu'une mince couche mésodermique s'interpose entre le cristallin et la couche ectodermique, ce qui est important pour la formation de la capsule du cristallin. L'origine de cette dernière a donné lieu, en effet, à des interprétations diverses.

Les uns en veulent faire, comme KESSLER, une simple production cuticulaire des cellules cristalliniennes;

d'autres, comme LIEBERKUEHN, SERNOFF, BABUCHIN, J. ARNOLD, W. MUELLER, lui assignent une origine conjonctive; — KÆLLIKER, enfin, prend une position intermédiaire, et décrit sa moitié antérieure comme une production cuticulaire, tandis que sa moitié postérieure serait d'origine mésodermique. SCHWALBE s'élève avec raison contre cette interprétation, et dit qu'il est impossible que les deux moitiés de la capsule du cristallin, qui ne présentent aucune trace de séparation et dont la structure est absolument analogue, puissent avoir une origine différente.

Nous pouvons aussi indiquer quelques divergences. Ainsi, BABUCHIN dit que les premiers indices de cette capsule, sous forme d'une membrane délicate et plissée, ne sont pas en contact avec la surface de la lentille embryonnaire.

Dans des préparations de SERNOFF (embryons de poule), BABUCHIN a vu la capsule du cristallin pourvue de noyaux, ce qui parlerait en faveur de son origine conjonctive. KÆLLIKER dit avoir aussi observé le même fait chez un embryon humain de quatre semaines; il envisage alors cette capsule comme formée par les cellules des couches profondes de l'ectoderme. Nous n'avons pu relever d'autres observations du même genre.

Un autre point en faveur de l'origine cuticulaire de la capsule est le suivant: D'après KÆLLIKER, chez les oiseaux, la partie antérieure du cristallin manque de revêtement mésodermique; KESSLER a aussi observé le même fait chez le chien, le mouton et la souris. Ces deux auteurs veulent y voir une preuve évidente de l'origine cuticulaire de la capsule du cristallin, de la moitié antérieure au moins, d'après KÆLLIKER. Cependant, nous ferons remarquer que le fait perd de son

importance si l'on considère que les vaisseaux de la *tunica vasculosa lentis* enveloppent tout le cristallin, et entraînent nécessairement avec eux du tissu mésodermique.

Nous avons observé le cristallin d'un embryon de chat de 15^{mm} de longueur, chez lequel cet organe est encore creux. Il est impossible de voir une capsule proprement dite. Une mince ligne claire, limitante, apparaît bien par places, mais il est impossible de la suivre sur tout le pourtour de la lentille. Il en est de même chez un embryon humain de 7 à 8 semaines, dont le cristallin vient à peine d'être rempli par les fibres. Il ne peut s'agir là que d'une production artificielle; ce n'est pas la capsule *vraie*, qui est toujours liée à l'apparition des vaisseaux, comme nous le verrons plus tard.

O. BECKER divise le développement du cristallin en trois périodes : la *première* dans laquelle le cristallin est une vésicule fermée; — la *seconde* commence par l'allongement en fibres des cellules de la paroi postérieure, et se termine quand les cellules de l'épithélium antérieur se sont rangées en une simple couche et que la cavité de la vésicule cristallinienne a été remplie par les fibres; — la *troisième* période va, chez l'embryon humain, du milieu du deuxième mois au milieu de la vie foetale. Cette division est évidemment un peu artificielle. Nous avons vu souvent l'épithélium antérieur composé de plusieurs couches de cellules, malgré le remplissage complet de la vésicule cristallinienne par les fibres.

Nous avons laissé le cristallin à la première période de BECKER. C'est à ce moment que les cellules de la paroi antérieure s'allongent en fibres, qui vont dans le sens antéro-postérieur, jusqu'à l'occlusion complète de la vésicule cristallinienne. Les fibres du milieu de la

paroi postérieure s'allongent plus rapidement, de façon que cette paroi paraît occupée par un bourgeon, qui envahit toute la cavité et la remplit complètement, de la septième à la huitième semaine chez l'embryon humain. Les fibres sont, en ce moment, parallèles à l'axe de l'organe, c'est-à-dire qu'elles ont toutes une direction antéro-postérieure, tandis que l'organe adulte est formé de feuillets concentriques.

KÆLLIKER décrit un embryon humain de 15^{mm} de longueur (5-6 semaines), chez lequel on voit le commencement de la formation des fibres, sous forme d'un bourgeon qui occupe la paroi postérieure de la vésicule cristallinienne. La capsule du cristallin est claire et d'une épaisseur uniforme. Elle existerait donc ici, malgré l'absence des vaisseaux.

Nous avons pu examiner cette phase chez des embryons de porc de 16^{mm} (conservés à l'acide picrosulfurique), et des embryons de chat de 14^{mm} de longueur. Chez le premier (fig. 4, Pl. VII), le bourgeon formé par l'allongement des fibres en cellules a à peu près rempli la vésicule, sauf sur les parties latérales où se trouve encore une cavité annulaire remplie d'une masse homogène, creusée de vacuoles. Il est facile de voir, à l'aide d'un fort grossissement, les cellules postérieures s'allonger peu à peu en même temps que le noyau se déplace, comme le montre bien la fig. 2, Pl. VII. Cette transformation a déjà été bien décrite par SERNOFF. Nous la confirmons, une fois de plus.

Mais ce que cette formation présente de plus curieux, et surtout d'absolument inédit, c'est la présence d'une cavité cupulaire entre le bourgeon des fibres et la partie postérieure du cristallin. Cette cupule s'évase justement à l'endroit où les cellules antérieures commencent à s'allonger en fibres. Cet espace entre la

lentille proprement dite et la capsule est rempli d'une masse homogène, finement granuleuse, creusée de vacuoles, évidemment sous l'action des réactifs. La capsule du cristallin est très nette, enveloppe tout l'organe, passe sur l'épithélium antérieur composé de trois à quatre couches de cellules; elle est en relation *intime* avec les vaisseaux, avec les ramifications de l'artère hyaloïde qui rampent sur sa face externe.

Chez l'embryon de chat de 14^{mm} de longueur (conservé à la liqueur de Müller), le cristallin correspond à un degré de développement moins avancé (fig. 3, Pl. VII). Il y a encore un espace assez grand entre le bourgeon et la paroi antérieure de la vésicule. Cet espace est aussi rempli d'une masse homogène, finement granuleuse, tendant à se creuser de vacuoles sous l'action des réactifs. Le bourgeon postérieur n'est pas creusé en cupule en arrière, mais le cristallin ne présente pas de formation capsulaire bien nette. Les vaisseaux sont à peine indiqués, de sorte que la capsule proprement dite ne peut encore être formée.

Chez un embryon de chat — de la même portée — (fig. 5, Pl. VII), mais appartenant à un degré de développement plus avancé, les fibres ont complètement rempli l'organe. Cependant, l'épithélium antérieur présente encore plusieurs couches de cellules. La zone des noyaux est bien formée, à convexité antérieure. On voit aussi, entre la partie postérieure des fibres et la partie postérieure de la capsule, une assez large zone, homogène, réfringente. Ici aussi, toute la partie postérieure de la capsule n'est pas en contact avec la lentille.

Un embryon de lapin de 12^{mm} de longueur (liqueur de Müller), (fig. 4, Pl. VII), nous montre à peu près les mêmes choses. Le cristallin présente, sur la coupe, deux

bourrelets latéraux : l'un correspond à la zone des noyaux, l'autre à la substance homogène, réfringente, qui occupe encore plus de place que dans la préparation précédente.

De toutes ces préparations, il résulte qu'une zone homogène postérieure sépare, en quelque sorte, le cristallin de la partie postérieure de sa capsule. Il est curieux que cette zone n'ait été décrite jusqu'à présent par personne, quoiqu'elle soit bien apparente. Ce ne peut être une production artificielle, parce qu'elle est trop régulière, trop nette, et qu'on la retrouve aussi chez l'embryon de porc et chez l'embryon humain, comme nous le verrons bientôt.

On peut déjà conclure de ces observations que la capsule du cristallin ne peut être, dans sa partie postérieure au moins, une production cuticulaire, puisqu'il n'est pas d'exemple qu'une cuticule continue à vivre et à s'accroître après s'être séparée de l'épithélium générateur.

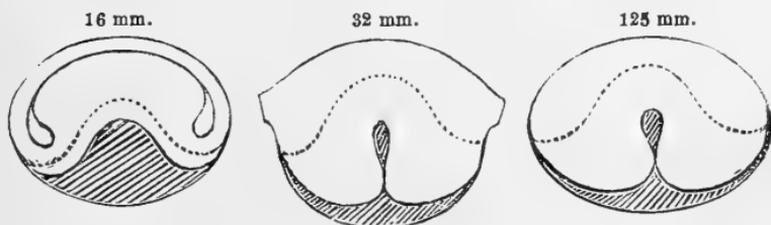
Nous avons pu poursuivre cette *zone homogène postérieure* du cristallin dans une série assez considérable d'embryons de porc. Nous l'avons toujours retrouvée, chez des embryons de 27 à 28^{mm}, de 32^{mm}, de 50^{mm}, de 125^{mm}, de 135^{mm} et de 200^{mm} de longueur (conservés à la liqueur de Müller). A mesure que le cristallin augmente de volume cette zone disparaît, s'atrophie, pour ne rester chez l'adulte que sous forme d'une zone à peine perceptible dans les coupes, nette seulement dans les préparations obtenues par dilacération.

On peut suivre pas à pas, chez ces embryons, le passage du cristallin embryonnaire au cristallin adulte. Chez le premier, comme nous l'avons déjà vu, toutes les fibres vont dans le sens antéro-postérieur; les fibres les plus voisines du bord présentent une courbure à

concavité externe, se redressent peu à peu en se rapprochant de l'axe. C'est chez l'embryon de porc de 32^{mm} (fig. 6, Pl. VII) de longueur, que nous avons le mieux vu la zone homogène postérieure, et cela avec une telle régularité et une telle netteté qu'on peut exclure immédiatement toute idée de formation artificielle. Cette zone est ici finement granuleuse et s'amincit progressivement à mesure que l'on approche du point où l'épithélium antérieur se transforme en fibres. A partir de ce point, l'épithélium antérieur semble directement accolé à la capsule du cristallin. La zone homogène a son maximum d'épaisseur au pôle postérieur. Un petit amas ovalaire de cette matière homogène, finement granuleuse, se trouve au centre du cristallin et reste en connexion avec la masse homogène postérieure par un fin style. Nous ne pouvons nous empêcher de voir dans cette formation le premier rudiment de l'étoile du cristallin, ou plutôt de l'axe de l'étoile, et de le faire dériver de l'enfoncement en cupule que nous avons décrit chez l'embryon de porc de 16^{mm}. Il suffit, en effet, que les bords de la cupule en question se rapprochent et emprisonnent la masse centrale : on obtient ainsi la figure décrite ci-dessus.

Nous pouvons représenter la chose au moyen des figures schématiques suivantes, en y joignant celle d'un embryon plus âgé, dont le cristallin présente encore l'amas central.

Cristallins d'embryons de porc :



Nous avons aussi observé, chez les embryons de 27 et de 32^{mm} de longueur, une mince zone antérieure du cristallin, dans laquelle les fibres moins distinctes et d'aspect cireux se colorent plus vivement sous l'action des réactifs. Ces fibres convergent vers trois points principaux de la face antérieure du cristallin, en formant des faisceaux. Nous ignorons quelle est la signification de cette zone, qui ne se retrouve pas chez les embryons plus âgés.

Les embryons de porc de 50^{mm} de longueur, que nous avons examinés ensuite, étaient malheureusement trop mal conservés pour suivre le développement de l'étoile cristallinienne. Nous avons seulement pu y constater la présence de la zone homogène postérieure.

Nous avons retrouvé, chez des embryons de porc de 125^{mm} de longueur, la zone homogène postérieure, mais fortement amincie. *Le tissu qui la compose se continue directement avec l'axe de l'étoile du cristallin*, dont la branche postérieure a un volume assez considérable, avec un renflement au centre de la lentille. On distingue facilement à l'œil nu, aux faces antérieures et postérieures du cristallin, l'étoile du cristallin, sous forme d'une étoile à trois branches. Chaque branche postérieure forme avec sa branche congénère antérieure un angle de 60 degrés. A la face antérieure, les branches sont linéaires et ne s'épaississent pas à leur point de jonction, tandis que les postérieures forment un triangle limité par des lignes courbes dont la convexité est tournée en dedans. Si l'on isole un fragment de la partie postérieure de la capsule, on obtient assez facilement d'assez grands lambeaux dans lesquels se voient d'élégants capillaires appartenant à la *tunica vasculosa lentis*. On voit aussi souvent des bourgeons vasculaires en plein développement. La capsule se montre alors en

relation à sa face interne avec un tissu aréolaire particulier, dont on ne peut isoler que de petits fragments. Ce tissu est criblé de vacuoles d'inégales dimensions, de forme généralement arrondie ou ovalaire, quelquefois irrégulière. Cette formation, quoique nette et rappelant vivement certaines membranes de tissu conjonctif élastique, est évidemment un produit artificiel ; ce n'est que la zone homogène postérieure, modifiée par les réactifs. Nous donnons (fig. 7, Pl. VIII) un dessin de cette singulière formation artificielle. Il est nécessaire de faire remarquer ici que les extrémités des fibres cristalliniennes *ne s'implantent pas* dans les vacuoles en question, dont la dimension est généralement beaucoup plus grande que celle des fibres. De plus, les vacuoles sont souvent distribuées très irrégulièrement au sein de la masse homogène. Il est impossible de trouver ce tissu aréolaire à la partie antérieure de la capsule, c'est-à-dire partout où il y a de l'épithélium.

Chez un embryon de porc de 135^{mm} (fig. 8, Pl. VIII) de longueur, nous avons trouvé à peu près les mêmes choses, seulement, la zone homogène postérieure s'est encore amincie, sauf au pôle postérieur où elle se prolonge en coin dans l'axe de l'étoile. Ce dernier traverse presque tout l'organe ; on peut le suivre, de chaque côté, jusque tout près du centre. La forme du cristallin, la distribution des fibres, se rapprochent tout à fait de l'état adulte, sauf que, chez ce dernier, l'étoile a disparu comme substance intercellulaire : elle n'est plus qu'une ligne suturale formée par la rencontre des fibres.

Pour ce qui regarde la croissance du cristallin, il est prouvé que cette partie de l'organe visuel croît par apposition, et que les fibres nouvelles se produisent à la région équatoriale, en repoussant au centre le cristallin embryonnaire qui formera le noyau.

O. BECKER et HENLE ont observé, comme prélude à l'allongement des cellules en fibres, une multiplication cellulaire à la région équatoriale, et la division des noyaux sous forme de figures karyokinétiques. Avec la croissance du cristallin, les fibres, au lieu de se diriger toutes dans le sens antéro-postérieur, convergent vers les pôles de l'organe. Mais, comme elles conservent sensiblement le même diamètre dans tout le trajet, il est évident qu'elles ne peuvent toutes se réunir au point central, qu'il doit nécessairement se former une figure géométrique à plusieurs branches. Cela n'est pas le cas pour les poissons, les amphibiens et les reptiles, où les fibres convergent et arrivent toutes aux pôles, en s'amincissant considérablement avant d'atteindre leur point de jonction (O. BECKER).

Comme les branches congénères des faces antérieures et postérieures de l'étoile forment entre elles des angles de 60 degrés, chaque fibre cristallinienne doit décrire, pour atteindre sa branche correspondante, un demi-tour de spire. C'est ce qui a été bien décrit par SCHWALBE dans son *Traité*.

Chez l'embryon de porc de 200^{mm} de longueur, on peut apercevoir nettement aussi la zone homogène postérieure dans le cristallin intact, que l'on place sur la platine du microscope. On la reconnaît facilement aux nombreuses vacuoles dont elle se creuse, dès qu'elle n'est plus soumise à ses conditions normales d'existence. L'axe de l'étoile ne renferme presque plus de matière homogène, sauf au pôle postérieur, où l'on peut voir aussi un prolongement en coin dans l'axe de l'étoile. Ce dernier peut déjà être envisagé comme une ligne suturale.

Les embryologistes allemands ont décrit sous le nom de *Linsewirbel* (tourbillon), le point où se fait l'in-

version des fibres cristalliniennes, c'est-à-dire le point où la courbure à concavité externe se change en une courbure à concavité interne. Plus le cristallin se rapproche de l'état adulte, plus près de l'équateur du cristallin se fait le changement de courbure.

SERNOFF et WOINOW ont décrit un canal circulaire, rempli de masse homogène, derrière l'équateur du cristallin et formé par l'écartement des fibres-cellules de la capsule de cet organe. Nous l'avons retrouvé chez les embryons de porc de 125 et 135^{mm}, chez un embryon de lapin de 70^{mm} et chez un embryon de mouton de 40^{mm} de longueur (fig. 10, Pl. VIII). Dans cette dernière préparation, ce canal occupe un espace triangulaire assez considérable et se continue avec la zone homogène postérieure; cette dernière s'amincit alors progressivement jusqu'au pôle postérieur, ce qui n'est pas le cas pour les embryons précédents.

OBSERVATIONS FAITES SUR L'EMBRYON HUMAIN.

Les observations faites chez l'embryon humain ont donné les mêmes résultats, en somme, que les précédentes.

Partout on peut constater la présence de la zone homogène postérieure. Nous avons observé de plus, chez deux embryons humains, une zone homogène antérieure, entre la capsule du cristallin et l'épithélium antérieur.

Embryon de 7-8 semaines (conservé à l'alcool). — Le cristallin, en forme de cupule à bords évasés munie d'un couvercle, est à peine rempli par les fibres, dont la direction est antéro-postérieure, les plus externes avec une courbure à concavité externe.

Dans les coupes passant par le centre de l'organe,

on peut encore apercevoir un petit espace entre le bourgeon des fibres et l'épithélium antérieur. Ce dernier est formé de deux à trois couches de cellules; le nombre de ces dernières augmente vers les parties latérales, jusqu'au point où va se faire l'allongement des cellules en fibres. Il n'y a pas encore d'artère hyaloïde, et pas non plus de capsule propre du cristallin.

KÆLLIKER décrit un embryon humain de 8-9 semaines dont l'organe visuel diffère, en plusieurs points, du précédent. Le cristallin affecte une forme globuleuse, la chambre antérieure et l'iris commencent à se former. Il y a une artère hyaloïde ainsi qu'une *tunica vasculosa lentis* complète. La capsule du cristallin est partout en contact avec l'organe.

Embryon de 3 mois (liqueur de Müller). — Le cristallin, de forme elliptique (fig. 9, Pl. VIII), est entouré complètement par la membrane vasculaire. Le filament de l'artère hyaloïde se voit à sa face postérieure. L'iris commence à se former sur les bords, en partie aux dépens de la vésicule oculaire secondaire, tandis que la lame postérieure de cette vésicule contribue à former le pigment iridien.

Quant au cristallin lui-même, il est d'abord formé d'un noyau central, sphérique, dont toutes les fibres se dirigent dans le sens des méridiens; d'une zone périphérique, ou plutôt équatoriale, dans laquelle se fait l'inversion des fibres. Le noyau présente à ses parties antérieures et postérieures une mince ligne, qui ne se prolonge que sur un petit trajet. C'est le commencement de l'axe de l'étoile. Chez cet embryon, la capsule du cristallin n'est nulle part en contact avec la lentille elle-même, c'est-à-dire qu'on trouve entre l'épithélium antérieur et la capsule en avant, entre la partie postérieure de la lentille et la capsule en arrière, une zone

homogène, réfringente, absolument dépourvue de noyaux. Cette zone s'amincit sur les parties équatoriales, pour augmenter de nouveau d'épaisseur en arrière et s'amincir de nouveau au pôle postérieur. C'est précisément cette zone (sauf la partie antérieure) que nous avons retrouvée chez les embryons d'animaux (zone homogène postérieure). Il ne peut être question d'un produit artificiel, puisqu'on la retrouve dans le développement ultérieur.

Embryon de 3 1/2 mois (conservé à l'alcool). —

L'œil s'est malheureusement rétracté dans la paraffine trop chaude. On distingue cependant bien la zone homogène périphérique, déjà fort amincie en avant, et le groupement des fibres autour d'un axe central qui se prolonge, de chaque côté, jusque très près du centre de l'organe.

Embryon de 4 1/2 mois (liqueur de Müller). — Le développement du cristallin est plus avancé qu'on ne l'indique ordinairement pour cette époque. Cet organe a déjà sa forme lenticulaire; la chambre antérieure, l'iris, les procès ciliaires, sont dans un état de développement relativement avancé, ainsi que quelques fibres équatoriales qui formeront la zonule de Zinn. L'axe central est très net, avec inversion régulière des fibres, à la région équatoriale. La zone homogène antérieure de l'embryon de 3 mois ne se retrouve plus, ou du moins on ne voit qu'une mince ligne claire entre la rangée des noyaux de l'épithélium antérieur et la capsule. Cette zone augmente un peu d'épaisseur sur les parties latérales, jusqu'au point où l'épithélium antérieur commence à s'allonger en cellules. Il est bien difficile de savoir si cette mince ligne homogène correspond seulement au protoplasma cellulaire de l'épithélium antérieur ou bien si elle correspond, en partie du

moins, à la zone homogène sous-capsulaire antérieure que nous avons signalée chez l'embryon de trois mois. Sur des coupes faites dans le plan de l'équateur, on peut apercevoir une étoile cristallinienne à trois branches, dont chacune s'arrête à mi-chemin entre le centre et la périphérie. Sur ces branches viennent se ranger régulièrement les fibres cristalliniennes. L'étoile est ainsi formée plus tôt qu'on ne l'indique généralement. KÆLLIKER, par exemple, dit que le cristallin de l'embryon humain ne présente une étoile qu'à partir du cinquième mois. La zone homogène postérieure existe encore ici, mais diminuée relativement au volume du cristallin. Elle commence juste au point où les fibres se forment et augmente d'épaisseur graduellement jusqu'au pôle postérieur. Cette substance s'est rétractée et creusée de vacuoles par places, sans que la forme régulière du contour du cristallin en soit altérée.

Embryon de 4 $\frac{1}{2}$ -5 mois (conservé à la liqueur de Müller), — Le cristallin ne diffère pas sensiblement du précédent.

Embryon de 5-5 $\frac{1}{2}$ mois (conservé à la liqueur de Müller). — La zone homogène postérieure est nette et régulière, avec un léger prolongement en coin dans l'axe postérieur de l'étoile. Cette dernière a trois branches, un peu plus longues que dans les préparations précédentes. Mince ligne claire entre la rangée des noyaux de l'épithélium antérieur et la capsule.

Embryon de 6 mois (conservé à la liqueur de Müller). — La zone homogène postérieure est aussi nette que si ses contours étaient tracés au compas. Elle commence, comme dans les préparations précédentes, au point où l'épithélium antérieur s'allonge en cellules; son épaisseur est assez forte au pôle postérieur. La ligne des noyaux de l'épithélium antérieur est aussi séparée

de la capsule par une mince ligne claire. Sur des coupes équatoriales, les procès ciliaires, déjà bien formés, dessinent une série de festons fortement pigmentés, recouverts chacun d'une couche simple d'épithélium serré. Entre chaque feston se trouve une lamelle équatoriale qui vient s'attacher directement à la capsule du cristallin, et appartient à la zonule de Zinn, déjà bien formée à ce moment. Les branches de l'étoile du cristallin dépassent en longueur la moitié du rayon.

Embryon de 6 mois (conservé à l'alcool). — Le cristallin, réduit en coupes dans les deux sens présente, chose singulière, une zone homogène, finement granuleuse, plus apparente que dans les embryons plus jeunes. Cette couche s'interpose partout entre la capsule du cristallin et le cristal lui-même; elle a son maximum aux deux pôles, tandis qu'elle s'amincit peu à peu sur les parties latérales. Sur des coupes équatoriales on voit avec une grande netteté cette zone finement granuleuse interposée en couche très régulière entre la capsule et l'épithélium antérieur. Elle a la même épaisseur que ce dernier. L'axe de l'étoile se laisse apercevoir comme une mince ligne suturale jusque près du centre du cristallin. En arrière, la substance homogène se prolonge en coin dans le commencement de l'axe, et le tourbillon du cristallin est déjà très près de l'équateur. Étoile du cristallin comme dans la préparation précédente.

Nouveau-né (liqueur de Müller). — Nous avons examiné des cristallins de nouveau-nés de 8 et 9 mois, sans y remarquer de différence sensible. On observe aussi une mince ligne claire entre la ligne des noyaux de l'épithélium antérieur et la capsule, ligne augmentant aussi un peu d'épaisseur sur les parties latérales. Le tourbillon du cristallin est encore plus près de la

ligne équatoriale que dans les préparations précédentes. En arrière il est facile d'observer, même sur des coupes, quand elles sont faites obliquement, une mince zone homogène qui double la capsule du cristallin, partout où il n'y a pas d'épithélium.

Cette zone se laisse, du reste, isoler par dilacération, et se présente alors comme une membrane criblée de vacuoles très régulières, elliptiques ou arrondies, dues évidemment à une rétraction sous l'action des réactifs. L'étoile du cristallin a ses trois branches plus longues que dans les préparations précédentes; quelquefois on peut observer un petit amas de matière homogène au point de confluent des branches.

Nous plaçons ici une petite digression sur quelques particularités non encore signalées. Nous avons pu observer la coupe en travers des fibres cristalliniennes chez des embryons humains de $4 \frac{1}{2}$, 5 et 6 mois, et chez le nouveau-né. Dans les trois premiers, les fibres affectent une forme arrondie ou polygonale, sont de dimensions très variables et rangées sans aucune régularité.

Chez le nouveau-né (fig. 44, Pl. VIII), on observe que les fibres ont la forme de prismes aplatis, rangés en séries assez régulières. Par places, on voit de grandes fibres qui correspondent à deux ou trois rangées et affectent la forme de grands prismes, de trapèzes, de losanges, ou d'autres formes moins régulières.

Partout les fibres s'aplatissent fortement vers la périphérie de l'organe. Il est quelquefois facile de voir que les fibres cristalliniennes sont des tubes dont le contenu peut s'écouler. En effet, sur des coupes équatoriales, on obtient assez souvent de grands fragments chez lesquels les segments de fibres se sont vidés de leur contenu. On a alors sous le microscope un fin

réseau, délicat et régulier, correspondant aux parois des fibres, et qui tranche vivement avec les portions de la coupe qui ont encore conservé leur contenu.

OBSERVATIONS FAITES SUR L'ŒIL ADULTE.

La difficulté de se procurer des yeux humains adultes nous a forcé de continuer nos recherches sur des yeux d'animaux, surtout des yeux de porc. Des coupes antéro-postérieures du cristallin, encore en continuité avec la partie antérieure du globe de l'œil, ont été pratiquées. Nous n'avons rien trouvé de nouveau quant à la fixation du cristallin au moyen de la zone de Zinn qui est fortement adhérente à la capsule, et se continue même avec elle, d'après SCHWALBE. Cette adhérence est assez forte pour que, dans des préparations fraîches, on enlève les couches superficielles de la capsule en arrachant la zonule.

Dans les préparations durcies, le cristallin s'énuclée beaucoup plus facilement *in toto*, sans conserver d'adhérences avec la zonule et la partie antérieure de la membrane hyaloïde.

Quant au cristallin lui-même, nous n'y avons rien remarqué de nouveau, du moins sur les préparations en coupes. On peut cependant voir que les noyaux de l'épithélium antérieur ne sont pas en contact avec la capsule, c'est-à-dire que cette dernière est doublée d'une mince zone homogène sous laquelle sont placés les noyaux de l'épithélium antérieur, en rangée régulière. Sur des coupes équatoriales, il est facile de voir que les prismes cristalliniens sont aplatis, réguliers, rangés par séries, sans qu'on puisse distinguer des fibres notablement plus grandes que les autres, comme

chez le nouveau-né. Les trois branches de l'étoile cristallinienne arrivent jusque tout près de la périphérie. Un petit amas central de matière homogène se trouve quelquefois au confluent commun des branches de l'étoile.

Ici se place la discussion d'un point très important. DEUTSCHMANN a décrit, chez l'adulte, la présence d'une mince zone sous-capsulaire albumineuse (*subcapsuläre Eiweisschicht*), qui se trouve en avant entre la capsule et l'épithélium antérieur, en arrière entre la capsule et les fibres du cristallin. Si l'on traite la capsule par l'imprégnation d'argent, on obtient, dans cette couche albumineuse, un fin réseau noir qui donne tout à fait l'impression de plaques endothéliales; — seulement, les noyaux manquent totalement, comme on peut le voir au moyen des colorations à l'hématoxyline. Ce réseau se trouve aussi bien à la face antérieure qu'à la face postérieure de la lentille, et donne partout le même dessin. DEUTSCHMANN, qui décrit encore un réseau entre l'épithélium antérieur et les fibres cristalliniennes, l'envisage comme une matière destinée à souder les éléments cristalliniens entre eux. Nous envisageons ce *réseau sous-épithélial*, que nous avons également observé (fig. 12, Pl. VIII), comme le reste de la substance intercellulaire qui remplit le cavité embryonnaire de la lentille. Les mailles du réseau sont beaucoup plus grandes que les extrémités des fibres et correspondent plutôt à des empreintes de faisceaux de fibres qu'à des empreintes de fibres indépendantes.

Nous considérons la zone sous-capsulaire albumineuse de DEUTSCHMANN comme réelle, malgré toutes les contestations auxquelles elle a donné lieu. Chez l'adulte, on voit toujours cette zone entre la série des noyaux de l'épithélium antérieur et la capsule. Les cellules de

l'épithélium antérieur, isolées, se présentent comme des plaques hexagonales, munies d'un noyau au centre. L'épaisseur propre de la cellule ne dépasse guère celle du noyau, de façon que la ligne claire appartient à la couche sous-capsulaire albumineuse. Si ces couches ne sont pas très évidentes chez l'adulte, elles occupent une épaisseur relativement considérable chez l'embryon, soit chez l'embryon humain où la zone homogène fait quelquefois le tour de la lentille, soit chez les embryons d'animaux où la zone homogène postérieure est très marquée. On peut donc prouver l'existence de cette zone par le développement.

Quant au dessin réticulaire que nous avons décrit chez l'embryon de porc, à la face interne de la capsule postérieure, on peut très bien le retrouver chez l'adulte, sous des apparences très diverses. HENLE admit d'abord qu'il s'agit de la coagulation de gouttelettes albumineuses, sans s'expliquer sur leur origine. O. BECKER fait dériver cette formation de la coagulation de gouttelettes de Margagni, ou matière exsudée des tubes cristalliniens. DEUTSCHMANN fait, avec raison, dériver ce tissu de modifications survenues, sous l'action des réactifs, dans sa couche sous-capsulaire albumineuse. HENLE et KÆLLIKER ont admis ensuite que ce dessin est formé par une série de lignes proéminentes (*Leisten*) qui divisent la capsule postérieure en un certain nombre de champs, et que dans chacun de ces champs vient s'insérer l'extrémité d'une fibre. O. BECKER admet, à peu de choses près, la même hypothèse, et figure, dans son atlas, les fibres du cristallin évasées à leur extrémité, et s'insérant dans les espaces décrits plus haut. BECKER, de plus, croit que ce réseau est produit par la coagulation de la substance intercellulaire semi-liquide qui se trouve entre l'extrémité des fibres et la capsule.

Il nous a été impossible d'observer ce réseau de lignes proéminentes, avec ou sans réactifs. En traitant le cristallin de porc adulte, de veau ou de chat, au nitrate d'argent, en enlevant les deux moitiés de la capsule pour les étaler à plat, nous avons pu constater que le réseau noir signalé par DEUTSCHMANN existe bien à toute la face interne de la capsule postérieure. Ce réseau correspond bien à l'insertion de l'extrémité des fibres sur la capsule, mais seulement dans une zone circulaire, équatoriale, seul point où les fibres s'insèrent directement sur la capsule. Une fois le tourbillon dépassé, les fibres ne s'insèrent plus sur la capsule, mais courent parallèlement à celle-ci. On voit, aux points d'insertion des fibres, celles-ci s'évaser en coupe ou en massue, prendre des formes irrégulières avant de s'attacher à la capsule. On peut obtenir assez facilement de grands fragments de cette dernière dans laquelle les fibres arrachées laissent l'empreinte de leur contour, empreinte qui se marque en noir par le nitrate d'argent, et donne ainsi l'illusion d'une série de plaques épithélioïdes, comme le montre bien la figure (fig. 13, Pl. VIII). Au point où les fibres sont rectilignes, à l'axe du tourbillon, le dessin laissé par les fibres sur la capsule est hexagonal, régulier, et correspond bien à la coupe de ces fibres. En dedans et en dehors de ce point, ces dernières, se dirigeant en éventail, doivent naturellement augmenter d'épaisseur pour atteindre la capsule, et perdent ainsi leur forme géométrique régulière.

Il est curieux que ce réseau d'apparence endothéliale s'étende, sur toute la face postérieure de la capsule, aux points où il n'y a plus d'insertions de fibres. On voit très bien qu'il s'agit là d'une mince couche homogène, qui tombe par places et laisse la capsule du cristallin à nu. Mais quelle est la signification de ce

dessin pseudo-épithélial? C'est ce qu'il nous est impossible d'expliquer, même par le développement. S'agit-il peut-être d'un épithélium dégénéré? La chose est peu vraisemblable, car la couche homogène postérieure, dont cette singulière formation paraît dériver, est toujours dépourvue de noyaux, même dans les premiers temps embryonnaires.

Quant au réseau de lignes proéminentes signalé chez l'adulte par HENLE, KÆLLIKER, O. BECKER (dans son atlas), nous n'avons jamais pu l'apercevoir comme le signalent ces auteurs, c'est-à-dire formant un réseau régulier entre les extrémités des fibres et la capsule. Nous n'avons jamais vu qu'un réseau marqué en *minces* lignes noires par l'imprégnation d'argent, jamais un dessin de lignes proéminentes. Ce dernier est évidemment produit par une coagulation de la couche albumineuse postérieure, qui, à l'état normal, forme la série des plaques épithélioïdes décrites plus haut.

L'imprégnation d'argent sur la partie antérieure de la capsule donne une image bien plus compliquée (fig. 42, Pl. VIII). Nous avons la superposition suivante de plans, d'après la planche : la capsule du cristallin, homogène, claire ; puis, la série des plaques épithélioïdes qu'on trouve aussi entre l'épithélium antérieur et la capsule (couche sous-capsulaire albumineuse antérieure). Ici, les plaques sont de dimensions beaucoup plus petites qu'en arrière, ont des bords festonnés et s'engrènent exactement les unes dans les autres. Ces plaques, dont la substance est finement grenue, tombent par places et laissent la capsule du cristallin à nu, comme en arrière. Vient ensuite l'épithélium antérieur dont les limites cellulaires sont marquées vivement en noir par l'argent. Au-dessus, enfin, vient un réseau plus large, à mailles irrégulières (*réseau sous-épithélial*), dont les ramifica-

tions passent librement par-dessus l'épithélium. C'est évidemment le réseau déjà signalé par DEUTSCHMANN entre l'épithélium antérieur et les fibres cristalliniennes. Peut-on affirmer avec certitude l'existence de ce dernier réseau, n'est-ce pas un produit artificiel? C'est ce qu'il est difficile de décider. Nous pouvons cependant bien admettre que c'est le reste de la substance homogène que nous avons décrite dans la lentille embryonnaire, avant que celle-ci soit comblée par les fibres.

Nous n'avons pu obtenir de nouveaux résultats sur la structure de la capsule cristallinienne elle-même. Comme à tous les observateurs, elle nous a paru d'une limpidité parfaite, même en la traitant au nitrate d'argent et à l'acide osmique. A peine peut-on apercevoir sa structure finement fibrillaire, aux forts grossissements. Quant à son origine, nous l'avons toujours vue, au début, en contact intime avec la *tunica vasculosa lentis*, et toujours liée à l'apparition des vaisseaux, tandis qu'elle est séparée du cristallin (face postérieure) par une forte zone de matière homogène, qui fait quelquefois le tour de l'organe chez l'embryon humain. Nous sommes cependant dans la nécessité de faire des réserves sur la constance de la zone sous-capsulaire antérieure de l'embryon humain, zone que nous avons décrite, fortement exagérée en épaisseur, dans les embryons de 3 et 6 mois.

Une autre interprétation sur l'origine de la capsule du cristallin a été donnée par SCHWALBE. Il fait dériver les couches internes, de la capsule des cellules cristalliniennes et leur attribue une origine cuticulaire, les couches externes, du tissu mésodermique et leur attribue une origine conjonctive. Cette distinction est vraiment trop subtile, et non justifiée par le développement, comme nous l'avons vu.

Le développement de la membrane vasculaire (du

2^{me} au 7^{me} mois, d'après KÆLLIKER) de l'iris, du corps ciliaire, de la zonule de Zinn, ne nous a rien fourni de nouveau. Nous avons vu l'iris au début comme un simple bourrelet circulaire, lieu de confluent commun des *chorio-capillaris*, des *vasa hyaloïdea propria* et des vaisseaux de la *tunica vasculosa lentis*, sur les différenciations de laquelle il n'est pas besoin d'insister. Il nous a été facile de vérifier l'opinion de KESSLER et KÆLLIKER, que la vésicule oculaire secondaire contribue au développement de l'iris, du pigment iridien, et du corps ciliaire.

CONCLUSIONS.

1° *La capsule du cristallin est une dépendance du feuillet moyen du blastoderme; elle est donc d'origine conjonctive.*

Cette conclusion s'impose, déjà par exclusion. Il n'y a guère que deux hypothèses en présence, l'hypothèse de la nature cuticulaire et celle de la nature conjonctive de la capsule. La première tombe par le fait de la séparation de toute la partie postérieure de la capsule de l'organe qui l'aurait produite. D'autre part, la relation intime de la capsule avec le mésoderme et l'enveloppe vasculaire du cristallin parlent en faveur de son origine conjonctive.

2° *L'étoile du cristallin existe, chez l'embryon, comme substance intercellulaire; l'axe de l'étoile se continue directement avec la zone homogène postérieure.*

3° *L'étoile du cristallin ne forme plus, chez l'adulte, qu'une simple ligne suturale; la zone homogène postérieure et la substance intercellulaire de l'étoile*

disparaissent progressivement, avec la croissance de l'organe.

Il paraît résulter aussi des observations que nous avons faites chez l'embryon de porc, que la moitié postérieure de l'axe de l'étoile du cristallin se forme par étranglement de l'espace cupulaire situé entre le bourgeon des fibres et la capsule postérieure. La moitié antérieure de l'axe et les branches de l'étoile ne se formeraient que lorsque les fibres cristalliniennes, d'abord antéro-postérieures, auraient changé de direction. Nous reconnaissons cependant qu'une conclusion définitive au sujet de l'axe de l'étoile serait prématurée, surtout à cause du petit nombre des faits observés. De même, la signification des plaques épithélioïdes ne peut être donnée maintenant. L'embryologie du cristallin soulève ainsi divers problèmes dont la solution demande des observations plus nombreuses et plus approfondies.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- AMMON. Die Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges. Gräfe's Archiv. f. Ophthalmol. Bd. IV, Abth I. Berlin, 1858.
- ARNOLD. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Auges. Heidelberg, 1864.
- SERNOFF. Ueber den mikr. Bau der Linse bei Mensch und Wirbelthieren. Diss. inaug. 1867.
- SERNOFF. Zur Entwicklung des Auges, im medicinischen Centralblatt. 1872, n° 13.
- BABUCHIN. Die Linse, in Stricker's Handbuch. Leipzig, 1871.
- WOINOW. Ueber die Entstehung der bipolaren Anordnung der Linsenfasern. Wiener Sitzungsber. 1869.

- KESSLER. Untersuchungen ueber die Entwicklungsgeschichte des Auges am Hühnchen und Triton. Dorpat, 1871.
- KESSLER. Zur Entwicklung des Auges. Leipzig, 1877.
- LIEBERKÜHN. Ueber das Auge des Wirbelthierembryo. Cassel, 1872.
- LIEBERKÜHN. Zur Anatomie des embryonalen Auges. In Marburg. Sitzungsber. 1877.
- MÜLLER. W. Ueber die Stammesentwicklung des Sehorganes der Wirbelthiere. Leipzig, 1873.
- MIHALCOVICS. Ueber den Kamm des Vogelauges. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XI, 1874.
- MIHALCOVICS. Ein Beitrag zur ersten Anlage der Augenlinse in Schultze's Archiv. Bd. XI, S. 379.
- HENLE. Zur Anatomie der Krystalllinse. Göttingen, 1878.
- KÖLLIKER. Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Leipzig, 1879, II Aufl. ; traduit en français.
- KÖLLIKER. Zur Entwicklung des Auges und Geruchsorganes menschlicher Embryonen. Würzburg, 1883.
- BAMBEKE. Contribution à l'histoire du développement de l'œil humain. Gand, 1879.
- HIS. Anatomie menschlicher Embryonen I. Leipzig, 1880.
- SCHWALBE. Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane, in Hoffmann's Lehrbuch der Anatomie. Erlangen, 1883.
- DEUTSCHMANN, dans plusieurs mémoires disséminés, dans : Archiv für die gesammte Phys., Archiv. f. Ophthalmologie, Graefe's Archiv.
- O. BECKER. Zur Anatomie der gesunden und kranken Linse, unter Mitwirkung von Dr H. Schäfer und Dr Gama da Pinto. Wiessbaden, 1884.
-

REMARQUES

SUR LE

MÉMOIRE DE M. RUBATTEL

PAR

ED. BUGNION

Le résultat principal, auquel M. Rubattel est arrivé dans son travail, est d'avoir établi nettement l'origine mésodermique de la capsule du cristallin, à l'opposé des auteurs qui en ont fait une formation épithéliale ou cuticulaire.

La capsule du cristallin est morphologiquement analogue aux membranes basales qui séparent l'épithélium du tissu connectif sous-jacent dans plusieurs régions du corps, analogue par exemple à la membrane de Bowman de la peau, à la membrane basale antérieure de la cornée, à la lame vitrée de la choroïde, à la limitante postérieure de l'iris (située entre la couche fondamentale et la portion rétinienne ou épithéliale de l'iris), à la membrane basale du labyrinthe membraneux, etc.

Les membranes de ce genre dérivent du tissu connectif et se trouvent à la face profonde de l'épithélium, tandis que les *cuticules*, semblables aux formations hitineuses des Arthropodes et des Vers, sont une pro-

duction épithéliale et se trouvent toujours du côté libre soit à la surface de l'épithélium.

Le cristallin de l'embryon est enveloppé d'une couche de tissu conjonctif très vasculaire qui lui fournit sa capsule. On peut le considérer comme un bourgeon épithélial qui s'enfonce dans le mésoderme sous-jacent. La surface du cristallin correspond par conséquent à la face profonde de l'épiderme, et c'est entre l'ectoderme et le mésoderme que la capsule se forme chez l'embryon. Ceci indique déjà que cette capsule n'est pas une formation cuticulaire.

Ce qui rend difficile au premier abord d'assimiler la formation de la capsule du cristallin à celle de la lame de Bowman par exemple, c'est que le tissu connectif disparaît plus tard par résorption sur toute la face antérieure du cristallin; en laissant la capsule à nu; mais ce n'est là qu'une différence apparente, puisque dans la phase embryonnaire le cristallin tout entier est noyé dans le mésoderme intérieur de l'œil.

Un autre fait, qui parle contre l'origine épithéliale de la capsule, est la présence chez l'embryon entre cette membrane et le tissu propre du cristallin d'une couche anhiste semi-liquide, formée d'une matière homogène ou granuleuse (après le durcissement) et qui établit une séparation complète entre ces parties. Cette substance est en quantité plus abondante à la face postérieure du cristallin, où elle remplit une sorte de dépression ménagée entre la capsule et les fibres, mais elle se retrouve aussi à la face antérieure chez l'embryon humain et forme une couche mince entre la capsule et l'épithélium antérieur. L'existence de cette couche anhiste ressort si nettement des préparations de M. Rubattel, qu'il n'est pas possible de la mettre en doute.

Analogue au liquide intercellulaire des épithéliums,

cette matière remplit également chez l'embryon les fentes suturales dont l'ensemble constitue l'étoile du cristallin. Ces interstices sont notablement plus larges chez l'embryon que chez l'adulte, de manière que la substance qui les remplit s'y trouve aussi en quantité plus considérable. Plus tard, au contraire, cette matière disparaît presque entièrement tant dans les branches de l'étoile que sous la capsule. Son dernier vestige chez l'adulte constitue une couche mince, étendue entre la capsule et les fibres, sur les deux faces du cristallin et dans laquelle on remarque un dessin réticulé, déjà signalé par Becker et Schwalbe.

Un avantage de la manière de voir que nous soutenons ici est de faire mieux comprendre l'homologie de la capsule du cristallin avec la zonule de Zinn et avec la membrane hyaloïde. On sait que ces parties se continuent directement les unes avec les autres, les fibres de la zonule se prolongeant en arrière dans la membrane hyaloïde et le corps vitré, tandis qu'elles se perdent en avant dans la couche superficielle de la capsule (Zonulalamelle de Schwalbe) et se fusionnent avec elle.

Comment comprendre la continuité directe de ces parties, si elles ont une origine différente? Si la capsule était une production cuticulaire, on ne se rendrait pas compte de sa soudure intime avec les fibres de la zonula. Tout s'explique au contraire si, de même que la hyaloïde et la zonule, la capsule du cristallin est un produit du mésoderme intérieur de l'œil. La capsule devient alors la continuation directe de la membrane hyaloïde et remplace cette dernière dans la fosse patellaire à la face antérieure du corps vitré; ce dernier adhère directement à la face postérieure du cristallin.

Le tissu mésodermique qui enveloppe le cristallin de l'embryon lui forme donc sa capsule, de même que le

corps vitré forme la hyaloïde. La seule différence est que le mésoderme disparaît ensuite par résorption à la face antérieure du cristallin, tandis qu'il persiste en arrière de lui pour constituer le corps vitré.

Le corps vitré peut être considéré en effet comme du tissu connectif atrophié, privé de ses vaisseaux et de la plupart de ses cellules et ayant subi une sorte de transformation colloïde. Bien que profondément modifié, il représente encore le dernier vestige du mésoderme intérieur de l'œil.

Ayant guidé M. Rubattel dans le choix de son sujet, je suis heureux de constater aujourd'hui qu'il est arrivé à plusieurs résultats nouveaux et intéressants.

Lausanne, le 24 juillet 1884.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DES
V É L L E L L E S

PAR
MAURICE BEDOT
D^r ès sciences.

Avec la planche IX

Les recherches sur les Vélelles, que j'ai publiées dans le précédent volume de ce Recueil, présentent quelques points sur lesquels je désire revenir. J'ai eu l'occasion, depuis lors, de mettre en coupes un certain nombre de Rataires très jeunes, et leur étude m'a fourni quelques données nouvelles sur l'embryogénie de ces animaux. Je parlerai en premier lieu de l'organe central.

Chez la Véllelle adulte, cet organe est entouré d'une zone vasculaire très considérable, sur laquelle s'attachent les petits gastérozoïdes. Cette zone fait défaut chez les Rataires les plus jeunes que j'aie observés, et sur un individu mesurant 0^{mm},62, l'organe central constitue à lui seul le plancher. Il a la forme d'un petit ma-

melon (Pl. IX, fig. 2) dont les bords vont en diminuant d'épaisseur jusqu'au limbe. Sa surface inférieure est occupée presque en entier par le gastérozoiide central. Près du limbe se trouvent de petites proéminences qui sont l'origine des premiers tentacules. A ce stade du développement, l'organe central a à peu près la forme d'un cône, mais il ne conserve pas longtemps cette disposition. Il subit bientôt une sorte de resserrement sur deux côtés opposés, ce qui le force à se développer davantage suivant l'axe de la crête. A sa partie supérieure se trouve, comme chez l'adulte, une couche cellulaire (Pl. IX, fig. 2 *in*) qui forme le revêtement intérieur du pneumatophore. On devrait rencontrer au-dessous de cette couche, la lamelle anhiste interne, mais à cette époque elle n'est pas encore formée. On la trouve cependant, bien que peu développée sur les côtés du pneumatophore. Les canaux supérieurs (Pl. IX, fig. 2 *cs*) sont en très petit nombre et leur cours présente une grande régularité. J'ai pu le reconstruire en appliquant la méthode des abscisses et ordonnées, à une série complète de coupes épaisses de 0^{mm}04. La figure que j'ai obtenue ainsi a été représentée à la Pl. IX, fig. 4. On voit que ce système de canaux est à peu près symétrique. Le tronc principal (A B) est un peu sinueux et se bifurque à ses deux extrémités. Au milieu de son parcours, il reçoit les deux branches d'un autre tronc (C D) qui forme un angle droit avec lui. Un peu avant ce point de jonction, chacune des branches du tronc principal reçoit deux canaux (E F et G H) qui s'y réunissent en formant un angle de 45° à peu près. Les coupes étant perpendiculaires au tronc principal, j'ai pu voir facilement la bifurcation qui se trouve à chacune de ses extrémités. Par contre, je n'ai pas pu observer ce fait sur les autres canaux, mais il est possible qu'il se pré-

sente aussi ; on pourrait le vérifier facilement en faisant des coupes dans d'autres directions.

Ce système de canaux communique avec le gastérozoïde central au moyen de 5 canaux secondaires qui prennent naissance dans les gros troncs, traversent directement la masse de cnidoblastes et s'ouvrent dans la cavité du gastérozoïde. Leur trajet est très court et leur diamètre très petit. Ces canaux de communication (fig. 4, *O*) sont placés dans l'ordre suivant : Sur chacune des branches du tronc principal on en trouve deux, à peu de distance l'un de l'autre. Ils ne se réunissent pas à la partie inférieure du tronc principal, mais un peu de côté, l'un à droite, l'autre à gauche. Le cinquième canal de communication (fig. 4, *O*⁵) part d'une des branches qui forme un angle droit avec le tronc principal. Il diffère des autres par le fait qu'il prend naissance à la partie inférieure et non pas sur le côté du tronc. On voit donc qu'à cette période du développement le gastérozoïde central a 5 ouvertures qui ne sont pas placées symétriquement. Les canaux ont en général un lumen assez grand (fig. 2 *cs*). Leurs parois, qui ne présentent aucune trace de corpuscules foncés, sont formées de cellules fusionnées ensemble et dont il est impossible de voir les limites. Leur protoplasme est peu dense et présente souvent des lacunes. Elles renferment de gros noyaux ronds qui contiennent un nucléole. La gaine du canal n'est pas encore visible. Sur quelques coupes cependant elle commence à se montrer sous la forme d'une ligne excessivement fine qui borde les parois. En deux points du tronc principal (fig. 2 *p*) le lumen fait défaut et le canal est complètement bouché.

La plus grande partie de l'organe central, à cette époque, est formée par la masse de cnidoblastes (fig. 2

cb). Ceux-ci ne sont pas pressés les uns contre les autres, mais laissent souvent entre eux de petits espaces libres. En outre, comme les canaux supérieurs (fig. 2 cs) sont peu nombreux, et ne forment pas encore sur l'organe central un revêtement complet, les cnidoblastes se trouvent en contact avec la couche cellulaire (*in*) qui tapisse le pneumatophore. Ce fait ne s'observe pas chez l'adulte. Les cnidoblastes sont plus ou moins ronds. Ils contiennent un gros noyau qui se colore vivement au carmin-borax. L'intérieur de la cellule est transparent, mais ses contours sont bien visibles et parfaitement délimités. Le noyau est souvent accolé contre les parois de la cellule. Il prend alors, sur une coupe, l'aspect d'un croissant dont les cornes se confondent avec l'enveloppe cellulaire. Les nématocystes arrivés à maturité sont très rares à ce stade ; cependant, on en trouve toujours quelques-uns. Les canaux inférieurs, de même que les canaux aérifères, font complètement défaut.

Dans la suite du développement, l'organe central se resserre sur les côtés, ce qui donne à sa base une forme allongée ; il subit en même temps une autre déformation dont je parlerai plus loin.

En examinant des coupes transversales d'un Rataire mesurant 4^{mm},3 on voit que les canaux supérieurs se sont beaucoup développés et recouvrent la plus grande partie de l'organe central. Il ne m'a pas été possible d'en reconstruire la disposition, mais j'ai pu observer avec certitude la présence de huit ouvertures au fond du gastérozoïde. On peut facilement se représenter la disposition de ces ouvertures en supposant un axe traversant l'organe central dans le sens de sa plus grande étendue. On trouve alors deux ouvertures placées sur l'axe, puis quatre autres disposées alternativement l'une à droite, l'autre à gauche, et enfin les deux dernières

sur l'axe. Toutes les ouvertures se suivent à des distances à peu près égales.

A cette époque, le pneumatocyste est déjà composé de 7 chambres. La sixième de ces chambres envoie, de deux points opposés, des prolongements en forme de goulots, qui sont l'origine des canaux aérifères, et pénètrent dans l'organe central. A un stade un peu plus avancé, ces deux canaux aérifères sont encore les seuls qui existent et on les voit très bien sur des coupes horizontales d'un Rataire mesurant $2^{\text{mm}}, 2$ (fig. 5 *af*). Après avoir traversé une partie de la masse de cnidoblastes, chacun de ces canaux m'a semblé se diviser en deux branches, mais je n'ai pu observer leur mode de terminaison.

Chez les Rataires très jeunes ($0^{\text{mm}}, 62$) les canaux supérieurs sont formés, comme je l'ai déjà dit, par des cellules réunies ensemble, sans qu'il soit possible de voir leurs limites. A cette époque, les granulations foncées font complètement défaut dans le protoplasme de ces cellules. C'est seulement à un stade plus avancé, sur un Rataire mesurant $1^{\text{mm}}, 3$, qu'on les rencontre pour la première fois. Elles apparaissent sous la forme de petits points noirs répandus en faible quantité dans le protoplasme. Ces granulations augmentent beaucoup en nombre avec l'âge. J'ai représenté à la Pl. IX, fig. 40 une portion de la paroi d'un canal supérieur chez un Rataire mesurant 4^{mm} . Le protoplasme de toutes les cellules est encore réuni en une seule masse, cependant on rencontre déjà en quelques endroits des cellules dont les contours commencent à s'accuser. Cette individualisation des cellules augmente toujours; elles prennent des contours arrondis et se groupent sans régularité contre la gaine des canaux. C'est seulement chez l'animal adulte que l'on voit les cellules des canaux

de revêtement se diviser en deux catégories : les unes petites et rondes, à la partie supérieure des canaux, les autres très grosses, occupant la partie inférieure et les côtés. Ces dernières seules sont chargées, comme je l'ai dit précédemment, de former la matière foncée que l'on trouve dans les canaux de l'organe central. Mais ici, ce ne sont plus des granulations très fines, que l'on rencontre dans les parois des canaux, ce sont des corpuscules qui atteignent une dimension relativement assez considérable. On peut se rendre compte facilement de la manière dont ils se forment dans l'intérieur des grosses cellules, en jetant un coup d'œil sur la Pl. IX, fig. 7, A B C. On voit d'abord une cellule (C) dont les contours sont bien délimités et qui renferme un gros noyau (*n*). A côté du noyau se trouve un petit corpuscule ovale (*p*) qui est entouré d'une zone claire. Ce corpuscule ainsi formé peut encore augmenter de volume dans l'intérieur de la cellule (fig. 7, A *p*) ; ensuite il est expulsé. A ce moment les contours de la cellule ne se voient plus aussi facilement sur tout son pourtour. Il semble que son enveloppe s'est déchirée d'un côté (fig. 7, A B) pour livrer passage au corpuscule. Lorsque la zone claire arrive au bord du protoplasme (B), elle s'ouvre à l'extérieur et le corpuscule se trouve en dehors de la cellule. On voit quelquefois dans le protoplasme des cellules de petites vacuoles transparentes (fig. 7, A *v*) qui sont peut-être en relation avec la formation des corpuscules, mais qui cependant n'en renferment pas de traces. On rencontre aussi, mais plus rarement, des corps ovoïdes (fig. 7, A S) qui présentent sur leur surface des lignes concentriques et qui se distinguent difficilement du protoplasme dans lequel ils sont logés.

Les granulations foncées qui se trouvent dans les ca-

naux du limbe apparaissent à un stade plus précoce que celles des canaux supérieurs. En effet, on les voit déjà sur des coupes de Rataire mesurant $0^{\text{mm}},62$. Elles s'y trouvent en petit nombre, il est vrai, mais dans la suite du développement elles augmentent rapidement. On les voit très bien sur la Pl. IX, fig. 9 qui représente une portion d'un canal du limbe chez un Rataire de 4^{mm} . A partir de cette époque, les granulations augmentent et les cellules qui ne présentaient pas de limites tranchées entre elles, commencent à s'arrondir et à se séparer les unes des autres. C'est exactement la même chose que ce que nous venons de voir à l'occasion des canaux de l'organe central. En même temps que les cellules s'individualisent, les granulations diminuent, et lorsqu'on étudie des coupes de Vélelle adulte, on ne les trouve plus qu'en nombre très minime. Les canaux sont formés par des cellules arrondies (Pl. IX, fig. 8) dont le protoplasme n'est pas homogène, mais paraît complètement bosselé. Près de ces cellules se trouvent de petits amas gris ou brunâtres (fig. 8 *am*) qui abondent surtout dans la région du canal marginal. On pourrait peut-être les considérer comme des *résidus protoplasmiques* expulsés par les cellules au moment où elles prennent leur forme arrondie. Ces amas renferment quelques granulations, mais en très petit nombre. La couleur foncée qui caractérise le canal marginal et les canaux qui y débouchent est due principalement à ces amas ainsi qu'aux cellules rondes.

Les recherches que je viens d'exposer montrent donc que, *dans la première période du développement, les granulations foncées se forment de la même manière dans les canaux du limbe et dans ceux de l'organe central*. Dans les stades suivants ces processus se modifient pour amener, d'une part, la production de gros cor-

puscules, de l'autre, la formation de petits amas foncés. Ceci, du reste, ne fait que confirmer l'opinion que j'ai émise précédemment. (Rec. zool. suisse, Tome I, p. 542).

Le pneumatocyste, à l'origine, n'est formé que d'une seule chambre. Elle est munie de deux ouvertures en forme de petits goulots qui s'enchassent dans des ouvertures correspondantes du pneumatophore. CHUN ¹ prétend qu'il se forme ensuite 8 chambres placées radiairement autour de la première. D'après mes observations, ce ne serait pas le cas. J'ai pu isoler le pneumatocyste de Rataires très jeunes, et j'ai vu que la première chambre présentait seulement, comme HUXLEY ² et PAGENSTECHE ³ l'ont montré, des lobes qui boursoufflent ses parois. Ils sont d'abord au nombre de 4 (PAGENSTECHE) et deviennent plus nombreux par la suite. Sur des Rataires entiers conservés dans l'alcool, on peut déjà les observer facilement, par transparence. Pour se rendre compte de la disposition des chambres du pneumatocyste, il suffit de jeter un coup d'œil sur la fig. 4. On voit que la seconde chambre se forme autour de la chambre principale, un peu en dessous. Elle est bientôt recouverte par la 3^{me} chambre qui à son tour se trouve renfermée dans la 4^{me}. Ces chambres sont donc emboîtées les unes dans les autres, et sont fixées toutes les trois, à leur partie supérieure, sur les parois de la chambre principale. A partir de ce moment, la disposition change un peu par le fait que chaque chambre est attachée seulement à celle qui la précède. Le pneumatocyste prend ainsi l'aspect d'une cloche dont

¹ Chun, *Zoologischer Anzeiger*, 1881.

² Huxley, *The Oceanic Hydrozoa*, 1859.

³ Pagenstecher, *Zeitsch. f. wiss. Zoolog.*, vol. 12, 1863.

l'ouverture s'évase de plus en plus pendant que le plancher proprement dit se forme autour de l'organe central. Dans la première période du développement, le pneumatocyste ne présente aucune trace de crête verticale, mais lorsque les Rataires commencent à prendre une forme allongée, la chambre principale subit un resserrement latéral, à sa partie supérieure (fig. 4). Ce processus continuant à agir, il en résulte l'apparition d'un repli qui n'est plus localisé seulement sur la chambre principale, mais qui s'étend à toutes les chambres du pneumatocyste à l'exception de la 2^{me} et de la 3^{me}. Ces dernières, en effet, ne peuvent pas participer à la formation de la crête, étant enclavées dans la 4^{me} chambre. Ce repli que l'on voit très bien sur des coupes horizontales (Pl. IX, fig. 3) forme une arête creuse qui s'étend d'un bout à l'autre du pneumatocyste. Bientôt après, les parois de l'arête se soudent et donnent naissance à la crête du pneumatocyste. La ligne de soudure se voit encore très bien sur des coupes transversales de Véléle adulte, colorées au carmin-borax. HOLLARD¹ avait déjà décrit la crête du pneumatocyste comme étant formée de « deux feuilletts appliqués l'un contre l'autre. » Ce fait a été mis en doute plus tard. On voit maintenant que ce sont bien deux lames qui se soudent l'une contre l'autre, mais que chacune d'elles est formée d'une série de petites pièces provenant des chambres du pneumatocyste.

Je dois parler ici d'un organe assez curieux, qui est en relation directe avec le pneumatocyste. Lorsqu'on examine des Rataires sous la loupe, on voit deux lignes foncées placées de côté et qui, après avoir pris naissance au bas au pneumatophore, vont se rejoindre à son som-

¹ Hollard, *Annales des Sciences naturelles*, 3^{me} sér., vol. III, 1845.

met (Voir Rec. zool. suisse, Tome I, Pl. XXV, fig. 2). Pour se rendre compte de leur signification, il faut avoir recours à des coupes horizontales. On trouve alors, sur des Rataires mesurant 1^{mm} de longueur et 2^{mm} de hauteur, quatre gouttières qui, partant de l'organe central, remontent le long des parois du pneumatophore. Elles sont placées symétriquement, et à peu près à égale distance les unes des autres. Les gouttières qui partent des deux extrémités de l'organe central, sont très courtes et ne remontent pas jusqu'au sommet du pneumatophore, tandis que c'est le cas pour les deux autres. Ce sont ces dernières que l'on voit par transparence à travers les parois du pneumatophore et qui y dessinent deux lignes foncées. Sur les coupes horizontales ces gouttières présentent l'aspect d'une pince (Pl. IX, fig. 6) réunie aux parois du pneumatophore par un prolongement très mince (*d*). La couche cellulaire (*in*) qui tapisse le pneumatophore se replie dans la direction du centre de l'animal. Elle entraîne à sa suite le tissu amorphe qui est appliqué contre elle, et qui représente la lamelle de soutien (*ls*). Ce prolongement d'abord excessivement mince (*d*), grossit brusquement et se bifurque pour donner naissance à la gouttière proprement dite. La lamelle de soutien (*ls*) prend positivement l'aspect d'une lamelle dont les bords sont bien délimités du tissu environnant. Elle s'avance presque au fond de la gouttière, et envoie des prolongements latéraux (*pl*) qui vont jusqu'à l'extrémité des branches de la pince. Un petit nombre de cellules sont attachées contre la lamelle de soutien; elles prennent souvent la forme de croissants et se terminent par une pointe très effilée. C'est entre ces cellules que sont logés les prolongements de la lamelle de soutien.

Le pneumatocyste forme, à l'extérieur, un petit re-

pli (*r*) qui vient se loger dans la gouttière. Parfois, il y semble complètement enchassé, et ses bords même remontent un peu le long des parois externes de la gouttière. D'autres fois (fig. 6), il s'en éloigne un peu, mais ce fait est peut-être causé accidentellement par les manipulations auxquelles l'animal a été soumis, pour être mis en coupes.

L'aspect que je viens de décrire est loin de se présenter sur toutes les coupes. Lorsqu'on approche du sommet du pneumatophore, on voit d'abord la gouttière disparaître pour laisser place à un simple prolongement de la couche cellulaire qui entraîne avec elle la lamelle de soutien. Plus haut, au lieu d'un seul prolongement, on en trouve deux, très rapprochés l'un de l'autre, de chaque côté du pneumatophore.

Lorsqu'on examine des coupes horizontales d'un Rataire un peu plus âgé, c'est-à-dire mesurant 2^{mm},2 de longueur et 3^{mm},5 de hauteur, on voit que la disposition n'est plus semblable à celle que je viens de décrire. On s'en rendra facilement compte en examinant le dessin représenté à la Pl. IX, fig. 5. La couche cellulaire du pneumatophore (*in*) envoie encore 4 prolongements (*d*¹ *d*² *d*³ *d*⁴) dirigés vers l'intérieur, mais on ne rencontre plus la forme de gouttière ou de pince, qui était si caractéristique au stade précédent. Les prolongements forment simplement des arêtes qui remontent le long des parois du pneumatophore. Ceux qui se trouvent aux deux extrémités de l'organe central (*d*¹ *d*²) sont peu développés et disparaissent très vite lorsqu'on se rapproche du sommet du pneumatophore, ce qui n'est pas le cas pour les autres. Le repli externe du pneumatocyste, qui se logeait dans la gouttière, fait complètement défaut, comme on le conçoit facilement. Par contre, les prolongements latéraux se dirigeant vers le

centre de l'animal, rencontrent sur leur chemin le pneumatocyste. Ils le repoussent devant eux et forment ainsi le sillon du pneumatocyste qui se retrouve chez l'adulte. Pendant que les Rataires grandissent, les prolongements diminuent et ne sont bientôt plus que de simples petites saillies de la couche cellulaire.

Les organes que je viens de décrire me paraissent être destinés à produire le pneumatocyste. Ils sont en effet en relation bien plus directe avec lui, que ne l'est la couche cellulaire interne du pneumatophore. Il est probable que le repli externe du pneumatocyste, lorsqu'il est logé au fond de la gouttière, se trouve en contact avec la lamelle de soutien et que celle-ci prend part à sa formation. En envisageant les choses sous ce point de vue, on ne sera pas étonné de voir la gouttière disparaître, ou pour mieux dire, s'atrophier, après avoir donné naissance au pneumatocyste. Les prolongements qui se trouvent aux extrémités de l'organe central ne revêtent pas la forme de gouttières, mais il est possible qu'ils présentent cette forme à un stade plus précoce que celui dont je me suis occupé. Il me semble difficile de trouver, ailleurs que dans ces gouttières, le lieu de formation du pneumatocyste. PAGENSTECHER décrit, il est vrai, une couche de petites cellules comme étant la matrice d'où proviendrait la « capsule à air. » Il ajoute : « Cette membrane forme le revêtement interne de la couche musculaire de la crête, pénètre entre les parois des chambres de la vésicule (pneumatocyste) dont elle recouvre aussi la surface inférieure. » J'avoue qu'il m'a été impossible de comprendre cette disposition, même en ayant recours à la figure qui accompagne le texte. Quant à la couche cellulaire qui tapisse le pneumatophore, elle ne présente nulle part un aspect qui permette de lui attribuer un rôle dans la formation du

pneumatocyste. Elle a toujours des limites bien déterminées.

Chacun des prolongements du pneumatophore renferme à sa base un organe avec lequel il est peut-être en relation, mais dont il est difficile de déterminer le but. Ce sont quatre cordons de cellules placés dans l'angle que forme la couche cellulaire du pneumatophore lorsqu'elle se recourbe pour donner naissance aux prolongements (Pl. IX, fig. 5 *a*). Ils partent des bords de l'organe central, remontent le long du pneumatophore et s'arrêtent à une petite distance du limbe. On ne les voit plus sur la figure 6, bien qu'ils soient très développés à ce stade, parce que la coupe se trouve prise au-dessus de l'endroit où ils se terminent. La structure de ces cordons est assez curieuse et fait penser aux tentacules pleins de certaines méduses hydroïdes. Ils sont formés de cellules pressées les unes contre les autres. L'intérieur de chaque cellule est complètement transparent, mais ses contours sont toujours très nettement accusés et forment une paroi contre laquelle le noyau est généralement accolé. Ces cordons sont recouverts par une gaine qui paraît résistante. Ils prennent naissance au bord de l'organe central et, à ce qu'il m'a semblé, dans un de ses canaux. Leur terminaison a lieu dans le canal médian du pneumatophore. Peut-être doit-on regarder ces cordons cellulaires comme des canaux en voie de formation. Leur mode de terminaison (et peut-être aussi d'origine) tendrait à appuyer cette manière de voir. Cependant, je n'ai pas pu vérifier ce fait. Dans tous les cas, aux stades dont je viens de parler, l'aspect de ces cordons est très caractéristique et diffère complètement de celui que présentent les canaux en voie de formation. Je serais plus tenté de voir dans ces cordons un organe en rapport avec la formation du

pneumatocyste. Leur position parle en faveur de cette hypothèse, mais je dois avouer qu'il manque encore des preuves pour l'appuyer.

Lorsqu'on étudie le développement des Rataires en passant des stades avancés aux stades précoces, on voit de plus en plus reparaitre la symétrie radiaire. Les prolongements ou organes de formation du pneumatocyste sont, à l'origine, symétriquement placés. En joignant les deux organes opposés par une ligne droite, on obtient les deux axes primitifs des Véléelles. Il est vrai de dire que même aux stades les plus jeunes que j'aie observés, les quatre segments que l'on obtient ainsi ne sont pas complètement semblables. Plusieurs organes de l'animal troublent cette symétrie ; tels sont entre autres les canaux qui font communiquer le gasté-rozoïde central avec les canaux supérieurs, la crête larvaire, les ouvertures externes du pneumatophore. D'autres parties au contraire rentrent parfaitement dans cette symétrie ; ainsi l'organe central est primitivement conique, et ses canaux supérieurs sont disposés régulièrement. Ils présentent en effet deux troncs qui correspondent aux deux axes (fig. 4, A B et C D) et quatre autres branches qui sont à peu près au milieu de chaque segment. Je crois donc qu'on peut admettre, sans trop s'avancer, que dans la première période du développement la symétrie est complètement régulière.

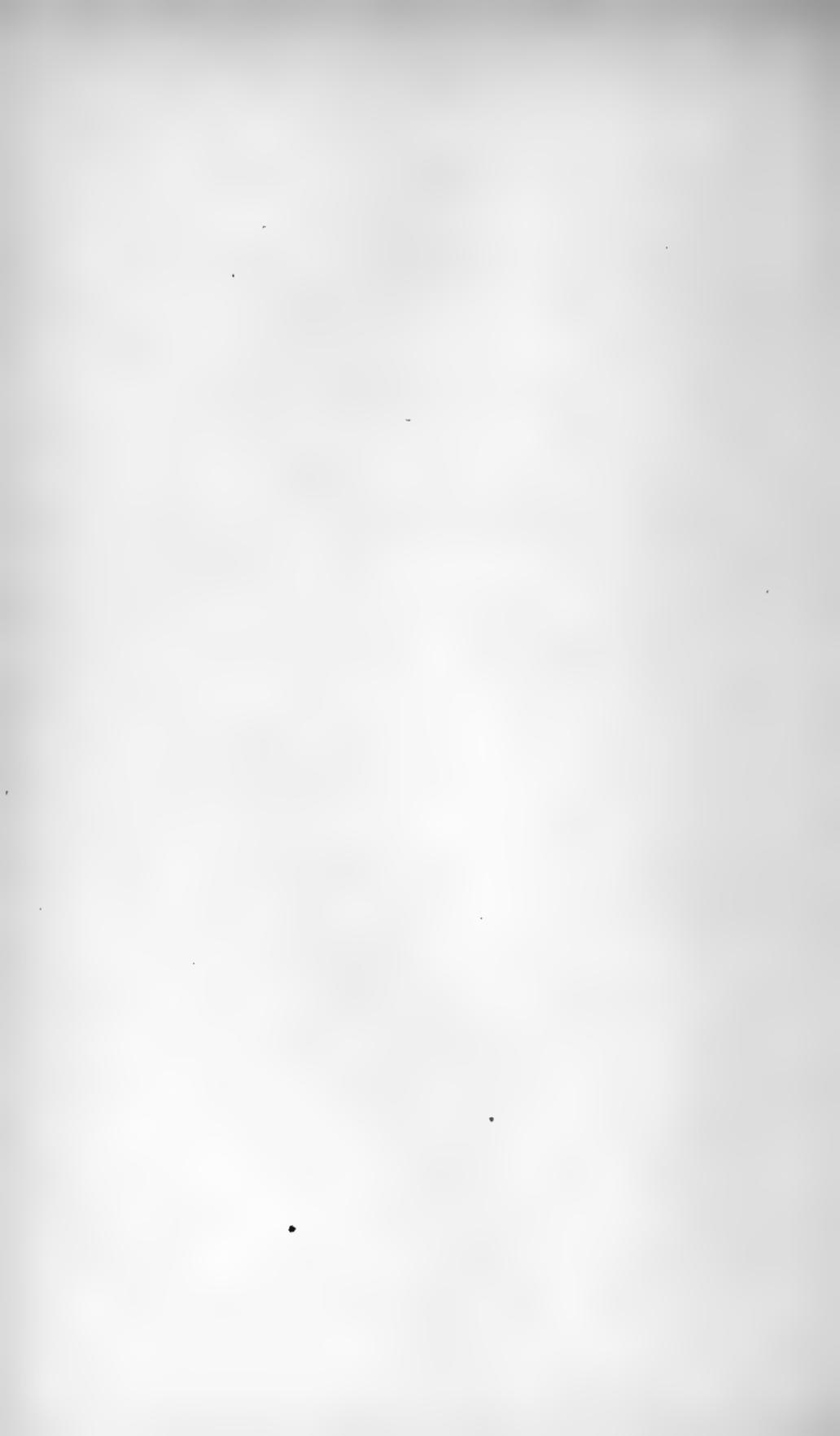
En jetant un coup d'œil sur la figure 5, on voit déjà une déviation assez considérable du type radiaire. L'organe central surtout présente une forme intéressante ; il est légèrement recourbé en S, et resserré sur ses côtés. Cette forme est due peut-être à l'action des prolongements latéraux du pneumatophore. En effet, ces derniers lorsqu'ils agissaient l'un contre l'autre, ont pu provoquer le rétrécissement de l'organe, puis lors-

qu'ils ont cessé d'agir dans la même direction, ils ont forcé l'organe central à s'éloigner de l'axe pour se rapprocher de la diagonale.

J'espère, du reste, avoir l'occasion de revenir prochainement sur ce sujet.

Ces recherches ont été faites dans le laboratoire d'Embryologie de l'Université de Genève.





DÉVELOPPEMENT DE L'ŒUF
ET
FORMATION DES FEUILLETS PRIMITIFS

CHEZ LA

CUMA RATHKII, Kröyer

PAR

le Dr HENRI BLANC

Professeur à l'Académie de Lausanne.

Avec la planche X

Quoique l'embryologie des Crustacés ait fait pendant le cours de ces dernières années de beaux et rapides progrès, grâce aux travaux des VAN BENEDEN, DOHRN, BOBRETZKY, REICHENBACH, MAYER, GROBBEN et HOEK, il est encore nombre de questions qui n'ont jamais été traitées et d'autres qui ne l'ont été qu'incomplètement.

C'est à DOHRN que l'on doit le premier, le seul mémoire qui ait été publié sur le développement des Cumacés. Ce mémoire intitulé : *Ueber den Bau und die Entwicklung der Cumaceen* renferme des détails très précis et d'excellentes réflexions sur le développe-

ment de ces Crustacés ; mais il ne contient aucun renseignement sur l'œuf, son mode de segmentation et la formation des feuilletts primitifs. Ce sont ces diverses lacunes, existant dans l'histoire du développement de ce groupe d'animaux, que je me suis proposé de combler ici, en publiant ces recherches qui ont souvent été interrompues, vu la difficulté très grande que j'ai eue à me procurer le matériel nécessaire, soit pendant soit après mon séjour au bord de la Baltique ; la *Cuma Rathkii* se reproduisant pendant les mois très froids de janvier et février.

Je traiterai tout d'abord l'œuf et son développement, puis je décrirai le mode suivant lequel les feuilletts primitifs se forment, pour terminer par la description de stades embryonnaires précédant ceux que DOHRN a observés et décrits. Mes recherches formeront ainsi un complément tout naturel au mémoire publié par ce naturaliste.

*
* * *

L'appareil sexuel femelle de la *Cuma Rathkii* se compose chez de jeunes animaux de deux glandes tubuleuses, les ovaires, qui sont situés au-dessus du tube digestif, dans la partie postérieure du céphalothorax. Chez des exemplaires adultes, les ovaires, à la surface desquels les œufs développés font saillie, ont plutôt la forme de petites grappes ; ils s'étendent du céphalothorax au dernier segment libre du thorax et sont colorés en beau violet. Cette coloration est assez intense pour qu'à l'œil nu déjà, il soit facile de la reconnaître à travers la carapace chitineuse et de pouvoir ainsi, sans avoir besoin de ciseaux et d'aiguilles, distinguer les mâles des femelles. Des prolongements du tissu connectif, très abondant chez la *Cuma Rathkii*, relie les

deux ovaires par leurs extrémités antérieures, d'autres, provenant d'organes voisins, les maintiennent dans leur position respective.

Je n'ai jamais pu découvrir la moindre trace d'oviductes et suis forcé par conséquent d'admettre avec BURMESTER (7, p. 38) qu'arrivés à maturité, les œufs rompant les minces parois des ovaires, s'échappent par une ouverture sexuelle placée au milieu du troisième segment libre du thorax pour arriver dans une cavité incubatrice.

Les parois de chaque ovaire sont très minces ; la première enveloppe, la plus externe, est une tunique propre très fine et sans structure ; c'est avec cette enveloppe que se fondent les attaches connectives mentionnées plus haut. Immédiatement au-dessous de cette tunique propre, suit une couche plus épaisse formée d'une masse de protoplasma dans laquelle sont enfouis de nombreux noyaux. L'existence seule de ces noyaux prouve la composition cellulaire de cette enveloppe, car, après emploi répété du nitrate d'argent, je n'ai jamais pu observer la trace d'une membrane cellulaire quelconque.

Cette seconde enveloppe est un véritable *syncytium* que j'appellerai *germinatif*, puisque comme je me propose de le démontrer, les œufs y prennent naissance. Ce type de couche germinative n'est pas un fait extraordinaire, car il a été décrit chez d'autres Crustacés et chez de nombreux Vers annélides.

Tandis que chez l'*Asellus aquaticus*, chaque ovaire, d'après VAN BENEDEN (3, p. 59), est différencié, comme cela a lieu fréquemment chez les Insectes, en un germigène et en un vitellogène, cette différenciation n'existe pas pour les ovaires de la *Cuma Rathkii* dans lesquels les œufs se forment et se développent partout ; c'est-à-

dire, que dans la région antérieure comme dans la région postérieure de chaque ovaire, on peut trouver sans difficulté des œufs encore peu développés à côté d'autres qui le sont davantage.

Les noyaux contenus dans le syncytium germinatif n'ont pas tous la même forme et les mêmes dimensions. Les uns, les plus nombreux, comme le montre la fig. 4 *a* de la Planche X qui représente un fragment d'un jeune ovaire observé à l'état frais puis traité par l'acide acétique, sont ovalaires, à contenu formé de granulations très serrées, mesurant 0^{mm},04 de longueur sur 0^{mm},016 de largeur, les autres (*b*) beaucoup plus rares, dispersés sans aucun ordre parmi les premiers, sont ronds, de 0^{mm},010 de diamètre. Si le noyau *b* a exactement le même contenu que ses voisins dont il ne diffère que par ses plus grandes dimensions et sa forme arrondie, il n'en est plus de même pour le noyau (*b*¹) qui, quoique de même grosseur, ne fait plus l'impression d'un corps solide; il a plutôt l'aspect d'une vésicule à parois très minces, enfermant un liquide avec granulations disposées en réseau, au centre duquel se trouve un gros nucléole sphérique. Le protoplasme qui entoure immédiatement de tels noyaux vésiculeux n'est plus homogène, il apparaît maintenant chargé de granulations excessivement fines.

L'aspect réticulé du noyau *c* de la même figure est encore plus évident, il est de nouveau entouré par une zone de protoplasme granuleux plus large qu'autour du noyau (*b*¹) et qui passe insensiblement, sans accuser aucune limite, au protoplasma homogène du syncytium.

Je ne crois pas qu'à l'origine, c'est-à-dire lorsque les ovaires commencent à se développer, que ces différences existent déjà dans la forme et la structure des noyaux du syncytium; il est plus que probable qu'alors, tous

les noyaux sont les mêmes ainsi que de même grosseur. Il est évident que les noyaux sphériques qui viennent d'être décrits ne sont pas autre chose que des vésicules germinatives des jeunes ovules en voie de formation, et que la zone granuleuse de protoplasme qui les entoure représente les premiers vestiges d'un vitellus ; qu'enfin les noyaux ovalaires sont ceux de cellules dites folliculaires qui finiront peu à peu par entourer complètement les ovules comme cela a lieu pour les ovules d'autres Crustacés (*Apus*, *Limulus*, *Décapodes*).

La zone de protoplasme granuleux n'existe jamais autour des noyaux ovalaires du syncytium, voir même autour des noyaux ronds qui n'ont pas un contenu réticulé, elle n'apparaît que lorsque chaque noyau a subi cette transformation. Comment expliquer la simultanéité de ces deux faits ; ou ce qui est mieux encore, d'où peuvent bien provenir les granulations contenues dans cette zone de protoplasme qui entoure les jeunes vésicules germinatives ?

En examinant attentivement la fig. 2, qui représente un jeune ovule plus avancé, traité par l'acide chromique puis coloré par le carmin aluné, on remarque immédiatement que le contenu de la vésicule germinative (*vg*) de cet ovule est différent de celui des vésicules (*b¹*) et (*c*) fig. 1. Ce contenu est plus clair, de nombreux granules de chromatine plus gros que ceux qui participent à la formation du réseau intranucléaire sont ou très près de la membrane ou y sont même accolés. Le nucléole (*n*) ou, pour employer le mot consacré, la tache germinative, a elle aussi changé de place et de forme ; elle n'est plus au milieu du réticule nucléaire comme elle l'était dans les vésicules des ovules (*b¹*) et (*c* fig. 1), mais bien près de la membrane nucléaire ; au lieu d'être ronde, elle est pyriforme.

La répartition de la substance chromatique dans cette vésicule germinative rappelle tout à fait ce que FOL (10) et WILL (13) ont décrit : le premier pour les ovules des Tuniciers, le second pour les œufs d'Amphibies. Ces deux observateurs ont vu des grains de chromatine émigrer de la vésicule germinative dans le protoplasme des jeunes ovules pour s'y transformer après s'être dissociés en granules vitellins (WILL) ou pour devenir les noyaux de cellules folliculaires (FOL et WILL).

Quoique je n'aie pu observer directement cette migration des corpuscules de chromatine à travers la membrane nucléaire, le matériel vivant m'ayant fait défaut à l'époque où paraissaient les travaux sus-cités, je l'admets cependant pour expliquer l'apparition de cette zone granuleuse qui se forme autour de la jeune vésicule germinative, plutôt que de considérer celle-ci comme étant à un moment donné un centre d'attraction autour duquel s'amasseraient des granules épars ici et là dans le protoplasme du syncytium.

A un état de développement plus avancé, l'image de la jeune cellule ovifère fig. 3 est à peu près la même que celle qui vient d'être décrite. Cette disposition des grains de chromatine, accolés contre la membrane nucléaire, pour ainsi dire prêts à en sortir, est encore plus prononcée ; mais la zone granuleuse de protoplasme, le vitellus (*v*), est aussi devenu plus puissant ; de plus, cette zone est maintenant entourée d'une fine membrane (*c*). A l'état frais, cette membrane semble faire corps avec l'ovule, mais sitôt que l'on examine de jeunes ovules qui ont été traités par l'acide chromique ou tués dans l'eau bouillante, elle en est toujours séparée et reste accolée aux cellules folliculaires (fig. 3 et fig. 4). C'est précisément ce fait qui m'engage à croire que cette membrane n'est pas une membrane

vitelline, mais un produit d'exsudation des cellules folliculaires qui se trouvent autour de l'œuf, c'est par conséquent un chorion.

Lorsque l'œuf a acquis un diamètre d'environ $0^{\text{mm}},06$, il s'opère dans son vitellus un changement important, c'est-à-dire que dans la zone de protoplasme granuleux apparaissent de petits globules incolores, très réfringents de $0^{\text{mm}},006$ de diamètre, (*gv*, fig. 4). Ce sont là les premiers globules vitellins, disposés en chapelet autour de la vésicule germinative, dont ils n'en sont séparés que par une bande très étroite de vitellus. C'est à ce moment que l'œuf observé à l'état frais apparaît coloré en violet, coloration qu'il gardera jusqu'à maturité. Tout d'abord, cette coloration semble répandue dans tout le contenu de l'ovule ; mais en maniant avec soin la vis micrométrique, on se persuade qu'elle ne se trouve que dans la zone du vitellus qui entoure immédiatement la vésicule germinative et qu'elle n'est pas contenue dans les globules comme le dit ULIANIN (42) lorsqu'il parle de la coloration également violette de l'œuf d'une espèce d'*Orchestia*.

A mesure que l'œuf grandit, sa vésicule germinative devient plus grosse et le nombre des globules vitellins devient de plus en plus considérable. La fig. 5 qui est l'image fidèle d'une coupe d'un œuf fixé à l'aide de l'acide chromique et coloré au carmin boracique, montre quelle est alors la disposition qu'affecte le protoplasme granuleux de l'œuf. Formant toujours autour de la vésicule germinative une zone très condensée, complètement dépourvue de globules, le protoplasme prend insensiblement l'aspect trabéculaire ou réticulé ; il forme des lames circonscrivant des espaces d'abord très petits, puis plus gros, de formes arrondies ou ovales (*l*) souvent irréguliers après traitement par l'acide,

et dans lesquels sont contenus les globules vitellins. Le réticule se fond à la périphérie de l'œuf en une zone très mince également granuleuse. Cette disposition du protoplasme dans l'ovule de la *Cuma* rappelle beaucoup ce que VAN BENEDEN (2, p. 84) a décrit dernièrement pour l'œuf de l'*Ascaris*.

Le réticule intranucléaire est encore très accentué, sauf au centre de la vésicule, où le protoplasme sans mailles enferme trois gros corpuscules de chromatine ou taches germinatives (n), tandis qu'à la périphérie, toujours accolés contre la membrane, des grains plus petits sont dispersés ici et là. Avant d'aller plus loin, nous nous demanderons comment se forment les globules vitellins dans le vitellus de l'ovule? Cette question a déjà été soulevée maintes fois par la plupart des naturalistes qui se sont occupés d'embryologie. Les uns, tels que WALDEYER (14) admettent que les globules vitellins proviennent des cellules folliculaires qui entourent l'œuf, d'autres, tels que LUDWIG (11), sans se prononcer sur l'origine de ces globules, n'admettent cependant pas cette origine comme étant un fait prouvé. M'appuyant sur l'observation, je suis forcé d'admettre que les globules vitellins qui apparaissent dans l'ovule de la *Cuma* ne proviennent pas des cellules folliculaires, mais se forment dans l'œuf. Si les premiers globules que l'on observe dans le vitellus provenaient des cellules folliculaires, on les trouverait tout d'abord à la périphérie du vitellus et non dans sa partie centrale comme le montre la figure 4; de plus, dans des œufs plus développés, fig. 5, les nouveaux globules, c'est-à-dire les plus petits, devraient se trouver plus près des cellules folliculaires que de la vésicule germinative, tandis que c'est précisément le contraire qui a lieu.

Tout en admettant que les cellules folliculaires doi-

vent jouer un rôle important dans le développement de l'ovule qu'elles entourent, je ne crois pas que leurs fonctions soient comme le pense BALFOUR (I. I. Bd. p. 20) de préparer les éléments de nature diverse qui sont contenus dans le vitellus de l'œuf développé, mais elles ont plutôt pour fonctions d'absorber, d'enlever ces éléments au liquide sanguin qui les baigne, pour les abandonner à l'œuf dans lequel s'opérera ensuite leur séparation.

L'œuf vivant de la *Cuma Rathkii* a, lorsqu'il est près d'arriver à maturité, un diamètre de 0^{mm},15. Sphérique ou légèrement ovoïde, il est coloré en violet; son vitellus est essentiellement formé par de gros globules vitellins, parmi lesquels se trouvent quelques globules que les vapeurs d'acide osmique brunissent très rapidement et qui sont évidemment de nature grasseuse. La vésicule germinative apparaît par transparence, mais très indistinctement, à travers le vitellus, comme une tache claire située au centre de l'œuf. Dans des ovules de même grosseur, conservés, coupés et colorés, on remarque que la vésicule germinative très apparente, ne suit pas l'œuf dans son accroissement, c'est-à-dire qu'au lieu d'occuper le tiers de son volume, elle n'en occupe plus que le huitième. Son contenu diffère aussi de ce qu'il était précédemment (fig. 6); les granules de substance chromatique ne forment plus de réticule, ils sont répandus dans toute la vésicule au centre de laquelle se trouvent quelques gros grains de chromatine de différentes formes.

Arrivé à maturité, l'œuf a un diamètre de 0^{mm},25, sa vésicule germinative n'est plus visible et il ne possède qu'une seule membrane d'enveloppe, *un chorion*, dont l'apparition a été signalée plus haut. Jamais je n'ai pu observer une seconde membrane d'enveloppe analogue

à celle que décrit BOBRETZKY (4) pour les œufs mûrs de l'*Oniscus murarius* et qu'il considère comme une membrane vitelline; du reste DOHRN (8), qui a eu sous les yeux des œufs mûrs d'une *Cuma* ne leur décrit aussi qu'une seule membrane.

C'est donc lorsque les œufs ont acquis 0^{mm},25 de diamètre que doit avoir lieu la fécondation. Celle-ci s'opère avant que les œufs aient pénétré dans la poche incubatrice où s'accomplira leur développement. Elle a lieu dans l'intérieur du corps, car c'est là que j'ai toujours trouvé les premiers stades d'œufs dont le vitellus présentait les phénomènes qui succèdent à la pénétration du spermatozoïde dans l'œuf. Soit dit en passant, les spermatozoïdes de la *Cuma Rathkii* sont de longs filaments, ne présentant pas de tête, effilés aux deux extrémités et doués de mouvement.

DOHRN (8 p. 3) constate avec raison la ressemblance qui existe entre les œufs des Cumacés et ceux des Isopodes lorsque la bandelette primitive ventrale est en voie de se former; mais cette ressemblance existe déjà antérieurement. En effet, l'œuf de la *Cuma Rathkii* se segmente comme l'œuf de l'*Oniscus murarius* dont le développement a soigneusement été étudié par BOBRETZKY (4) c'est-à-dire qu'après fécondation, le vitellus de l'œuf se différencie en un *vitellus nutritif* et en un *vitellus formatif*; il subit par conséquent une *segmentation partielle*. De ces deux vitellus, le plus considérable est le vitellus nutritif (fig. 7, *vn*); formé essentiellement de globules vitellins et de globules gras, il compose à lui seul presque tout le contenu de l'œuf. Le vitellus formatif (*vf*) représente au contraire une petite masse granuleuse, accumulée à l'un des pôles de l'œuf et dépourvue complètement de globules; elle repose sur le vitellus nutritif comme le cristallin de l'œil sur le corps

vitré. C'est cet amas de protoplasme granuleux qui est destiné à se segmenter ; il se divise très probablement d'abord en deux, puis en quatre, en huit cellules. La division de ces cellules se poursuit, si bien qu'à un moment donné le vitellus nutritif est, comme le montre la fig. 8, recouvert sur une petite partie de sa surface par une sorte de calotte formée d'une simple couche de cellules. Celles-ci, au milieu de la calotte, sont hautes, prismatiques avec un gros noyau vésiculeux qui, lorsque ces cellules sont vues de face, fig. 9 *a*, semble en occuper la plus grande partie ; sur les bords de la calotte, ces cellules tout en devenant un peu plus petites, s'aplatissent, leur noyau est beaucoup plus granuleux, fig. 9 *b*. Tout en ne formant toujours qu'une simple couche de cellules la calotte, si le développement de l'œuf se poursuit normalement, continue à s'étendre à la surface du vitellus ; mais la moitié de celui-ci n'est pas même entièrement recouverte, qu'il se forme au centre de la calotte un amas cellulaire qui s'enfonce dans le vitellus nutritif. La fig. 10 représente la coupe d'un tel amas et montre qu'il est formé de trois couches cellulaires. L'une, la plus externe (*c*) contient des cellules très aplaties, à noyaux ovalaires riches en granulations ; des deux autres couches cellulaires, la couche moyenne (*m*) est formée encore par des cellules aplaties, presque fusiformes, mais à noyaux ovalaires plus clairs, enfin les cellules de la couche interne (*en*) sont beaucoup plus grosses que les précédentes, de forme cuboïde avec des noyaux ronds, vésiculeux contenant chacun un gros nucléole. Les différences qui existent dans la forme, l'aspect de ces cellules me permettent d'admettre que les premiers éléments des trois feuilletts embryonnaires sont contenus déjà dans cet épaississement, c'est-à-dire que la couche externe cellulaire qui recouvre en partie le

vitellus, représente l'ectoderme, la couche moyenne le mésoderme, la couche interne l'endoderme. Comment se forme cet amas cellulaire au sommet de la calotte? d'où proviennent les premières cellules mésodermiques et endodermiques?

BOBRETZKY (4) suppose que chez l'*Oniscus murarius*, dont le développement de l'œuf débute de la même façon, les cellules mésodermiques et endodermiques sont les produits de la multiplication des cellules de l'ectoderme. C'est en tout cas ce qui a lieu pour l'œuf de la *Cuma Rathkii*, car la fig. 14 qui est l'image fidèle d'une coupe d'un œuf présentant un épaississement un peu plus considérable que celui qui vient d'être décrit, démontre avec évidence que, si des cellules ectodermiques *ec*, se multiplient pour s'étendre de plus en plus à la surface du vitellus nutritif, il est quelques-unes d'entre elles qui se multiplient aussi, mais dont les produits de multiplication, en s'enfonçant dans le vitellus nutritif, contribuent à former l'amas cellulaire et se transforment en cellules mésodermiques (fig. 2, *ec m*) et endodermiques (*m en*).

Lorsque les cellules de l'ectoderme entourent complètement l'œuf, lui constituant ainsi un véritable *blastoderme*, l'épaississement cellulaire n'est plus local. Comme le montre la fig. 12, les cellules mésodermiques et endodermiques se sont, elles aussi, étendues sur une moitié de la surface du vitellus; elles ne forment plus un simple amas cellulaire, mais sont disposées très régulièrement, en deux couches qui forment ainsi une bande étroite, plus épaisse en son centre que sur ses bords, et qui est le premier vestige de la bandelette primitive ventrale. Dès l'apparition de cette bandelette primitive, on distingue à l'œuf développé une région ventrale et une région dorsale, de plus deux mem-

branes d'enveloppe. La première de ces membranes, la plus externe, plissée, se relevant souvent à la surface de l'œuf n'est pas autre chose que la membrane primitive qui entourait l'œuf à maturité, c'est le *chorion*, (fig. 42 c). Quant à la seconde membrane, la plus interne, qui reste généralement attachée aux cellules de l'ectoderme, elle n'apparaît distinctement que lorsque ce feuillet entoure presque complètement le vitellus (fig. 42 cb); jamais je n'ai pu constater sa présence auparavant. Il est donc évident que cette seconde membrane, qui est un produit d'exsudation des cellules du blastoderme, a la signification d'une première enveloppe embryonnaire ou larvaire; elle est par conséquent identique à celle que VAN BENEDEN (3, p. 54) a décrite pour l'œuf de l'*Asellus aquaticus* et qu'il nomme *cuticule blastodermique*.

Si la bandelette primitive ventrale ne fait qu'apparaître dans la coupe qui vient d'être décrite, elle est alors nettement caractérisée dans son étendue et sa position dans la fig. 43 qui représente une coupe longitudinale d'un œuf plus avancé, où elle recouvre maintenant plus de la moitié du vitellus nutritif. Sauf à ses deux extrémités, la bandelette primitive est encore formée par les trois couches cellulaires : l'ectoderme (*ec*) avec ses cellules aplaties et noyaux ovalaires; le mésoderme (*m*) à cellules plus hautes et noyaux arrondis et l'endoderme (*en*) caractérisé par des cellules contenant des noyaux ronds ou ovales beaucoup plus clairs que ceux des cellules qui constituent les deux autres feuillets. Tandis qu'à l'une des extrémités de la bandelette, les cellules endodermiques et mésodermiques disparaissent insensiblement pour ne laisser comme couche cellulaire que le feuillet ectodermique, le blastoderme; à l'autre extrémité opposée, ces cellules contribuent, au con-

traire, à former un épaississement de la bandelette qui est dû à une multiplication exagérée des cellules du mésoderme. Cette extrémité épaissie de la bandelette n'est pas autre chose que la première apparition de la portion céphalique de l'embryon, l'extrémité opposée représentant sa portion caudale.

Si dans les descriptions des stades précédents, j'ai complètement laissé de côté le vitellus nutritif, c'est qu'il ne présentait aucune particularité qui méritât d'être signalée ; il en est par contre autrement pour le vitellus nutritif du stade que je viens de décrire. Parmi les gros globules vitellins qui forment toujours la masse principale du vitellus, il existe maintenant un certain nombre de vacuoles rondes ou ovales, petites et grosses, (fig. 13 *v*). Au-dessous du feuillet endodermique, on remarque encore, à la périphérie du vitellus, un certain nombre de noyaux en demi-lunes ; à l'aide d'un fort grossissement, j'ai pu me persuader que ces noyaux n'étaient pas des noyaux existant à l'état libre dans l'intérieur du vitellus, mais bien les noyaux de cellules en demi-lunes renfermant dans leur concavité un gros globule vitellin (fig. 13 *en'*).

Cette observation est tout à fait semblable à celle faite par BOBRETZKY (4) sur des coupes d'œufs de l'*Oniscus murarius* ; pour lui, ces cellules intravitellines ne sont pas autre chose que des cellules appartenant aux couches profondes du blastoderme et qui s'enfoncent dans le vitellus pour l'absorber peu à peu. BALFOUR (1, Bd. 1, p. 488) relatant l'observation de cet auteur ne croit pas que les éléments intravitellins signalés proviennent du blastoderme ; pour lui, ils ont plutôt pour origine des noyaux libres dans le vitellus et qui auraient échappé à l'observation. En adoptant l'explication du savant embryologiste, je devrais donc considérer les

cellules intravitellines que j'observe dans l'œuf de la *Cuma*, ainsi que celles que BOBRETZKY a signalées dans l'œuf de l'*Oniscus*, comme provenant de noyaux semblables à ceux si souvent observés par LANKESTER, VAN BENEDEN, BALFOUR (1, Bd. 1, p. 103, 104) dans des œufs des poissons, Céphalopodes, de la poule et naissant spontanément à l'intérieur du vitellus de l'œuf. Après l'étude consciencieuse d'une série de coupes d'œufs, dans le vitellus desquels les cellules intravitellines étaient nombreuses, je suis d'accord avec BOBRETZKY pour admettre qu'elles proviennent du blastoderme, des couches profondes de la bandelette primitive ventrale et non de noyaux libres. Le fait que, lorsque de pareilles cellules se trouvent à la périphérie, dans le vitellus, la couche des cellules endodermiques passant au-dessus est souvent interrompue, fait supposer immédiatement une émigration des éléments dans le vitellus, puisque le feuillet mésodermique n'est pas plus épais qu'il ne l'était dans les stades précédents. De plus, et ceci est important, j'ai eu le bonheur de trouver, dans des coupes d'embryons plus avancés, à côté de ces cellules en demi-lunes, d'autres éléments, d'un tout autre aspect dont l'origine va être discutée et qui seuls pourraient être les éléments intravitellins auxquels BALFOUR fait allusion.

La fig. 44 représente une coupe transversale d'un embryon très jeune encore, plus avancé cependant que le précédent; c'est une coupe que l'on peut facilement se représenter comme étant antéro-postérieure, la bandelette primitive ventrale ayant été rencontrée deux fois. Les enveloppes embryonnaires sont encore au nombre de deux, le chorion et la cuticule blastodermique. L'ectoderme (*ec*) qui entoure complètement le vitellus n'a pas partout ses cellules de même forme; très aplaties

sur les côtés, elles deviennent sensiblement plus hautes à la face ventrale de l'embryon. Les cellules mésodermiques (*m*) et endodermiques (*en*) quoiqu'elles ne soient pas, dans cette figure, très différentes les unes des autres, se distinguent pourtant des cellules ectodermiques par un noyau vésiculeux à contenu plus clair. Comme dans le stade précédent, on remarque encore au-dessous et même dans la bandelette primitive ventrale, les cellules en demi-lunes enveloppant toujours de gros globules vitellins (*en'*).

Jusqu'ici cette coupe n'offre rien de particulier ; cependant, si l'on examine attentivement le vitellus nutritif qui avoisine la bandelette primitive ventrale, au-dessous des cellules endodermiques, on y remarque certains éléments. Ovoïdes, plus gros que les cellules qui constituent les feuillettes de la bandelette, ces éléments (*ei*) sont formés d'une zone épaisse de protoplasme à granulations très fines qui entoure un noyau sphérique, vésiculeux, dépourvu complètement de granulations, se colorant en rose par le carmin boracique, tandis que le protoplasme comme le vitellus qui l'entoure ne se colore pas du tout. Je ne puis affirmer que la zone de protoplasme, quoique toujours bien limitée, soit entourée par une membrane.

Quels sont ces éléments si rares dans les œufs de la *Cuma*, puisque je n'ai pu constater leur présence que dans cette coupe où il n'en existe que deux ? Sont-ce là des éléments semblables à ceux qu'a observés BALFOUR chez les Élasmodermes, c'est-à-dire des noyaux naissant spontanément dans le vitellus ? ou, sont-ce plutôt des éléments de même nature que ceux observés par KOWALEWSKY, BOBRETSKY et BRANDT (6) dans des coupes d'œufs de Lépidoptères chez lesquels l'apparition du blastoderme succède à la formation et à la multiplica-

tion d'éléments intravitellins émigrant à la surface du vitellus ?

Pour répondre d'une façon affirmative à l'une ou l'autre de ces questions, d'autres observations seraient nécessaires ; cependant, certains faits m'engagent à croire que je n'ai affaire ni aux uns ni aux autres des éléments décrits par les observateurs susmentionnés.

Si ces éléments extraordinaires étaient ceux sur lesquels BALFOUR (1, Bd. 1, p. 488) insiste, je devrais, pour être d'accord avec lui, les trouver en plus grand nombre dans des coupes de stades plus avancés ; c'est ce qui n'a pas lieu, au contraire ils semblent avoir disparu complètement. J'ai également de la peine à admettre que ces éléments intravitellins soient de même nature que ceux trouvés dans les œufs d'Insectes. Si la formation du blastoderme chez les Insectes, implique tout naturellement la présence, dans le vitellus de l'œuf, d'éléments émigrant de sa partie centrale à la périphérie, il n'en est pas de même chez la *Cuma Rathkii*.

Je ne puis m'expliquer l'origine et la présence de ces éléments nucléés dans le vitellus nutritif de stades avancés, qu'en supposant que, lorsque la séparation des vitellus s'est effectuée, tout le vitellus formatif n'a pas été entraîné à l'un des pôles de l'œuf ; c'est-à-dire qu'une petite quantité de vitellus possédant toutes les qualités du vitellus formatif, se trouve encore répandue parmi les globules vitellins, d'abord très divisée, pour prendre ensuite, à une certaine phase de la vie embryonnaire, la forme d'éléments ovoïdes.

Tout en admettant cette idée fort plausible, et si, avec BRASS (V. p. 684), je considère la substance chromatique comme une modification du protoplasme n'y apparaissant que secondairement, la présence d'un noyau vésiculeux se colorant par les réactifs dans cha-

cun de ces éléments intravitellins est toute expliquée. Quant au sort de ces éléments énigmatiques, il est plus que probable qu'ils arrivent à la périphérie du vitellus nutritif pour se transformer en cellules endodermiques, contribuant ainsi à l'épaississement de la bandelette ventrale.

La figure 45 représente une coupe longitudinale à peu près médiane d'un embryon beaucoup plus avancé. Quoique les limites des cellules ne soient pas indiquées, on reconnaît cependant à la forme et au nombre des noyaux que les cellules de l'ectoderme (*ec*) sont petites, prismatiques à la face ventrale, plates à la face dorsale ; que les cellules du mésoderme (*m*) nombreuses sont plus grosses avec un noyau vésiculeux, qu'enfin les cellules de l'endoderme (*en*) sont aplaties à noyaux allongés. Comme précédemment, quelques cellules endodermiques (*en'*) ont émigré dans la zone périphérique du vitellus qui, à part cela, ne présente rien de particulier.

La bandelette primitive ventrale toujours plus épaisse dans la région céphalique ou antérieure que dans sa région abdominale ou postérieure, présente dans sa face interne quelques étranglements, premiers vestiges d'une segmentation qui se traduira tout d'abord à l'extérieur par l'apparition des appendices. C'est surtout du côté dorsal que l'embryon présente certaines particularités. On observe au milieu de sa face dorsale une légère dépression (*d*) qui plus tard sous la forme d'un sillon, pénètre très profondément dans le vitellus. Au-devant de cette dépression, c'est-à-dire entre elle et la région céphalique, la coupe fait voir un certain nombre de noyaux (*ac*) vésiculeux très clairs, contenus dans un amas de protoplasme qui s'enfonce dans le vitellus.

C'est bien de cet amas que parle DOHRN (IX, p. 4)

quand il dit : *Derselbe Apparat dessen Anlage und Ausbildung ich im früheren Aufsätze geschildert habe, der fälschlich sogenannte Mikropylapparat erscheint auch als eine der ersten Bildungen des Cumacies*, car le même auteur signale plus loin la présence d'un sillon derrière cet amas cellulaire.

Si, en décrivant le mode de segmentation des œufs de la *Cuma Rathkii*, j'ai établi un rapprochement entre ce Crustacé et certain Isopode, l'*Oniscus murarius*, je suis autorisé à en faire un second, considérant des stades plus avancés, car BOBRETZKY a décrit chez l'embryon de l'*Oniscus* un amas cellulaire identique à celui décrit plus haut, occupant la même position à un stade à peu près correspondant. Quelle est l'origine de cet amas cellulaire ? Il est plus que probable qu'il ne provient pas des cellules du blastoderme car celles-ci restent les mêmes et dans aucune coupe je ne les ai observées dans la région dorsale avec des noyaux en voie de division ; je crois plutôt que cet amas se forme à l'aide d'éléments intravitellins identiques à ceux sur lesquels j'ai suffisamment attiré l'attention en décrivant la fig. 44.

La figure 46 représente la coupe transversale médiane d'un embryon plus âgé que le précédent. La bandelette primitive ventrale est épaisse, le nombre des cellules du mésoderme allant croissant. Pour la première fois, cette bandelette apparaît dans son contour externe comme divisée en deux masses latérales parfaitement égales, séparées l'une de l'autre par un sillon médian ventral large, mais peu profond (*sv*). La présence de ce sillon coïncide avec l'apparition des appendices. Du côté dorsal, l'amas cellulaire énigmatique (*ac*) est très évident ; toujours formé des mêmes éléments, cet amas fait un peu saillie ; il semble même avoir percé la cuticule blastodermique pour soulever ensuite le chorion.

Si je n'ai pas affaire dans ce soulèvement à un produit artificiel ayant pour cause le traitement par les réactifs ou à un développement anormal, je suis forcé d'admettre que cet amas cellulaire disparaît en effet à une certaine phase de la période embryonnaire comme BOBRETZKY (4) l'a observé chez l'*Oniscus*, et de plus qu'il est expulsé au dehors par une déchirure dorsale.

Je ne puis rien affirmer quant à la valeur morphologique qui doit être attribuée à cet organe provisoire. Je ne crois cependant pas qu'il doive être considéré comme étant l'analogie du prétendu organe micropylaire que l'on observe à la face dorsale de l'embryon des *Gan-narus*, organe qui serait l'équivalent de la glande cervicale des *Phyllopo-des*. Il est encore moins l'analogie de ce cordon cellulaire qui, suivant BOBRETZKY, apparaît comme une sorte de funicule attaché à la membrane larvaire de l'embryon de l'*Oniscus*. Je crois plutôt que cet organe provisoire doit être considéré, ainsi que le fait CLAUS (VIII, p. 705), comme un organe analogue au cône germinatif qui apparaît, pour disparaître plus tard, à la face dorsale des embryons d'*Aranéides*. Lorsque les appendices commencent à apparaître, le vitellus nutritif qui forme encore la plus grande partie du corps de l'embryon subit aussi une transformation. Il se divise, comme le montre la figure 16, en une quantité de grosses masses globuleuses, en sphères vitellines (*sv*). Cette segmentation qui s'opère si souvent dans le vitellus des œufs d'autres Crustacés et surtout ceux d'Insectes, s'observe d'abord à la périphérie du vitellus puis dans la partie centrale.

En décrivant la figure 15, j'ai signalé le fait que derrière l'amas cellulaire dorsal, il existait une légère dépression. Cette dépression s'accroît toujours davantage à mesure que le développement progresse, si bien que

lorsque l'ébauche des appendices commence à se faire sur les côtés de la bandelette primitive ventrale, cette dépression n'en est plus une ; elle est devenue un véritable sillon qui pénètre jusqu'au milieu du vitellus. Comme le remarque fort bien DOHRN (9) la présence de ce sillon chez l'embryon des *Cumacés* permet encore de constater la ressemblance frappante qui existe entre cet embryon et celui de l'*Asellus aquaticus* qui possède aussi ce sillon dorsal.

Le chorion, comme l'a dessiné DOHRN (IX, Pl. 4) dans la première figure de la planche qui accompagne son mémoire, ne subit pas cette sorte d'invagination dans le vitellus, car cette enveloppe plissée n'adhère plus à l'embryon ; il n'y a que la cuticule blastodermique qui, très adhérente au blastoderme en arrière de l'organe embryonnaire, suit celui-ci dans le vitellus.

En comparant les figures 43 et 45, on voit que la bandelette primitive ventrale subit pendant le cours de son développement un renversement ; que sa partie postérieure se recourbe de plus en plus sur le dos, de manière que dans des stades avancés la queue et la tête de l'embryon ne sont plus séparées l'une de l'autre que par le sillon dorsal ; encore un fait que présentent tous les embryons des Isopodes dont le développement est connu. Enfin, lorsque le sillon dorsal est bien évident, lorsque la tête et la queue de l'embryon sont près l'un de l'autre et que les membres commencent à se former, il apparaît, comme chez les embryons d'*Oniscus* et *Asellus*, au-dessous de la cuticule blastodermique, une troisième enveloppe, une seconde membrane larvaire signalée déjà par DOHRN (9, p. 4). Cette nouvelle membrane, *die Nauplius Haut* des zoologistes allemands, n'adhère pas du tout à la bandelette primitive ventrale, tandis que du côté dorsal elle est accolée au blastoderme.

Pour me résumer, je ne puis que constater encore une fois, la ressemblance frappante qui existe dans le développement embryonnaire de la *Cuma Rathkii* et des *Isopodes*, de l'*Oniscus murarius* en particulier. Chez les embryons de ces deux Crustacés, pourtant bien différents l'un de l'autre à l'état adulte, il y a segmentation partielle du vitellus, formation des feuilletts mésodermiques et endodermiques par délimitation, renversement de la bandelette primitive ventrale, apparition d'un amas cellulaire dorsal, d'un profond sillon et d'une troisième enveloppe embryonnaire, la membrane *Nauplius*.

Tenant compte de ces faits plus que de la forme générale du corps de ces Crustacés à l'âge adulte, il me semble que les *Cumacés* seraient mieux classés parmi les Crustacés édriophthalmes, près des *Isopodes*, que parmi les Crustacés décapodes.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. BALFOUR, F. Handbuch der vergleichenden Embryologie. 2 vol. Iena, 1880.
2. BENEDEN, VAN, E. Recherches sur la maturation de l'œuf, la fécondation et la division cellulaires. Paris, 1883.
3. BENEDEN, VAN, E. Recherches sur l'Embryogénie des Crustacés. I. Observations sur le développement de l'*Asellus aquaticus*. Bulletins de l'Acad. royale de Belgique. 38^e année, 2^e série. T. XXVIII. Bruxelles, 1869.
4. BOBRETZKY. Zur Embryologie des *Oniscus murarius*. Zeitschrift für wissens. Zoologie. Bd. XXIV. 1874.
5. BRASS, A. Die Chromatische Substanz in der thierischen Zelle. Zoologischer Anzeiger N^o 156. Leipzig, 1883.
6. BRANDT, A. Commentare zur Keimbläschen-Theorie des Eies. I. Die Blastodermelemente und Dotterballen der Insecten. Archiv. für mikr. Anatomie. Bd. 17. Bonn, 1880.

7. BURMESTER. Beiträge zur Anatomie und Histologie von *Cuma Rathkii*. Kröyer. Inaugural-Dissertation. Kellinghausen, 1883.
 8. CLAUS, C. Traité de zoologie, traduct. de Moquin-Tandon. Paris, 1884.
 9. DOHRN, A. Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Arthropoden. Ueber den Bau und die Entwicklung der Cumaceen. 1. Heft. Leipzig, 1870.
 10. FOL, H. L'œuf et ses enveloppes chez les Tuniciers. Recueil zoologique suisse. T. I, I. Genève, 1883.
 11. LUDWIG. Ueber die Eibildung im Thierreiche. Arbeiten aus dem zool. Institut. VI. Würzburg, 1874.
 12. ULLIANIN. Zur Entwicklungsgeschichte der Amphipoden. Zeitschrift für wissens. Zoologie. Bd. 35, H. III. 1881.
 13. WILL, L. Ueber die Entstehung des Dotters und der Epithelzellen bei den Amphibien und Insecten. Zoologischer Anzeiger. Nos 167, 168. 1884.
 14. WALDEYER, Eierstock und Ei. Leipzig, 1870.
-

SUR UN
INFUSOIRE CILIÉ PARASITE DU SANG

DE

L'ASELLE AQUATIQUE
(ANOPLOPHRYA CIRCULANS)

PAR

le Dr E.-G. BALBIANI

Avec la planche XI

Le genre *Anoplophrya* est une des quatre divisions génériques créées par STEIN dans sa famille des Opalinides¹. Il se distingue du genre *Opalina*, tel qu'on le définit aujourd'hui, par l'existence d'une ou plusieurs vésicules contractiles, et par un nucléus simple et allongé, placé dans l'axe longitudinal du corps. Comme toutes les Opalinides, les *Anoplophrya* sont des Infusoires parasites : toutes les espèces connues vivent dans le tube digestif de divers Invertébrés, une seule exceptée,

¹ *Sitzungsberichte d. k. böhmischen Ges. d. Wiss.*, 1860, II, p. 56.

A. branchiarum, qui a été découverte par STEIN dans les lamelles branchiales de *Gammarus pulex*, et sommairement décrite par cet observateur ¹.

L'espèce que ce Mémoire a pour but de faire connaître est également parasite d'un Crustacé, *Asellus aquaticus*, et présente cette particularité curieuse comme habitat qu'elle est le premier exemple d'un Infusoire cilié parasite vivant dans le sang même de son hôte et circulant pêle-mêle avec les globules sanguins dans toutes les parties de l'appareil circulatoire, jusque dans ses extrémités les plus éloignées, ce qui justifie le nom d'*Anoplophrya circulans* que je propose de lui donner.

J'ai observé *A. circulans* sur des Aselles recueillies parmi des touffes de *Cladophora*, dans l'eau d'une mare, à Palaiseau près Paris, à la fin de mars 1884. Ces Crustacés se trouvaient alors en pleine période de reproduction. Un grand nombre de femelles portaient dans leur poche incubatrice une masse d'œufs en voie de développement, et c'était même dans l'intention de faire l'étude de ces œufs que je m'étais procuré ces animaux.

J'avais été frappé de la petite taille de ces Aselles, inférieure du quart et même du tiers à celle que présente d'ordinaire l'*Asellus aquaticus*, si bien que je crus d'abord avoir affaire à une espèce différente de celle-ci, mais un examen plus attentif ne tarda pas à me convaincre qu'il s'agissait bien de l'espèce si communément répandue dans nos eaux stagnantes. La taille réduite de mes spécimens me parut s'expliquer par la présence des nombreux parasites qui les infestaient et qui avaient entravé leur développement normal.

¹ *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, Bd. III, 486 ; 1852.

En observant des exemplaires dépourvus de pigment et bien transparents, il me fut facile de reconnaître que ces parasites étaient des Opalinides, mais pour pouvoir étudier de plus près les détails de leur organisation, il était nécessaire de les isoler, afin de les observer à des grossissements plus forts et les soumettre à l'action des réactifs.

En dilacérant dans l'eau, à l'aide des aiguilles, le corps d'une Aselle opalinée, on voit aussitôt s'échapper de chaque fragment une nuée de petits organismes qui se dispersent avec une grande rapidité dans le liquide, mais dont les mouvements se ralentissent bientôt, puis cessent tout à fait. En même temps, ils subissent une altération rapide par l'absorption de l'eau, se gonflent, se déforment et ne tardent pas à se détruire. Afin de pouvoir les étudier à l'état d'isolement, il faut les rendre libres dans un liquide, tel qu'une solution d'acide osmique à 1 pour cent, qui les tue instantanément en conservant tous les détails de leur structure. On peut employer aussi l'eau salée à 1 ou 2 pour cent, où ils se conservent beaucoup plus longtemps vivants que dans l'eau pure, ce qui permet de faire agir ensuite sur eux les différents réactifs et les matières colorantes.

Sous le rapport de la taille, on constate une très grande inégalité entre les différents individus d'*A. circulans*, mais leurs proportions relatives ne sont pas tout à fait les mêmes aux diverses époques où on les observe. Au début de mes observations en fin mars et au commencement d'avril, les plus grands avaient une longueur de 0,108 à 0,110^{mm}, sur une largeur de 0,025 à 0,028^{mm} (fig. 4-4); les plus petits ne dépassaient pas 0,042^{mm} de long sur 0,009^{mm} de large (fig. 8, c). Entre ceux-ci et les plus grands on observait toutes les dimensions intermédiaires imaginables (fig. 7

et 8, *a, b*). Les petits et moyens exemplaires étaient de beaucoup les plus nombreux, tandis que les grands étaient relativement assez rares. Plus tard, du milieu d'avril au commencement de juin, époque à laquelle ont cessé mes observations, les parasites formaient, sous le rapport de la taille, deux catégories beaucoup mieux tranchées, savoir des petits individus, de 0,016 à 0,018^{mm}, qui constituaient la très grande majorité (fig. 8, *a, b*) et des grands, toujours plus rares, dont la taille n'excédait pas 0,046 à 0,050^{mm} (fig. 7, *a, b*). L'augmentation du nombre des petits individus, ainsi que la diminution de taille des grands, qu'on remarquait à cette dernière époque, étaient en corrélation avec l'activité croissante de la multiplication des parasites par division spontanée, depuis le commencement jusqu'à la fin de mes observations, en d'autres termes avec la marche progressive de la saison.

La forme présente aussi des variations correspondantes à la taille. Chez les grands exemplaires que j'observais au début, elle était d'un ovale allongé, environ quatre fois plus long que large, et aplatie. Les deux extrémités étaient arrondies et l'une plus obtuse que l'autre (fig. 1). L'extrémité plus large étant toujours dirigée en avant pendant la progression, doit être considérée comme l'extrémité antérieure. Le corps ne forme pas toujours un ovale parfaitement symétrique ; souvent un des bords est plus convexe que le bord opposé qui est quelquefois presque droit ou même légèrement concave (fig. 2, 3, 4). Les individus de taille moyenne sont relativement plus allongés que les grands, aplatis aussi, et presque en forme de lamelle ; ils ont de même une de leurs extrémités plus atténuée, mais, contrairement aux grands exemplaires, c'est l'extrémité antérieure qui présente cette conformation (fig. 7, *a, b*).

Enfin, les petits individus, innombrables en quantité, sont simplement ovoïdes, et ont, comme les précédents, la partie la plus étroite dirigée en avant (fig. 8, *a*, *b*, *c*). Des variations de forme analogues, correspondantes aux différents âges, ont été constatées aussi chez les Opalines parasites de nos Batraciens anoures indigènes¹.

Le corps est souple et d'une grande élasticité; il s'étire facilement en longueur, comme on peut s'en convaincre en voyant ces Infusoires se mouvoir dans le corps des Aselles, où ils glissent, en s'allongeant, dans les canaux sanguins, dont le calibre est souvent inférieur à leur propre diamètre, et traversent, en s'étirant, les orifices étroits par lesquels ces canaux débouchent dans les lacunes interorganiques du corps. En raison de cette élasticité, ils circulent, les petits individus surtout, dont le volume dépasse à peine celui des globules du sang (fig. 9), avec la même facilité que ceux-ci dans toutes les parties de l'appareil circulatoire, jusqu'aux extrémités des pattes, des antennes et des autres appendices du corps.

La cuticule est mince et distinctement striée sur les deux faces du corps. Ces stries correspondent à des lignes saillantes ou côtes longitudinales, qui portent chacune une rangée de cils vibratiles très fins et assez longs, tandis que dans les intervalles qui les séparent la cuticule est entièrement dépourvue de cils (fig. 1 et suivantes). Cette striation est beaucoup moins serrée que chez les Opalines et même la plupart des autres espèces d'*Anoplophrya*, par exemple *A. naidos*, où les

¹ ZELLER, Untersuchungen über die Fortpflanzung und die Entwicklung, der in unseren Batrachiern schmarotzenden Opalinen, *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, Bd. XXIX, p. 352; 1877.

stries sont distinctement représentées sur la figure que RAY LANKESTER a donnée de cette espèce ¹. Chez les individus de grande et de moyenne taille, on n'observe, sur chaque face du corps, que cinq à six côtes ciliées, séparées les unes des autres par un espace de 0,006^{mm} environ (fig. 4-7). Elles deviennent très apparentes par l'action des réactifs, surtout de l'acide osmique à 4 pour cent. Chez les petits individus, elles sont peu visibles ou paraissent même manquer à l'état vivant, mais, sous l'influence du même réactif, on voit apparaître quelques petites lignes longitudinales en relief, qui représentent évidemment les côtes ciliées des exemplaires plus grands (fig. 8, *a-f*).

La substance du corps se compose d'un protoplasma incolore, transparent et homogène, qui renferme, comme chez les Opalines, un grand nombre de petites granulations brillantes, inégales. Je n'ai pas observé d'une manière nette la différenciation de cette substance en une couche externe ou ectosarc, et une masse interne ou endosarc. Il m'a semblé, au contraire, chez quelques individus de grande taille, que le protoplasma était distribué d'une manière assez uniforme dans toute la masse du corps, et que ses granulations brillantes se retrouvaient immédiatement au-dessous de la cuticule, aussi bien que dans la partie centrale. En tout cas, si cette différenciation du plasma en deux couches existe chez notre espèce, elle est beaucoup moins marquée que chez les Opalines et un grand nombre d'autres Infusoires.

Chez les petits individus, je n'ai jamais observé qu'une seule vésicule contractile, située tout près du bord pos-

¹ Remarks on Opalina, *Quarterly Journal of microsc. Science*, vol. X, New Series, p. 143; 1870.

térieur du corps et dans l'axe de celui-ci (fig. 8, a, b, c), mais j'ai compté jusqu'à six ou sept vésicules chez les individus grands et moyens (fig. 4, 4, 7). Ces vésicules sont disposées en une série longitudinale le long d'un des bords du corps, comme cela a lieu chez plusieurs autres espèces d'*Anoplophrya*. Lorsque, comme cela s'observe assez fréquemment, l'un des bords est plus convexe que le bord opposé, les vésicules contractiles sont rapprochées du bord convexe (fig. 4 et 7, b), disposition analogue à celle figurée, par RAY LANKESTER chez *A. naidos* ¹, et par LEIDY chez *Leucophrys (Anoplophrya) clavata* ². Ces vésicules multiples se contractent alternativement et d'une manière irrégulière. Au moment de la systole, elles disparaissent quelquefois toutes les unes après les autres, de manière que l'animalcule paraît dépourvu de vésicule contractile. Lors de la diastole, elles réapparaissent en nombre variable, successivement ou plusieurs à la fois; elles affectent quelquefois, à ce moment, une forme allongée, pyriforme ou fusiforme, parallèle au bord correspondant du corps (fig. 4). Parfois, l'on voit deux vésicules voisines quelconques communiquer temporairement l'une avec l'autre par un canal étroit, disposition que l'on pourrait interpréter comme s'il y avait le long d'un des bords latéraux du corps un canal s'étendant parallèlement à ce bord, dans toute la longueur de l'animal, et qui se contracterait et se dilaterait alternativement sur des points déterminés de son trajet.

Un système aquifère de ce genre existe réellement chez un petit nombre d'Infusoires, par exemple *Condyllostoma patens*. Bien plus, dans une espèce appar-

¹ *Loco citato*, pl. IX, fig. 2.

² *Journal Acad. Nat. Science Philadelphia*, vol. III, 1855.

tenant au même genre que notre animalcule, *A. naidos*, RAY LANKESTER a observé une disposition des vésicules contractiles tout à fait analogue à celle que nous venons d'indiquer chez *A. circulans*, savoir la confluence de deux ou un plus grand nombre de ces vésicules de manière à produire une lacune en forme de canal. Il est vrai que le naturaliste anglais suppose que cette fusion ne se produit que sous l'influence de conditions anormales, par exemple le transport des animalcules dans l'eau pure, mais c'est à tort, suivant nous, car nous l'avons constatée, pour notre espèce, dans l'eau salée, ce qui écarte toute idée d'une distension anormale, suivie de confluence des vésicules par endosmose du liquide ambiant. On peut voir, d'ailleurs dans cette dernière disposition de l'appareil aquifère une transition toute naturelle entre celle où cet appareil est formé d'une série linéaire de vésicules indépendantes, et le long canal contractile que MAX SCHULTZE¹, STEIN² et MAUPAS³ nous ont fait connaître chez les Opalinides du genre *Haptophrya*.

La vésicule placée à la partie postérieure de la série diffère de celles situées plus en avant en ce qu'elle présente généralement une plus grande amplitude pendant la diastole ; ses disparitions, pendant la systole, sont aussi plus fréquentes et moins prolongées ; elle semble jouer, en un mot, le rôle d'organe central d'impulsion du système aquifère. Cette vésicule postérieure est aussi la seule qui représente ce système chez les petits individus, ainsi que nous l'avons vu, et il est facile d'observer ses contractions par transparence à travers les tissus de l'Aselle (fig. 44).

¹ Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien, p. 67 ; 1851.

² Die Infusionsthier, etc., p. 179 ; 1854.

³ Comptes rendus de l'Acad. des sciences, 5 mai 1879.

Le nucléus présente la forme et la disposition qu'on y observe chez les autres espèces du genre *Anoplophrya*. C'est un corps cylindrique allongé, d'un volume relativement considérable, placé dans l'axe longitudinal, et s'étendant, chez quelques grands individus, presque d'une extrémité à l'autre du corps (fig. 4 et suiv.). Il affecte le plus souvent une disposition rectiligne, mais continuant à prendre de l'accroissement après que le corps a cessé de grandir, il est forcé, pour se loger dans celui-ci, de former des flexuosités ou de se tordre plus ou moins en spirale, de manière à ressembler complètement au nucléus rubané d'un grand nombre d'Infusoires (fig. 4, 4, 5). Il se raccourcit d'autant plus que l'individu est de plus petite taille, si bien que, chez les tout jeunes exemplaires, il finit par prendre la forme d'un globule sphérique, placé vers la partie centrale du corps (fig. 8, b, c). Sa substance est finement granuleuse, comme celle qui compose le nucléus de la plupart des Infusoires, et présente aussi, quelquefois, comme chez ceux-ci, une striation longitudinale très fine, donnant l'apparence d'un faisceau de fibrilles composant toute la masse du nucléus (fig. 2, 7, b, c). Cet aspect fibrillaire devient surtout très net après le traitement par les réactifs coagulants; je l'ai observé aussi bien chez des individus en voie de fission, que sur d'autres ne présentant aucun signe de multiplication par scission. A aucun âge, ni à aucune période de l'existence de l'animalcule, je n'ai observé un nucléole ou endoplastule, et ce caractère négatif est jusqu'ici général à toute la famille des Opalinides.

Telle est, dans ses traits généraux, l'organisation d'*Anoplophrya circulans*, qui ne présente rien d'essentiellement différent de ce que l'on observe dans les autres espèces connues du même genre. La partie réelle-

ment intéressante de l'histoire de notre animalcule est celle qui se rapporte à son genre de vie et à son évolution, pour autant du moins que nous avons réussi jusqu'ici à observer cette dernière.

J'ai déjà dit qu'*A. circulans* vit en parasite dans le sang d'*Asellus aquaticus*. Pour observer la manière dont il se comporte dans l'intérieur de son hôte, on choisit une Aselle bien transparente — les jeunes individus sont particulièrement dans ce cas — et on l'examine d'abord à un grossissement assez faible, de 50 à 400 diamètre s. L'extrémité des pattes ou les antennes longues et grêles de l'animal conviennent parfaitement à cette observation. Lorsque l'Aselle est fraîche et vigoureuse, on voit circuler dans ces appendices une multitude de petits corps ovalaires qui suivent dans leur direction générale la marche du courant sanguin. On les voit parcourir avec rapidité le canal artériel du membre jusqu'à son extrémité, déboucher par les orifices qui le font communiquer avec les espaces lacunaires ou veineux, et revenir, en suivant ceux-ci, vers le cœur. En raison de leur petitesse et de leur direction dans le sens du courant circulatoire, on prendrait, au premier abord, ces petits corps pour les globules sanguins de l'Aselle, mais à l'aide de grossissements plus forts, on ne tarde pas à reconnaître qu'ils sont entièrement distincts de ceux-ci. Les véritables corpuscules du sang sont plus ou moins sphéroïdaux ou en forme de fuseau ou de croissant, composés d'un protoplasma très granuleux et opaque, avec une partie centrale claire correspondant au noyau (fig. 9). Les corps qui circulent avec eux dans le sang sont formés par les petits individus d'*Anoplophrya circulans*, dont nous avons décrit les caractères plus haut. A ces petits exemplaires sont mêlés en nombre variable, suivant

l'époque, des individus de grande ou de moyenne taille, plus nombreux en mars et en avril, plus rares en mai et juin, et nous avons expliqué leur diminution par les divisions successives qui les ramènent à la taille des plus petits, dont la proportion augmente par conséquent corrélativement. Le volume de ces petits individus ne différant pas beaucoup de celui des corpuscules sanguins, il en résulte qu'ils circulent tout aussi facilement que ces derniers, et passent par les canalicules artériels les plus étroits, à la condition de ne pas affluer en trop grand nombre vers les extrémités effilées que ces canalicules présentent dans la partie terminale des pattes et des antennes. Ils se placent alors sur une seule file, comme font les globules sanguins, et traversent successivement l'orifice par lequel l'artère communique avec le système lacunaire de l'appendice (fig. 10). Mais comme les parasites dépassent toujours beaucoup en quantité les corpuscules sanguins qui affluent dans le vaisseau, il arrive par instants qu'ils se présentent en trop grand nombre à la fois pour ne pas se gêner mutuellement dans leur alignement sur un seul rang; il s'ensuit une obstruction locale de la lumière du vaisseau, qui détermine un arrêt de la circulation dans son intérieur, jusqu'à ce que, sous l'influence d'une contraction plus énergique du cœur, l'obstacle cède et la circulation reprenne son cours normal.

Il arrive d'ailleurs toujours, lorsqu'on examine une antenne ou une patte d'une Aselle bien vivante, que les parasites qui arrivent avec le courant afférent ne la parcourent pas tous jusqu'à son extrémité pour revenir avec le courant efférent. Un petit nombre seulement suivent toute l'étendue de l'artère (fig. 10), tandis que la plupart s'échappent par les orifices qui, de distance en distance, percent sa paroi, et sont immédiatement en-

traînés par le sang qui reflue vers le cœur (fig. 40, 44, *x*). On les voit quitter ainsi l'artère par séries échelonnées sur son trajet, et interrompues de temps en temps par quelques globules sanguins suivant la même voie.

Le spectacle présente encore plus d'intérêt lorsque, l'Aselle commençant à s'affaiblir, la circulation se ralentit et devient irrégulière. Les parasites luttent alors avec moins de désavantage contre la force du courant circulatoire. Ils font des excursions plus ou moins étendues dans l'intérieur des artères ou des lacunes veineuses, puis brusquement sont entraînés dans la direction du courant par une contraction plus énergique du cœur. Ils s'accumulent en plus grand nombre dans les parties périphériques, où la circulation a le plus de tendance à se ralentir, aux extrémités des pattes, des grandes et petites antennes, dans les stylets des appendices caudaux. Ces parties en sont bientôt tellement obstruées que le sang ne peut plus les traverser et qu'il en résulte une véritable stase sanguine, comme celle que l'on observe dans les tissus vasculaires enflammés. Mais, au lieu de globules sanguins immobiles et tassés les uns contre les autres, l'obstacle est formé par une masse compacte de parasites, déformés par pression réciproque. Ils comblent ainsi la lumière des artères et remplissent peu à peu les intervalles interorganiques, de l'extrémité vers la base de l'appendice, cachant les masses musculaires sous la couche plus ou moins épaisse qu'ils forment autour d'elles. En obstruant l'extrémité de l'antenne ou de la patte, le bouchon parasitaire oblige le sang à raccourcir son circuit et à passer avec les globules sanguins et les animalcules qu'il charrie par l'orifice artériel le plus voisin du point obstrué. Il suffit quelquefois d'un petit nombre d'individus

de plus grande taille, pénétrant à la fois dans le cul-de-sac formé par l'extrémité d'une antenne, par exemple, pour y arrêter le cours du sang jusqu'à ce que le courant les ait repris un à un et entraînés dans une portion plus perméable de l'appendice (fig. 13).

Lorsque, enfin, par la mort de l'Aselle le sang est entré en repos, les animalcules s'y meuvent en toute liberté et parcourent dans tous les sens les cavités intérieures du corps. Leurs mouvements ne sont bornés que par leur propre multitude, et l'on observe alors dans le cadavre de l'Aselle un fourmillement semblable à celui que produit une grande quantité de petits Infusoires se mouvant en tous sens dans une goutte d'eau. Le même effet s'observe dans une patte, une antenne ou toute autre partie du corps séparée par amputation (fig. 14). Ce fourmillement est exécuté par la foule des petits individus, tandis que les animalcules plus gros se meuvent lentement, posément, si je puis ainsi dire, en glissant en avant ou en arrière dans les espaces plus ou moins étroits placés entre les organes. Leur agitation continue tant que le sang contient une quantité suffisante d'oxygène pour subvenir à leur respiration. A mesure que cette proportion diminue les mouvements deviennent plus lents, puis cessent tout à fait. Les tissus eux-mêmes de l'Aselle meurent par la même cause et s'altèrent par endosmose de l'eau ambiante, qui, mêlée au sang appauvri de son gaz respirable, hâte la mort et la décomposition des animalcules. La survie après la mort de leur hôte dure généralement de 2 heures à 2 heures et demie ; elle peut se prolonger jusqu'à 5 ou 6 heures dans l'eau salée, qui exerce une action endosmotique moins énergique que l'eau pure. Il en est de même lorsqu'on dilacère dans l'eau salée une Aselle opalinée : les parasites contenus dans les diverses par-

ties du corps, les pattes, les antennes, les lamelles branchiales, etc., conservent pendant plusieurs heures leur vitalité et ne meurent que lorsque les tissus eux-mêmes présentent des signes évidents d'altération.

Il est intéressant de comparer la différence d'action de l'eau pure et de l'eau salée sur nos *Anoplophrya*, qui sont des endoparasites, et leurs nombreux congénères de la même classe qui vivent fixés à l'extérieur du corps des Aselles, *Zoothamnium Aselli*, *Opercularia stenostoma*, diverses espèces de Vorticelles, etc. Tandis que les premiers sont presque instantanément tués par l'eau pure, et se conservent au contraire longtemps vivants dans l'eau salée, comme nous venons de le voir, c'est précisément l'inverse qui se produit pour les derniers : habitants de l'eau pure, ils se ratatinent et meurent dans l'eau salée non moins promptement qu'*Anoplophrya* dans l'eau pure. Il en est de même de tous les Infusoires à vie libre qui se rencontrent dans la même eau que nos Aselles. L'action délétère de l'eau salée sur la plupart des animaux d'eau douce, et réciproquement de l'eau pure sur les espèces d'eau salée est d'ailleurs connue depuis longtemps¹.

Anoplophrya circulans n'est cependant pas astreint d'une manière permanente à passer son existence dans *Asellus aquaticus*. De même que pour la plupart des autres parasites, son évolution présente une période de vie extérieure libre. Pendant cette dernière phase de son existence il est aussi apte à subir le contact de l'eau pure que toute autre espèce dont ce liquide est le milieu permanent et naturel. On sait, depuis les observa-

¹ Voir sur ces faits les recherches récentes de Rauber, Oceanversuche an Embryonen und Erwachsenen. *Berichte d. naturforsch. Ges. z. Leipzig*, 1883.

tions d'ENGELMANN¹ et de ZELLER², que les Opalines parasites de nos Batraciens anoués abandonnent aussi, à certaines époques, leur hôte pour tomber dans le monde extérieur et se transmettre à d'autres animaux de même espèce. Mais c'est après s'être préalablement enfermée dans une enveloppe imperméable à l'eau, à l'état enkysté, que l'Opaline quitte, avec les excréments, l'animal qui l'héberge et est absorbée par le jeune têtard, dans l'intérieur duquel il sort de son kyste, croît et se multiplie. Cette transmission d'un individu à l'autre est beaucoup moins facile à comprendre pour *Anoplophrya circulans*, qui vit dans le sang et la cavité du corps de l'Aselle, sans communication directe avec l'extérieur. Il est cependant indubitable que notre animalcule traverse dans son cycle d'évolution une phase de vie extérieure libre, et même de vie agile, car j'avais maintes fois aperçu, et en très grand nombre, dans le liquide habité par les Aselles infestées, des êtres mobiles dont l'identité avec ceux vivant en parasites dans ces Crustacés ne pouvait laisser aucun doute. Mais par quelle voie et sous quelle forme le parasite quitte-t-il son hôte ? N'est-il libéré que par la mort et la destruction de celui-ci, ou se fraye-t-il lui-même, chez l'Aselle en vie, une voie à travers le tube digestif ou telle autre partie du corps ? Pendant que je me posais ces questions et que je m'efforçais en vain à découvrir le point qui donnait issue au parasite, je fus témoin d'un fait qui fit cesser mes incertitudes, mais sans justifier aucune des conjectures que j'avais formées.

Examinant un jour une Aselle dont l'une des grandes

¹ *Morphol. Jahrb.*, Bd. I, p. 574 ; 1876.

² *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XXIX, p. 352 ; 1877.

antennes était brisée à l'extrémité, je remarquai que par le bout du moignon s'échappaient successivement un grand nombre de petits corps, comme des balles sortant du canon d'un fusil à répétition (fig. 46). C'étaient nos parasites que la force du courant circulatoire projetait au dehors. Ils sortaient un à un par le bout ouvert de l'artère antennaire. Dans l'artère elle-même, ils formaient une rangée presque ininterrompue, que le courant afférent poussait devant lui avec une vitesse croissante en approchant de l'extrémité ouverte du vaisseau. Arrivés là, les animalcules s'élançaient successivement dans le liquide, où les attendait un sort bien différent. La plupart, à peine arrivés au contact de l'eau, étaient frappés de mort en présentant les phénomènes d'imbibition aqueuse que nous avons décrits plus haut. Leurs cadavres formaient en avant de l'antenne un petit amas de vésicules granuleuses que l'eau détruisait de plus en plus. D'autres parvenaient plus ou moins loin, tout en laissant échapper en nageant des gouttelettes de sarcode, et se détruisaient comme les précédents. Un petit nombre, enfin, résistaient parfaitement à l'action de l'eau et s'éloignaient rapidement en se perdant dans le liquide. Nous reviendrons tout à l'heure sur ces individus privilégiés pour voir ce qu'ils deviennent, exposons d'abord les observations qui nous font considérer le phénomène que nous venons de décrire comme le mode normal de libération de notre parasite, et non comme un fait purement accidentel.

Après que le hasard m'en eut rendu témoin, j'eus de fréquentes occasions de répéter cette observation et de suivre nos animalcules dans leur nouveau milieu. Jamais je n'ai vu leur sortie s'effectuer par une autre partie du corps que les deux longues antennes, ou antennes de la

seconde paire, et à la suite d'une fracture qui s'était produite sur ces appendices. Elle n'avait jamais lieu par les courtes antennes, ou antennes de la première paire, non plus que par les pattes ou les appendices caudaux. L'antenne libératrice était tantôt la gauche, tantôt la droite, ou les deux à la fois. La rupture siègeait toujours dans sa portion la plus grêle, constituée par le filet multi-articulé qui la termine, tantôt plus près, tantôt plus loin de la pointe. Jamais je ne l'ai observée dans la portion basilaire, composée des quatre gros articles qui supportent le filet terminal. La rupture a toujours lieu entre deux articles consécutifs, et par la petite plaie du bout adhérent proémine souvent un petit tube membraneux formé par la couche hypodermique qui revêt en dedans le segment chitineux au niveau duquel la rupture s'est produite, et qui s'est retirée de celui-ci comme un doigt de gant (fig. 47, *h*). Dans ce tube on en aperçoit quelquefois un autre plus petit, à parois très délicates, formé par le bout central de l'artère rompue au même niveau. C'est par ce tube artériel qu'a lieu l'issue des parasites.

Lorsque la rupture vient d'avoir lieu, ou qu'on retranche d'un coup de ciseaux une partie de l'antenne, il se produit par le bout adhérent une petite hémorragie qui entraîne au dehors un certain nombre de parasites avec quelques globules sanguins beaucoup plus rares, mais bientôt le sang s'arrête et les parasites continuent à sortir seuls, d'abord presque sans interruption, puis d'une manière intermittente, isolément ou par séries, avec des temps d'arrêt plus ou moins longs. Leur sortie peut durer jusqu'à 12 ou 24 heures, puis s'arrête par la formation d'une sorte de bouchon cicatriciel jaunâtre, dans la composition duquel entrent les tissus de l'antenne gon-

flés par l'eau, des globules sanguins altérés, du sang coagulé, et des cadavres décomposés de parasites (fig. 48, z). Il arrive assez souvent que plusieurs ruptures se produisent successivement sur une même antenne, en donnant chaque fois lieu à la sortie de nouvelles quantités de parasites. Il n'est pas rare, en effet, de trouver des Aselles où le filet terminal de l'une des antennes est resté parfaitement intact et présente sa longueur normale, tandis que celui de l'antenne opposée se réduit à un petit nombre d'articles. C'est ainsi que j'ai observé un exemplaire où cette portion de l'antenne se composait de 58 articles d'un côté et de 44 seulement du côté opposé. L'Aselle privée ainsi d'une partie plus ou moins considérable d'une ou même de ses deux antennes peut vivre un temps fort long lorsqu'on la place dans de bonnes conditions ; j'ai conservé pendant plusieurs semaines des exemplaires qui avaient perdu la presque totalité de leurs deux antennes par des mutilations successives. Je n'ai jamais observé la régénération de la portion perdue, mais il se forme, à la longue, à l'extrémité du moignon un petit article terminal, surmonté d'un petit bouquet de poils, presque semblable à celui qui existe dans l'antenne intacte.

On pourrait se demander s'il existe un rapport de cause à effet entre la présence des parasites dans les antennes et les fréquentes mutilations dont celles-ci sont le siège. Mais on remarque que cet accident ne survient pas seulement chez les Aselles qui renferment des parasites et qu'il est non moins fréquent chez les exemplaires qui en sont totalement dépourvus. La seule cause est la longueur et la fragilité de ces appendices, qui les exposent à se briser facilement, ainsi qu'on l'observe chez beaucoup de Crustacés. Les longues antennes d'*Asellus aquaticus* sont surtout très sujettes à se rom-

pre, en raison de la gracilité extrême de leur filet terminal : le moindre maniement un peu brusque de l'animal, quelquefois la simple pression d'une lamelle de verre mince dont on le couvre pour l'observation, suffit pour produire ce résultat. Mais il est intéressant de voir un parasite utiliser une lésion accidentelle de son hôte comme une voie naturelle pour gagner l'extérieur et poursuivre au dehors le cours de son évolution. On sait d'ailleurs que d'autres parasites profitent de la mort de leur hôte, mort presque toujours accidentelle et violente, pour se transmettre à un second animal ou même à un troisième et y achever leur évolution. Il me suffira de rappeler les larves de *Trichina* ou de Ténias, engagées dans des organes sans communication avec l'extérieur, et qui sont libérées de leur hôte lorsque celui-ci est mangé par un autre animal.

Pour en revenir à nos parasites, il nous reste à voir ce qu'ils deviennent après qu'ils ont quitté de la façon que nous venons de décrire le corps de l'Aselle.

Nous avons vu que la plupart terminent bientôt leur existence par l'action délétère de l'eau pure, mais qu'un certain nombre se comportent dans ce liquide comme de véritables Infusoires à vie aquatique. A cette phase nouvelle de leur existence, leurs mouvements présentent beaucoup d'analogie avec ceux des embryons ciliés des Acinétiens, ou davantage encore des microgonidies des Vorticelliens. De même que ceux-ci, ils témoignent par leurs allures inquiètes, leurs mouvements brusques et saccadés, leurs bonds désordonnés, qu'ils sont en quête de quelque objet, mais ce n'est ni une proie à laquelle ils puissent s'attacher, comme les jeunes Acinètes, ni un individu de leur espèce, comme dans la conjugaison gemmiforme des Vorticelliens. Ils cherchent simplement une place convenable pour se

fixer et s'enkyster, tel qu'un filament de Conferve ou une plante submergée quelconque. Beaucoup s'attachent même au corps de l'Aselle qu'ils viennent de quitter ou à d'autres animaux de cette espèce, principalement à leurs pattes ou à leurs antennes. Ils appartiennent tous à la catégorie des plus petits individus, qui sont en immense majorité dans le sang des Aselles, et dont la taille ne dépasse pas 0,018^{mm} (fig. 8, *b*, *c*). Ils présentent toujours la même forme ovale, quelquefois légèrement renflée à l'extrémité qui porte la vésicule contractile, mais la substance du corps a un aspect plus homogène et plus réfringent, et la cuticule ou membrane d'enveloppe paraît avoir augmenté d'épaisseur. Ce dernier caractère expliquerait leur résistance à l'imbibition aqueuse, qui fait périr la plupart de leurs congénères, moins bien préparés à subir le contact de l'eau pure.

Une autre ressemblance que ces petits individus errants d'*A. circulans* présentent avec les microgonidies des Vorticelliens, c'est d'avoir, pendant leurs mouvements, l'extrémité postérieure du corps dirigée en avant. On les voit, au contact d'un corps solide submergé, explorer, tâter en quelque sorte, avec les cils vibratiles qui garnissent cette région, la surface comme pour s'assurer si elle est bonne pour s'y fixer (fig. 49, 28 *l*). Si la place ne convient pas, l'animalcule s'éloigne d'un bond et va répéter ailleurs la même manœuvre. Lorsqu'il a enfin trouvé un emplacement convenable, il s'y fixe par l'extrémité postérieure, les cils vibratiles disparaissent par résorption, et l'enkystement a lieu par la sécrétion d'une mince enveloppe dans laquelle l'animalcule s'enferme étroitement (fig. 49, *k*, *k*). La membrane du kyste se moule exactement sur le corps de l'Infusoire, et présente par conséquent la même forme ovale que celui-ci. Dans l'intérieur du kyste

on n'observe d'autres mouvements que ceux de la vésicule contractile, dont les pulsations continuent avec le même rythme lent, c'est-à-dire à raison de trois ou quatre par minute, que pendant la vie parasitaire.

Les observations d'ENGELMANN et de ZELLER nous ont appris que les Opalines qui vivent dans le tube digestif de nos Batraciens anoures ne s'enkystent qu'à une certaine époque de l'année, le printemps généralement pour la plupart des espèces. Cette époque coïncide avec celle où nos Batraciens indigènes se rendent à l'eau pour la reproduction, et les kystes sont émis dans ce liquide, d'où ils passent dans l'intérieur des jeunes têtards. Le printemps, surtout du milieu à la fin de cette saison, paraît être également l'époque pour l'enkystement d'*Anoplophrya circulans*. J'observais déjà quelques kystes dès le commencement d'avril, mais c'est surtout en mai et juin qu'ils sont devenus nombreux. Cette saison est celle de la reproduction de nos Aselles aquatiques, et il semblerait aussi qu'il y a une liaison entre cette reproduction et l'enkystement de leur parasite. Nous reviendrons tout à l'heure sur cette question.

Si, pendant cette période d'enkystement, on place dans un petit cristalliseur deux ou trois Aselles opalinées, avec quelques filaments d'une Conferve qui se maintient longtemps en état de végétation, d'un *Cladophora*, par exemple, on trouve, quelques jours après, la plupart des filaments garnis de kystes plus ou moins nombreux d'*A. circulans*. Les Aselles elles-mêmes en sont souvent couvertes en grand nombre (fig. 20). Si l'on examine les Aselles, on trouve, tantôt sur l'une, tantôt sur l'autre, des *Anoplophrya* en train de sortir par l'extrémité brisée d'une antenne. L'eau elle-même fourmille des mêmes Infusoires, qui la parcourent dans tous les sens,

cherchant une place pour s'enkyster. Je me suis naturellement demandé ce que devenaient ces kystes : l'animalcule subit-il une transformation dans leur intérieur ? Sont-ils destinés, comme ceux des Opalines, à transmettre les parasites à d'autres individus de même espèce ou d'une espèce différente servant d'intermédiaire, en d'autres termes, l'évolution est-elle directe ou indirecte ? Malheureusement, mes recherches n'ont guère réussi à lever le voile qui couvre toutes ces questions, quoique j'aie consacré à leur étude un temps fort long, et que j'aie varié autant que je l'ai pu mes observations et mes expériences. Je vais néanmoins exposer les faits que j'ai constatés, dans l'espoir qu'ils pourront servir à d'autres observateurs pour poursuivre et compléter l'histoire évolutive d'*Anoplophrya circulans*.

Il est très facile, quand on dispose de quelques Aselles opalinées, de rassembler en peu de temps, par le moyen indiqué plus haut, un grand nombre de kystes de cette Opalinide. J'ai placé dans les meilleures conditions possibles de pureté et d'aération de l'eau, les kystes ainsi obtenus sans y observer un développement ultérieur. Presque toujours même, au bout de quelques heures déjà, d'autres fois après 12 ou 24 heures, leur contenu commençait à s'altérer et périssait. L'altération commence par la cessation des pulsations de la vésicule contractile, qui disparaît ou d'autres fois se dilate démesurément, au point de remplir le tiers ou la moitié du kyste (fig. 49, *k'*). Le nucléus, peu visible dans le kyste frais et vivant, devient très apparent au centre sous la forme d'un globule homogène et réfringent (fig. 49, *k'' n*). Le plasma perd son aspect finement granuleux et se remplit de granulations plus ou moins grossières, inégales, semblables à des gouttelettes grasses. Quelquefois, il se retire des parois du kyste et

s'entoure d'une membrane propre mince (fig. 49, *k'''*); un globule sarcodique pâle exsude parfois de l'extrémité libre du kyste et se détruit au contact de l'eau. Le kyste persiste sous cet état pendant plusieurs jours et se détruit complètement à la longue.

Un grand nombre de kystes parfaitement frais et vivants ont leur contenu dévoré par des Monades (fig. 24, *a, b, c*). La Monade se fixe sur le sommet du kyste, qu'elle ne tarde pas à perforer, et envoie à travers l'ouverture produite un prolongement de sa substance, par lequel elle fait passer graduellement tout le contenu dans son intérieur. Beaucoup de kystes périssent de la sorte et l'on trouve leur coque, vide et percée au sommet, encore adhérente par la base aux filaments de Conferve parmi lesquels ces Monades se plaisent surtout (fig. 49, *k''''*). Elles ont un corps globuleux ou piriforme, muni d'un seul flagellum assez long, et se transforment volontiers en une petite Amibe à pseudopodes arrondis (fig. 24, *d*). Cette Monade ressemble assez à *Monas (Pseudospora) parasitica*, si elle n'est cette espèce elle-même.

J'ai fait seulement deux observations qui se rapportent indubitablement à une sortie spontanée du contenu du kyste. Dans la première, faite le 8 mai, le kyste était fixé sur la partie antérieure du corps d'une jeune Aselle, et présentait un contenu parfaitement frais. Je vis tout à coup le contenu faire hernie à travers le sommet du kyste et en sortir assez lentement jusqu'à la moitié environ; le reste se dégagea beaucoup plus rapidement et l'animalcule disparut en un clin d'œil sans pouvoir être retrouvé. Le kyste, absolument vide, resta en place et montra nettement l'ouverture circulaire du sommet par laquelle l'Infusoire s'était échappé.

Je n'eus l'occasion de refaire une observation sem-

blable que le 10 juin suivant. Ici, le kyste était fixé sur un filament de *Cladophora* et montrait à sa partie postérieure la vésicule contractile, dont les pulsations se répétaient trois ou quatre fois par minute. L'issue du contenu eut lieu comme dans le cas précédent, avec cette circonstance en plus que je vis distinctement à sa surface, pendant qu'il se dégageait, un mouvement ondulatoire dû à l'agitation de cils vibratiles longs et fins (fig. 22, *a*). Au moment où l'animalcule, presque entièrement au dehors, achevait de retirer sa partie postérieure du kyste, je parvins à le tuer avec une goutte d'acide acétique (fig. 22, *b*). Je pus constater alors qu'il n'avait subi aucune métamorphose pendant son enkystement ; la forme du corps était restée la même, et le nucléus, devenu très visible par l'action du réactif, avait toujours l'aspect d'un petit globule réfringent qu'il présente chez les petits individus d'*A. circulans*. On observait aussi très nettement la striation longitudinale correspondant à l'insertion des cils vibratiles.

Il est prouvé, par ces deux observations, que l'animalcule peut, au bout d'un certain temps, abandonner son kyste pour reprendre sa vie active au dehors. Mais ces observations ne montrent aucun progrès dans sa vie évolutive ; elles nous font même faire un pas rétrograde, puisque l'animalcule, redevenu libre, apparaît tel qu'il était avant son enkystement. On peut donc se demander si sa sortie du kyste a une signification quelconque dans son cycle d'évolution, et s'il n'a pas voulu simplement changer de place pour s'enkyster ailleurs, mécontent du premier endroit qu'il avait choisi.

J'avais pensé que, comme pour la plupart des autres Infusoires, le kyste pouvait avoir pour but de soustraire l'animalcule aux effets de la dessiccation du liquide, mais les expériences que j'ai instituées pour vérifier

cette vue ne l'ont point confirmée : toujours les kystes, desséchés avec toutes les précautions possibles, n'ont pas tardé à mourir, comme le prouvait l'état d'altération de leur contenu. Nous n'avons pas non plus affaire à un kyste de multiplication, l'animal dans son intérieur ne subissant jamais de segmentation.

Il restait enfin la possibilité qu'il pouvait servir, comme chez les Opalines des Batraciens anoures, à la transmission du parasite d'un individu à un autre. J'ai fait des expériences variées pour vérifier cette vue. J'ai placé dans des vases contenant un certain nombre d'Aselles opalinées des exemplaires de ce Crustacé indemnes de parasites, et j'y ajoutai quelques petites touffes de Conferve destinées à maintenir la pureté de l'eau et en même temps à servir d'aliment aux Aselles. Ces Conferves se couvrant en grand nombre des kystes d'*A. circulans*, comme nous l'avons dit précédemment, les Aselles devaient introduire dans leur tube digestif les kystes avec la nourriture, et si l'intestin était la voie d'immigration du parasite, celui-ci pourrait être probablement reconnu plus tard dans le sang de ces Crustacés. Les kystes se retrouvaient effectivement dans le contenu du tube digestif, mais toujours profondément altérés, et quant au sang, il s'est constamment montré dépourvu de parasites chez les animaux qui, au début de l'expérience, n'en renfermaient point. Ce résultat négatif prouvait en outre que, si le parasite n'immigrerait pas par l'intestin, il ne s'introduisait pas non plus dans son hôte par une autre partie quelconque du corps, au moins dans les conditions où nous nous étions placé. Quelques Aselles avaient leur surface extérieure couverte de kystes, et ceux-ci s'étaient fixés jusque dans les intervalles entre les segments du corps et des appendices, et près des lamelles branchiales. En outre, je sur-

veillais avec soin les petits *Anoplophrya* libres, qui formaient quelquefois de véritables essaims autour de ces Crustacés, jamais je n'ai pu en surprendre un seul cherchant à s'introduire par le tégument externe du corps. J'observais aussi de nombreuses femelles d'Aselles opalinées contenant des embryons ou des jeunes dans leur poche incubatrice. Ceux-ci étaient toujours indemnes de parasites, comme il était facile de s'en assurer grâce à leur extrême transparence. Après leur sortie de la poche incubatrice, les jeunes Aselles étaient conservées pendant des semaines entières, avec leur mère infestée, dans une petite quantité d'eau, et ils ne tardaient pas à se couvrir d'un grand nombre de kystes d'*Anoplophrya*, mais aucun développement de parasites ne put être constaté dans leur sang.

En résumé, il résulte de ce qui précède que nos recherches n'ont pas réussi à élucider la manière dont *A. circulans* revient de l'état de vie extérieure à l'état de vie parasite, et que nous ignorons son mode de transmission d'un animal à l'autre. On peut seulement conjecturer par analogie avec les Opalines de nos Batraciens anoures que la transmission se fait entre individus de même espèce, mais les conditions qui la rendent possible et les circonstances au milieu desquelles elle s'effectue restent encore un mystère.

Je n'ai plus que quelques mots à ajouter sur la reproduction d'*A. circulans* à l'état de parasite.

Nous avons vu que cette Opalinide se multiplie dans l'intérieur de son hôte de manière à remplir tout le système sanguin de son innombrable progéniture. Cette multiplication ne s'effectue jamais que par division transversale du corps, et non indifféremment, comme chez les véritables Opalines, par division transversale et longitudinale (fig. 5, 6, 7, c, 8, d, e, f). Les auteurs,

STEIN, CLAPARÈDE, RAY LANKESTER, n'ont constaté aussi que ce mode unique de fissiparité chez les espèces d'*Anoplophrya* qu'ils ont observées. Par ce caractère, ce genre se rapproche des deux genres d'Opalinides, *Haptophrya* et *Hoplitophrya*, où la division du corps a également lieu en travers seulement. De même que les Opalines, les individus adultes d'*Anoplophrya* se transforment par divisions binaires répétées en un grand nombre de petits animalcules, qui représentent la forme sous laquelle l'espèce poursuit le cours de son évolution. On observe aussi de part et d'autre une phase d'enkystement, dont la signification dans les phénomènes de propagation des Opalines est parfaitement connue, tandis qu'elle attend de recherches futures son explication chez *Anoplophrya circulans*.



SUR LA MÉTHODE EN TÉRATOLOGIE

EN RÉPONSE A UN ARTICLE DE **DARESTE** ¹

PAR

HERMANN FOL et STANISLAS WARYNSKI

En tératologie, les opinions d'un savant comme DARESTE ne sont pas de celles qu'il soit permis de traiter à la légère. Elles demandent à être relues, méditées, examinées à fond ; c'est ce que nous avons fait et c'est pourquoi nous n'avons pas répondu immédiatement à l'article dans lequel l'éminent tératologiste combat plusieurs des résultats du travail que nous avons publié en tête de ce recueil ². Nous avons tenu à soumettre autant que possible les points en litige à de nouvelles expériences, faites dans des conditions qui ne puissent prêter à aucun équivoque, quant à l'interprétation. Nous exposerons plus loin les résultats obtenus.

¹ Mémoire sur quelques points de tératogénie, en réponse à un travail récent de MM. Fol et Warynski. *Archives de Zoologie exp. et gén.* 1884, 2^me série, t. II, p. 127.

² Recherches expérimentales sur la cause de quelques monstruosité simples et de divers processus embryogéniques, par St. Warynski et H. Fol. *Revue médicale de la Suisse romande*, juillet 1883, et *Recueil zoologique suisse*, 1883, t. I, p. 1.

nus. Mais avant d'entrer dans les faits de détail, il sera bon de discuter une question générale que nous avons envisagée et que nous persistons plus que jamais à regarder à un point de vue complètement différent de celui de notre devancier.

Cette question est en relation avec la manière de concevoir le but même de la tératologie.

Cette science doit-elle viser uniquement à la connaissance et à la description des formes monstrueuses ? doit-elle chercher avant tout à les classer en genres et en espèces, comme le faisait GEOFFROY SAINT-HILAIRE ? Doit-elle se contenter de la tâche éminemment ingrate, pour ne pas dire absurde, de faire pour les monstres ce que LINNÉ entreprit pour le règne animal ? Si telle était notre conception de la tératologie, moins on expérimenterait, mieux cela vaudrait, car il faudrait éviter d'introduire quelque chose d'artificiel dans un système considéré comme naturel.

Ce point de vue suranné n'est pas celui de DARESTE, pas plus qu'il n'est le nôtre. Loin de là, ce tératologiste insiste avec raison sur le fait qu'il a produit lui-même tout le matériel de ses observations. Dans le chapitre qui termine son livre, l'auteur dit textuellement :

« Mais, derrière tous ces faits que j'ai découverts,
 « il y a un autre fait beaucoup plus général, c'est que
 « j'ai produit moi-même les éléments de mes études,
 « c'est que, sauf le cas particulier de la monstruosité
 « double, j'ai provoqué l'apparition de tous les types
 « tératologiques dont j'ai fait connaître l'évolution, en
 « modifiant les conditions extérieures qui déterminent
 « l'évolution normale. De tous les résultats que j'ai
 « obtenus, c'est celui auquel j'attache la plus grande
 « importance, car il montre ce que l'on peut, ce que

« l'on doit attendre de l'intervention de la méthode
« expérimentale dans les questions, aujourd'hui si dis-
« cutées, de la morphologie zoologique. Ce n'est pas
« en accumulant des hypothèses plus ou moins vrai-
« semblables, aliment de discussions interminables et
« stériles, que l'on parviendra à déterminer l'origine
« des formes de la vie. Si le problème nous est accessi-
« ble, s'il ne dépasse pas la portée de l'intelligence
« humaine, l'expérimentation seule peut fournir les
« éléments de solution. » (P. 361.)

C'est fort bien dit et jusque-là nous sommes d'accord ;
mais ici surgissent les différences.

Tandis que DARESTE n'a soumis et ne veut soumettre ses œufs qu'à des causes de perturbation générales et aussi semblables que possible à celles auxquelles ils peuvent être exposés dans leur incubation par la poule, nous rejetons de prime abord toutes les limites qu'on voudrait imposer à notre droit d'investigation. Nous apprécions fort tous les essais qui peuvent être tentés d'expliquer et de produire les monstruosité qui se présentent naturellement, mais ce n'est pas notre principale préoccupation. Nous ne voyons même dans cette recherche louable qu'un moyen d'atteindre un but infiniment plus élevé et plus philosophique : la connaissance des lois générales du développement embryogénique. Les perturbations à ces lois de l'évolution normale nous intéressent moins par elles-mêmes que par la faculté qu'elles nous donnent de serrer de plus près l'analyse des phénomènes normaux. Il y a là une divergence que nous exagérons peut-être, mais qui est réelle et dont les autres ne sont, pour la plupart, que des conséquences naturelles.

Les méthodes que nous avons suivies ont été les premières à s'en ressentir. Nous nous sommes entière-

ment affranchis de l'imitation des perturbations naturelles, pour en produire dont les causes fussent simples et faciles à analyser. Les objections que Dareste fait à notre méthode se résument dans cette phrase : « Mais « j'ai peine à croire que ces faits, quelque importants « qu'ils soient pour la physiologie générale, contribuent « beaucoup à l'avancement de la tératogénie. » L'affirmation est peut-être hasardée et nos résultats sont déjà tels qu'il serait difficile de la maintenir.

Mais il est parfaitement vrai que la tératogénie n'est pas pour nous le but ultime ; nous visons plus haut et plus loin. C'est bien en effet à la physiologie générale que nous en voulons.

Cela posé, nous nous plaisons à reconnaître l'intérêt et la valeur de l'expérimentation indirecte, d'autant plus que c'est celle à laquelle DARESTE a dû son succès. Mais maintenant que les résultats obtenus par ce savant sont en majeure partie acquis à la science, maintenant qu'il s'agit de les contrôler et d'aller au delà, est-il nécessaire ou même utile de suivre la même voie ? Nous ne le pensons pas.

DARESTE n'a-t-il pas avoué lui-même (p. 123 de son livre) qu'il ignorait de quelle façon une température trop haute ou trop basse, ou la position verticale de l'œuf agissaient sur l'embryon et il ajoute qu'on se trouve ici en présence « d'une de ces barrières que la « science rencontre à chaque pas devant elle, jusqu'au « jour où une découverte inattendue lui donne les « moyens de la faire tomber. Il paraît donc absolu- « ment inutile de chercher actuellement à combler cette « lacune. » Pour notre part, nous n'avons jamais vu les découvertes tomber du ciel. Il faut les poursuivre par des moyens appropriés, et si une méthode conduit à une barrière infranchissable, il faut s'adresser à une

autre méthode qui permette de la tourner. C'est ce que nous avons fait, et nous avons peine à comprendre qu'on nous en fasse un reproche.

* * *

Le terme d'expérimentation indirecte que nous appliquons à la méthode de DARESTE, n'a dans notre bouche rien de dédaigneux assurément, puisque c'est celle qui a fourni à cet expérimentateur persévérant les éléments d'un livre que nous avons étudié avec le plus grand profit.

Nous insistons seulement sur un point. L'auteur nous parle de la simplicité de sa méthode; pour nous cette simplicité n'est qu'apparente. C'est une simplicité toute manuelle qui a pour conséquence une complication très grande dans la marche psychologique de l'analyse scientifique des faits observés, et la méthode mentale doit, suivant nous, primer la méthode manuelle. Nous serons fort heureux, du reste, si le nouvel et grand ouvrage que DARESTE nous annonce nous obligerait à modifier notre opinion à cet égard. Mais, nous le répétons, c'est aux progrès qu'il nous fera faire dans l'analyse des causes que nous mesurerons sa valeur scientifique.

Les raisonnements par lesquels DARESTE cherche à établir l'infériorité de notre méthode se fondent en grande partie sur la distinction qu'il croit pouvoir admettre entre les faits tératologiques et les faits pathologiques. Comme il s'agit ici d'une question d'intérêt général et d'importance fondamentale, on nous permettra d'entrer à cet égard dans quelques développements.

La science cherche avant tout à expliquer les phé-

nomènes dont elle s'occupe, à en rechercher la cause ; et quand une théorie a été trouvée qui rend compte des faits connus, elle la garde précieusement, tant qu'il ne surgit pas un nouveau fait qui la contredise, tant qu'une théorie préférable ne peut pas être substituée. Or il n'existe pas à ma connaissance de théorie qui puisse expliquer les faits tératologiques autrement que par des processus pathologiques plus ou moins précoces et je ne sache pas que l'on puisse opposer à cette théorie aucun fait qui soit capable de la renverser.

De toutes les monstruosités, celle qui semblait la plus rebelle à cette explication, je veux parler des monstres doubles ou multiples, s'est trouvée après tout y rentrer d'une façon toute naturelle. L'un de nous a montré que, chez les animaux inférieurs tout au moins, la multiplicité des germes, à la surface d'un même œuf, provenait d'une anomalie dans la fécondation qui est elle-même causée par un état pathologique de l'œuf, au moment de la pénétration des zoospermes.

Quant aux monstruosités simples, nous n'en connaissons pas une seule qui échappe à la théorie de l'origine pathologique. DARESTE propose-t-il à ce sujet quelque autre explication ? S'il en était ainsi, nous regretterions de n'avoir pas su la trouver dans son livre que nous avons pourtant étudié avec le plus grand soin. A moins pourtant qu'on ne considère « l'arrêt de développement » ou « la sortie de l'anse cardiale à la gauche de l'embryon » comme des causes premières ?

Un arrêt de développement peut-il se produire spontanément ? Pour le croire, il faudrait admettre la possibilité d'un effet sans cause, et bien peu de personnes adonnées à la science seront disposées à une telle concession. Lorsque les os de la base du crâne s'ossifient trop tôt, ils produisent un arrêt de développement de

cette région qui mène au crétinisme ; l'arrêt et la forme tératologique qui en résulte ne sont que les conséquences d'un fait pathologique voisin du rachitisme. La relation de causalité entre le processus maladif et la forme monstrueuse qui en dérive est si évidente dans ce cas, qu'on ne peut songer à la contester. Elle est bien connue parce qu'elle se produit à une époque tardive du développement et, pour ce même motif, elle n'entraîne pas de conséquences profondes. Mais, de ce que, dans d'autres cas, la cause pathologique nous échappe encore, à cause de l'âge où elle se produit, faut-il conclure qu'elle n'a pas existé ? Ce serait bien mal raisonner.

Évidemment les perturbations profondes et multiples mais indéterminées, que produisait DARESTE, n'étaient pas propres à le mettre sur la voie de la nature ni même des localisations de ces phénomènes pathologiques. C'est précisément pourquoi nous avons cherché et réussi à obtenir des perturbations bien déterminées et nettement localisées qui ont eu des conséquences tératologiques. Nous avons ainsi pu fournir la preuve de l'origine pathologique de l'arrêt de développement et des monstruosité qui en sont la conséquence dans une série de cas. Nous en citerons comme exemple l'omphalocéphalie, l'hétérotaxie, l'arrêt de développement de l'encéphale ¹. Que la monstruosité, une fois produite,

¹ Je tiens à remarquer à ce propos que l'article intitulé : Recherches expérimentales, etc. *Rev. méd. de la Suisse rom.*, année 1883, p. 395, et *Rec. zool. suisse*, t. I, p. 1, a été rédigé par moi. Je prends sur moi la responsabilité de toute la polémique que contient cet article et particulièrement des passages qui sont une réponse à des attaques personnelles. En revanche, les recherches ont été faites en collaboration et la responsabilité des résultats scientifiques est partagée entre les deux collaborateurs.

amène de nouveaux états pathologiques secondaires qui, à leur tour, peuvent tirer à conséquence, nul ne songe à le contester. Nous souscrivons pleinement à ce que DARESTE a dit à ce sujet.

Quant à l'individualité ou, en d'autres termes, à ces légères variations qui apparaissent entre les individus normaux d'une même espèce, quoi qu'en disent les adversaires de la théorie de DARWIN, nous sommes les premiers à reconnaître leur réalité, mais nous ferons observer que, par leur nature même et la petitesse des déviations, elles sortent entièrement du cadre des études tératologiques. Leurs causes sont aussi trop éloignées pour nous et demandent d'autres moyens d'investigation.

Reste à examiner si la difficulté de reproduire exactement les processus pathologiques, qui se présentent sans l'intervention de l'expérimentateur, doit nous empêcher d'en créer artificiellement pour en étudier les effets? Nous avons assez insisté déjà sur l'idée que nous nous faisons du but à atteindre, pour faire comprendre que cette considération ne pouvait nous arrêter. Au surplus, si l'on veut étudier les effets de l'arrêt de développement d'une certaine région de l'embryon, ne vaut-il pas mieux produire cet arrêt par un moyen quelconque, pourvu qu'il soit certain, que d'avoir recours à des perturbations générales dont la nature reste douteuse et dont les effets ne peuvent pas être prévus par l'expérimentateur?

Nous ne voyons donc pas pourquoi il ne serait pas permis d'avoir recours au traumatisme pour obtenir des effets dont la valeur tératologique est démontrée par la suite du développement. Nous contestons la distinction que DARESTE cherche à établir entre les traumatismes et les faits tératogéniques. Les uns et les autres sont pa-

thologiques et, si nous réussissons à montrer l'identité des effets, nous pourrions en conclure à la similitude des causes, telles que par exemple la destruction ou l'arrêt de développement de telle région, produite à telle époque. Restera ensuite à rechercher, au point de vue purement tératologique, comment cette cause elle-même peut se produire naturellement, quels sont les phénomènes dont les effets sont identiques à ceux de l'action du thermocautère ou de la lame de scalpel, tels qu'inflammations, embolies de vaisseaux, arrêts de nutrition, mort des tissus, etc. Nous savons que le problème est vaste et que nous n'avons fait que l'aborder. Mais nous pensons nous rapprocher mieux des causes que par un mode d'expérimentation qui ressemble décidément trop à l'observation pure et simple.

*
* * *

Passant maintenant des objections générales à celles de détail, de la méthode au manuel opératoire, choses que l'on ne devrait pas confondre, à notre avis, nous avons avant tout à relever quelques critiques peu justifiées que DARESTE fait de notre manière de procéder. Le savant tératologiste a-t-il répété nos expériences ? A en juger par le texte de son article, il ne semblerait pas qu'il ait rempli cette condition préliminaire indispensable de toute critique consciencieuse.

Nous ne songeons nullement à affirmer que l'enlèvement d'un segment de la coquille et sa remise en place ne puissent jamais exercer une influence sur le développement de l'embryon. Tout dépend de la manière dont l'opération est faite. Ce que nous pouvons affirmer, c'est qu'en procédant avec une certaine dextérité qui ne s'acquiert que par une longue pratique, on arrive à ne troubler en rien le cours du développement normal.

La section de la coquille doit être, si possible, linéaire et l'on doit éviter toute déperdition du blanc d'œuf qui s'échappe si volontiers par toute fissure un peu large. De plus, la rapidité de l'opération est une importante condition de succès, surtout quand il s'agit des premières heures de l'incubation.

Ce n'est pas si facile que de surchauffer les œufs, de les faire tenir sur leur pointe ou de les tapoter; mais aussi les résultats sont autres !

Déjà pendant nos expériences, nous avons pu maintes et maintes fois constater que les embryons, soumis à une lésion, assez superficielle pour ne pas entraver le développement des parties atteintes, continuaient à évoluer d'une manière normale et sans aucun retard. Ce fait aurait suffi à montrer que la mise à nu de l'embryon n'influe pas sur son développement. Mais depuis l'objection formulée par DARESTE, nous avons tenu à établir nettement ce point et nous avons exécuté des expériences de contrôle. Nous avons ouvert la coquille par notre procédé ordinaire, et laissé l'embryon exposé à l'air libre, pendant un temps plus long que celui qu'exige une opération; puis nous avons refermé la coquille et continué l'incubation. Ces embryons ont continué à se développer sans même présenter de retard dans leur évolution, absolument normale du reste. D'où nous pouvons conclure que la mise à nu de l'embryon est inoffensive et même indifférente, et que les effets observés à la suite de nos opérations ne peuvent être attribués qu'aux lésions elles-mêmes et non pas aux manipulations nécessaires pour en préparer l'exécution.

Quant au rôle de l'individualité de l'embryon, nous avons déjà dit que c'était à nos yeux une quantité négligeable, *lorsque l'incubation est bien conduite*. Au reste ces variations légères sont une objection bien plus sé-

rieuse à la méthode de DARESTE qu'à la nôtre, puisque nous voyons l'embryon sur lequel nous opérons et pouvons, en conséquence, noter les déviations qu'il peut présenter, telles que la petitesse de l'aire vasculaire, la lenteur du développement, etc., et en tenir compte lorsque le résultat définitif est acquis; ce qui n'est certainement pas possible lorsqu'on opère à l'aveuglette en se bornant à dérégler la température de sa couveuse.

Du reste, il importe de noter que l'amplitude des variations individuelles dépend en grande mesure de la régularité de la marche de la couveuse. Lorsque la température est réellement constante, il est surprenant de voir à quel point ces variations diminuent et même disparaissent, tandis qu'elles s'exagèrent dès que l'appareil marche mal. Il ne faudrait pas croire que l'outillage fonctionne en raison du prix qu'il a coûté. L'instrument le plus utile, je dirai même la cheville ouvrière de tout le système est un bon régulateur à gaz, et l'on en a d'excellents pour 6 francs ! Dans les nombreuses incubations qui ont passé sous nos yeux, nous avons été très frappés de l'uniformité pour ne pas dire de l'identité des embryons bien couvés, comparée à la diversité de ceux qui ont subi des variations irrégulières de température.

Nous ne parlons pas ici de l'opération du retournement et du refroidissement des œufs, qui doit se faire une fois toutes les vingt-quatre heures. Nous la tenons pour tout à fait indispensable et nous avons le plaisir de nous trouver d'accord en cela avec tous les couveurs de profession. Il ne se vend pas une couveuse sans que ce point ne soit spécialement recommandé dans les instructions qui l'accompagnent. Nous n'avons pas encore rencontré un seul manuel d'incubation où il

soit négligé. Nous regrettons de constater le désaccord qui règne entre l'opinion de DARESTE et cette notion unanime à laquelle, pour notre part, nous adhérons sans réserve.

C'est en vain que DARESTE nous oppose les résultats d'une expérience récente qu'il a faite sur 6 œufs seulement ! Chaque semaine, pendant le semestre d'été, à notre laboratoire à Genève, il nous passe sous les yeux de trois à six douzaines d'œufs couvés qui sont ouverts par les étudiants. Eh bien ! il nous est possible à la simple inspection des embryons, de dire si l'aide a oublié de retourner les œufs et quel jour il a oublié son devoir, et son aveu ne manque jamais de confirmer ce diagnostic.

En ignorant ce fait capital, en négligeant cette précaution élémentaire — puisque DARESTE avoue franchement qu'il ne retourne pas ses œufs — cet observateur si persévérant s'est exposé à prendre pour l'effet d'une quantité de causes diverses ce qui n'était que le résultat de cette omission. Faut-il, après cela, s'étonner que tous les chemins l'aient conduit au même point, que toutes les causes de perturbation lui aient donné les mêmes monstruosité, puisqu'en réalité il n'en a employé qu'une seule, dont l'importance domine tout le reste : DARESTE *n'a pas retourné ses œufs !*

Nous ne tenons pas outre mesure à notre théorie de la suspension du jaune dans l'albumine dans ses relations avec l'effet incontestable du retournement des œufs. Qu'on nous propose une théorie meilleure et nous nous hâterons de l'adopter ; mais il ne suffit pas de nier un fait évident pour nous satisfaire l'esprit. Du reste, nous tenons à faire observer que les effets pernicieux de l'oubli du retournement des œufs se font surtout sentir dans ces formes de couveuses où l'œuf est

appliqué de bas en haut contre un réservoir plein d'eau chaude. Ce sont les conditions qui ressemblent le mieux à celles qui se réalisent pendant l'incubation naturelle. L'instinct des poules leur dicte de retourner et de laisser refroidir leurs œufs une fois par jour ; DARESTE nie l'utilité de cet acte. Nous inclinons à croire que ce sont les poules qui ont raison.

Lorsque l'œuf est placé dans une atmosphère également chauffée de tous côtés, l'effet de l'immobilité est beaucoup moins sensible, mais il persiste. Il serait possible que le dessèchement de la couche supérieure de l'albumine jouât un rôle dont nous n'avons pas suffisamment tenu compte. En tout cas nous ne pouvons accepter l'affirmation de DARESTE que l'albumine tout entier tourne avec le jaune lorsqu'on retourne l'œuf ; il est facile de se convaincre du contraire. Il y a là des faits qu'il ne suffit pas de nier ; il faut tâcher de les expliquer.

Une autre objection que fait DARESTE à notre manuel opératoire a trait à la nature des modifications que nous produisons sur l'embryon. Le thermocautère, dit notre savant critique, produit des traumatismes, des destructions qui ne ressemblent en rien aux processus tératogéniques..... nous allions dire *normaux*, mais nous nous apercevons que le mot n'a pas été lâché. Eh bien ! nous avons déjà montré que si réellement cette objection était juste, elle n'aurait pas le don de nous émouvoir... Mais elle n'est pas juste.

Dans nos premières séries d'expériences, nous nous servions effectivement d'un thermocautère de Paquelin ou bien d'un galvano-cautère pour produire la lésion, soit par l'application immédiate de la pointe rougie sur l'organe à atteindre, soit par un échauffement à distance. Nous avons maintenant remplacé cette méthode

par celle de la simple compression dont nous parlerons tout à l'heure.

Ce procédé a, entre autres avantages, celui d'échapper entièrement aux objections que DARESTE a faites à celui de la cautérisation.

Ces dernières ne sont du reste que bien peu fondées, et si DARESTE avait répété nos expériences avant d'en faire la critique, il l'aurait sans doute modifiée sur plusieurs points. En effet, l'embryon est toujours recouvert d'une couche de blanc d'œuf, et c'est sur ce dernier que l'action du cautère porte en premier lieu. L'embryon étant logé à un niveau inférieur, ses organes ne sont soumis, pour ainsi dire, qu'à une action secondaire qui peut se résumer en une compression jointe à un échauffement modéré. A l'endroit de la brûlure, on n'aperçoit d'abord qu'une mince couche d'albumine coagulée ; c'est après l'avoir enlevée, ce que nous ne manquons pas de faire, que la partie lésée s'offre à l'œil.

Il faut une pratique un peu prolongée pour apprendre à localiser la lésion et ne la faire ni trop étendue ni trop peu. Cette habitude nous manquait au début, et c'est ce qui explique la destruction de la tête chez l'embryon qui a tellement frappé DARESTE. Les autres figures de la même planche où cet acéphale est représenté auraient dû faire comprendre que nos lésions ne sont pas toujours aussi brutales.

Maintenant nous avons remplacé avec grand avantage l'action du thermocautère par celle d'un instrument froid, ou mieux encore, légèrement chauffé, avec lequel nous comprimons tel ou tel organe embryonnaire dont nous voulons arrêter le développement. La lésion est ainsi plus strictement localisée et n'expose nullement aux complications que DARESTE nous reproche.

Non seulement les embryons opérés ainsi ne présentent ni cicatrices, ni adhérences, mais même à la loupe on ne réussit pas à discerner le lieu de la lésion. Il nous est souvent arrivé d'examiner des embryons 24 heures après l'opération, au moment où ses conséquences se font déjà sentir, et pourtant l'endroit même de la compression ne présentait aucun caractère reconnaissable sous le verre grossissant.

Il ne s'agit donc pas, dans nos expériences, d'une destruction des parties qui auraient ensuite à se régénérer ou à se cicatriser, mais bien d'une modification de la vitalité du tissu, dont la conséquence est un arrêt dans le développement des parties comprimées. Cet arrêt local a sur l'évolution totale une influence dont l'étude est du plus haut intérêt.

Nous pensons, contrairement à l'opinion de DARESTE, que notre méthode d'investigation est la seule qui permette l'étude de l'évolution tératologique, sans les complications pathologiques, si nombreuses pour les monstres obtenus par les méthodes de nos devanciers. Les vésicules hydropiques, l'arrêt de développement de la zone vasculaire, les adhérences fréquentes et multiples et enfin la mort prématurée des monstres, tous ces épiphénomènes ne sont-ils pas l'expression évidente d'un état profondément maladif? Comment pourrait-on se retrouver dans cette foule de circonstances qui, toutes, contribuent à détruire la vitalité de l'embryon et à lui imprimer les déviations les plus complexes?

*
* *
*

Il ne nous reste plus, pour terminer cette trop longue réponse, qu'à discuter quelques affirmations de DARESTE, relatives à l'origine et à l'explication de certaines formes particulières de monstruosité simples.

Au sujet de l'omphalocéphalie nous regrettons vivement de nous être mépris sur l'opinion du zélé tératologiste et sommes fort aises de voir que, comme nous, il met ici l'amnios hors de cause. Nous avons été induits en erreur par des passages tels que les suivants, du livre de DARESTE qui, il faut l'avouer, prêtaient à équivoque :

« J'ai observé dans certains cas une autre forme de
 « l'omphalocéphalie. Ici la tête n'est pas renversée ;
 « mais, ne pouvant se développer en avant, par suite
 « de l'obstacle que lui oppose le pli antérieur de l'am-
 « nios, elle a engagé sa partie postérieure dans la
 « cavité de l'œsophage encore largement ouverte. Il
 « y a dans ce cas une véritable hernie ombilicale de la
 « tête... »

L'un de nous a montré, dans un mémoire publié dans le second fascicule du tome premier de ce Recueil, que les deux formes d'omphalocéphalie que distingue DARESTE ne sont que les étapes successives d'une seule espèce d'anomalie. Si l'amnios était la cause de l'une, il devrait être aussi celle de l'autre ; en réalité il y est complètement étranger, comme le travail cité l'a amplement démontré.

Peut-être aussi avons-nous pris dans un sens trop absolu des phrases telles que la suivante (p. 278 du livre de DARESTE) :

« J'ai montré d'ailleurs à diverses reprises la liaison
 « qui existe entre la plupart des monstruosité simples
 « et les arrêts de développement de l'amnios, puisque
 « ces faits s'accompagnent presque toujours et peut-
 « être toujours, et que, dans un grand nombre de cas
 « au moins, l'arrêt de développement de l'amnios est
 « la cause prochaine des monstruosité simples. »

Encore à cet égard, nous voyons avec plaisir, d'après

l'article que DARESTE nous a fait l'honneur de nous consacrer, que ses idées s'écartent moins de celles de PANUM et des nôtres que nous ne l'avions cru d'après la lecture de son livre. L'amnios n'est pas la cause unique ; il peut y avoir compression en l'absence d'un amnios, et cela contre la membrane de la coquille. Encore un pas et nous finirons par être d'accord. Nous le sommes déjà au sujet de la membrane de l'œuf. DARESTE déclare qu'elle est anhiste ; nous le prions de vouloir bien croire que nous ne l'avons jamais prise pour un tissu cellulaire — le travail de NATHUSIUS nous est trop connu pour que nous puissions commettre une erreur pareille.

La discussion sur le rôle de l'amnios donnera surtout des résultats utiles lorsque DARESTE aura répété nos expériences, car alors elle cessera de porter sur de simples interprétations, forcément incertaines. C'est à cette catégorie qu'appartiennent, à notre avis, les appréciations sur la largeur de l'amnios d'un embryon entier. Chez des embryons normaux, cette ampleur varie beaucoup et chez les monstres, produits par le procédé de DARESTE (l'aide de notre laboratoire ne l'a exécuté que trop souvent), nous n'avons pas vu cette étroitesse plus souvent que dans des cas parfaitement normaux. Nous avons encore revu à ce sujet quelques bocaliers pleins d'embryons monstrueux obtenus de la sorte et, sauf quelques cas assez rares, l'étroitesse n'existe nulle part au point de pouvoir tirer à conséquence. Les raisons invoquées par l'ardent tératologiste, à l'appui de ses théories sont donc pour le moins aussi théoriques que les nôtres. Nous voudrions qu'elles fussent aussi strictement observées.

Sur l'origine de l'hétérotaxie, nous sommes obligés de nous montrer moins accommodants. Que DARESTE

réserve son jugement sur l'explication que nous avons proposée de l'hétérotaxie, il n'y a rien là qui puisse nous étonner, puisque cet auteur, dans un véritable esprit scientifique que nous admirons, va jusqu'à réserver si souvent son opinion sur ses propres résultats. Au sujet de l'hétérotaxie cependant, son opinion semble ressortir, malgré les restrictions dont l'énoncé est entouré, assez clairement des passages suivants que nous citons textuellement par crainte de méprises :

« Antérieurement à mes recherches, elle (l'hétérotaxie) était entièrement inexplicquée. Aussi a-t-elle fourni aux défenseurs de la monstruosité originelle un de leurs plus puissants arguments (Dareste, *Production des monstruosités*, p. 245).

« J'ai pu, depuis 1860, me rendre à peu près compte de son mode de formation, par des considérations théoriques très simples, que l'on peut déduire facilement de l'embryogénie normale » (Ibid., p. 245).

« Cette sortie de l'anse cardiaque à la gauche de l'embryon n'est peut-être pas, d'ailleurs, le fait primordial qui détermine l'inversion des viscères. En effet des observations nombreuses me donnent lieu de croire que ce qui détermine le sens de l'incurvation de l'anse cardiaque, c'est l'inégalité de volume des deux blastèmes cardiaques primitifs. Le cœur, ainsi que je l'ai dit plus haut, résulte de la fusion de deux blastèmes, primitivement séparés. Or, dans l'état normal, le blastème droit est plus volumineux que le blastème gauche. Quelquefois, mais plus rarement, le contraire a lieu. L'incurvation de l'anse cardiaque ne serait-elle pas déterminée par la position du plus grand blastème ? Je n'ai pu encore m'en assurer d'une manière définitive » (Ibid., p. 226).

Nous avons cru comprendre, d'après cela, que DARESTE attribue la torsion normale à la prédominance du blastème droit du cœur et l'hétérotaxie à celle plus exceptionnelle du blastème gauche. Il nous semblait aussi que ce tératologiste considérait ce résultat comme à peu près acquis et en revendiquait la priorité. Toutefois il ajoute :

« Maintenant que je possède des appareils qui marchent avec une précision absolue, je pourrai reprendre ces expériences. J'ai l'espoir de pouvoir, quelque jour, produire cette anomalie à volonté — et, comme l'inversion n'est pas un obstacle à la vie embryonnaire — de faire arriver les embryons inverses jusqu'au moment de l'éclosion » (Ibid., p. 226).

La théorie n'est donc pas établie expérimentalement, puisque le fait ne peut être produit à volonté ; et pourtant nous lisons :

« Enfin j'ai découvert le fait initial de l'hétérotaxie, vaguement entrevu par BAER : la sortie de l'anse cardiaque à la gauche de l'embryon. C'est le seul fait de tératogénie simple où je n'ai point vu l'arrêt de développement comme fait initial » (Ibid., p. 359).

A notre tour nous osons dire que l'origine de l'hétérotaxie n'a été que vaguement, pour ne pas dire faussement, entrevue par DARESTE, car ici aussi nous voyons l'arrêt de développement apparaître comme cause immédiate et cet arrêt est précisément tout le contraire de celui qu'on attendait d'après les vues purement théoriques de ce tératologiste.

DARESTE espère pouvoir quelque jour produire l'inversion à volonté ; cet espoir s'est réalisé entre nos mains. Non seulement nous la produisons à volonté, mais nous la faisons apparaître avec une certitude toute

mathématique. C'est un genre de preuves qui a bien sa valeur et nous dédommage amplement des réserves de DARESTE.

Nous avons obtenu l'arrêt de développement du flanc gauche en le surchauffant avec le thermocautère, tenu à une petite distance. On pouvait faire à ce manuel diverses objections théoriques qui se trouvent complètement réfutées par le nouveau manuel opératoire que nous avons adopté (voy. Comptes rendus des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, séance du 3 janvier 1884, dans les *Archives des sciences de Genève*, tome XI, n° 1). Après avoir mis à nu un embryon qui ne doit pas avoir atteint la 36^{me} heure d'incubation, nous exerçons avec le tranchant d'un scalpel, simplement tiédi, une pression linéaire et parallèle à l'axe de l'embryon, un peu au delà du bord de l'aire embryonnaire du côté gauche. La durée de la pression peut être d'une demie à une minute. Les résultats sont frappants : toute la partie de l'aire vasculaire située à gauche, en dehors de la ligne de pression, subit un arrêt de développement des plus évidents et le flanc gauche de l'embryon montre clairement un état de nutrition inférieur à celui du flanc droit. Or, dans ces cas où nous avons obtenu d'une manière si simple et si probante, l'arrêt de développement du flanc gauche et la prédominance du flanc droit, l'hétérotaxie se montre avec une régularité parfaite et sans aucune complication.

Sans manquer à la déférence qui est due aux objections de notre contradicteur, nous pouvons dire qu'elles auraient encore plus de valeur si cet habile tératologiste avait d'abord répété nos expériences et y avait découvert quelque faute.

Nous tenons, pour terminer, à affirmer encore une

fois la très haute estime que nous inspire le travail considérable de DARESTE. Il nous est agréable de reconnaître que nous en avons largement profité et que c'est à regret que nous nous sommes vus obligés d'y apporter quelques amendements. Nous ne pouvons cependant pas souscrire à la phrase par laquelle ce tératologiste éminent déclare qu'il a ouvert la carrière où nous sommes entrés. Les noms de HALLER, v. BAER, BEGUELIN, MECKEL, PANDER, PREVOST et DUMAS, VALENTIN¹, LIHARZIK, PANUM, SCHROHE, LEUCKART et tant d'autres, sont là pour témoigner des nombreux filons qui ont été exploités avant que DARESTE n'y percât à son tour une si riche galerie. Pour utiliser le minerai que les devanciers ont méprisé, il faut employer des méthodes plus perfectionnées. C'est ce qu'a fait DARESTE et ce que nous avons fait à notre tour. *Nos méthodes diffèrent de celles de l'éminent tératologiste au moins autant que les siennes différaient de celles de ses devanciers.*

Nous n'en sommes pas moins sensibles à ses souhaits de bienvenue dans un champ de recherches auquel son nom restera toujours attaché avec honneur.

¹ Voir à ce sujet, outre les citations de notre précédent article, VALENTIN, articles dans BARKOW, *Monstra animalum duplicia*, vol. II, p. 189 et dans *Repertorium*, 1837, p. 168.

Au moment de donner le bon à tirer du présent article, nous recevons le n° du 16 mars des *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, tome C, page 813, qui contient une note de DARESTE, *Sur le rôle physiologique du retournement des œufs pendant l'incubation*. L'auteur reconnaît, mais un peu tard, que ce rôle est de première importance, puisqu'aucun œuf couvé dans l'immobilité n'a pu éclore ! DARESTE explique ce fait par les adhérences que l'allantoïde contracte avec le jaune. D'après cela, l'effet pernicieux de l'immobilité ne commencerait à se faire sentir qu'au bout de la première semaine d'incubation.

Nous ne contestons nullement les faits de soudure de l'allantoïde dont nous parle l'éminent tératologiste, mais nous tenons à affirmer encore une fois que les modifications pathologiques, qui résultent de l'immobilité de l'œuf, commencent dès les tout premiers jours de l'incubation et ne se limitent pas à l'allantoïde.

REMARQUES
SUR
L'INNERVATION DES CŒURS LYMPHATIQUES
DES
BATRACIENS ANOURES

PAR
MAURICE SCHIFF

DEUXIÈME PARTIE

ACTION RÉFLEXE

Action réflexe positive.

JEAN MULLER, dans ses recherches sur les cœurs lymphatiques des tortues dit (Archives 1840, p. 2 et 3 et Mém. de l'Académie de Berlin 1839) : L'organe se contractait régulièrement 3 ou 4 fois par minute. Le lendemain, après avoir décapité l'animal, et après avoir ôté les intestins de l'abdomen, on a divisé le corps en deux moitiés, antérieure et postérieure. Dans cette dernière partie les mouvements affaiblis des cœurs lymphatiques persistaient encore très longtemps, et si l'on

comprimait ou blessait superficiellement les pattes postérieures, on n'observait pas seulement les mouvements réflexes ordinaires, mais aussi une contraction du cœur lymphatique du côté correspondant (le cœur de l'autre côté avait été excisé).

Dans les grenouilles chez lesquelles le mouvement périodique de ces cœurs est beaucoup plus fréquent, on peut croire qu'on a confirmé dans beaucoup d'expériences l'observation de J. MULLER. On voit très souvent, si l'on excite des mouvements réflexes pendant une intermittence des battements des cœurs lymphatiques, une contraction de ces cœurs qui accompagne, ou dont le commencement précède même d'un instant, le mouvement des muscles volontaires. Dans quelques cas, chez des grenouilles très épuisées, on voit même, après une irritation artificielle, au lieu des mouvements des muscles du squelette, seulement quelques inspirations profondes, qui sont accompagnées de pulsations des cœurs lymphatiques, plus fortes ou plus fréquentes que les pulsations qui les précèdent et qui les suivent. En effet, FUBINI (Di alcuni fenomeni che avvengono durante la compressione del midollo spinale. Torino, 1872, p. 5) dit qu'il a vérifié l'observation de MULLER chez les grenouilles, dont le cœur lymphatique était arrêté ou très affaibli, en produisant une excitation mécanique ou une extension forcée des extrémités postérieures.

Nous ne croyons pas que FUBINI se soit laissé tromper par la plus grande tension du contenu lymphatique, que le mode d'irritation qu'il a choisi doit produire nécessairement dans le cœur lymphatique. D'ailleurs, il est facile de se mettre à l'abri d'un tel soupçon et de reproduire assez souvent l'augmentation ou le retour des pulsations des cœurs lymphatiques. Mais si l'on veut obtenir un résultat clair et absolu, on renoncera bientôt à

de telles expériences, parce qu'on n'a jamais la certitude que les pulsations observées ne soient pas dues ou au retour du rythme normal ou à quelques contractions plus vigoureuses qui, chez une grenouille qui n'a pas été spécialement préparée, s'intercalent quelquefois entre des séries de pulsations faibles, d'une étendue limitée. Il est évident que chez la tortue l'expérience est plus facile, puisque le rythme normal de 3 à 4 par minute, observé par MULLER dans la tortue relativement intacte, devient encore plus faible lorsque l'animal a été mis en pièces. Si quelques auteurs ont fait observer que chez la grenouille la décapitation rend les pulsations plus fréquentes, il est facile de s'assurer que cette mutilation n'accélère pas le rythme au delà de ce qui est normal, mais qu'elle peut produire une plus grande fréquence en abrégeant ou en *faisant disparaître les perturbations de ce rythme*, perturbations si fréquentes chez les grenouilles intactes.

Je me proposais donc d'étudier l'action réflexe positive sur des grenouilles chez lesquelles le mouvement des cœurs lymphatiques serait très affaibli et ralenti d'une manière *durable* et relativement invariable, tandis que l'action réflexe pût se manifester encore par des signes extérieurs. C'est cette dernière condition qui rend difficile un choix qui, au premier coup d'œil, paraît être très facile. Enfin, je me suis décidé à faire usage du *froid*¹.

On sait que la température a sur les pulsations du

¹ Autrefois, je me suis servi aussi du ralentissement qui suit les forts tétanos strychniques pour démontrer l'action réflexe positive (comp. mon mém. de 1850 p. 267-268). Lorsque 29 ans plus tard SHERHEJ a proposé le même moyen pour la même démonstration, il a probablement ignoré l'existence de mes anciennes recherches.

cœur lymphatique une influence analogue à celle qu'elle exerce sur le cœur sanguin. ECKHARD (*Beiträge*, vol. IV, fig. 38, — 1869) a examiné cette influence de la température, et il croit que l'augmentation de la température agit seulement sur le centre spinal des cœurs lymphatiques. Il n'a pas pu constater cette influence sur le cœur isolé de la moelle épinière. FUBINI et SPALLITA (*Influenza degli eccitanti termici sopra i movimenti dei cuori linfatici*, Torino, 1883. *Journal de l'Académie de médecine de Turin*, Août 1883) ont répété ces expériences avec l'échauffement et le refroidissement de la moelle et en confirment les résultats. Les auteurs donnent des inscriptions graphiques du changement des mouvements par ces agents, et il en résulte que le froid ne ralentit pas seulement le rythme, mais aussi la rapidité de chaque contraction isolée. Mais ces auteurs ne cherchent pas l'influence sur le cœur séparé de la moelle. Cette lacune fut remplie par BOLL et LANGENDORFF qui, quelques mois plus tard (*Archiv. f. Anatomie et Physiologie*, Leipzig, Octobre, 1883), ne reproduisent pas seulement des graphies analogues, mais démontrent par des faits très concluants, que l'action de la chaleur et du froid s'exerce sur le cœur lymphatique après sa séparation de la moelle, après la section du nerf moteur. Ils ont vu des cœurs qui avaient perdu leurs mouvements reprendre leurs pulsations sous l'influence de la chaleur. Ils ont vu l'influence d'une irritation mécanique augmentée par la chaleur. Par le froid ils ont pu ralentir les pulsations jusqu'à 4 ou 6 par minute. Il est à noter que l'augmentation de la chaleur n'accélère le rythme des cœurs lymphatiques que jusqu'à une certaine limite. Si l'on chauffe trop, la pulsation s'affaiblit et elle s'arrête ensuite d'une manière analogue à ce qui a lieu chez le cœur sanguin. Pour ce dernier, il

est évident, d'après mes recherches, qu'il s'agit là d'une *paralysie des nerfs* dans le cœur, et *non pas du muscle*, qui reste encore excitable tant qu'un grand excès de chaleur n'a pas produit l'état que l'on a désigné sous le nom de *rigidité calorique*.

L'arrêt des cœurs lymphatiques par la chaleur a été signalé d'abord par ECKHARD qui croyait alors devoir le considérer comme l'effet d'une action sur la moelle. Cet arrêt a été mieux interprété par LUCHSINGER (*Berner Antrittsrede*, Bonn, 1879, p. 16). FUBINI n'en parle pas, mais BOLL et LANGENDORFF l'ont très bien décrit.

Je dois ajouter que, d'après mes propres expériences, j'ai pu assez souvent confirmer ces faits. Quant à l'influence du froid, je l'ai aussi vue chez la tortue (*Emys europæa*). Un refroidissement à zéro est déjà suffisant. Par rapport à un seul point j'ai été moins heureux que BOLL et LANGENDORFF. J'ai vu augmenter par la chaleur la fréquence, l'énergie et la régularité des mouvements, mais je ne les ai jamais vu se rétablir quand ils étaient entièrement supprimés, à l'exception des cas dans lesquels la suppression avait été amenée par le froid et n'avait pas duré des heures entières. Il faut remarquer que je n'ai jamais jugé de la suppression à première vue, mais seulement quand l'observation avec la lentille pendant au moins une minute et plus ne m'avait pas montré une trace de mouvement soit total, soit fibrillaire. J'ai vu l'influence de la température encore un mois et cinq semaines après la destruction ou l'excision de la partie caudale de la moelle.

C'est donc du froid que je me suis servi. Les grenouilles et les crapauds, après avoir subi la destruction des lobes cérébraux, sont mis avec le dos sur de la glace ou sur une mince lame d'étain ou de fer qui reposait sur une couche épaisse de neige salée, jusqu'à ce

que les mouvements réflexes des muscles volontaires fussent très limités et très retardés, les contractions ralenties et prolongées. Les cœurs lymphatiques postérieurs, qui étaient déjà privés de la peau ou que l'on découvre ensuite, battaient avec de longs intervalles à peu près réguliers ; leurs contractions étaient faibles, prolongées. Une irritation énergique mais momentanée de la peau, soit du train antérieur, soit des extrémités postérieures, produit dans la majorité des cas, c'est-à-dire lorsque la grenouille n'est pas encore devenue trop indolente pour montrer un vrai mouvement réflexe, une ou même deux pulsations plus rapides et évidemment provoquées des cœurs lymphatiques postérieurs, qui *paraissent* souvent précéder un peu la contraction lente des muscles des extrémités ou des narines. Je dis *paraissent*, car lorsque l'attention est fixée on les voit plus vite, mais la contraction des autres muscles pourrait déjà avoir commencé d'une manière invisible. Dans d'autres cas on voit, en effet, les cœurs lymphatiques ne se réveiller que pendant le mouvement des autres muscles.

Après avoir obtenu un effet satisfaisant, je me suis assuré assez souvent par la section du nerf coccygien (et en refroidissant de nouveau selon le besoin) que cet effet est dû à l'action réflexe de la moelle et non à une différence de pression qui, produite par un mouvement rapide dans l'intérieur du corps, aurait pu changer la quantité de la lymphe qui distendait les cœurs postérieurs.

Vers la fin de ces recherches un autre moyen s'est offert, qui m'a paru recommandable pour la démonstration du mouvement réflexe positif des cœurs lymphatiques. C'est l'effet de l'extrait redissous des champignons vénéneux, de *l'Amanita muscaria*, qui m'a été

apporté par le doct. TILLNER de Saint-Pétersbourg. La muscarine, qui alors n'était pas encore dans le commerce, a été expérimentée ensuite par WITTICH (dans *Hermann Handbuch*, VI, fig. 340) et par BOLL et LANGENDORFF (l. c., fig. 345). Comme la muscarine, cet extrait peut arrêter pour longtemps les pulsations des cœurs lymphatiques, et une irritation de la peau du tronc ou des extrémités antérieures produit, si elle est assez intense, une ou plusieurs pulsations, pourvu qu'on n'ait pas donné une quantité excessive de la substance toxique. Une quantité insuffisante donne un arrêt qui peut être interrompu par des pulsations spontanées. Ces expériences que j'ai faites en petit nombre doivent être répétées et leur effet devrait être assuré par la section consécutive du nerf coccygien. Je ne me suis pas encore servi de cette dernière contre-épreuve, qui me paraît dans ce cas d'autant plus indispensable, que BOLL et LANGENDORFF font observer qu'il y a une période dans le cours de cet empoisonnement, pendant laquelle les changements de position produisent des pulsations. Cela arriverait d'après leur opinion par un déplacement de la lymphe.

J'ai insisté sur ces particularités pour montrer de combien de précautions il faut s'entourer pour démontrer un fait qui paraît si simple et si élémentaire, que personne n'aurait hésité à l'admettre à priori et comme très facile à démontrer. C'est justement le contraire par rapport à une autre série de faits que je proposerais d'appeler :

*Action réflexe négative ou action d'arrêt
par réflexe.*

Dans ma notice de 1850 sur les cœurs lymphatiques,

j'ai fait observer que toute irritation sensible un peu forte (ou comme on doit ajouter, plus faible, mais prolongée) produit un arrêt plus ou moins durable des cœurs lymphatiques *en diastole*. Cet arrêt ne se produit plus, lorsque le nerf est coupé ou lorsqu'on a détruit son origine dans la moelle. Il doit donc être regardé comme actif (par rapport aux nerfs), comme un produit de l'action réflexe. Cet arrêt manque d'un côté, si l'on n'a coupé qu'un seul nerf coccygien. Ces faits ont été confirmés ensuite par tous les observateurs qui s'en sont occupés et GOLTZ a ajouté qu'il se montre aussi après une irritation sensible de quelques organes internes, comme le cœur sanguin, l'intestin.

Cet arrêt réflexe se montre si facilement que, quand les centres nerveux sont intacts, des irritations des sens, un ébranlement général, contre lesquels on ne peut pas toujours garantir les animaux, des irritations sensibles fortuites sur lesquels nous ne pouvons pas toujours diriger notre attention, produisent des arrêts des pulsations plus ou moins étendues, qui donnent aux pulsations lymphatiques des Batraciens intacts une certaine apparence d'irrégularité, laquelle, cependant, ne cache pas le rythme régulier. Car ce n'est pas le rythme qui change, mais il manque une ou plusieurs pulsations, de manière que quelques intermittences et quelquefois plusieurs intermittences de suite, ont le double, triple ou même un multiple de la durée des intermittences ordinaires. Cela est bien visible chez la tortue des marais. J'ai vu de ces arrêts se produire par un miroir qui tournait très rapidement autour de son axe, et qui jetait des faisceaux de rayons solaires dans l'œil d'un crapaud. L'arrêt peut se produire probablement sous l'influence de la peur, je l'ai vu, comme beaucoup d'autres observateurs, chez des grenouilles effrayées qui, par une respi-

ration profonde, se préparaient à s'enfuir ou à faire des mouvements (Compar. aussi BOLL et LANGENDORFF, l. c. p. 335). Il est possible que de fortes impressions auditives puissent faire manquer une ou même une série de pulsations (exp. sur *Bufo variabilis*), mais ces impressions sont aussi suivies de respirations plus fortes et de mouvements, au moins des pattes antérieures.

Quand on a ôté le cerveau (lobes), on a détruit une grande partie de ces impressions et le mouvement des cœurs lymphatiques devient plus uniforme. C'est surtout le cas quand on a détruit en même temps les racines des nerfs optiques. Cette observation a conduit M^{lle} SUSLOWA à la conclusion que le *centre* de cet arrêt serait dans la masse cérébrale. D'un autre côté, GOLTZ a observé que la percussion des intestins et le pincement du cœur sanguin ne produisent plus d'arrêt, lorsqu'on a coupé le nerf vague ou détruit la moelle allongée. Il en conclut que le prétendu centre serait dans la moelle allongée. Mais on voit que le *centre*, auquel on attribue la production de l'arrêt pourrait être tout aussi bien dans tout autre point situé plus bas dans l'axe médullaire, parce que par les opérations indiquées on a détruit simplement la voie par laquelle certaines irritations *entrent* dans le système central, et si elles ne sont plus admises, ces irritations ne peuvent plus produire d'arrêt, quel que soit le point du système nerveux central, où ces affections se transforment en action arrestatrice. GOLTZ admet que l'arrêt, né dans la moelle allongée, se propagerait par de longues fibres *intercentrales* au centre lombaire pour les mouvements des cœurs lymphatiques, pour en produire l'inactivité. C'est une hypothèse, une double hypothèse qui n'est pas appuyée sur un seul fait. Je prouverai dans un autre mémoire que, d'une manière tout à fait analogue à ce que j'ai

depuis longtemps démontré pour la transmission des impressions sensibles dans la moelle (Physiol. du syst. nerveux, Lahr, 1858, p. 241 et suiv.), on ne peut admettre ni un ni plusieurs faisceaux de fibres qui, dans le cas qui nous occupe, opéreraient la transmission vers les nerfs des cœurs lymphatiques, mais une substance entrelacée qui conduit dans *toutes* les directions et dont les différentes couches sont à peu près équivalentes. D'ailleurs il n'est pas prouvé que les impressions qui viennent de la moelle supérieure doivent agir d'une manière arrestatrice sur le « centre » du mouvement des cœurs lymphatiques pour en abolir l'action. Elles pourraient aussi bien agir sur le nerf, dont elles accompagneraient les fibres jusque dans l'intérieur des cœurs, pour agir là peut-être sur le réseau terminal des nerfs, comme on doit l'admettre pour les impressions arrestatrices qui agissent sur le cœur sanguin.

L'expérience nous a démontré que les irritations fortes des nerfs et de leurs expansions, des racines postérieures des nerfs spinaux, peuvent encore produire l'arrêt après la destruction de la moelle allongée. La plupart des grenouilles, sur lesquelles j'ai fait mes expériences qui ont établi le principe de l'arrêt réflexe des cœurs lymphatiques, avaient le cerveau détruit et un très grand nombre de ces Batraciens étaient aussi sans moelle allongée. Dans ces derniers temps PRISTLEY (*Journal of Physiology*, N° 4, London 1878, p. 14) remarque : « On the other hand I have observed that
« pinching or lacerating the skin often inhibite the pos-
« terior heart of frogs, hours after the medulla has
« been divided at the usual level and the brain in front
« destroyed. »

Si BOLL et LANGENDORFF font observer que de *faibles* irritations ne produisent plus d'arrêt après l'ablation ou

la séparation de la moelle allongée (l. c. p. 335), ils peuvent très bien avoir raison. Il s'agit de savoir ce que l'on appelle de *faibles* irritations. Ce sont peut-être des irritations qui n'agissent pas par elles-mêmes, mais par les sensations subjectives réflexes, qu'elles éveillent dans et par le cerveau, par ce que l'on a nommé des impressions *psychiques*. Si des chiens, dont on a détruit dans le cerveau le centre des sensations tactiles, n'arrêtent plus leurs mouvements sous l'influence de certaines sensations, est-ce le cerveau qui représente le centre de cet arrêt, ou ne fournit-il pas plutôt la sensation qui détermine l'arrêt dans un autre centre? Je crois que partout où des impressions sensibles entrent dans la moelle elles *peuvent* et, si elles sont assez intenses, elles *doivent* produire l'arrêt des cœurs lymphatiques. L'arrêt peut être déterminé encore par une impression suffisamment forte lorsque la moelle (pour les cœurs postér.) a été divisée au niveau de la cinquième vertèbre, et que l'on ait attendu la période de la plus haute excitabilité réflexe (Expér. sur *Bombinator igneus* très jeune).

Action de la strychnine.

En présence du fait qu'il est si facile de prouver l'existence de l'action réflexe *négative*, mais beaucoup plus difficile de démontrer le réflexe *positif*, il est très intéressant de constater que l'influence de la strychnine, qui consiste en général dans l'augmentation de toute action réflexe médullaire, prend par rapport aux cœurs lymphatiques une physionomie très inattendue.

Sous l'influence d'une dose, même très modérée, de strychnine injectée sous la peau ou introduite dans la bouche de la grenouille, l'action réflexe *négative* de la

moelle est tout à fait voilée ; quel que soit le mode d'irritation qui produit le tétanos de l'animal, le début de ce dernier est accompagné de battements en apparence plus forts et, d'après SHERHEJ (Du Bois, *Archiv.*, 1879, p. 227), plus fréquents des cœurs lymphatiques. Si pendant un tétanos extraordinairement prolongé, les pulsations s'affaiblissent, et si enfin le cœur postérieur se repose en diastole, cette dernière est évidemment l'effet d'un épuisement. Ce repos plus ou moins complet peut durer dans ce cas jusqu'à la fin du tétanos, et même pendant tout le temps du repos qui suit le tétanos. Mais s'il en survient un nouveau, il y a de nouveau des pulsations ¹.

Pour bien juger des mouvements des cœurs lymphatiques pendant le tétanos, qui fait vibrer le cœur en totalité, je me suis servi depuis le commencement de mes recherches, depuis 1847, d'un moyen très simple. J'ai coupé à côté du coccyx les trois troncs nerveux qui vont à l'extrémité postérieure d'un côté, en épargnant avec soin le nerf coccygien. Le tétanos ne pouvait donc pas se montrer dans une des extrémités, mais bien dans le cœur postérieur correspondant qui, à l'exclusion de celui de l'autre côté, a été le sujet de l'observation.

SHERHEJ, qui a négligé cette précaution, croit que l'augmentation de fréquence accompagne chaque tétanos strychnique. Mais il y a des exceptions à cette règle. Les tétanos qui viennent après des doses *très faibles* de strychnine et même assez souvent les *premiers* tétanos qui suivent l'application d'une dose plus forte m'ont

¹ Déjà dans mon mémoire de 1850, j'ai parlé de cet épuisement par le tétanos strychnique. Cet épuisement prend très souvent la forme d'un fort ralentissement des pulsations, ralentissement dont on peut se servir pour démontrer l'effet de l'action réflexe *positive* sur les cœurs lymphatiques.

offre assez souvent une continuation presque uniforme des pulsations des cœurs lymphatiques *postérieurs*. Je dis *presque* uniforme, parce que, comme VALENTIN l'a déjà démontré depuis longtemps, on ne peut jamais appuyer une conclusion sur une augmentation apparente et très faible des pulsations, et l'on ne peut pas tracer une ligne de démarcation entre ces accélérations douteuses et les augmentations qui, bien que faibles, s'annoncent déjà comme des accélérations évidentes.

L'interprétation physiologique de cette augmentation de fréquence paraît être la même que celle de la grande fréquence des mouvements respiratoires qu'on observe chez les grenouilles et mieux encore chez les grands mammifères pendant les accès plus faibles de tétanos strychnique. C'est l'expression d'une augmentation de l'excitation qui cependant n'est pas encore arrivée jusqu'à son maximum, jusqu'au tétanos. C'est *peut-être* une propriété de tous les organes dont le mouvement physiologique revêt une forme rythmique qu'une excitation croissante se prononce par une plus grande fréquence, par une réduction de la période d'inactivité et par une plus grande énergie des contractions avant que la contraction devienne uniforme, devienne tétanique. Chez les mammifères faiblement ou modérément strychnisés, l'augmentation de fréquence des mouvements inspiratoires précède l'augmentation de l'énergie et de l'amplitude des contractions. Les muscles qui élèvent les côtes supérieures *paraissent* précéder le diaphragme, mais bientôt ces muscles agissent ensemble, la respiration haletante devient costodiaphragmatique. Bientôt le larynx prend part aux mouvements exagérés, la glotte s'élargit d'abord au maximum, mais bientôt elle se rétrécit et avec cet acte les muscles expiratoires entrent en scène. L'expiration devient active, mais elle reste

toujours accélérée jusqu'à ce qu'un tétanos *plus fort* retienne les muscles respiratoires dans une position tétanique. Pour la glotte cette position tétanique est celle de l'expiration et il en est de même pour les muscles abdominaux qui se tétanisent beaucoup plus tard ; le diaphragme résiste un peu plus longtemps, mais enfin il reste contracté, c'est-à-dire en inspiration. Le même effet, c'est-à-dire un rythme accéléré avant la contraction tétanique, nous l'avons observé dans quelques cas dans le vaisseau central de l'oreille du lapin, que nous nous proposons d'examiner encore plus spécialement sous le point de vue que nous venons d'exposer.

Mais si cette interprétation de l'accélération et de l'augmentation du mouvement des cœurs lymphatiques dans le tétanos est vraie, il se présente une nouvelle question. Pourquoi ne voit-on jamais, comme cela a lieu pour les autres appareils musculaires dont nous venons de parler, cette accélération passer à l'état de vraie contraction tétanique, à l'état de systole forcée, quel que soit le degré du tétanos strychnique.

C'est un fait qui, depuis mes premières recherches, m'a tellement frappé, que j'ai cru devoir en parler à la fin de ma notice préliminaire de 1850 ; mais il paraît n'avoir été examiné depuis lors par aucun physiologiste.

Nous avons déjà vu et nous démontrerons encore que les cœurs lymphatiques sont capables d'une contraction tétanique, d'une systole d'une durée assez prolongée quand on irrite leur nerf moteur (pour les postérieurs le nerf coccygien) avec un courant interrompu d'induction. Pourquoi une irritation analogue ne se prononce-t-elle pas comme pour tous les autres muscles, quand on a empoisonné la grenouille avec une forte dose de strychnine ?

Cette question a été pour moi le point de départ

d'une série d'expériences sur le mode d'action de la strychnine, dont les résultats, communiqués en partie dans mon livre sur la physiologie du système nerveux, ont été l'objet de quelques discussions, qui m'ont donné les moyens de triompher des objections et de confirmer toujours plus ma manière de voir.

La strychnine agit — dans l'empoisonnement général — en premier lieu sur la moelle allongée ; ensuite, si son effet augmente, sur la moelle cervicale, et enfin son action s'approche de plus en plus de la partie lombaire de la moelle. Je ne veux pas dire que d'une manière détaillée le segment qui correspond à chaque origine nerveuse située plus haut soit affecté plus facilement que le segment de moelle qui donne la paire nerveuse suivante ; que la moelle soit tétanisée de couche en couche en partant de la partie supérieure du bulbe rachidien jusqu'au bout de la moelle lombaire. J'entends dire que le bulbe dans son ensemble est tétanisé avant la moelle cervicale et celle-ci dans son ensemble avant et plus facilement que la moelle dorsolombaire ; mais le tétanos des muscles se généralise dès le début, parce qu'une augmentation maximale du réflexe dans le bulbe rachidien doit se réfléchir sur tous les organes dont les moteurs parcourent le bulbe, ou sont en rapport réflexe avec le bulbe. C'est seulement en séparant le bulbe ou la moelle cervicale des parties inférieures de la moelle qu'on a pu reconnaître les règles du progrès de la strychnisation.

Si nous admettons qu'un organe soit subordonné à un *centre* de réflexe situé exclusivement dans la partie inférieure de la moelle, une augmentation de l'action réflexe, limitée au bulbe ou à la moelle cervicale, ne changerait pas encore l'excitabilité réflexe de cet organe, pendant que les parties qui l'entourent pourraient

être tétanisées en vertu de leurs rapports avec les parties supérieures de la moelle et avec le bulbe rachidien.

Et puisqu'il résulte des faits que le centre coordinateur des mouvements des cœurs lymphatiques postérieurs doit être limité dans la partie caudale de la moelle, une augmentation même maximale de l'excitabilité de la moelle allongée ne pourra pas le mettre en tétanos, pas même dans un état de forte excitation. Si, avec une marche toujours croissante de la strychnisation, elle touche enfin la partie supérieure de la moelle, il viendra un moment où la partie moyenne de la moelle sera dans une excitation maximale, tandis que la partie inférieure *commencera* seulement à augmenter son excitabilité ; le rythme du cœur sera accéléré, ses mouvements seront devenus plus énergiques.

Pour chaque animal la strychnisation a un maximum, au delà duquel elle n'est plus compatible avec la vie. Tout ce que l'on peut faire pour la pousser plus loin doit, par la mort de l'animal, empêcher un progrès de l'empoisonnement. Est-ce que l'on peut admettre que pour les grenouilles la limite du progrès de la strychnisation se trouverait juste au point que nous venons de signaler ?

Il n'est pas impossible que nous devions chercher là l'explication du phénomène qui nous occupe, celui de l'absence du tétanos des cœurs lymphatiques postérieurs dans la strychnisation générale. Mais dans ce cas, tout procédé qui, en évitant l'empoisonnement général, pourrait strychniser isolément la partie postérieure de la moelle, devrait montrer par une *systole continue* et spasmodique des cœurs lymphatiques, que par leur propre structure et par leur innervation, ils ne sont pas incapables d'un tétanos strychnique.

On sait par les expériences de VAN-DEEN et de STIL-

LING qu'au lieu de faire entrer la strychnine dans la moelle par la circulation sanguine, on peut la faire entrer par une imbibition directe : chaque partie de la moelle dans laquelle on fait entrer le toxique par imbibition directe est empoisonnée avant les autres parties. Cette expérience réussit même après la suppression de la circulation sanguine.

Sur des grenouilles (*R. temporaria* et *esculenta*) dont nous avons détruit le cerveau, on a découvert la partie lombaire de la moelle ¹, on a coupé les trois nerfs des extrémités postérieures, ôté la méninge et ensuite découvert les cœurs lymphatiques. Après avoir observé leurs pulsations régulières, nous avons fait tomber sur la moelle un minimum de poussière de nitrate de strychnine cristallisé. Immédiatement après, aucun signe d'irritation ; mais au bout de peu de temps, lorsque des oscillations dans le coccyx nous eurent avertis de la présence du tétanos, nous avons vu que les cœurs lymphatiques étaient entrés dans une systole *continue*, qui durait aussi longtemps que le tétanos ou même un instant de plus, qui se renouvelait avec le tétanos « spontané » et que nous avons pu rappeler ensuite par de très légères irritations au pourtour de l'anus ou à la crête coccygienne. La forme du cœur, la disparition de sa cavité et surtout la dilatation qui précédait le retour des pulsations, nous donnaient la pleine certitude que l'arrêt avait eu lieu en systole parfaite et non en diastole. Je n'ai pas pu noter si le cœur entre les accès avait ou non accéléré ses battements. Ce tétanos a déjà été noté dans notre mémoire de 1866 ².

¹ Dans mon premier mémoire de 1850 (l. c. p. 268) je parle déjà de l'empoisonnement direct de la moelle par la strychnine. Mais par des raisons faciles à comprendre, j'avais alors choisi la portion supérieure de la moelle et non l'inférieure.

² Cf. *Nuovo Cimento*, vol. XXI, fig. 318.

La moelle en coordonnant les pulsations des cœurs lymphatiques agit seulement en vertu de son action réflexe.

Sur une grenouille décapitée dont il avait découvert la moelle et les deux cœurs lymphatiques antérieurs, VOLKMANN, en 1844, coupait les racines sensibles de la seconde et de la troisième paire nerveuse. Les cœurs lymphatiques n'avaient pas perdu leur mouvement régulier et coordonné, mais ils restaient paralytiques dès qu'il avait coupé les racines antérieures motrices (Cf. *Archives de Muller*, 1844, p. 421 et 422). VOLKMANN conclut de ces expériences que ce n'est pas l'action réflexe qui maintient le mouvement, mais bien une action « automatique » de la moelle. Le fait est très évident, mais la conclusion ne peut pas être acceptée dans cette forme générale, parce que VOLKMANN, en ne coupant que deux racines n'a pas soustrait la moelle à l'action sollicitante de plusieurs autres racines sensibles, qui pouvaient encore agir sur ce centre, et mettre ses fonctions en rapport avec des parties importantes de la périphérie du corps. Si le mouvement en question est maintenu par une action réflexe, l'incidence de ce réflexe ne doit pas nécessairement partir de la région du même cœur lymphatique. Telle aurait été la conclusion légitime.

Dans ma communication de 1850 (*Zeitschr. für rationelle Medizin*, IX, p. 268), j'ai dit que, tout en reconnaissant l'exactitude de l'expérience de VOLKMANN, la régularité des mouvements des cœurs ne me paraissait pas indépendante des racines sensibles de la moelle, et j'ai promis de publier plus tard un mémoire plus détaillé sur cette question intéressante. En effet, j'avais déjà vu alors un certain nombre des faits, dont je donnerai ici le résumé général, mais je voulus encore varier les méthodes et les observations, les étendre

sur plusieurs espèces de Batraciens avant de publier des conclusions qui étaient alors sans aucune analogie dans toute la physiologie de la vie animale.

Après avoir fait des expériences nombreuses sur six espèces différentes de Batraciens anoures, j'ai condensé mes résultats dans un mémoire publié en 1866 dans le *Nuovo Cimento* (tome XXI et XXII, Pise, juillet 1866, p. 307), mémoire dont même le titre a échappé aux rapports annuels physiologiques de l'époque et qui paraît être tombé dans l'oubli.

Les expériences ont été faites sans exception sur des grenouilles et des crapauds décapités. Chez les grenouilles on a simplement coupé la tête avec le cerveau, chez les crapauds on a sectionné seulement le cerveau en le séparant de la moelle par une incision transversale en arrière de l'occiput. Ensuite on a découvert, ou toute la longueur de la moelle ou seulement sa partie postérieure qu'on a séparé dans ces cas de la moitié antérieure par une section transversale. Chez les crapauds dans lesquels on suivait cette méthode c'étaient les deux tiers postérieurs de la longueur de la moelle et non sa moitié exacte qui étaient séparés de la partie antérieure (céphalique). Ensuite on découvrait bien le cœur lymphatique. On avait donc sous les yeux toutes les racines postérieures des nerfs qui étaient encore en relation avec ce cœur ou qui *pouvaient* influencer ses mouvements.

On sait que lorsqu'on coupe une racine sensitive et plus encore lorsqu'on l'arrache aussi près de la moelle que possible, on peut produire un réflexe négatif qui constitue une certaine irrégularité très passagère dans les battements. Je ne parlerai pas de cette irrégularité et je suppose que l'observation de l'effet d'une opération soit toujours faite après que l'irritation traumatique

liée à la section du nerf est déjà passée. Cette irrégularité est surtout prononcée lorsqu'on coupe de grosses racines postérieures ; après leur section, il faut donc attendre un peu plus longtemps avant de continuer l'expérience. Lorsqu'on cherche et que l'on coupe la mince racine postérieure de la 10^{me} paire, on peut même produire une lésion traumatique allant plus loin et se propageant à la moelle ou à la racine antérieure. Il faut faire cette section ou chercher et isoler cette racine à l'aide d'une lentille grossissante. Si l'on a le malheur de trop intéresser la moelle, il faut nécessairement renoncer à la continuation de l'expérience, si la pulsation du cœur lymphatique ne reprend pas sa forme régulière. Donc dans tous les cas où la dixième racine ne doit pas, d'après le plan de l'expérience, être la dernière coupée, il vaut mieux de commencer par elle, la séparer des 2 côtés et attendre que le cœur postérieur redevienne régulier.

Admettons que cette partie la plus difficile de l'expérience ait été bien exécutée des deux côtés, nous coupons encore la totalité des racines postérieures d'un côté — soit du côté gauche — jusqu'à la section transversale de la moelle. La pulsation régulière des cœurs ne disparaît pas, c'est-à-dire se rétablit après quelques instants, aussi bien du côté gauche que du côté droit. Nous coupons ensuite la totalité des nerfs sensitifs du côté droit et la pulsation des deux cœurs lymphatiques devient irrégulière, incoordonnée, ainsi que nous l'avons décrite comme un effet de la destruction de la moelle ou de la section de leur nerf moteur, et cette irrégularité se maintient bien qu'aucun élément moteur n'ait été touché.

Nous répétons la même expérience, mais avec la différence qu'après avoir coupé toutes les racines sensibles

du côté gauche, nous coupons du côté droit non pas la totalité des racines postérieures, mais seulement les 5 inférieures en laissant intactes 4 supérieures céphaliques. La pulsation du cœur postérieur se rétablit. Dans une autre expérience, nous procédons par la voie inverse en coupant toutes les racines sensibles d'un côté et les 4 céphaliques de l'autre. La pulsation se montre intacte. On coupe encore trois des racines de ce dernier côté et la pulsation se rétablit. On coupe encore une racine postérieure et ordinairement on voit encore revenir la pulsation normale. Enfin, après avoir coupé la dernière racine sensitive (la 10^{me} était coupée dès le commencement de l'expérience), on voit les pulsations des deux cœurs prendre immédiatement la forme irrégulière, incomplète ou multiloculaire, qui est caractéristique pour les cœurs lymphatiques privés de l'influence de la moelle, et rester ainsi pendant plusieurs heures, aussi longtemps qu'on a prolongé l'observation.

On change l'ordre des opérations, on coupe toutes les racines du côté droit et on épargne à gauche une des racines postérieures, n'importe laquelle, pourvu qu'elle soit encore en rapport avec la moelle séparée du cerveau ou avec le tronçon inférieur de la moelle; si celle-ci a été coupée transversalement, la pulsation des cœurs postérieurs peut bientôt redevenir normale, pour se transformer en contractions paralytiques dès que cette dernière racine postérieure est divisée.

C'est ainsi dans le plus grand nombre des expériences. Mais il y a des cas où le résultat est moins absolu, où la section de l'avant-dernière racine amène déjà le résultat qui suit ordinairement la section de la dernière.

Chez de très petits animaux (par ex. *Bombinator igneus*) dont nous avons dû nous servir quelquefois dans la première série de ces expériences faite en 1849, et

chez lesquels la mise à nu de la moelle est une opération très délicate, même quand on se sert de l'éther pour suspendre l'action réflexe, nous avons vu des cas où la section de la troisième dernière racine produisait déjà une irrégularité permanente. Dans ces cas nous ne pouvons pas voir une exception, mais nous croyons qu'une ou deux racines ont été déjà troublées dans leur fonction ou leur intégrité anatomique par la préparation de la moelle. Une telle exception apparente se montre plus fréquemment quand la dernière racine que l'on veut épargner est celle qui est la plus rapprochée de la section transversale de la moelle. On comprend qu'elle a pu être lésée en grande partie dans l'intérieur de la substance médullaire. D'ailleurs, nous ne voulons pas conclure de ces expériences qu'une seule racine sensitive *doive* maintenir les pulsations des deux (ou des quatre) cœurs lymphatiques avec lesquels on l'a laissée en rapport, mais qu'elle *peut* les maintenir et qu'elle les maintient si, aux lésions expérimentales intentionnelles, il ne s'en ajoute pas d'autres qu'on ne peut pas toujours contrôler dans des expériences aussi délicates.

Et partant de ce résultat, nous concluons en seconde ligne :

L'excitation qui sollicite la moelle à coordonner les pulsations des cœurs lymphatiques part de tous les points sensibles de la périphérie du corps.

Cette manière de voir à l'époque où nous y avons été conduits par nos premières expériences parut être sans analogie, mais aujourd'hui nous savons qu'il y a plusieurs, je dirai même beaucoup, de mouvements dits automatiques, qui s'imposent aux centres par une action réflexe excitée par tous ou par un très grand nombre de nerfs sensibles. Ce réflexe a été méconnu, parce qu'il est trop général, parce que son point de départ n'est

pas limité à la distribution des nerfs qui s'insèrent directement dans le segment de la moelle dont partent les mouvements en question.

Le mouvement respiratoire (prouvé directement pour la respiration abdominale des gros crapauds) la contraction tonique du sphincter de l'anüs (chiens), le tonus du sphincter de la vulve (rats) sont dans ce cas, et, dernièrement, M^{lle} SCHIPILOFF, par une combinaison d'expériences très bien conduites et auxquelles elle nous a permis d'assister dans le laboratoire physiologique de Genève, a prouvé la même chose pour l'action tonique que le nerf sympathique exerce sur la pupille.

Quelques faits que nous cherchons encore à compléter indiquent la même chose pour l'innervation vasomotrice en général et nous espérons qu'avec le temps, tout ce que l'on nomme tonicité nerveuse se subordonnera à la même loi, et que l'on pourra prouver la vérité exclusive du vieil adage que nous avons mis à la tête de notre physiologie du système nerveux et qui a servi de guide dans toutes les recherches dont je viens de citer le résultat :

« Il n'y a point de spontanéité dans le système nerveux. »

Les soi-disant *centres automatiques* de la moelle ont toujours servi de rempart à cette prétendue spontanéité.

Je viens d'en montrer la brèche à tous ceux qui veulent s'en occuper.

Revenons au sujet spécial qui nous occupe. J'ai dit que les pulsations des cœurs lymphatiques après la section des racines sensitives ont tous les caractères essentiels des pulsations qu'on observe après la destruction de la moelle ou après la section du nerf moteur de ces cœurs. Il y a là à faire une restriction. Les mouvements des cœurs parfaitement isolés de la moelle ont moins de

fréquence et n'ont pas la vivacité, l'énergie des pulsations qui viennent après la suppression du réflexe sensible. Après cette suppression on voit très souvent que le mouvement est devenu désordonné, c'est vrai, mais en apparence plus actif que dans l'état normal. Cette apparence d'activité est produite par la désintégration des pulsations. Le cœur est comme divisé en 3 ou 4 portions, dont les pulsations se succèdent ou se couvrent seulement en partie. Immédiatement après ou même *pendant* le mouvement de la dernière portion, le mouvement de la première recommence de manière qu'il n'y a plus de véritable relâchement diastolique général. Cette espèce de mouvement que l'on trouve décrit dans ma première communication de 1850 comme un des effets que l'on peut observer dans un nombre de cas après la paralysie médullaire, est beaucoup plus fréquent, forme presque la règle après la section des nerfs sensibles; et dans ce dernier cas le mouvement est encore beaucoup plus énergique, ce ne sont point des contractions fasciculaires, ce sont de véritables pulsations fractionnées. Dans mon résumé de 1866 (*Cimento*, vol. 24, p. 347), j'ai dit à cet égard :

Si, après la section de tous les nerfs sensibles, la pulsation des cœurs s'est affaiblie et est devenue irrégulière, la section de la partie *motrice* du nerf coccygien la rend encore plus faible pour les premières heures de l'observation, mais elle n'augmente pas beaucoup l'irrégularité. Ceci est vrai pour les crapauds, mais dans les grenouilles nous avons vu souvent augmenter la faiblesse aussi bien que l'irrégularité. Ces observations ne parlent pas en faveur d'une action automatique de la moelle ou du nerf moteur, si nous prenons en considération que, même après la section de tous les nerfs sensibles, si le nerf moteur communique encore (avec la moelle) un

résidu d'une action réflexe est conservé par les segments centraux des nerfs sensibles (coupés) et les cordons postérieurs de la moelle.

Et j'ajoute que, quand les pulsations sont devenues lentes ou ont cessé, une irritation momentanée du tronçon central d'un nerf sensible peut provoquer des pulsations ou les renforcer.

Ces considérations paraissent être très légitimes, mais dans ces dernières années nous avons pu dévoiler un autre point de départ de sensibilité et de l'action réflexe qui persiste après la section de toutes les racines postérieures et qui peut-être nous rendra compte des différences de pulsations dont nous venons de parler. Le premier volume de ce *Recueil* et le tome XIX de la dernière série des *Archives des sciences physiques et naturelles* de Genève contient un article sur la sensibilité des cordons antérieurs de la moelle chez les grenouilles et les crapauds. Cette sensibilité, qui n'existe pas dans les cordons latéraux, est indépendante des racines nerveuses, elle ne vient pas des racines postérieures et persiste après leur section. On doit la regarder comme produite par des conducteurs sensibles qui, tout en restant dans l'intérieur de la moelle (intra-centraux), émanent des éléments esthésodiques de la substance grise, pour se rendre directement aux cordons antérieurs. J'ai prouvé que si la moelle a été préparée avec précaution et que la grenouille soit assez excitable, cette sensibilité intra-centrale peut donner lieu à des actions réflexes. En effet, on peut répéter chez ces grenouilles les expériences de VAN-DEEN sur l'excitabilité de la moelle avec un résultat *contraire à celui* qui a été proclamé par le célèbre physiologiste hollandais, comme cela a été fait, en effet, par BIEDERMANN à Prague. Mais s'il est évident que les recherches classiques de BIEDER-

MANN montrent une erreur fatale dans les expériences de VAN-DEEN, dont les animaux avaient probablement perdu leur excitabilité normale, il ne faut pas en conclure que la doctrine de l'inexcitabilité de la partie motrice et esthésodique de la moelle soit erronée. Elle est le résultat d'autres expériences qui reposent sur une base beaucoup plus solide et moins sujette à des variations individuelles que ne l'est l'excitabilité des grenouilles. La non-excitabilité motrice de la moelle, dont la connaissance nous sera nécessaire dans le chapitre de *ce travail* qui va suivre immédiatement à celui sur l'action réflexe, est même historiquement indépendante des expériences de VAN-DEEN, qui nous étaient inconnues à l'époque où nous avons établi que, contrairement à l'opinion alors prédominante, tous les mouvements excités par une irritation de la substance de la moelle sont des mouvements réflexes. Les recherches récentes faites dans notre laboratoire et non encore publiées ont pleinement confirmé cette manière de voir. Ces expériences se rapportent au temps qui s'écoule entre l'irritation et le mouvement musculaire qui en est provoqué.

Ce que je viens d'exposer sur l'influence de l'action réflexe pourrait soulever trois objections.

A. Les sensations qui partent de la périphérie du corps sont sans interruption, continues, et s'ils excitent le mouvement des cœurs lymphatiques, pourquoi ce mouvement est-il rythmique et interrompu régulièrement par des périodes diastoliques? Je ne répondrai pas ici à cette objection, parce que j'ai déjà expliqué dans plusieurs de mes publications antérieures, qu'il y a des conditions dans lesquelles une quantité d'excitations continues, ou agissant comme continues (courant d'induction des machines ordinaires, irritations chimiques), peuvent produire un effet interrompu. BIEDER-

MANN, dans ces derniers temps, nous a enrichi de beaucoup de faits précieux, qui tendent à appuyer les déductions, qui m'avaient servi pour expliquer les phénomènes rythmiques dans le domaine de la biologie.

B. NADINA SUSLOWA a publié en 1867 (*Centralbl. für d. medicin. Wissenschaften* et dans sa thèse, Zurich, 1867, et *Zeitschrift für rationelle Medizin*, 3^{me} série, vol. 34, p. 224) des expériences qui ne sont pas d'accord avec les miennes. Elle raconte qu'ayant coupé toutes les racines médullaires postérieures chez des grenouilles, elle a vu les cœurs lymphatiques s'arrêter *complètement*, et rester sans mouvement jusqu'à ce qu'elle eût coupé la tête. Cette dernière opération rendrait aux cœurs un mouvement incessant qui durerait jusqu'à la mort. Jusque-là il n'y a pas de contradiction proprement dite, parce que dans mes expériences de cette série je n'ai jamais coupé de racines postérieures à une grenouille qui n'était pas décapitée avant la mise à découvert de la moelle.

C'est ce que l'auteur dit dans sa dernière publication de 1868, mais en 1867 elle a rapporté une autre expérience en apparence analogue. Si l'on coupe toutes les racines médullaires postérieures, elle voit un arrêt où je ne peux voir que la perte de la régularité du mouvement. Cet arrêt persiste, selon l'auteur, jusqu'à ce qu'on ait coupé tous les rameaux communiquant entre la moelle et le grand sympathique. Cette dernière opération rétablirait, d'une manière durable, les pulsations des cœurs. Si M^{me} SUSLOWA avait coupé les rameaux communiquant seulement d'un côté, c'était seulement le cœur lymphatique de ce côté qui rentrait en mouvement.

On voit que mes expériences, faites d'après une méthode toute différente, ne me donnent pas la compétence

de juger ces observations de M^{me} SUSLOWA. Je ne me permets pas de douter que ces observations ne soient exactes bien que l'explication qu'en donne l'auteur est bien loin de me convaincre. Mais si les conditions dans lesquelles nous nous sommes mis dans nos expériences, sont si différentes, le résultat de M^{me} SUSLOWA, même s'il était généralement reconnu comme exact, ne pourra jamais constituer la base d'une objection contre mes expériences ni contre ma manière de les expliquer.

Mes conclusions sont vraies et indubitables pour la grenouille décapitée. D'autres expériences nous montreront si j'ai eu raison ou tort de les croire applicables à la grenouille normale, dont le cerveau règle et modifie encore les actions réflexes.

C. On a dit que l'asphyxie produite de différentes manières, et que l'anesthésie produite par l'éther, le chloroforme et d'autres agents peuvent avoir détruit toute trace d'action réflexe dans une grenouille dont les cœurs lymphatiques continuent à battre régulièrement, normalement et en pleine force. Si cette thèse était prouvée, l'action réflexe ne pourrait pas solliciter la moelle à produire les pulsations régulières, les réflexes ne pourraient pas être la *seule* cause qui solliciterait la moelle dans cette production. Cette objection est la plus grave, mais elle n'est pas décisive. Je ne nie pas les *faits* observés par différents auteurs qui ont vu cette persistance des pulsations normales pendant une première période de la résolution asphyctique ou chloroformique ; je les ai vérifiés par mes propres expériences. Mais je nie qu'on puisse conclure à l'absence de toute action réflexe parce que les irritations de différents genres ne produisent plus de mouvements visibles. L'action réflexe ne disparaît pas simultanément pour tous les organes, et certains organes intérieurs pour-

raient encore concentrer sur eux l'effet qui manque dans les organes de la vie animale. Ce n'est pas une simple supposition, une hypothèse faite *ad hoc*. Car chez les mammifères (chien, lapin, rat), on peut prouver par les faits expérimentaux que dans l'asphyxie par la soustraction d'oxygène, et dans la complète résolution par l'éther et le chloroforme, il y a une période où toutes les irritations même modérées, comme une section ou une traction un peu énergique de la peau, *qui ne produisent aucun mouvement visible*, agissent sur la respiration en produisant une position expiratoire et agissent encore plus énergiquement sur le cœur en en produisant l'arrêt par le nerf vague. Dans un mémoire qui a été présenté à l'Académie des sciences de Paris et qui est reproduit dans les comptes rendus de 1861, p. 330, tome 33, j'ai communiqué ces faits qui m'ont paru être d'une grande importance, parce que de tels accidents, avant que je les eusse bien étudiés, ont tué un bon nombre de mes animaux anesthésiés au moment où je voulus *commencer* l'opération, et parce qu'évidemment la mort de plusieurs hommes chloroformés, qui ont succombé à l'arrêt du cœur au moment où on a fait la première incision dans la peau, doit être attribuée à la même cause. J'ai voulu indiquer cette cause et les conditions dans lesquelles elle exerce son influence, et dont la plus essentielle est l'absence de tout autre signe d'action réflexe.

Je suis sûr que la connaissance de ces faits aurait pu sauver la vie d'un certain nombre de malades, mais le mémoire dont il s'agit a été oublié, ne se trouve cité nulle part. C'était inutile d'y rappeler l'attention des physiologistes, des chirurgiens. Un seul expérimentateur, je crois que c'est M. VIGOUROUX (?), a parlé depuis de faits analogues qu'il a rencontrés dans l'expérimen-

tation et, sans connaître mes recherches, il conclut avec moi, que dans l'anesthésie le réflexe sur le cœur peut survivre à tous les autres. J'ai prouvé que non seulement il peut survivre aux autres réflexes, mais que dans le retour de l'asphyxie anesthésique, dès que les premières respirations automatiques et rudimentaires commencent à se montrer, ce réflexe sur le cœur peut aussi renaître quand les excitations sont encore impuissantes à produire le moindre mouvement visible en dehors, quand tous les muscles sont relâchés. S'il en est ainsi chez les Mammifères, ce n'est pas une supposition trop hardie que, dans des conditions tout à fait analogues, les Batraciens puissent présenter encore (ou déjà) une action réflexe des nerfs cutanés sur les cœurs lymphatiques, quand les autres réflexes ordinaires sont supprimés. Cette opinion a un tel degré de probabilité que jusqu'à ce qu'on puisse démontrer le contraire, je ne peux pas regarder la persistance temporaire des pulsations lymphatiques pendant la résolution asphyctique ou anesthésique, comme une objection sérieuse aux propositions que je viens de développer dans ce mémoire.

SUR LES

AMBULACRES DES ÉCHINODERMES

EN RÉPONSE A UN MÉMOIRE DE J. NIEMIEC

PAR

EDMOND PERRIER

Le N° 4 du Tome II du présent *Recueil* contient un travail de J. NIEMIEC, dans lequel je dois relever quelques assertions inexactes qui me concernent.

Page 25 de son mémoire, NIEMIEC écrit : « Les pièces calcaires (des ventouses et ambulacres) ont été étudiées après VALENTIN, par PERRIER qui, portant ses recherches sur plusieurs genres, croit avoir trouvé une grande uniformité dans ces parties chez tous les Oursins réguliers. Il en fait même un caractère distinctif des Oursins réguliers et des Oursins irréguliers. Toutefois un regard jeté sur la figure que donne VALENTIN de la rosette de l'*Echinus* et sur celle d'HOFFMANN, représentant le même organe chez un autre Oursin régulier, suffit pour révéler immédiatement une grande différence. »

Page 114 de ma thèse, je signale moi aussi l'exis-

tence de différences entre ces organes et je précise ces différences dans mes descriptions particulières. Mais, comme les pièces de la rosette varient de forme et de nombre chez un même individu sans s'éloigner cependant d'un même type fondamental, le même chez tous les Oursins réguliers, je n'ai pu y voir de caractère distinctif des genres, des familles ou des espèces pareils à ceux que m'ont fourni les Spicules et les Pédicellaires; il n'y a donc rien à relever à cet égard dans mon travail, d'autant moins que je prends soin de signaler, fig. 115 et 116, les inexactitudes de la figure de VALENTIN.

J. NIEMIEC ajoute : « PERRIER décrit le cadre de l'*Echinus lividus* comme composé de quatre pièces calcaires, tandis que VALENTIN le décrit comme une pièce unique. J'ai pu facilement constater que cet organe était double. Mais je répète que, malgré les recherches les plus minutieuses, je n'ai pu voir la moindre fente. J'ai constaté cependant que ses bords extérieurs étaient beaucoup plus épais que les bords intérieurs, et qu'ils s'amincissaient vers les angles. Cette circonstance peut porter à croire que le cadre n'est pas assez solide pour résister au traitement qu'exige la méthode de PERRIER (l'agitation dans un liquide), et qu'il se brise justement aux points amincis. »

Ce n'était guère la peine de décrire aussi minutieusement ce que j'avais vu pour arriver à être aussi mal compris. D'abord pourquoi, au lieu de suivre mon procédé et d'examiner ce qu'il donne, NIEMIEC s'est-il contenté d'observer par transparence les pièces en place, ce que justement je reproche à VALENTIN (page 116)? Pourquoi ensuite, au lieu de citer ma phrase, NIEMIEC me montre-t-il, agitant dans un liquide les pièces que j'avais à étudier, assez violemment pour les

briser? Justement, j'ai employé un liquide, afin de dissocier ces pièces sans m'exposer à rien briser. Voici ce que je dis, en effet :

« Lorsqu'on fait dissoudre les parties molles d'un tube ambulacraire dans la potasse, le cadre se sépare souvent tout naturellement de la rosette et on peut l'étudier séparément. On peut le voir tantôt parfaitement en place et n'ayant subi par conséquent aucune altération, tantôt séparé de sa rosette, mais tombé à côté d'elle, et conservant parfaitement sa forme caractéristique. Si l'on agite alors *légèrement* le liquide (placé dans un verre de montre qu'on incline doucement à droite et à gauche), *sans toucher aux parties calcaires, de peur d'altérer leur intégrité*, on voit presque toujours l'anneau se séparer en quatre parties distinctes, qui ne sont pas autre chose que les quatre côtés du carré qu'il représente habituellement... chacune des quatre parties n'est pas simple, mais bien formée de deux parties identiques à peu près superposées. »

Je montre ensuite que ces huit pièces (et non pas quatre, comme me le fait dire NIEMIEC), chevauchent à leurs angles les unes sur les autres, empilées qu'elles sont comme les bûches d'un bûcher ; il n'est donc pas étonnant qu'on n'aperçoive pas de fentes aux angles, puisque toutes ces pièces empiètent les unes sur les autres. Tout cela, NIEMIEC le verra facilement s'il y met assez de soin et s'il emploie le procédé d'étude que j'ai pris la peine d'indiquer.

Enfin, NIEMIEC termine sa note en disant : « PERRIER distingue les deux groupes des Oursins réguliers et irréguliers par les différences qui existent entre les parties calcaires de leur tube ambulacraire. Tous les Oursins réguliers, selon cet auteur, portent une rosette qui manque aux irréguliers. Nous avons déjà com-

paré la formation calcaire du *Brissopsis lyrifera* avec celle des Oursins réguliers, et cet exemple suffirait à enlever toute valeur à ce caractère distinctif, lors même que PERRIER n'aurait pas parlé plus tard d'un Oursin irrégulier chez lequel, outre la rosette, on rencontre aussi le cadre. »

Ce passage est fort singulier. Tout d'abord il suffit de comparer la fig. 7 de la Pl. I du mémoire de J. NIEMIEC avec les fig. 36 et 5 a de la Pl. VII de mon travail, pour se convaincre qu'il a vu chez le *Brissopsis* des pièces calcaires identiques à celles que j'ai figurées chez les Amphidètes et les Spatangues; à la vérité, peut-être à cause de l'état particulier de rétraction des tubes ambulacraires qu'il a étudiés, il place ces pièces à l'envers de leur position normale, mais cela n'empêche pas qu'elles aient une forme toute différente de celle des pièces de la rosette des Oursins réguliers; pas plus que moi, NIEMIEC n'a vu les pièces réunies par un cadre; ce sont là, je crois, des différences suffisantes pour faire distinguer de suite une armature calcaire terminale de l'ambulacre d'un Oursin irrégulier, de celle d'un Oursin régulier. Que ces armatures dans les deux groupes soient homologues, soit; mais quand NIEMIEC appelle *rosette* l'armature en question chez les Oursins réguliers, il joue sur les mots et pouvait tout aussi bien appeler *ventouse* le panache terminal des tubes ambulacraires buccaux des *Brissopsis parma* dont il ne dit rien.

En somme, tout en ayant l'air d'être d'un avis opposé au mien, NIEMIEC ne fait que confirmer le caractère distinctif que j'ai indiqué avec beaucoup de prudence d'ailleurs (voir page 66 de mon travail), entre les Oursins réguliers et irréguliers. La rosette des *Echinoneus* ne diminue en rien la valeur de ce caractère, car les *Echinoneus* appartiennent à un tout autre type que les

Spatangoïdes, et ont une rosette terminale différente tout à la fois de celle des Échinoïdes réguliers et de celle des Spatangoïdes. Quant aux divergences qui existent entre nous relativement au cadre de la rosette des Oursins réguliers, il me permettra de les attribuer à sa méthode d'observation peu différente de celle de VALENTIN, et nécessairement moins propre que la mienne à lui montrer les choses comme elles sont. Il me permettra d'attendre pour changer d'avis qu'il ait répété mes observations en se mettant dans les mêmes conditions que moi, ce qui est une règle élémentaire de toute critique.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

Fig. 1. (Œil d'un embryon de porc de 16 mm. de longueur). *e*, ectoderme ou épiderme; *m*, mésoderme; *p*, paupières; *n*, pigmentum nigrum; *r*, rétine; *cv*, corps vitré; *cp*, capsule du cristallin; *cu*, cavité cupulaire postérieure; *ep*, épithélium antérieur; *b*, fibres cristalliniennes; *ca*, cavité annulaire. — Gross. : 40 fois.

Fig. 2. (Portion de la figure précédente, grossie). Les mêmes lettres. *z*, zone des noyaux (des fibres). — Gross. : 125 fois.

Fig. 3. (Œil d'un embryon de chat de 14 mm. de longueur). Les mêmes lettres. *c*, cavité de la vésicule oculaire secondaire; *mh*, matière homogène occupant la cavité de la vésicule cristallinienne, non encore remplie complètement par les fibres. — Gross. : 70 fois.

Fig. 4. (Œil d'un embryon de lapin de 12 mm. de longueur). Les mêmes lettres. *vl*, *tunica vasculosa lentis*; *ca*, moitié antérieure de la capsule; *cp*, moitié postérieure; *zh*, zone homogène postérieure. — Gross. : 35 fois.

Fig. 5. (Œil d'un embryon de chat de 14 mm., plus avancé que celui de la fig. 3). Lettres id. *ah*, artère hyaloïde. — Gross. : 50 fois.

Fig. 6. (Œil d'un embryon de porc de 32 mm. de longueur). Lettres id. *m*, rudiment de la cornée; *za*, zone antérieure des fibres; *pd*, masse centrale et son pédicule. — Gross. : 70 fois.

LES
BALANCIERS DES DIPTÈRES
LEURS ORGANES SENSIFÈRES ET LEUR HISTOLOGIE

PAR

ARTHUR BOLLES LEE

Avec la planche XII

En 1856, BRAXTON HICKS, micrographe anglais, décrit¹ un organe remarquable qu'il avait découvert sur la base des haltères de *Rhingia rostrata*, et qu'il avait trouvé consister en une plaque allongée portant des « vésicules » transparentes disposées en séries. Un an plus tard, il étendit cette observation à des Diptères appartenant aux familles les plus diverses. Il découvrit un nerf se rendant à ces organes, et, quoiqu'il ne pût mettre en évidence sa manière de terminaison, se vit conduit à admettre que les plaques en question étaient des organes olfactifs.

En 1860, LEYDIG² décrit ces organes, chez *Eristalis*,

¹ *Transactions of the Linnæan Society*, 1856, 1857.

² « Ueber Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insekten, » in Reichert u. Dubois Reymond's *Archiv. f. Anatomie*.

comme consistant en trois plaques bombées percées de pores alignés ; il est d'avis que ces pores sont ouverts vers l'intérieur, mais parfaitement clos à l'extérieur par des membranes convexes. Jusque-là sa description ne diffère guère de celle de HICKS. Mais il alla plus loin. En cherchant à établir les rapports du nerf avec les pores, il réussit à trouver, dans une expansion terminale du nerf, deux paquets de corpuscules styloformes (*Nervenstifte*) de même nature que ceux que SIEBOLD avait fait connaître dans « l'oreille » des Orthoptères. Quoiqu'il ne pût réussir à voir ces corpuscules *in situ*, il admit qu'ils étaient en rapport avec les pores ; et les plaques porifères devinrent pour lui des différenciations cuticulaires appartenant à des organes auditifs.

En 1870, LOWNE¹ décrit les plaques porifères des haltères de *Musca (Calliphora) vomitoria*, et fait un pas en arrière. Il nie que les plaques soient percées de pores quelconques, ni d'aucune ouverture ; il déclare que l'apparence de vésicules ou de pores est due à la présence de corpuscules « lenticulaires » très réfringents situés sous la peau. Il déclare même avoir isolé et mesuré ces corpuscules, les décrit comme étant allongés ou sphériques, d'un diamètre d'environ $1/3000$ à $1/5000$ de pouce, et dit qu'il y en a de 200 à 300 sous chaque plaque, ce qui ferait près de mille pour chaque balancier. Il leur attribue le caractère d'otoconie. Il serait difficile d'imaginer une description plus malheureuse que celle-là.

En 1882, l'étude de ces organes fut reprise par GRABER², lors de son beau travail sur les organes chor-

¹ « The Anatomy and Physiology of the Blow-Fly. A Monograph. » (John Van Voorst, London).

² *Archiv. f. Mikroskopische Anatomie*, XX. Bd. IV^{tes} Hft. pp. 573, sqq.

dotonaux. Il confirma en général l'appréciation de LEYDIG, et établit en outre qu'il existe entre les diverses plaques porifères d'une même haltère une remarquable différence de structure. Il distingue une plaque « basale, » large, en forme d'écaille (*schuppenartig*), qui se trouve sur la partie dilatée et proximale de la base du balancier ; et deux plaques « scapales, » de forme lancéolée, disposées longitudinalement sur deux éminences allongées qui se trouvent sur la partie rétrécie et distale de la base. Il crut avoir établi que les pores de la plaque basale sont parfaitement clos par une membrane transparente, comme il avait été dit par LEYDIG, mais que ceux des plaques scapales ont leur dôme membraneux percé d'une ouverture en forme de fente à deux lèvres épaissies. Et comme il avait remarqué que LEYDIG avait attribué aux corpuscules styloformes trouvés par lui dans le « ganglion » un assez remarquable dimorphisme, les uns étant grêles, à tête acuminée, et les autres trapus, à tête arrondie, et les deux sortes étant séparées l'une de l'autre et réunies en deux paquets occupant des positions diverses dans le « ganglion, » il opéra la synthèse de ces deux observations en admettant que l'une des deux formes de stylets devait appartenir à la plaque basale, l'autre aux plaques scapales. Il ne réussit cependant pas plus que ne l'avait fait LEYDIG, à mettre en évidence les stylets *in situ*, mais n'en admit pas moins que les pores étaient des organes cuticulaires appartenant aux scolopophores. Dans cette conviction, il fit une étude étendue et minutieuse de la structure cuticulaire de ces pores, et arriva à la conclusion que la charpente chitineuse (*Rahmen*) qui entoure les pores scapaux, structure très curieuse et sur laquelle nous reviendrons tout à l'heure, est peut-être l'analogue de la lamina reticularis de l'organe

de CORTI : rapprochement malheureux, s'il en fut. Ces observations de GRABER sont les plus récentes qui aient été publiées sur ce sujet.

Frappé par la persistance avec laquelle les stylets chordotonaux se dérobaient à l'observation des habiles anatomistes qui les cherchaient par la dissection dans les pores cuticulaires, je me décidai à examiner ces organes par la méthode des coupes, qui a donné raison à mes prévisions et montré que la nature avait tendu ici un piège aux naturalistes. Les stylets n'appartiennent nullement aux pores cuticulaires, mais à un organe chordotonal parfaitement normal, qui n'affecte aucun rapport avec les plaques porifères. Je vais décrire ces structures avec le détail nécessaire, et, cela fait, je décrirai brièvement l'histologie du bouton du balancier, que j'ai été amené à étudier en voyant que nous ne possédions d'autres renseignements à son égard que quelques observations de LOWNE, qui, dans la monographie précitée, raconte y avoir trouvé des « vésicules, » des cellules nerveuses, et des fibrilles nerveuses se terminant tantôt dans les cellules nerveuses, tantôt par des anses (l. c. p. 98). Cela paraissait avoir besoin d'être examiné.

Un mot sur la technique un peu spéciale de ces recherches pourra avoir son utilité. De tous les agents fixateurs essayés, le perchlorure de fer alcoolique de FOL paraît être celui qui fixe le mieux. Le mélange chromo-acéto-osmique de FLEMMING donne également de très bons résultats. Le sublimé corrosif s'est montré détestable, et la liqueur de Kleinenberg laissait également beaucoup à désirer. Pour la coloration, qu'il est bon de faire en masse, le carmin alcoolique à l'HCl de Grenacher, préparé selon la formule de Paul Mayer, rend de grands services; il est bon d'y ajouter de

l'acide picrique pour mettre en évidence les parties extra-nucléaires. On peut également employer avec utilité l'hématoxyline de Kleinenberg. La cochenille de Mayer ne colore pas suffisamment. Les inclusions se font dans la paraffine selon la méthode ordinaire ; les pièces sont transportées ensuite, selon la méthode de Kingsley, sur un cône de paraffine solide, où elles sont enrobées dans la position voulue à l'aide d'une aiguille chauffée. Cette opération, qui est très difficile, se fait sous le microscope à préparation. Finalement, le cône de paraffine est taillé en pyramide, et orienté sur le nouvel étau mobile sur trois axes du microtome THOMA. Cette opération se fait également à l'aide d'une forte loupe, et ne serait guère possible sans l'étau mobile. Les coupes doivent être faites en chaînes autant que possible, autrement il faut les transporter sur le porte-objet une à une à l'aide de la loupe, ce qui est un travail excessivement pénible, et expose au risque de perdre les pièces les plus importantes. Pour la dissection des pièces fraîches, le sirop à l'hydrate de chloral (7,5 grammes de chloral dans 100 de sirop simple) rend de grands services. Ce liquide suffit à conserver les caractères essentiels des éléments chordotonaux pendant des années : le chloral paraît agir comme fixateur pour certains éléments (il ne le fait certainement pas pour tous).

L'examen d'une base de balancier montée entière, fait facilement découvrir les trois plaques porifères dont il a été question, plus une quatrième qui a été décrite avec exactitude quant à sa forme générale, et sa position, par LOWNE. Les deux plaques basales, de contour circulaire, forment deux calottes sur la partie proximale et dilatée de la base ; les deux plaques scapales, rappelant par leur forme les corps olivaires du bulbe

rachidien, se trouvent sur deux côtes qui font saillie de chaque côté sur la partie distale et rétrécie de la base. Une coupe longitudinale et horizontale, menée par un plan approximativement médian, intéressera toutes ces structures, excepté probablement une des plaques basales, qui se trouvera dans un autre plan. Dans une telle coupe (fig. 4) on voit la plaque basale (Pl. *b*) se présentant sous forme d'une ligne de pores coiffés de papilles à parois minces ; et plus haut, à droite et à gauche, les deux plaques scapales (Pl. *sc*), dont les pores se montrent également coiffés de papilles, lesquelles ont cependant un aspect différent de celui des papilles de la plaque basale. La même coupe donnera les renseignements désirés sur la disposition du tissu nerveux de la haltère. On y voit le puissant nerf haltérien (*n*) se divisant, aussitôt après son entrée dans la cavité de la base, en quatre branches principales, dont une s'épanouissant en un bouquet de grandes cellules fusiformes à cou très étiré, se rend immédiatement à la plaque basale ; deux autres remontent le long de l'axe de la haltère jusqu'à ce qu'elles aient dépassé le niveau du bouquet nerveux de la plaque basale, puis, virant à droite et à gauche s'épanouissent également chacun en un bouquet de cellules fusiformes qui sont exactement semblables à celles de la plaque basale, et se rendent de la même manière aux deux plaques scapales ; tandis qu'une quatrième branche, plus faible, quitte le tronc principal au niveau du rameau de la plaque basale, se dirige vers le côté opposé de la haltère, et se dilate (*O. ch*) en un corps fusiforme ou pyriforme à texture dense, qui présente en sa partie proximale d'abord des cellules fusiformes à grand noyau, puis un amas de très petits noyaux, puis une rangée de petits corps réfringents en forme de stylets ou de petites four-

ches, et enfin une deuxième rangée de petits noyaux distribués sous ou entre les cellules de l'hypoderme. Les coupes transversales (fig. 2), montrent mieux encore la structure de cet organe, qui se révèle sous forme d'organe chordotonal parfaitement normal, on pourrait même dire typique. Les cellules fusiformes sont les cellules « ganglionnaires » (*chordotonale Ganglienzellen*) ; l'amas proximal de petits noyaux représente les noyaux basaux (*basale Kerne*) des éléments chordotonaux typiques ; les stylets ou fourches sont les corpuscules scolopaux (*Nervenstifte, scolopale Körperchen*) ; les petits noyaux distaux sont les noyaux distaux (*distale Kerne*). Tout cela ne diffère en rien de ce que l'on trouve en général dans les organes chordotonaux. Seule, la structure des stylets demande une considération spéciale.

On sait que LEYDIG avait décrit ¹ dans le nerf haltérien dès stylets de deux sortes — « une forme grêle, à tête acuminée ; et une forme trapue, à tête ronde. » « Ces deux sortes, poursuit-il, ne se trouvent pas mêlées ensemble, mais reliées en deux paquets, de sorte que la forme grêle, au nombre de douze environ, constitue un groupe bien délimité et séparé des stylets de l'autre sorte qui se trouvent, bien plus nombreux, en un autre endroit du ganglion. » Cette description rapporte avec beaucoup d'exactitude les apparences qui se présentent aux grossissements moyens du microscope. Les objectifs à immersion homogène y ajoutent des détails qui modifient d'une façon fondamentale l'interprétation des images. Muni d'un tel objectif, et d'une préparation fraîchement dissociée dans le sirop de chlo-

¹ « Ueber Geruchs- u. Gehörorgane d. Krebse u. Insekten, » *Arch. f. Anat.*, 1860, pp. 305, sqq.

ral, l'observateur ne devrait point tarder à découvrir au delà de la « tête » des stylets à tête ronde de LEYDIG les deux contours doubles de la chorde distale (*Distal-chorda*) (fig. 6, 7, 8, *Ch. d*). Un peu plus et il se convaincra que ces contours se continuent avec les contours latéraux de la partie que LEYDIG appelle « tête arrondie » (fig. 3, *tL*). Ici il éprouvera peut-être un moment d'embarras ; mais qu'il cherche parmi les stylets qui se trouvent posés le plus à plat, il en trouvera certainement chez lesquels le contour distal de la « tête » de LEYDIG a disparu (fig. 4) ; et en comparant entre elles les images fournies par les stylets qui se trouvent posés obliquement, il finira par se convaincre que la « tête » de LEYDIG est une image illusoire produite par la base dilatée et épaissie de la chorde distale, qui, vue en coupe optique, doit nécessairement donner des images en fer à cheval de courbes différentes selon l'inclinaison du stylet. Nous voilà donc en possession de l'image dessinée en fig. 5 ; une chorde distale à parois extraordinairement fortes vient s'insérer *sur les « épaules »* du stylet : cela ne laisse aucun doute. Mais ici, de nouveau, il se peut que l'observateur éprouve un embarras très considérable ; — nous avons détruit l'illusion d'une tête imaginaire, mais où donc est la tête réelle ? Existe-t-elle, ou devons-nous dire que ces stylets sont acéphales ? Elle existe. C'est une petite tête de forme cylindrique souvent irrégulière et asymétrique (fig. 6, 7, 8, *T*). Dans les préparations au sirop, son canal axial (*Kopfskanal*) se trouve singulièrement dilaté, ses parois en conséquence amincies, quelquefois à tel point qu'on a la plus grande peine à les apercevoir (fig. 7, 8, *T*). Dans les préparations au baume, au contraire (fig. 6), ce canal se trouve rétréci au point d'être invisible, et la tête elle-même paraît notablement plus

petite que dans les préparations fraîches. Elle peut facilement demeurer invisible tant que l'objectif et l'éclairage n'auront pas été ajustés avec l'exactitude la plus minutieuse. Cela provient de ce qu'elle est pour ainsi dire noyée dans les ombres diffractives très fortes que projettent au dedans les parois de la base de la corde distale (v. fig. 5). Cette tête montre une particularité de structure intéressante. Les bonnes images la montrent ceinte d'une constriction annulaire plus ou moins profonde (fig. 6). Le lecteur se rappellera que j'avais établi il y a deux ans ¹ que les stylets chordotonaux de larves de Diptères sont vraisemblablement toujours « mérocéphales, » c'est-à-dire ayant la tête divisée en deux segments ; il est intéressant de retrouver les traces de cette mérocéphalie chez l'adulte. Pour compléter la description de ces stylets, il reste à ajouter que leur lumen est en général large, on constate facilement qu'ils ne finissent pas en pointe, mais se prolongent en la gaine que j'ai décrite dans le travail précité sous le nom de gaine apicale (*Apicalschlauch*), gaine dans laquelle il est souvent facile de discerner la fibre axiale, qui est ici passablement robuste. En résumé, nous avons ici une confirmation des plus démonstratives de l'exactitude du schéma que j'avais proposé en 1883 ; la gaine apicale, qui dérive de celle de la cellule ganglionnaire et qui cache dans son intérieur le filament axial sensitif, s'épaissit et se gonfle pour former le stylet, puis se continue, plus ou moins amincie à nouveau, sous forme de corde distale (*Distalchorda*), jusqu'à son insertion dans la peau ; — la tête étant un bourrelet annulaire qui sert à l'insertion du filament sensitif. Ces stylets sont particulièrement intéressants

¹ *Arch. f. mikrosk. Anat.* XXIII, Bd. pp. 133, sqq.

par l'évidence avec laquelle ils permettent de constater la continuité de la corde distale avec le *corps* du stylet.

Voilà pour les stylets « à tête arrondie » de LEYDIG. Quant à la forme grêle « à tête acuminée » de cet auteur, on n'éprouvera guère de peine, après ce qui a été dit, à comprendre qu'elle rentre dans la même catégorie que les autres. Ce sont des stylets à tête cylindrique exactement semblables à ceux que nous venons de décrire ; leur corde distale s'insère également sur les épaules, seulement sa base ne se présente pas à l'observateur dans l'état gonflé que nous avons étudié jusqu'ici, mais se trouve être affaissée sur la tête, avec laquelle elle se confond optiquement. L'objet est très difficile, mais des images critiques (fig. 8) permettent de reconnaître la fine ligne de séparation, entre la vraie tête et les parois de la base de la corde, qui correspond au grand lumen annulaire qui se présente à l'état gonflé. Que ces deux « formes » de stylets se trouvent divisées en deux paquets séparés, est un fait qui ne se vérifie pas le plus souvent, et doit être considéré comme un simple accident de la préparation. Le dimorphisme attribué à ces stylets est donc illusoire ; n'en serait-il peut-être pas de même pour bien des formes de tête distinguées par les auteurs selon les degrés d'acuité ou de rotondité qu'elles paraissent présenter ?

Pour compléter cette partie de notre étude, il nous reste à ajouter que la peau ne montre aucune modification cuticulaire spéciale en rapport avec l'organe chordotonal ; la cuticule n'est ni amincie en tympan ni percée de pores ; les petits poils dont elle est hérissée (et que j'ai négligés dans mes dessins) ne diffèrent nullement de ceux qu'on trouve répandus partout sur la cuticule du balancier.

Il est avantageux de commencer l'étude des plaques porifères par l'examen des plaques basales, qui ont une structure plus simple que celle des plaques scapales. Les deux plaques basales ayant la même structure, il suffit d'en étudier une. L'examen le plus superficiel d'une de ces plaques suffit pour apprendre qu'elle est perforée de pores au-dessus desquels s'élèvent des papilles constituées par une membrane fort mince (fig. 1, 2). Ces papilles sont-elles closes, ou bien leur membrane est-elle percée de quelque trou ou de quelque fente ? Les coupes tangentielles menées de façon à enlever d'abord une calotte, puis des segments de la plaque sur une haltère colorée au carmin de Grenacher, permettent de donner à cette question une réponse affirmative. Il est nécessaire d'entrer dans les brossailles et d'analyser les images avec un peu de détail, vu que GRABER, après une étude minutieuse, a déclaré carrément (op. cit. p. 579) que les papilles sont « parfaitement closes au dehors. » Il fonde cette doctrine sur le raisonnement que « dans le cas contraire on devrait voir à la mise au point la plus élevée une tache claire centrale, tandis qu'un tel lumen ne fait son apparition qu'à un plan situé beaucoup plus bas. » Point ! Cherchez dans votre coupe colorée au carmin une papille qui ne soit pas placée exactement d'aplomb, et vous verrez sans beaucoup de peine que son faite un peu aplati présente (fig. 9 a) une fente longue, étroite, très délicatement nuancée de rose par la lumière qui arrivant de dessous a traversé quelque chose qui a été coloré par le carmin. Abaissez maintenant très soigneusement l'objectif ; l'image change (fig. 9 b), la fente s'élargit et se raccourcit, la teinte rosée devient plus prononcée. Faites descendre encore l'objectif, la fente se raccourcit toujours plus, elle devient ovale (fig. 9 c),

quelquefois presque ronde, la teinte carminée devient plus foncée, et un peu plus et l'on se trouve en présence d'un bouton ou bourrelet ovale, finement granuleux, fortement coloré par le carmin, et présentant en son centre une petite tache claire. De plus — et la remarque est importante, — vous aurez observé pendant votre descente dans ce cratère microscopique que les images changeaient *graduellement*; la fente longue et étroite du plan supérieur s'était métamorphosée sans aucun changement brusque en la fente plus large et plus courte du deuxième plan, et celle-ci avait passé par une transition également imperceptible à la forme de bourrelet ovale. Le faite de la papille est donc creusé d'un repli profond (puisque'il y a continuité de surface entre l'extérieur de la papille et l'intérieur du cratère que nous avons visité, il convient de substituer le mot « repli » à celui de « fente »); ce repli a la forme d'une chausse pliée, ou d'un entonnoir aplati, et porte en son fond un bourrelet ovale.

Cette conclusion trouve sa confirmation dans l'étude des coupes verticales, qui montrent la silhouette de l'entonnoir (fig. 44) et permettent de reconstruire tout le détail de la papille. Il se confirme que ces papilles ont la forme générale d'un mamelon élevé, placé au-dessus d'un pore ovale. Le sommet de ce mamelon porte une dépression qui peut prendre la forme que nous avons décrite, de repli étroit, mais qui peut aussi être à peu près exactement infundibuliforme, c'est-à-dire à contour circulaire. Ceci est peut-être même le cas normal, mais nous avons préféré prendre la forme aplatie comme objet de description, parce qu'elle est la plus facile à observer; il est évident, en effet, que si nous observons une papille à entonnoir régulier placée dans une position parfaitement verticale, nous ne

verrons de l'entonnoir qu'une ombre circulaire à bords mal limités, et que d'après une telle image il est bien plus difficile de reconstruire la forme de l'objet; — considération qui sert à expliquer l'erreur de GRABER. L'entonnoir n'a pas toujours son ouverture placée au sommet exact de la papille, mais souvent un peu de côté; ces papilles un peu irrégulières sont celles qui conviennent le mieux à l'étude; j'en ai représenté trois, dessinées à des hauteurs diverses (fig. 42).

Le bourrelet qui bouche le fond de l'entonnoir (fig. 42) est lui-même, pour la plupart, infundibuliforme; il affecte cependant souvent des formes qui s'écartent de la forme typique. Il se continue en haut avec la paroi de l'entonnoir, en bas avec une gaine anhiste qui dérive de la cellule sensifère. Il est constamment percé d'un trou ou court canal central, à lumen très nettement délimité. Dans les objets favorables on voit (fig. 42) que ce canal est coiffé d'un petit poil très grêle, très délicatement effilé, souvent un peu recourbé en sabre, qui fait saillie dans le grand entonnoir et quelquefois même le déborde et paraît au dehors de la papille. Ce poil ne se colore pas par le carmin, même dans les préparations surcolorées, tandis que la substance finement granuleuse du bourrelet se colore, moins que les noyaux mais plus que le protoplasme ordinaire des cellules de la même préparation. Il est impossible, vu la petitesse de ces structures (diamètre du canal central, $0,25\mu$), de mettre en évidence un contenu dans ce canal; il paraît cependant naturel d'admettre qu'il livre passage au filament terminal de la cellule sensifère.

Les cellules sensifères qui envoient dans ces papilles leurs prolongements distaux n'ont rien de fort particulier. Ce sont d'assez grandes cellules bipolaires, fusifor-

mes, à gros noyau ovale, étirées du côté distal en un cou très long; leurs corps sont souvent recourbés, elles ressemblent alors dans les coupes à de petites cornues (fig. 4). On leur reconnaît facilement une gaine anhiste qui se prolonge sur le cou et s'insère finalement comme nous l'avons indiqué plus haut, sur la base du bourrelet de l'entonnoir. On voit leur protoplasme s'étirer d'abord pour former le cou, puis s'effiler à tel point qu'il ne forme plus qu'un mince filament axial qu'il est bien difficile de suivre jusqu'au bourrelet de l'entonnoir. Tous les efforts que j'ai faits pour démontrer sa présence dans le canal central du bourrelet ont échoué; mais cela n'a rien que de fort naturel, vu la petitesse de ces objets (diamètre du canal, $0,25\mu$). L'observation directe ne nous renseigne donc pas sur le point important de savoir si le petit poil qui sort du bourrelet doit être considéré comme la terminaison nue d'un filament nerveux, ou s'il est une formation cuticulaire appartenant à la papille. Il y a des raisons qu'on peut faire valoir en faveur de cette dernière manière de voir. Ainsi, le petit poil, quoique très grêle, paraît avoir un calibre supérieur à celui que montre le filament nerveux avant d'arriver au bourrelet. Puis, le petit poil ne se colore pas par des réactifs qui colorent de suite les filaments nerveux (acide osmique, carmin employé en surcoloration). Comme il n'y a aucune raison pour admettre que le filament nerveux s'insère sur le bourrelet, nous nous voyons amenés à admettre comme la plus probable, la conclusion que le filament sensitif, très effilé, traverse le canal central du bourrelet, dans lequel il est peut-être serti à frottement, et vient se loger dans la cavité du petit poil, qui serait de nature cuticulaire.

Quant à la gaine anhiste des cellules sensifères, elle

se prolonge sur leur cou et vient s'insérer sur la base du bourrelet, après avoir formé immédiatement au-dessous de cet organe une dilatation en forme de bouteille, semblable à celles que nous avons figurées en fig. 45. Ce phénomène est parfaitement constant.

L'ensemble des cellules sensibles forme un bouquet pyriforme ou en crosse de pistolet recouvert d'une gaine pigmentée formée par les cellules hypodermiques ordinaires de la peau.

Ici il se peut que quelque lecteur réfléchi soit curieux de savoir si, à côté de l'élément nerveux constitué par la cellule sensifère et son prolongement distal, il ne se trouve pas quelque cellule ou du moins quelque noyau qui représenterait l'élément hypodermique que, théoriquement, nous devons nous attendre à trouver dans tout organe de sensibilité externe chez les Arthropodes. Ainsi, à la base de tout poil tactile nous trouvons un renflement composé d'une cellule sensifère (élément nerveux) et d'une ou plusieurs cellules trichogènes¹ (élément hypodermique), le tout fusionné ou non en un syncytium. Or, j'ai cherché avec grand soin dans le bouquet de cellules sensifères que nous étudions, et je n'ai pas trouvé trace d'un élément de cette nature. On voit bien ci et là, dans les coupes, des noyaux plus petits que ceux des cellules nerveuses; mais ces petits noyaux appartiennent sans doute, les uns à des cellules hypodermiques ordinaires, les autres aux gaines des fibres nerveuses qui ne sont pas encore arrivées au niveau où elles doivent se renfler en cellules sensibles. L'homologue de la cellule trichogène se trouverait peut-être plutôt dans l'entonnoir. Nous avons

¹ Ce mot qui peut être utile est de GRABER, voir *Die Tympanalen Sinnesapparate der Orthopteren* (1875), p. 35.

vu que le bourrelet de l'entonnoir prend le carmin à l'instar du protoplasme, mais un peu plus fortement que le protoplasme ordinaire; ne consisterait-il point, en effet, de protoplasme mêlé de débris de nucléine, restes d'un noyau désintégré? Nous aurions alors le schéma suivant de la structure de ces organes sensifères : — un prolongement effilé d'une cellule nerveuse se met en rapport avec une cellule hypodermique en se glissant dans un canal pratiqué dans le protoplasme modifié de celle-ci et en s'ajustant à l'intérieur d'une éminence creuse cuticulaire, également produite par la cellule hypodermique. En attribuant ainsi à notre bourrelet perforé et à la membrane papillaire dont il dépend le caractère de « trichogène, » nous ne faisons nullement un rapprochement forcé. En effet, un cas à peu près exactement semblable se présente, selon VIALLANES, dans les poils tactiles de la larve de *Stratiomys chamaeleon*. La cellule trichogène de ces poils consiste, selon cet auteur¹, en un gros noyau entouré d'un corps cellulaire qui constitue une lame aplatie sous-jacente à l'hypoderme et qui présente en une région de son protoplasma « une perforation qui se manifeste comme un cercle très clair; autour de ce cercle le protoplasme constitue un bourrelet saillant, assez large et régulièrement circulaire. » Plus loin (p. 39) il décrit l'extrémité du corps sensoriel fusiforme s'engageant dans la partie centrale du bourrelet qu'elle « semble traverser en s'en faisant pour ainsi dire un collier. »

Il serait à souhaiter que des recherches sur l'histogénie de ces structures vinssent placer hors de doute les homologies de leurs éléments; en attendant il est inté-

¹ *Recherches sur l'histologie des insectes*, etc. Thèse, p. 35, et pl. III, fig. 1, 2, 6.

ressant de constater que, si notre interprétation est correcte, les papilles que nous étudions ont la composition morphologique de poils tactiles; le fait essentiel dans les deux cas étant celui d'un filament sensoriel venant se loger dans la cavité d'une éminence cuticulaire dont la base repose sur un bourrelet annulaire protoplasmique.

Les deux plaques scapales sont de structure identique. Les images qu'offrent soit leur surface, soit les coupes verticales sont extrêmement difficiles à déchiffrer pour qui ne possède pas la clef de la structure qui les produit. Celle-ci est cependant relativement très simple. Une plaque scapale consiste essentiellement en des séries de pores coiffés de papilles dont la structure ne diffère, que par quelques détails sans importance, de celle des papilles des plaques basales. Ce qui complique outre mesure les images, c'est que ces papilles sont cachées sous des voûtes chitineuses épaisses qui les recouvrent en général si parfaitement qu'elles demeurent tout à fait invisibles pour l'observateur qui se contente de vues de surface; ce qui a fait que jusqu'ici elles ont échappé aux regards de tous les naturalistes qui se sont occupés de ces organes ¹. Dans des préparations favorables, on arrive cependant à les découvrir, même dans les vues de surface.

Une série de pores papillifères contemplée de cette façon présente, selon la mise au point de l'objectif, les diverses apparences que nous avons rendues en fig. 13. La comparaison de ces images ne laisse subsister aucun doute qu'on a devant soi une série de disques impar-

¹ Ce que GRABER a décrit sous le nom de papilles « schizostomes » des plaques scapales, ne sont pas les papilles, mais les voûtes protectrices; il ne s'est jamais douté de l'existence des papilles qu'elles recouvrent.

faits (fig. 13, *d*, et 14ⁱ), biconcaves, ayant leurs bords divisés en deux moitiés par une dépression médiane. Ce ne sont pas là les papilles. Les préparations favorables permettent de découvrir entre chaque paire de disques une structure (fig. 13, *p.*), qui se présente à la mise au point la plus élevée sous forme de bande étroite, pigmentée; aux mises au point inférieures, sous forme de deux petites barres (fig. 13, *c.*), coupes optiques de la bande, qu'on reconnaît ainsi être annulaire. C'est la papille. Un bon objectif à immersion homogène avec l'éclairage oblique permet de résoudre la bande en deux bandes, séparées par un intervalle extrêmement étroit (fig. 13, 14, 15). Ce sont les deux lèvres, cette fois-ci épaissies, pigmentées, étroitement serrées, du repli en forme de chausse. Les coupes verticales confirment ces conclusions. Elles nous montrent (fig. 14, 15) les disques interpapillaires s'amincissant vers la base, de manière à laisser entre eux des espaces circulaires dont l'axe vertical est occupé par la fente papillaire, qui s'étend en bas presque au niveau de la base des disques (nous supposons une série papillaire contemplée de côté, fig. 14, et non une série qui a été effectivement intéressée par la coupe, fig. 15). Ces deux observations établissent que la fente papillaire est à peu près demi-circulaire, c'est-à-dire qu'elle intéresse à peu près un demi-méridien de la papille. Quant aux contours de la papille elle-même, on a à lutter contre des difficultés extraordinaires pour les découvrir dans ces coupes. Je crois que fig. 17, qui représente les parois de la papille se détachant de la base de chacun des disques avoisinants, est dans le vrai; mais ces parois sont en tous les cas si étroitement appliquées contre les concavités des disques que je ne peux pas assurer en avoir effectué la séparation optique d'une manière

satisfaisante. Les coupes faites dans le sens de l'axe de la fente, nous montrent le contour de la papille un peu en fer à cheval (fig. 46). On peut constater par les vues de surface que le pore recouvert par la papille est circulaire; la papille est donc un mamelon élevé, un peu comprimé vers le haut, dans le sens de l'axe de la fente.

Dans les préparations colorées au carmin, on aperçoit en regardant d'en haut, à travers les lèvres de la fente, un bourrelet ovale, fortement coloré (fig. 43, en B et C). Les coupes faites parallèlement à l'axe de la fente montrent ce bourrelet allongé (fig. 46), se continuant avec une membrane en forme de chausse qui monte aux lèvres de la fente et s'y insère; les coupes transversales à cet axe donnent au bourrelet le contour (fig. 45), un peu infundibuliforme des bourrelets des plaques basales, et montrent de nouveau la membrane montant en forme d'entonnoir et s'insérant sur les lèvres de la fente. Le bourrelet montre on ne peut plus nettement le canal central que nous avons trouvé dans ceux des plaques basales. Le petit poil qui doit le coiffer m'est resté presque toujours invisible. Cela provient en partie sans doute, de l'opacité des lèvres de la fente, et en partie, si je ne me trompe, de ce qu'il est si petit qu'il demeure caché dans les ombres du fond de l'entonnoir. Il paraît être de forme plus ramassée que ceux des plaques basales (soit un peu en glaive); une seule fois je l'ai vu sortant des lèvres de la fente avec les mêmes dimensions et la même forme que les poils des plaques basales. Je l'ai dessiné en fig. 46 et 47, tel que je crois le voir, mais je ne veux pas garantir l'exactitude de cette représentation d'un objet dont je n'ai jamais pu me procurer une définition satisfaisante.

Les éléments nerveux qui sont en rapport avec ces

papilles ne diffèrent en rien de ceux que nous avons décrits pour les plaques basales ; — mêmes cellules fusiformes, bipolaires, à gros noyau ovale, à cou étiré, dont la gaine s'évase en bouteille (fig. 15) pour s'insérer sur les bords du bourrelet de l'entonnoir. En somme, ces papilles ne diffèrent de celles des plaques basales qu'en ce que leur dépression terminale n'est jamais en forme d'entonnoir régulier, mais toujours en forme de chausse pliée dont la marge porte deux lèvres semi-circulaires, épaissies et pigmentées.

Passons à l'examen des disques interpapillaires. Nous avons dit qu'ils sont bi-concaves ; chacune de leurs faces est en effet creusée d'une cavité à peu près hémisphérique qui héberge une moitié de la papille voisine. Au niveau de l'entonnoir de la papille, ces faces présentent une côte (fig. 17, *c, i*) à angle tranchant, un peu pigmentée en brun ou en jaune, en forme de fer à cheval, qui s'amincit à mesure qu'elle approche de la base du disque, où elle finit en pointe (fig. 14, 15, 17). Au-dessus de cette côte se trouve une fosse (fig. 17, *f*) également en fer à cheval, laquelle est bordée supérieurement par une deuxième côte (fig. 17, *c, e*) semblable à la première, et, comme elle, pigmentée, à angle tranchant et en forme de fer à cheval. Le plancher de la fosse est composé de la même substance dense et pigmentée qui forme les côtes ; et cette substance se continue également avec la même épaisseur à peu près, sur le bord du disque. Ce bord porte toujours une dépression médiane (fig. 13, 14, 15) qui en fait tout le tour, et qui divise le disque superficiellement en deux moitiés symétriques. En correspondance avec cette dépression externe, nous trouvons toujours la substance pigmentée faisant une incursion vers le centre du disque, sous forme d'une petite côte aiguë

dont les faces sont nettement concaves. Cette petite côte se présente naturellement dans les coupes optiques ou réelles, sous forme d'une petite languette (fig. 45, *l*).

Ces faits suggèrent l'hypothèse que les disques proviennent de la réunion et soudure de deux coquilles, dont l'une serait morphologiquement la moitié d'un dôme qui fut jadis isolé et recouvrait la papille de droite, et l'autre la moitié d'un dôme semblable qui recouvrait la papille de gauche; chacune de ces coquilles ayant son complément morphologique dans la première moitié du disque avoisinant. (Ainsi dans fig. 43, *A*, les moitiés de disque reliées par la ligne pointillée appartiendraient ensemble à titre de moitiés séparées à un dôme fendu verticalement.) Cette hypothèse se trouve confirmée par l'étude des éléments terminaux des séries de papilles. En effet, il se trouve qu'une série n'est jamais terminée par un disque entier, mais toujours par un demi-disque ou coquille, fig. 45 *d, d*. De plus, les très intéressantes recherches comparées de GRABER (op. cit. p. 584) ont fourni des résultats qui ne laissent plus subsister aucun doute sur le bien fondé de notre supposition. Elles établissent que, chez les Tipulides, les papilles scapales, qui ne forment pas de séries, sont recouvertes chacune d'un dôme isolé, profondément fendu, à lèvres en demi-lune, de façon à rappeler vivement par la forme les stomates en boutonnière de l'épiderme de certaines plantes. Chez les Leptides, qui ont des papilles arrangées en séries linéaires, les dômes ont pris des adhérences avec leurs voisins, mais gardent leurs parois intactes aux points d'adhésion. De là on passe sans peine à l'état de choses que nous trouvons chez *Calliphora* (et chez tous les Muscides), en admettant que les parois fusionnées ont été résorbées aux points de contact, de telle sorte que, de leur substance

dense et pigmentée, il ne reste plus que la petite côte médiane que nous avons décrite comme se dirigeant vers le centre du disque (fig. 43, 44 et 45, *l*).

Les plaques scapales diffèrent donc des plaques basales, d'abord par la légère différence dans la structure de leurs papilles que nous avons déjà signalée, puis par la possession d'appareils protecteurs qui ne sont morphologiquement pas autre chose que des dômes complètement fendus en deux et munis de lèvres ayant une disposition particulière. Il sera peut-être utile de placer ici un mot sur une fonction possible de ce curieux appareil. Le lecteur aura remarqué dans les figures que les lèvres de la papille viennent toujours se trouver à un niveau un peu plus élevé que la côte ou, comme nous pouvons dire maintenant, la lèvre interne des coquilles. Imaginez maintenant que les deux coquilles qui embrassent une papille soient rapprochées en haut un peu plus qu'elles ne le sont dans nos dessins — le haut de la papille se trouvera légèrement pincé entre les lèvres inférieures des coquilles, les lèvres épaissies de la papille seront reçues dans la cavité formée par la réunion des deux fosses en fer à cheval, et tout l'appareil sensoriel, entonnoir, bourrelet, filament sensitif, se trouvera fixé et maintenu dans une certaine position et à une certaine tension sans se voir soumis à aucune compression nuisible à ses fonctions.

Et effectivement, les coquilles se trouvent dans la nature normalement beaucoup plus rapprochées que celles que j'ai figurées ; leurs lèvres paraissent en effet être en contact avec celles de la papille ; on comprendra que j'ai dû représenter les exemplaires les plus écartés que j'ai pu trouver, sous peine de faire des dessins difficiles à comprendre.

J'ai examiné les haltères des représentants de plu-

sieurs familles de diptères. Toutes m'ont offert des papilles dont la structure ne diffère pas en principe de celle que nous avons exposée pour la *Calliphora*. Mais la distribution de ces organes ne s'arrête pas là. Si nous faisons abstraction de tout ce qui est accessoire ou non essentiel dans ces organes, nous arrivons à définir un « organe infundibuliforme » comme une dépression de la cuticule, à parois minces, en forme d'entonnoir, dont le fond est fermé par un bourrelet annulaire protoplasmique qui reçoit la terminaison sensitive d'un nerf. On peut assurer dès à présent que des organes infundibuliformes répondant à ce schéma sont très répandus dans tout le groupe qui nous occupe. Chez les larves de diptères on les trouve non seulement sur les appendices de la tête, mais très communément sur le tronc, où ils forment quelquefois des ceintures de papilles à chaque somite. J'aurai peut-être à revenir sur ce sujet à une autre occasion.

Le lecteur s'attend peut-être à quelques explications ou à quelques spéculations sur la fonction de ces organes. En l'absence d'expériences consistant dans l'ablation des haltères et l'observation des phénomènes consécutifs, deux opérations qui offrent de grandes difficultés, mais qui ne seraient peut-être pas impossibles à un observateur habitué à ce genre de recherches, il serait peut-être plus sage de ne pas se prononcer sur le rôle de ces organes. Il y aurait cependant peut-être utilité à les classer provisoirement dans la catégorie vague d'organes aéroscopiques. Leur principe essentiel de structure, qui consiste à exposer à l'action du milieu ambiant une terminaison nue, ou aussi nue que possible, d'une cellule sensifère, les range de suite dans la catégorie des organes dits du sens chimique. Sous ce point de vue, le rapprochement avec les terminaisons nerveuses

des fossettes antennaires, décrites comme organes olfactifs par Leydig, Hauser, Kræpelin, Sazepin, et autres, semble permis. Nos organes infundibuliformes paraissent ne différer de ces organes olfactifs que par la possession du bourrelet protoplasmique ; différence qui n'est peut-être pas essentielle.

*
* *
*

Le *bouton* du balancier a été décrit et figuré comme étant de forme sphérique par tous les auteurs dont j'ai pu consulter les descriptions. Il ne l'est cependant nullement. Il a approximativement la forme d'une pyramide à trois faces, à angles arrondis, un peu irrégulière et courbée en crosse, qui se continue par son apex avec la tige. La base de cette pyramide présente un sillon (s, s, fig. 48) profond qui la traverse presque horizontalement dans toute sa largeur, contourne l'angle qui serait, dans une aile, l'angle postérieur ou « anal » et remonte les trois quarts de la face qui répond au bord « interne » d'une aile, — décrivant ainsi, en son parcours un peu flexueux, une demie-spire d'hélice qui divise imparfaitement la superficie du bouton en deux lobes inégaux — un lobe supérieur et un peu antérieur, plus grand, et un lobe inférieur ou proximal, plus petit.

Cette disposition se retrouve à l'intérieur de l'organe. De toute la longueur de ce sillon (qui, naturellement, se traduit par une crête à l'intérieur) partent des fibres (*Bf*, *Bf*, fig. 48) qui, s'élançant à travers le lumen du bouton selon des directions normales aux points où elles prennent naissance, vont s'insérer sur une ligne correspondante, c'est-à-dire également hélicoïde, de la paroi opposée. Ces fibres forment en leur ensemble un

septum très épais et contourné en hélice, qui divise imparfaitement le lumen du bouton en deux chambres inégales, correspondantes aux deux lobes dont nous avons constaté l'existence à l'extérieur. Dans la fig. 48, la chambre aux grosses cellules *V* est la chambre supérieure, celle aux petites cellules *vi* est la chambre inférieure.

Ce septum est composé uniquement de cette intéressante modification du tissu hypodermique qui a été décrite par GRABER¹ sous le nom de tissu conjonctif fibrilloïde (fibrilloides Bindegewebe). Il sera utile de laisser tomber l'adjectif « conjonctif, » ce tissu n'étant nullement une forme de tissu conjonctif, mais un épithélium modifié, et de l'appeler simplement tissu fibrilloïde. La description de ce tissu donnée par GRABER est à tel point exacte et complète (du moins si l'on tient compte de la rectification que dans un travail ultérieur² il a apportée à sa manière de voir), qu'il ne nous reste guère que le devoir d'en signaler l'existence en l'endroit qui nous occupe, et d'en donner une description sommaire qui permettra au lecteur de s'assurer que nous avons réellement affaire au tissu fibrilloïde, et non à des terminaisons nerveuses. Cela n'est nullement superflu, car les éléments du tissu fibrilloïde simulent à s'y méprendre certaines sortes de cellules sensibles, aussi longtemps qu'on n'est pas arrivé à mettre leurs rapports en évidence avec une entière netteté (chose qui n'est nullement facile ici) ; il ne sera même peut-être pas inutile d'avouer que, trompé par une ressemblance superficielle, j'ai cru pendant longtemps que j'avais découvert un organe chordotonal dans le bouton, et que j'ai perdu

¹ *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. X, p. 124.

² *Die Tympanalen Sinnesapparate der Orthopteren*, p. 33 (1875).

un temps regrettable à la recherche de stylets auditifs et de cellules ganglionnaires qui n'existaient que dans mon imagination, — « *E questo fia sigill' ch'ogni uom' sganni!* »

Or, les coupes pratiquées sur des balanciers d'individus *jeunes* (fig. 19), montrent clairement que le septum est constitué par des cellules hypodermiques étirées qui, partant de points opposés, sont venues se rencontrer à mi-chemin, c'est-à-dire sur la ligne médiane. Leurs noyaux ovales, où étirés dans le sens de la longueur de la fibre, gardent le plus souvent une position périphérique. Leur cytoplasme s'est métamorphosé en une substance un peu réfringente, homogène d'apparence pour les grossissements moyens, très finement granuleuse-striée dans le sens longitudinal pour les grossissements supérieurs. La membrane cellulaire persiste autour de chaque cellule-fibre, et venant à se souder avec ses voisines concourt à la formation d'un système d'étuis qui entoure chaque fibre, et qui se montre dans les coupes transversales du septum sous forme d'un réseau d'une grande délicatesse. Ce réseau n'est visible que par suite de la rétraction de la substance fibrillaire, qui a pour effet d'éloigner le contenu de chaque cellule-fibre de sa gaine. Le réseau se montre alors tout à fait détaché, et peut facilement induire en l'erreur qu'on a devant soi un réseau nerveux (LOWNE?). La membrane basilaire (basement membrane) qui est ici extrêmement forte, persiste, et garde son autonomie à l'égard de celle qui appartient aux cellules vis-à-vis: de sorte que la ligne médiane du septum présente la coupe d'un feuillet double de membrane basilaire, comme on le voit en fig. 19.

Chez des individus *plus âgés*, au contraire, cette dualité n'existe souvent plus; les deux membranes basilaires se soudent, puis se confondent en une seule, et pen-

vent même finir par disparaître, de sorte que le septum ne représente plus qu'une colonne de fibres garnie de noyaux à ses deux extrémités comme en fig. 18. Je n'ai pas pu m'assurer que les cellules opposées se soudassent exactement bout à bout pour former ce que GRABER a fort heureusement caractérisé par le nom de *Doppelzellen* — cellules-fibres doubles.

J'ai dit plus haut que le septum était composé uniquement d'éléments hypodermiques modifiés; il ne reste qu'à ajouter que la transformation fibreuse porte sans exception sur toutes les cellules de la région de la matrice qui se trouve sous la ligne hélicoïde. Il n'en persiste aucune à l'état de cellule hypodermique normale, et le septum ne contient aucun autre élément histologique, si ce n'est qu'il est traversé par quelques faibles rameaux de trachées. Ceux-ci l'intéressent cependant peu, et il ne semble pas que dans le cas que nous avons devant nous, il y ait lieu d'attribuer au tissu fibrilloïde la fonction de suspenseur de trachées (*Tracheensuspensorium*) que GRABER avait trouvé vraisemblable pour le cas décrit par lui.

La chambre du lobe supérieur est tapissée d'hypoderme normal; mais son lumen est rempli d'éléments cellulaires assez remarquables. Ce sont de grandes cellules vésiculeuses (fig. 18, *v*) à membrane très évidente, remplies de graisse. A l'état normal elles sont exactement sphériques, dans les coupes elles se montrent plus ou moins aplaties par suite du ratatinement de l'organe produit par les manipulations. En les dissociant à l'aiguille, on découvre sans peine qu'elles sont en continuité directe de tissu avec des ramifications trachéennes auxquelles elle sont comme suspendues; elles ont en un mot la valeur de cellules trachéennes terminales (*Tracheenendzellen*, M. SCHULTZE). Une par-

ticularité remarquable de ces cellules est qu'elles possèdent rarement un noyau unique; le plus souvent elles ont deux noyaux et pas rarement elles en ont quatre.

J'ai pu suivre certains stades du développement de ces cellules. En effet, les coupes faites sur des balançiers d'individus fraîchement éclos, montrent au centre de la cavité de la chambre supérieure un plasma granuleux fibreux, enveloppé dans un réseau sous-hypodermique de cellules en voie de transformation adipeuse. En ce stade (fig. 20), ces cellules affectent pour la plupart une forme cylindrique ou un peu fusiforme; elles sont accolées l'une à l'autre par leurs bouts franchement aplatis, ou reliées ensemble par un ou plusieurs processus protoplasmiques étirés. On constate que quelques-unes sont en continuité avec des terminaisons de trachées. Presque toutes sont multinuclées, et ici le nombre des noyaux est le plus souvent de quatre; mais le chiffre de huit n'est pas rare, et j'en ai vu de douze, et même d'un chiffre supérieur que je n'ai pas pu déterminer avec certitude. Les nombres impairs font défaut, excepté pour les plus petites de ces cellules, qui sont sphériques ou pyriformes et ne possèdent qu'un seul noyau. Leur protoplasme est creusé de vacuoles sphériques remplies de graisse, qui augmentent de nombre à mesure que la cellule se développe, et qui finissent par en envahir tout le protoplasme. A la fin ce dernier ne forme plus que quelques trabécules très aplaties qui constituent un réseau secondaire (qui n'est pas à confondre avec le système primitif de filaments intracellulaires ou cytomitome) dans le corps de la cellule.

La cavité de la chambre inférieure est tapissée d'hypoderme normal rempli, en général, de petites cellules plus ou moins sphériques (fig. 18 et 21) à un seul noyau, isolées. Parmi celles-ci il s'en trouve

cependant toujours quelques-unes de pyriformes ou de fusiformes, et quelquefois à deux noyaux. Les noyaux ont toujours les mêmes dimensions et le même aspect que ceux des cellules de la cavité supérieure, et un examen attentif de ces deux sortes d'éléments ne laisse persister aucun doute que les cellules que j'ai figurées dans la cavité inférieure ne sont autre chose que les stades embryonnaires des cellules vésiculeuses de la cavité supérieure. Cela devient certain par l'observation que dans des haltères de quelques individus, on trouve les cellules de la cavité inférieure engagées dans la même transformation adipeuse que j'ai décrite plus haut pour la cavité supérieure, et j'ai même trouvé un individu chez lequel les deux chambres étaient également remplies de cellules vésiculeuses achevées.

Il peut être intéressant de comparer le stade évolutif des cellules vésiculeuses pendant lequel elles forment les trainées de cellules allongées et reliées par les bouts (fig. 20) avec la description et la figure que donne WEISMANN de cet organe larvaire auquel il a appliqué le nom de « cordon cellulaire en guirlande » (*guirlandförmige Zellenstrang*) « Entwicklung der Dipteren, » p. 432. Il dit : « Cet organe énigmatique consiste en un cordon » de grandes cellules lâchement reliées ensemble, qui est suspendu comme une guirlande de fleurs dans la cavité du corps. » Ce cordon est suspendu librement au-dessus des deux glandes salivaires, et ne se trouve en rapport qu'avec des trachées. Ses cellules sont « sphériques un peu allongées, quelquefois presque rhomboïdales..... Leur substance cellulaire est homogène, mais démontre souvent des espaces circonscrits par une rangée de petites granules. » (Coupe optique d'une vacuole ?) « Les noyaux sont toujours nombreux, sphériques, clairs ; dans les jeu-

nes larves il y en a quatre ou cinq dans chaque cellule ; même plus tard il n'y en a jamais moins de deux. Le cordon est parcouru par de fines ramifications trachéennes. » WEISMANN raconte que cet organe disparaît plus tard et ne se retrouve pas chez la nymphe. VIALLANES au contraire (*Recherches sur l'histologie des insectes*, etc., p. 193) l'a retrouvé chez la nymphe, et rapporte que ces cellules ont beaucoup grossi et sont devenues plus rondes tandis que le nombre de leurs noyaux a subi une réduction, de sorte que la plupart n'en présentent plus qu'un, quelques-unes seulement en montrant deux. Les cellules ne sont plus accolées les unes aux autres, mais un peu écartées les unes des autres. Il n'a malheureusement pas pu suivre les modifications que peuvent subir ces éléments au moment de la métamorphose. Je pense que les observations que j'ai décrites plus haut sur le développement des cellules vésiculeuses des balanciers peuvent venir s'ajouter à l'observation de VIALLANES et suggérer comme hypothèse probable que les cellules de la guirlande subissent par la suite la transformation adipeuse.

Il a été observé chez certaines espèces de Diptères que le bouton des haltères manifeste des contractions et des dilatations. Vraisemblablement, c'est à l'élasticité de la bande fibreuse qu'est due cette propriété. Le bouton agirait-il ainsi comme régulateur de la circulation dans la base de la haltère?

DES
DÉGÉNÉRATIONS SECONDAIRES
DE LA
MOELLE ÉPINIÈRE

CONSÉCUTIVES AUX LÉSIONS EXPÉRIMENTALES MÉDULLAIRES
ET CORTICALES

PAR

NATHAN LÖWENTHAL

(Recherches faites au laboratoire de physiologie de Genève.)

Avec les planches XIII et XIV.

VULPIAN, le premier, a cherché à soumettre au contrôle de l'expérimentation la question de la dégénération secondaire ; mais les premières expériences entreprises dans ce but lui donnèrent un résultat négatif. Il ne put constater la dégénération secondaire ni après des lésions de la moelle épinière chez les cobayes et les pigeons (1), ni après des lésions profondes des hémisphères cérébraux chez le chien (2).

WESTPHAL (3) a constaté chez le chien la dégénération secondaire dans les cordons antérieurs et postérieurs de la moelle, consécutivement à des lésions expérimenta-

les de la moelle épinière, faites à l'aide d'un perforateur qu'il enfonçait dans les régions lombaire et thoracique inférieure du rachis. Ses résultats s'écartent de ceux fournis par la pathologie humaine, tels qu'ils ont été établis par TÜRCK (22), en ce que dans les cordons postérieurs l'altération secondaire s'est propagée principalement dans la direction ascendante, mais elle pouvait encore être suivie dans la direction descendante, quoique à une distance plus petite ; dans les cordons antérieurs l'altération s'est propagée principalement dans la direction descendante, mais elle existait aussi à une certaine distance au-dessus de la lésion médullaire ¹. La distribution de la dégénération secondaire est donnée d'après la coloration jaunâtre que les régions altérées prennent sur les pièces durcies dans le bichromate de potasse. Comme altérations microscopiques WESTPHAL décrit la disparition de la myéline et des cylindres-axes et l'élargissement des interstices entre les tubes nerveux. Les cordons latéraux ont échappé à l'instrument dans les deux cas de WESTPHAL et ne présentaient point de dégénération secondaire.

¹ Dans le même volume des *Arch. de Psychiatrie*, WESTPHAL (26) décrit deux cas de compression de la moelle dorsale chez l'homme. Dans l'un il s'agit d'une tumeur sarcomateuse métastatique qui a comprimé la moelle épinière entre la 7^{me} et la 9^{me} vertèbre dorsale. Au-dessus de la lésion, l'altération des cordons postérieurs était très manifeste ; celle de la partie périphérique des cordons latéraux, à peine indiquée. Au-dessous de la compression, l'altération s'est propagée, non seulement dans les cordons latéraux, mais encore dans les postérieurs, qui cependant n'étaient plus affectés dans la région lombaire. Dans l'autre, il s'agit de compression de la moelle à la suite de fracture de la colonne vertébrale au niveau de la 5^{me} ou 6^{me} vertèbre dorsale. Ce qui était remarquable dans ces deux cas, c'est la présence d'une dégénération particulière, sous forme de petits foyers circonscrits ovalaires, arrondis ou annulaires, qui étaient disséminés dans les cordons postérieurs, dans le cordon latéral gauche et dans les cornes grises postérieures.

En répétant sur des chiens et des lapins les expériences de WESTPHAL, VULPIAN (4) a reproduit à son tour des dégénérationes secondaires descendantes et ascendantes de la moelle, mais les résultats obtenus, comme l'a déclaré l'auteur lui-même, n'avaient ni la régularité, ni l'uniformité nécessaires.

SCHIEFFERDECKER (8) a examiné un grand nombre de moelles de chien, sectionnées au niveau de la dernière vertèbre dorsale. Dans tous les cas, la dégénération secondaire s'est propagée invariablement au-dessus de la section — dans les cordons postérieurs et dans la partie postérieure périphérique du cordon latéral ; au-dessous de la lésion, dans les cordons antéro-latéraux. Les dégénérationes anormales observées par WESTPHAL seraient dues à une altération particulière « traumatique » qui se propage indifféremment dans les deux directions à partir de la plaie médullaire à une distance de 4 à 6 mill. et qui s'accuse également, sur les pièces durcies dans le bichromate, par la coloration jaunâtre des parties qui en sont atteintes. Outre sa distribution diffuse, non systématisée, l'altération traumatique se distingue de la dégénération secondaire proprement dite (dans le sens de TÜRCK) par des caractères microscopiques tranchés. J'aurai l'occasion d'y revenir plus tard ; c'est pourquoi je n'insiste pas davantage pour le moment. La topographie de l'altération secondaire donnée par SCHIEFFERDECKER est basée sur la distribution des fibres nerveuses altérées. Les premières traces de l'altération secondaire ont pu être constatées vers la fin de la seconde semaine. Le moment le plus favorable pour étudier la distribution de l'altération secondaire est entre la 5^{me} et la 8^{me} semaine, car jusqu'à cette époque les tubes nerveux seuls sont altérés. La myéline se colore par l'aniline ; le cylindre-axe est à peine reconnaissable.

ble. Dans un stade plus avancé, les anneaux qui correspondent aux fibres nerveuses semblent vides. Avec la 8^{me} semaine, commence la prolifération de la trame connective qui, en subissant plus tard une rétraction, détermine un aplatissement du cordon, bien appréciable au microscope. Les faisceaux qui dégénèrent dans la direction ascendante dans les cordons postérieurs et à la périphérie postéro-externe du cordon latéral sont compacts et correspondent parfaitement quant à leur distribution aux faisceaux centripètes de TÜRCK. Ils diminuent à mesure qu'on s'éloigne de la plaie, comme SCHIEFFERDECKER l'a constaté par une méthode qui lui est particulière. Cette diminution ne se fait pas d'une manière continue, mais saccadée, échelonnée. A des hauteurs déterminées de la moelle épinière une certaine quantité de fibres se détachent des dits faisceaux et pénètrent dans la substance grise. Sous ce rapport, la distribution des fibres qui se groupent dans les cordons postérieurs et de celles des cordons latéraux est soumise aux mêmes lois, à l'exception toutefois des segments de la moelle épinière dans le voisinage immédiat de la lésion.

Les fibres qui dégénèrent dans la direction descendante (centrifuge) ne forment pas pour la plupart des faisceaux compacts. SCHIEFFERDECKER décrit : 1) Des fibres qui occupent toute la périphérie du cordon antérieur ; elles se laissent suivre jusqu'à l'origine de la 5^{me} ou de la 7^{me} paire lombaire ; — ce faisceau correspondrait au faisceau pyramidal direct de l'homme décrit par TÜRCK sous le nom de « Hülsen-Vorderstrangbahn ; » 2) des fibres qui se groupent dans la partie postérieure du cordon latéral et qui s'étendent également jusqu'à l'origine de la 4^{me} ou la 7^{me} paire lombaire. Elles représentent le faisceau pyramidal croisé de l'homme décrit par TÜRCK

sous le nom de « Pyramiden-Seitenstrangbahn ; » 3) et 4) des fibres qui sont disséminées dans la partie fondamentale du cordon antérieur et du cordon latéral ; elles s'épuisent déjà entre la 2^{me} et la 3^{me} paire lombaire (la moelle étant sectionnée au niveau de la dernière paire dorsale) et correspondent aux fibres commissurales courtes de BOUCHARD ¹. Le tableau de la dégénération secondaire chez le chien a été conformé de cette manière à celui qui a été établi chez l'homme par TÜRCK.

Les recherches de SINGER (12) s'écartent sous plusieurs rapports de celles de SCHIEFFERDECKER. Le faisceau qui dégénère dans la direction ascendante dans le cordon latéral n'est pas si strictement circonscrit et s'étend encore au delà des limites qui lui sont désignées par SCHIEFFERDECKER. La dégénération n'est compacte que dans la région comprise entre le tiers postérieur de l' « apex cornu posterioris » et le ligament dentelé ; en avant de ce point la dégénération devient diffuse et

¹ Ces fibres ont été distinguées par STILLING sous le nom de « Provinzialfasern. » Il distingue dans chaque segment de la moelle, correspondant à une origine d'une paire rachidienne, trois espèces de fibres primitives : 1. « Localfasern ; » 2. « Provinzialfasern, » et 3. « Universal- ou Cerebralfasern. » Il définit les « Provinzialfasern » de la manière suivante : « Solche Fasern, welche in die nächsts benachbarten 2-5 höheren und niederen Gebiete des Rückenmarks sich erstrecken. : B. STILLING, Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks ; Fünfte Lieferung. Cassel, 1859, p. 1124 ; ou encore « Längsfasern die nur in einem oder mehreren benachbarten Spinalnervengebieten des Rückenmarks der Axe des letzteren parallel, auf- oder abwärts verlaufen (2, 3, 6, 7) [periphere Fasern und Rückenmarks-Fasern] nicht aber in's Gehirn treten, sondern in eine Nervenzelle der grauen Substanz des Rückenmarks sich inseriren, resp. darin endigen, und die zum Theil als Commissurenfasern zwischen verschiedenen höheren und niederen Rückenmarks gebieten, resp. Nervenprimitivfasern und Nervenzellen anzusehen sind » l. c. p. 1126-1127.

s'étend sur toute la surface de section du cordon latéral. Les fibres dégénéralent dans la direction ascendante sont encore disséminées au niveau de la région pyramidale, et dans la région contiguë à l'échancrure latérale de la substance grise. Ces dernières fibres ont un trajet plus court que les autres. A cause de cette distribution il renonce à entreprendre les déterminations quantitatives d'après la méthode de SCHIEFFERDECKER. — Il confirme que la dégénéralent secondaire des cordons postérieurs diminue d'une manière échelonnée, mais seulement dans la région dorsale ; la dégénéralent n'éprouve pas de diminution sensible dans la région cervicale.

SINGER a encore fait des expériences très démonstratives sur la dégénéralent ascendante consécutive à la section des racines postérieures des 1^{er} et 2^{me} nerfs sacrés, des 1^{er} et 7^{me} nerfs lombaires, des 11^{me} et 12^{me} nerfs dorsaux. Il a opéré en tout six chiens. Il résulte de ces expériences avec la plus grande évidence que les fibres émanant des racines postérieures des nerfs sacrés et lombaires contribuent à la formation des faisceaux de GOLL ; puisque ces faisceaux ont dégénéralent consécutive-ment à la section des dites racines. La plupart des fibres qui proviennent des racines postérieures gagneraient la substance grise après un court trajet ; les autres, d'un trajet beaucoup plus long, remonteraient jusqu'aux noyaux des faisceaux de Goll et formeraient les dits faisceaux. Les fibres longues émanant des racines sacrées se grouperaient dans la partie médiane la plus postérieure des cordons postérieurs ; immédiatement en dehors et en avant de celles-ci se placeraient les fibres qui proviennent des racines lombaires. SINGER n'exclut cependant pas la possibilité qu'il existe encore dans les cordons de Goll des fibres médullaires propres provenant de la substance grise. La dégénéralent secondaire

des faisceaux de Goll n'a pas été constatée après la section des racines postérieures des 11^{me} et 12^{me} nerfs dorsaux ¹.

En ce qui concerne la dégénération descendante SINGER trouve que les fibres qui dégèrent à la périphérie du cordon antérieur ne peuvent pas être assimilées au faisceau pyramidal direct de l'homme, puisqu'elles ne dégèrent pas consécutivement à la destruction de « la zone motrice » du gyrus sigmoïde. Il confirme les observations de FLECHSIG, se rapportant aux chiens nouveau-nés, desquelles il résulte que chez cette espèce le faisceau pyramidal passe en totalité dans le cordon latéral. Les fibres qui dégèrent dans le segment postérieur du cordon latéral de la région lombaire, consécutivement à la section de la moelle épinière au niveau de la dernière vertèbre dorsale, ne représentent pas non plus le faisceau pyramidal, puisqu'il s'épuise déjà au commencement de la région lombaire. Les détails microscopiques qu'il décrit à propos des dégénérations secondaire et traumatique s'accordent très bien avec les

¹ Des cas de dégénération ascendante des cordons postérieurs consécutive à la lésion compressive des racines de la queue de cheval ont été publiés par CORNIL (tumeur intrarachidienne qui a comprimé les nerfs de la queue de cheval sans toucher la moelle, le cas est relaté chez BOUCHARD (24) p. 460-461); LANGE (28) (tumeur sarcomateuse dans le sac de la dure-mère ayant comprimé les racines postérieures au niveau de la queue de cheval et remontant à 1 centimètre au-dessus de l'extrémité inférieure de la moelle épinière); SIMON (29) (il s'agit également d'une tumeur qui a comprimé la queue de cheval. La dégénération secondaire occupant d'abord toute la surface de section des cordons postérieurs se limitaient plus haut aux faisceaux de Goll et pouvait être suivie jusqu'à la moelle allongée); LEYDEN (31); KAHLER et PICK (cités d'après SCHULTZE (46)); SCHULTZE (46) (compression de la queue de cheval consécutive à la fracture avec luxation de la 3^{me} vertèbre lombaire).

recherches de SCHIEFFERDECKER, seulement SINGER étend le domaine de la dégénération traumatique jusqu'à une distance de 4 à 4 $\frac{1}{2}$ cm.

KAHLER (13) a produit la dégénération ascendante dans la moelle consécutivement à la compression des racines des dernières paires cervicales et des premières paires dorsales, obtenue par l'injection de la cire fondue dans le canal rachidien.

HOMÉN (17) a examiné quatorze cas de section de la moelle épinière du chien au niveau des dernières vertèbres dorsales. La topographie des altérations secondaires qu'il a observées, correspond, à quelques détails près, à la description donnée par SCHIEFFERDECKER. Les altérations microscopiques de la dégénération secondaire portent d'abord sur le cylindre-axe, qui devient peu apparent, se colore peu ou pas par les matières colorantes, ou semble encore un peu grenu et brillant; puis elle atteint la gaine de myéline et n'envahit la névroglie qu'en dernier lieu. Je reviendrai plus loin sur les détails microscopiques qu'il donne à propos de la dégénération traumatique.

La dégénération secondaire d'origine *cérébrale* a été produite pour la première fois expérimentalement par VULPIAN (9). En 1876 il publia un cas d'excortication de la substance grise du gyrus sigmoïde droit chez un chien. L'animal fut tué sept mois après l'opération. L'autopsie a montré qu'à cette lésion expérimentale, il s'en est ajoutée une autre, due à une encéphalite, qui s'était déclarée un certain temps après l'opération, et qui a détruit une grande partie de la substance propre de l'hémisphère droit au niveau de la région sphénoïdale. Le corps strié et la couche optique n'ont pas été atteints par le processus inflammatoire. La capsule interne, sans présenter d'altérations inflammatoires, était nota-

blement plus mince du côté droit. Le pédoncule cérébral droit était manifestement moins saillant ; la pyramide antérieure droite était d'un bon tiers moins large que du côté gauche.

Arrêtons-nous un peu aux détails que VULPIAN nous donne sur la topographie de l'altération secondaire dans la moelle épinière. A 2 centimètres au-dessous de l'entrecroisement des pyramides, l'îlot d'atrophie est « contigu en dedans par un point limité à la corne postérieure et n'atteignant pas tout à fait en dehors la surface de la moelle. » Plus bas, en avant du renflement brachial, l'îlot « est situé au niveau de la tête de la corne postérieure, un peu plus rapproché de cette tête, qu'il ne touche pas d'ailleurs, que de la surface latéro-postérieure de la moelle épinière....., à la partie tout à fait inférieure du renflement brachial l'îlot d'atrophie est contigu à la surface de la moelle un peu en dehors ou en avant de la ligne d'origine apparente des racines postérieures..... $3\frac{1}{2}$ cm. plus en arrière (donc dans la partie supérieure de la région dorsale) l'îlot d'atrophie a repris à peu près sa situation primitive et tend évidemment à s'effacer. » Dans la partie inférieure de la région dorsale, de même que dans la région lombaire, l'îlot d'atrophie n'était plus reconnaissable. Au niveau de l'îlot d'atrophie, la plupart des tubes nerveux avaient disparu ; ceux qui étaient encore conservés avaient presque tous le diamètre normal ; dans certains d'entre eux « le cylindre-axe paraissait plus gros que d'ordinaire. Le tissu interstitiel était grenu, assez fortement coloré par le carmin. » Pas d'altération reconnaissable dans les cordons antérieurs, ni dans la substance grise.

O. BINSWANGER (10), ayant opéré dans la région excitable du cerveau 23 chiens âgés de 6 semaines à 6 mois n'a jamais constaté de dégénération secondaire

dans la moelle épinière ¹. Dans des expériences faites plus tard avec MÆLI (44), il a constaté que les lésions de l'écorce cérébrale sont constamment suivies de dégénération secondaire.

Fr. FRANCK et PITRES (44) ont décrit deux cas de dégénération secondaire de la moelle épinière consécutivement à l'ablation du gyrus sigmoïde. Dans un cas, toute la substance corticale du gyrus sigmoïde droit située en arrière du sillon crucial a été extirpée. L'animal est mort d'une encéphalite consécutive, neuf mois après l'opération, après avoir présenté des secousses convulsives dans la face et dans le membre postérieur du côté gauche. A l'autopsie, il y avait à la coupe du centre ovale un foyer de ramollissement rouge qui correspondait à toute la zone motrice du côté droit, et qui s'étendait en profondeur jusqu'au niveau du corps strié. Dans l'autre, toute la substance corticale du gyrus sigmoïde droit, préalablement irrité, a été enlevée ; l'animal fut conservé sept mois environ. Dans les deux cas, la pyramide antérieure droite était notablement plus grêle que la gauche. Sur des sections transversales colorées par le carmin et montées dans le baume, la zone dégénérée dans la partie postérieure du cordon latéral gauche avait la forme d'une tache triangulaire vivement colorée en rouge. — « Cette tache paraît isolée au milieu des fibres du cordon latéral, elle n'atteint en effet ni la surface externe de la moelle, ni le bord externe de la corne postérieure. A son niveau, les tubes à myéline sont rares et séparés les uns des autres par une substance d'apparence granuleuse qui a fortement fixé le carmin et dans laquelle existent de nombreux vais-

¹ Il est arrivé à un résultat analogue dans trois cas de lésion de la zone motrice corticale chez l'homme (44).

seaux sanguins. » A l'état frais, ils ont constaté un grand nombre de corps granuleux, les uns libres, les autres contenus dans les gaines périvasculaires des vaisseaux sanguins. — « La tache de sclérose secondaire est apparente sur les coupes pratiquées dans toute l'étendue de la moelle, elle est seulement plus large, plus étalée dans la région cervicale, que dans les autres régions. » Dans le deuxième cas, le cordon latéral droit (c'est-à-dire celui du côté de la lésion cérébrale) était dans ses deux tiers postérieurs un peu plus rouge et un peu plus dense qu'à l'état normal. Les cordons antérieurs et postérieurs, de même que la substance grise, ne présentaient pas d'altération. Une des conclusions des auteurs, c'est « que chez le chien une lésion corticale siégeant dans la zone motrice, peut être suivie de dégénération secondaire dans la moelle épinière. »

SINGER (12) s'est servi du cautère dans quatre cas, pour détruire la zone corticale dans toute l'étendue du gyrus sigmoïde d'un côté ; dans un cinquième cas, la destruction du gyrus sigmoïde gauche a été faite à l'aide du cautère, celle du gyrus sigmoïde droit, avec le couteau. Les chiens n'ont été conservés après l'opération que pendant deux à neuf semaines, contrairement à ce qu'ont fait les expérimentateurs précédents, qui, comme nous l'avons vu, ont décrit des dégénération secondaires beaucoup plus anciennes. De même que VULPIAN, SINGER insiste sur ce fait que l'étendue de la partie altérée, facilement reconnaissable macroscopiquement à la coloration jaune vif qu'elle prend sur les pièces imprégnées de bichromate, diminue déjà dans la portion inférieure de la région cervicale et surtout au commencement de la région dorsale ; mais, d'après lui, la tache jaune peut être suivie jusque dans la partie supérieure de la partie lombaire, où elle disparaît complè-

tement. La tache, de forme elliptique, était dirigée avec son diamètre le plus long obliquement en dehors. Dans le cas avec lésion bilatérale du gyrus sigmoïde, la tache était plus petite et disparaissait plus vite du côté correspondant à la lésion plus ancienne. Il n'était plus si facile, comme le dit l'auteur, de reconnaître l'altération secondaire au microscope. Dans les cas de dégénération de quinze jours à quatre semaines, il n'y avait rien de particulier, sauf une coloration un peu plus accusée par le carmin ; c'est seulement dans les cas de dégénération depuis six semaines que SINGER a reconnu qu'il s'agit là de la dégénération des tubes nerveux les plus ténus que l'on puisse rencontrer dans la moelle épinière (l. c., p. 413). Au niveau de l'altération, « le cylindre-axe manque dans la plupart des fibres nerveuses ; la gaine de myéline est gonflée et les contours des fibres sont diffus » (l. c., p. 417). Dans le cas de dégénération de neuf semaines, la région altérée est composée d'un tissu fibrillaire très délicat, qui se colore par le carmin et ne contient point de fibres normales. Encore plus tard, entre deux à six mois, toutes les traces de la dégénération disparaissent complètement ¹. — Les résultats négatifs de BINSWANGER s'expliqueraient par le fait que les animaux opérés étaient très jeunes, et qu'ils étaient conservés trop longtemps après l'opération. L'altération secondaire était déjà compensée (topisch compensirt).

SINGER conclut qu'il s'agit dans les six cas qu'il a ob-

¹ LEYDEN ayant provoqué une myélite dans la région dorsale d'un chien, qui a encore vécu un an avec des symptômes de paraplégie, avait été frappé par le fait que la dégénération secondaire ascendante, très faiblement indiquée dans le voisinage de la partie lésée, n'était plus reconnaissable à une certaine distance au-dessus. Il pose la question : « Ob nicht die secundäre aufsteigende Degeneration nach einiger Zeit wieder verschwindet ? » (31), p. 309.

servés de la dégénération secondaire du faisceau pyramidal, comme on le voit chez l'homme après des lésions de la région motrice du cerveau. Le faisceau pyramidal direct paraît totalement manquer chez le chien.

MOELI (14) a communiqué à la Société de psychiatrie de Berlin ses résultats sur les lésions unilatérales du mésocéphale qu'il a faites chez le chien. Outre la dégénération secondaire très prononcée dans le cordon latéral du côté opposé à la lésion encéphalique, il a encore constaté des fibres dégénérées dans le tractus pyramidal du côté correspondant à la lésion cérébrale.

Moi-même (16), j'ai décrit deux cas de dégénération secondaire de la moelle épinière chez deux chiens opérés par le prof. SCHIFF. Dans un cas, il s'agit d'une dégénération consécutive à l'extirpation corticale de la région excitable de l'hémisphère gauche, datant de onze mois ; l'animal a présenté des attaques épileptiformes. Dans l'autre, d'une dégénération consécutive à la section de la partie postérieure du cordon latéral gauche entre la 4^{me} et la 5^{me} paire cervicale et datant de six semaines. J'ai insisté sur la différence qui existe dans l'étendue de la dégénération secondaire dans ce cordon latéral de la moelle, suivant que la dégénération est provoquée par l'extirpation de la région excitable du cerveau ou par la section du cordon latéral de la moelle épinière.

SCHAEFER (18) a décrit la dégénération secondaire du tractus pyramidal chez un singe opéré par Ferrier et Yeo. La lésion siège dans l'hémisphère gauche assez symétriquement des deux côtés de la scissure rolandique ; elle occupe la région des circonvolutions frontale et pariétale ascendante en empiétant encore sur les parties avoisinantes du lobe frontal et du lobe pariétal. La dégénération a été suivie dans la capsule interne, dans le pédoncule cérébral, le pont de Varole, le bulbe et

dans la moelle épinière. Ce qui est intéressant, c'est que dans la région cervicale l'altération secondaire dans la partie postérieure du cordon latéral existe des *deux* côtés de la moelle épinière. Dans les régions dorsale et lombaire, elle se trouve seulement dans le cordon latéral droit, du côté opposé à la lésion cérébrale. Au niveau du renflement lombaire, l'îlot d'altération secondaire encore bien apparent arrive extérieurement en contact avec la périphérie du cordon latéral.

Il paraît d'après cette observation que chez le singe l'altération secondaire d'origine corticale se laisse suivre plus bas dans la moelle épinière que dans le cas de destruction du gyrus sigmoïde chez le chien. SCHÆFER ne décrit pas de dégénération secondaire dans le cordon antérieur de la moelle épinière.

LANGLEY et SHERRINGTON (21) ont suivi la dégénération secondaire dans l'isthme de l'encéphale et dans la moelle épinière d'un chien opéré par Golz et qui présentait des lésions très étendues des deux hémisphères cérébraux. Sur l'hémisphère droit, examiné avec beaucoup de soin par LANGLEY (19) la première circonvolution externe de Leuret, ou sylvienne, a été lésée sur toute son étendue. De la deuxième circonvolution, il est resté peut-être une couche étroite à son extrémité postéro-inférieure. De la troisième circonvolution, il n'est resté qu'une petite portion à son extrémité antérieure, et une strie de 2 à 3^{mm} de largeur dans le voisinage du tiers moyen de son bord interne (supérieur). La quatrième circonvolution ou supérieure était relativement la moins atteinte. Son tiers moyen est resté intact. Du gyrus sigmoïde ont été conservées : une petite portion de sa région antéro-externe et toute sa région interne longeant la grande scissure interhémisphérique. Le lobe sus-orbitaire (LEURET) n'était que très faiblement atteint

à sa partie postéro-supérieure. Les régions de l'écorce dans lesquelles viennent aboutir antérieurement et postérieurement les trois circonvolutions inférieures (anterior et posterior composite de LANGLEY) n'étaient que faiblement atteintes. La lésion s'est étendue encore à toute la région postérieure de la face interne de l'hémisphère, jusqu'à une distance de 3 à 4^{mm} en arrière du bourrelet du corps calleux. Dans les régions profondes du cerveau ont été trouvés partiellement dégénérés : le noyau lenticulaire, l'avant-mur et la couche optique. Toute la substance grise du corps genouillé externe et celle du corps genouillé interne, probablement en partie, étaient dégénérées.

Les différentes régions du cortex intéressées n'avaient pas été extirpées simultanément, mais à trois reprises. La partie postérieure de l'écorce était extirpée depuis neuf mois. La partie moyenne comprenant encore une partie du gyrus sigmoïde depuis cinq mois. Le gyrus sigmoïde depuis deux mois et demi.

Sur l'hémisphère gauche examiné par KLEIN (20), la lésion ne s'étend pas si loin ni avant, ni en bas, et elle s'arrête au bord postérieur de l'hémisphère. La lésion commence par une extrémité rétrécie à une petite distance en arrière du sillon crucial, et n'ayant intéressé que la partie moyenne de la région postérieure du gyrus sigmoïde, elle s'élargit en arrière en empiétant sur les quatre circonvolutions externes. La région de la quatrième circonvolution (supérieure) qui a été ménagée forme un triangle très allongé, à sommet dirigé en arrière. Les extrémités antérieures des trois circonvolutions inférieures, de même que la région de l'écorce auxquelles ces circonvolutions aboutissent antérieurement (anterior composite de LANGLEY) sont restées intactes. La circonvolution sylvienne n'était intéressée qu'à sa partie

moyenne supérieure. L'extirpation a été faite à deux reprises : la partie postérieure du gyrus sigmoïde et une partie de l'écorce située en arrière de celui-ci étaient extirpées depuis six mois et demi. La région postérieure de l'écorce était extirpée depuis quatre mois à peu près.

La dégénération secondaire dans les cordons latéraux existait des deux côtés de la moelle épinière ; seulement elle était moins prononcée du côté droit. De ce côté, la tache d'altération secondaire dans le cordon latéral s'approche plus près de la face dorsale de la moelle que du côté gauche. LANGLEY et SHERRINGTON considèrent comme probable que la partie dorsale du faisceau pyramidal est en rapport avec la région de l'écorce située en arrière du gyrus sigmoïde ; mais ils n'y insistent pas. Il se peut que la différence de la position de la tache qu'ils ont observée n'est qu'accidentelle ou qu'elle est due à la rétraction du tissu connectif qui s'est faite inégalement de deux côtés.

Malgré l'étendue de la lésion cérébrale, le siège et l'étendue de la tache de dégénération secondaire dans le cordon latéral ne diffère pas sensiblement de ce qui a été décrit par SINGER consécutivement à l'ablation du gyrus sigmoïde. L'altération secondaire n'a pu être suivie que jusqu'au niveau de la seconde paire lombaire. Au niveau de la région altérée, il y avait beaucoup de fibres normales. Outre la dégénération ordinaire dans le segment postérieur du cordon latéral, il y avait encore des fibres tuméfiées dans les cordons antéro-latéraux et plus particulièrement dans la région interne des cordons antérieurs. LANGLEY et SHERRINGTON considèrent l'altération de ces fibres, qu'ils ne croient pas appartenir au faisceau pyramidal, comme une dégénération particulière « tertiaire. » Les altérations microscopiques

qui ont été constatées consistent dans la disparition de la myéline et dans le gonflement des cylindres-axes entre la cinquième et la sixième semaine. A une époque plus avancée, la myéline et les cylindres-axes disparaissent complètement, tandis que le tissu connectif augmente entre les tubes restés normaux ; il existe sous forme de fibrilles fines qui ne s'anastomosent que rarement et qui se colorent bien par le carmin ; c'est à la présence de ces fibres qu'est due la coloration rouge plus intense de la région sclérosée. Encore plus tard, la région sclérosée se colore moins bien par le carmin, mais toujours est-il qu'à son niveau il existe plus de névroglie entre les tubes nerveux. L'opinion de SINGER que toute trace de dégénération secondaire disparaît entre le deuxième et le sixième mois, leur semble être exagérée.

Les connexions qui existent entre le tractus pyramidal et certaines régions de l'écorce cérébrale chez le chien et le lapin ont encore été constatées à l'aide d'une autre méthode expérimentale, inaugurée par GUDDEN, et qui consiste à faire des extirpations des parties du système nerveux central ou périphérique chez les animaux nouveau-nés, et à étudier les atrophies consécutives. GUDDEN (5) ayant extirpé chez un chien, immédiatement après la naissance, la région excitable de l'écorce cérébrale, a constaté une atrophie très prononcée de la pyramide antérieure du côté correspondant. Le même résultat a été constaté pour le lapin consécutivement à l'ablation corticale de la région frontale.

V. MONAKOW (15) a fait, d'après la même méthode, une recherche suivie sur les atrophies secondaires consécutives aux ablations circonscrites de différentes régions de l'écorce cérébrale chez le lapin. Après l'extirpation de l'écorce frontale (au niveau des régions *c*, *d*, *e*, des fig. 3 et 4 de la Pl. IX), l'atrophie secondaire du trac-

tus pyramidal a pu être suivie à travers le pédoncule cérébral et la pyramide antérieure jusque dans la moelle épinière, dont la moitié opposée à la lésion cérébrale était manifestement réduite de volume ; mais l'îlot d'atrophie ne pouvait être localisé. Je ne m'étends pas davantage sur ces expériences, parce que les résultats fournis par cette méthode par rapport à la topographie du tractus pyramidal dans la moelle épinière, ne sont pas bien tranchés.

Je cite encore deux observations sur les atrophies secondaires, qui ne sont pas du domaine de l'expérimentation proprement dite, mais du domaine de la pathologie canine.

Dans l'une, due à CARVILLE et DURET (6), il s'agit d'un ancien foyer d'hémorragie ou de ramollissement, qui a creusé une cavité dans la substance blanche sous-jacente aux 4-3 circonvolutions frontales, et qui a été découvert par hasard. Il y avait une asymétrie du pédoncule cérébral et de la protubérance. La pyramide antérieure du côté correspondant était très manifestement atrophiée.

Dans l'autre, due à DÉJERINE (7), il s'agit d'un kyste du volume d'un gros œuf, à contenu transparent, dont la face externe correspondait à la pie-mère et qui s'étendait du bord latéral de la deuxième circonvolution frontale jusqu'à la corne sphénoïdale. L'hémisphère en question était considérablement atrophié. La couche optique et le corps strié étaient intacts. Le pédoncule cérébral et la protubérance du côté du kyste cérébral présentaient un haut degré d'atrophie. La saillie de la pyramide antérieure était complètement effacée. La moelle épinière n'a pas été examinée.

Bien que les dégénérationes secondaires qui se déclarent dans la moelle épinière, soit à la suite de section

de cet organe, soit à la suite d'ablation du gyrus sigmoïde (chez le chien), soient suffisamment établies, il reste néanmoins des points qui ne sont pas encore complètement élucidés.

En effet, les altérations secondaires de la moelle d'origine spinale n'ont été étudiées que dans les cas où la moelle épinière a été sectionnée au niveau de la dernière paire dorsale. Le tableau topographique de ces dégénération sera-t-il le même dans le cas de lésion expérimentale de la moelle cervicale ?

Les recherches des auteurs précités ne nous donnent pas la réponse définitive s'il existe ou non une différence quelconque dans l'étendue de la dégénération secondaire et le groupement des fibres altérées dans le cordon latéral de la moelle, selon que la dégénération est produite par une lésion de l'écorce excitable du cerveau, ou par la section du cordon latéral même. SINGER seul nous donne quelques indications positives là-dessus, comme nous venons de l'exposer; mais ses conclusions ne se rapportent qu'à la région lombaire de la moelle, là où la dégénération secondaire par lésion corticale est déjà très réduite; il est essentiel de prendre en considération la région dorsale et surtout la région cervicale où l'altération secondaire est la plus prononcée.

Les fibres qui dégénèrent à la périphérie ventrale du cordon antérieur appartiennent-elles (SCHIEFFERDECKER), ou n'appartiennent-elles pas au faisceau pyramidal (FLECHSIG, SINGER)? Des nouvelles observations sont nécessaires, vu que même chez l'homme le faisceau direct est moins volumineux et moins constant que le faisceau croisé.

Nous venons de voir que jusqu'à présent l'attention des expérimentateurs s'est portée presque exclusivement sur le gyrus sigmoïde (VULPIAN, Fr. FRANCK et PITRES,

BINSWANGER, SINGER), et c'était naturel. Après que les connexions qui existent entre certaines parties du cerveau et certains faisceaux médullaires ont été établies chez l'homme, on a cherché à confirmer la portée générale de ce fait en provoquant expérimentalement des dégénération secondaires chez les animaux. On s'est adressé de prime abord aux circonvolutions qui se groupent autour du sillon crucial, cette région de l'écorce se laissant rapprocher sous plusieurs rapports des circonvolutions rolandiques de l'homme. Mais personne, que je sache, n'a encore fait une étude expérimentale suivie de la dégénération secondaire par lésion corticale, dans le but de déterminer les limites exactes entre les régions de l'écorce, dont la destruction s'accompagne de dégénération secondaire dans la moelle, et celles qui ne s'en accompagnent pas, comme cela a été fait pour l'homme ; ou encore pour constater s'il y a une différence quelconque dans l'intensité et dans l'étendue de cette dégénération, suivant la région corticale qui a été extirpée.

Telles sont les questions que j'ai surtout poursuivies dans cette recherche. Elle a été faite au laboratoire de physiologie de Genève sur des pièces provenant des chiens (une trentaine environ) opérés par M. le prof. M. SCHIFF et ayant servi pour ses expériences. M. le prof. SCHIFF a eu la bonté d'exécuter quelques opérations à la moelle épinière exclusivement en vue de cette recherche. Je saisis cette occasion pour exprimer à mon maître vénéré toute la reconnaissance que je lui dois pour la bienveillance avec laquelle il a mis à ma disposition sa riche collection de moelles et de cerveaux.

Qu'il me soit encore permis d'exprimer ma reconnaissance à M. le prof. H. FOL, pour l'hospitalité qu'il a bien voulu m'accorder dans le *Recueil zoologique suisse*.

I

Dégénération secondaires consécutives aux lésions de la moelle épinière.

Mes recherches embrassent un nombre total de 5 cas, qui tous se rapportent à des chiens auxquels le professeur SCHIFF a fait des sections partielles de la moelle épinière à diverses hauteurs de la région cervicale. Le siège et l'étendue de la lésion, le laps de temps qui s'est écoulé depuis le moment de l'opération jusqu'à la mort de l'animal variaient dans chaque cas ; aussi la dégénération secondaire présente-t-elle dans tel cas particulier des détails qui ne se retrouvent pas dans tel autre ; c'est pourquoi nous ne pouvons pas nous contenter d'une description sommaire de la dégénération secondaire, mais nous sommes obligés de nous arrêter plus spécialement à chaque cas particulier.

CHIEN I, de petite taille, jeune, opéré par le prof. SCHIFF, le 30 août 1882.

L'opération comprenait deux temps. Premier temps : Le chien étant profondément éthérisé, le prof. SCHIFF incisa sur la ligne médiane les parties molles qui couvrent les arcs postérieurs (dorsaux) de la première et de la seconde vertèbre cervicale et ayant excisé une portion des parties charnues, il a mis à découvert une partie de l'arc postérieur de l'axis. Ensuite une portion de l'apophyse épineuse de l'axis et notamment la crête saillante qui recouvre en partie l'arc postérieur (dorsal) de l'atlas a été abattue à l'aide d'une pince coupante. On a encore enlevé une partie de l'arc postérieur de l'atlas. La face dorsale de la dure-mère a été de cette manière mise à découvert dans

une certaine étendue au niveau de l'apophyse épineuse de la deuxième vertèbre cervicale. Mais la continuation de l'opération a été rendue fort difficile à cause de l'hémorragie qui a été assez considérable. Les bords de la plaie ont été rapprochés provisoirement à l'aide de quelques points de suture et le chien a été délivré. Une heure et demi plus tard le prof. SCHIFF a procédé au second temps de l'opération beaucoup plus délicat.

La tête de l'animal a été fortement fléchie et les lèvres de la plaie musculaire ont été élargies à l'aide d'écarteurs appropriés ; la partie profonde de la plaie a été épongée avec beaucoup de précaution pour ne pas renouveler l'hémorragie ; la lumière solaire a été projetée par un miroir réflecteur dans le fond de la plaie. Grâce à cette disposition on a pu non seulement voir la dure-mère, mais on voyait encore se dessiner par transparence les sillons collatéraux postérieurs. Alors le prof. SCHIFF a fait à l'aide de l'instrument de Strauss et sans inciser préalablement la dure-mère une lésion partielle de la moelle épinière de chaque côté avec l'intention de sectionner outre le cordon postérieur la partie postérieure du cordon latéral. L'opération terminée, la plaie a été soigneusement fermée par quelques points de suture.

Tout ce qui se rapporte à la partie symptomatologique n'entre pas dans le cadre de ce travail et nous sommes obligé de la mettre complètement de côté. Nous ne pouvons cependant nous passer de quelques remarques touchant la guérison de la plaie et l'état général de l'animal.

La réaction inflammatoire était assez vive les premiers jours après l'opération ; la suppuration au niveau de la plaie était assez forte. Le chien fortement abattu refusait toute nourriture et ne prenait que de l'eau ou tout au plus un peu de lait coupé avec de l'eau.

Dix à quinze jours après l'opération il était déjà beaucoup moins assoupi, semblait plus gai, mangeait un peu de pain trempé dans du lait et prenait volontiers le lait pur. La plaie suppurait encore, mais la suppuration était modérée ; le pus était bien lié et de bon aspect.

Quatre semaines à peu près après l'opération, l'état général du chien était excellent : il mangeait avec avidité tout ce qu'on lui offrait ; il était vif, gai, de bonne humeur. La suppuration avait notablement diminué ; la plaie donnait encore un peu de sécrétion qui se desséchait en formant des croûtes. Disons encore que la motilité existait dans les quatre extrémités, qu'il venait quand on l'appelait, que le pincement d'une membrane interdigitale des extrémités antérieures ou postérieures provoquait des signes évidents de douleur ; la sensibilité de contact au

contraire avait souffert dans les quatre extrémités, mais surtout dans celles du côté droit.

Le 18 novembre, c'est-à-dire douze semaines moins deux jours après l'opération, nous avons été surpris de trouver le chien, si bien portant jusqu'à ce moment, dans l'état suivant : Il reste couché dans sa niche, ne se lève pas ; forte salivation ; des secousses convulsives dans les lèvres supérieures qui sont périodiquement attirées en haut et en arrière ; ces secousses disparaissent par moments, mais reparaissent bientôt. Il refuse toute nourriture. Il n'est pas paralysé, si on le force de se lever, il se lève, fait même quelques pas ; mais il s'arrête bientôt, reste quelques instants debout et retombe de nouveau. Il ne cherche pas à se mettre dans une position commode ; mais garde celle dans laquelle il se trouve en tombant. Le pincement de la membrane interdigitale des extrémités ne provoque aucune réaction générale ; mais on voit les pupilles se dilater.

Le 19 novembre. Cet état continue. Le chien paraît avoir fortement maigri ; il refuse la nourriture ; il paraît refroidi ; il ne se lève pas, ne se meut pas spontanément. Les secousses convulsives dans les lèvres ont disparu, mais on les observe dans la musculature de l'épaule, du bras, de l'avant-bras, de la poitrine ; dans les oreilles, dans la queue, dans les extrémités postérieures. Un fort pincement de la membrane interdigitale d'une extrémité antérieure ou postérieure provoque une faible réaction générale ; le chien bouge la tête, ouvre la bouche, meut les quatre extrémités et la queue tout en restant couché.

Le 20 novembre. Le chien ne se rétablissant pas, le prof. SCHIFF a jugé plus prudent de le tuer par une injection sous-cutanée de sulfate de strychnine. Il s'était passé en somme douze semaines après l'opération.

Je procède tout de suite à l'ouverture du canal rachidien. L'espace compris entre l'arc postérieur de l'atlas et la partie conservée de l'arc de l'axis est comblé par un tissu très dense, blanc, qui crie sous le couteau quand on l'incise. — L'examen microscopique de ce tissu, à frais, n'a pas été fait. — Les racines de la seconde paire cervicale, ainsi que le ganglion spinal sont intacts de chaque côté. On détache à l'aide d'un fort scalpel les fortes adhérences que le tissu en question avait contractées avec les surfaces osseuses avoisinantes. On enlève également les parties encore conservées des arcs postérieurs des deux premières vertèbres cervicales. On constate alors que le tissu de nouvelle formation adhère à la dure-mère, entre la seconde et la troisième paire cervicale. Nous décrivons en détail le siège exact de la lésion, ainsi que son étendue, en parlant de l'examen de la moelle épinière durcie. Les

méninges rachidiennes sont pâles et ne présentent d'ailleurs rien de particulier à noter, sauf dans le voisinage immédiat de la lésion, où elles sont épaissies. La substance de la moelle épinière a une très bonne consistance. Sur la coupe, la substance grise paraît pâle. Dans la substance blanche du cordon latéral *droit*, à sa moitié postérieure, on remarque au-dessous de la cicatrice une partie assez bien circonscrite, dont la coloration *blanche laiteuse* tranche assez nettement sur le reste du cordon. Pour bien voir cette tache laiteuse, il faut que la surface de section soit bien aplatie et convenablement éclairée; si elle devient luisante la tache peut passer inaperçue. Très apparente dans toute la région cervicale, au-dessous de la lésion, elle se poursuivait encore le long de la région dorsale. Dans le segment postérieur du cordon latéral *gauche*, on voit aussi une tache plus *blanche*, qui semble plus petite que celle du côté droit.

Examen de la plaie. — La moelle épinière (avec les méninges) a été durcie dans un mélange de bichromate de potasse à 2 % et de chlorure de zinc à $\frac{1}{2}$ %. La lésion siège entre la deuxième et la troisième paire cervicale. A ce niveau, à $4\frac{1}{2}$ mm. au-dessous de l'origine apparente de la deuxième paire cervicale, la face postérieure¹, dor-

¹ *Remarque.* Les expressions « postérieur ou antérieur, » « en arrière et en avant, » « supérieur et inférieur, » « au-dessus et au-dessous, » dont on se sert dans l'anatomie humaine deviennent un peu équivoques quand on veut s'en servir dans les descriptions qui se rapportent aux animaux. Dans les manuels allemands modernes on tend à abandonner complètement ces expressions; au lieu de la face « postérieure » on parle de la face « dorsale; » au lieu de la face « antérieure, » de la face « ventrale, » ainsi que MILNE-EDWARDS l'a déjà fait dans ses *Leçons sur la Phys. et l'Anat. comparée*. Les expressions « supérieurement et inférieurement, » « au-dessus et au-dessous, » employées dans le sens qui leur est attaché dans les manuels français (SAPPEY, p. ex.), sont remplacées par les termes suivants : « proximalwärts » et « distalwärts, » ou encore « cerebralwärts » et « medullarwärts. » V. SCHWALBE, *Lehrbuch der Neurologie*, 1881, p. 599.

Dans notre description, nous nous servions des termes « antérieur » et « postérieur, » comme s'il s'agissait d'une moelle humaine, mais nous avons cru utile de mettre entre parenthèses, à côté des dites expressions, les termes équivalents « ventral » et « dorsal. » Les expressions « supérieurement » et « inférieurement, » ou « au-dessus » et « au-dessous, » sont employées dans le même sens qui leur est attribué dans l'anatomie humaine; c'est-à-dire « supérieurement » indique la direction *vers* l'encéphale, « inférieurement, » la direction opposée.

sale, de la moelle est masquée par un tissu dense, de nature fibreuse, qui adhère fortement à la substance de la moelle dans la direction longitudinale sur une étendue de 6 à 7 millimètres. Transversalement l'adhérence s'étend à *droite* un peu au delà du ligament dentelé ; du côté *gauche* le ligament dentelé est intact. Sur une coupe de la moelle faite à ce niveau, on voit à l'œil nu que le tissu en question se continue dans la profondeur de la moelle, à laquelle il semble être intimement soudé ; cependant il se distingue à l'œil nu de la substance propre de la moelle, par sa teinte plutôt bleuâtre et l'aspect moins lisse de la surface de section. Pour rendre le fragment plus régulier et plus apte à être inclus dans la lumière du microtome une partie de ce tissu a été retranchée ; une autre est restée adhérente à la moelle. Pour déterminer exactement, ce qui, au niveau de la cicatrice, appartient en propre à la substance nerveuse, tout le fragment de la moelle contenant la cicatrice a été divisé en une série continue de sections transversales¹. Les coupes ont été enfermées pour la plupart dans la glycérine acidifiée par une très petite quantité d'acide formique. Quelques-unes ont été colorées par le carmin et montées dans le baume du Canada. Sur les préparations conservées dans la glycérine et examinées à la lumière transmise, le tissu de nature connective, très éclairci par la glycérine et l'acide, se reconnaît facilement à côté de la substance blanche nerveuse, qui paraît beau-

¹ PICCOLO et SIRENA procédaient de la même manière pour déterminer l'étendue de la lésion dans leurs expériences physiologiques (Sulle Ferite Del Midollo Spinale. Ricerche fisiologiche ed anatomo-pathologiche pei Prof. GIROLAMO PICCOLO e SANTI SIRENA, Palermo, 1876). Le prof. SCHIFF trouve que cette méthode n'est pas très recommandable dans les recherches physiologiques, puisqu'elle ne permet pas de reconnaître avec netteté les blessures qu'on a faites. Pour pouvoir contrôler l'étendue de la lésion expérimentale, il faut procéder de la manière suivante : sur la moelle fraîche, ou n'ayant séjourné que pendant quelques heures dans l'alcool, on commence par enlever la pie-mère dans le voisinage de la cicatrice, puis, en exerçant sur le lambeau détaché une douce traction, on arrive à enlever le prolongement que la pie-mère envoie dans l'intérieur de la plaie, qui se présente alors sous forme d'une fente dont on peut apprécier nettement l'étendue et la direction. C'est ainsi qu'on reconnaît les limites extérieures de la solution de continuité. Pour apprécier l'étendue de la lésion dans la profondeur, on achève le durcissement et on fait des coupes passant par la plaie ; la direction de ces coupes ne doit pas être transversale proprement dite, mais parallèle à la direction de la fente.

coup plus sombre et opaque. La fig. 4, Pl. I, représente une de ces sections, grossie 3 $\frac{1}{2}$ fois ; c'est celle où la perte de la substance propre du cordon latéral droit est la plus considérable. La coupe de la moelle paraît être aplatie d'arrière en avant. A sa moitié dorsale la configuration normale de la moelle n'est plus reconnaissable. La moitié droite a plus souffert que la gauche.

Sont conservés à ce niveau : les cordons antérieurs, la plus grande partie du cordon latéral gauche ; du cordon latéral *droit* il n'est resté qu'une partie de sa moitié antérieure (ventrale), dont la limite postérieure (dorsale) serait représentée à peu près par une ligne courbe, qui partant de la convexité de la corne antérieure aboutirait à un point périphérique de la moelle, situé un peu en avant du ligament dentelé. Tout le reste du cordon latéral droit, les cordons postérieurs en totalité et une partie du segment postérieur du cordon latéral gauche font complètement défaut. La substance grise n'est représentée que par des restes des cornes antérieures. La corne antérieure gauche est conservée dans une étendue plus grande que la droite. Tout le reste des colonnes grises : les cornes latérales, les cornes postérieures, la substance gélatineuse de Rolando, le processus réticulaire, ont totalement disparu. On ne reconnaît ni le canal central de la moelle, ni les commissures. A la partie postérieure (dorsale) de la coupe et en empiétant plus fortement sur le côté droit de la moelle que sur le côté gauche, se trouve un tissu d'une structure manifestement fibrillaire, ondulée, pauvre en vaisseaux, qui se colore fortement par le carmin. Entre les faisceaux connectifs se trouvent des cellules aplaties fusiformes et des cellules rondes en certaine quantité. Tout à fait vers la circonférence postérieure de la coupe, ce tissu fibreux devient encore plus dense et les cellules rondes disparaissent. C'est qu'on est en plein tissu cicatriciel, dont une partie est restée adhérente à la moelle. Latéralement ce tissu adhère à la dure-mère dont une partie est visible sur la coupe.

Avec des grossissements plus forts, on constate sur les coupes provenant de l'endroit de la lésion les détails histologiques suivants :

Méninges. — Dans la couche interne de la pie-mère, sont dispersées de petites cellules lymphoïdes, arrondies, à protoplasma finement granuleux se colorant légèrement par le carmin et dont le noyau n'est pas bien accusé. Ces cellules se rencontrent en petite quantité, tantôt isolées, tantôt ce qui est plus rare, accumulées en petits groupes ; elles sont disséminées en petit nombre encore dans la couche externe de la pie-mère. Dans le voisinage du tissu cicatriciel adhérent à la moelle, la pie-mère, considérablement épaissie, présente une striation fibrillaire-ondulée

manifeste; elle est riche en éléments cellulaires allongés, fusiformes, à noyau assez grand, occupant toute la partie élargie de la cellule; elle est encore infiltrée d'une certaine quantité de cellules rondes, lymphoïdes. Les vaisseaux sont remplis de globules rouges tassés, plus ou moins modifiés et de grains hyalins qui se colorent fortement par le carmin.

Cordons antérieurs. — La partie antérieure de ces cordons et celle qui longe le sillon médian antérieur ne présentent pas d'altération notable; les coupes des fibres nerveuses sont régulières et les cylindres-axes se colorent bien par le carmin. Il n'en est plus de même de la région postérieure (dorsale) de ces cordons qui présente les altérations suivantes : elle se colore plus vivement par le carmin; la coloration est aussi plus diffuse. Les fibres à myéline *normale* sont beaucoup plus rares, ce qu'on reconnaît aisément sur les préparations non colorées, montées dans la glycérine. Les cylindres-axes ne sont pas reconnaissables dans beaucoup de fibres dont toute la section transversale est souvent un peu rougie par le carmin (baume du Canada). Il y a aussi passablement de fibres avec un cylindre-axe assez fortement hypertrophié; d'autres contiennent un corps arrondi tenant la place du cylindre-axe, mais qui est très faiblement rougi par le carmin et granuleux.

On voit encore des lacunes un peu irrégulières dépassant le calibre d'un tube nerveux et dans lesquelles se trouve une cellule assez grande, un peu irrégulièrement arrondie, à contours délicats, à protoplasma granuleux, légèrement rougi par le carmin; dans son intérieur on reconnaît un noyau. Les interstices entre les fibres sont fortement élargis. Dans la région la plus dorsale des cordons antérieurs, les fibres normales deviennent rares, les fibres altérées sont séparées par de larges travées grenues fortement rougies par le carmin. Dans le voisinage du bord interne des cornes grises se trouvent quelques espaces arrondis bien limités, de grandeur variable, mais dont la lumière correspond évidemment à une quantité de fibres nerveuses. Dans l'intérieur de ces espaces on reconnaît une agglomération de sphères arrondies, pâles, finement granuleuses, se touchant par leur circonférence ou à demi superposées, incolores ou à peine colorées (carmin, baume de Canada). Quelques-unes de ces sphères contiennent un petit corps arrondi, rougi par le carmin, ou plusieurs particules également rougies par le carmin et de formes un peu irrégulières, quelquefois en haricot. Il existe encore dans ces espaces des particules libres, rougies par le carmin et de petites cellules arrondies à protoplasma finement granuleux.

Cordon latéral gauche. — Le segment compris entre les racines antérieures et le ligament dentelé est à peu près normal, à l'exception toutefois d'une zone dans le voisinage immédiat de la corne antérieure; tout le reste du cordon en arrière du ligament dentelé est altéré et l'altération devient de plus en plus intense à mesure qu'on s'approche de la circonférence postérieure (dorsale) de la moelle. Les altérations en grande partie ressemblent à celles qui ont été décrites dans les cordons antérieurs. On constate des fibres nerveuses dans lesquelles on ne reconnaît pas nettement le cylindre-axe; des anneaux réguliers du calibre d'un tube nerveux moyen ou même plus grand contenant un corps arrondi de la grandeur d'un cylindre-axe, mais qui est à peine coloré, très pâle, à contours délicats et qui est manifestement granuleux; des cylindres-axes hypertrophiés bien colorés par le carmin et présentant un pointillé manifeste sur toute leur surface de section. Quelques-uns de ces cylindres-axes sont d'une grandeur colossale, d'un rouge un peu plus pâle que les précédents, finement pointillés, ils remplissent presque complètement l'espace dans lequel ils sont logés; enfin des espaces contenant un corps volumineux exactement bordé, de forme ovalaire, bien rougi par le carmin, dans l'intérieur duquel on reconnaît encore un centre d'un rouge plus pâle et très nettement granuleux. Les interstices entre les fibres sont élargis. — La région de ce cordon dans le voisinage de la corne grise se distingue par la richesse en nœuds névrogliques ramifiés, fortement agrandis. A côté de ces altérations, il existe une quantité de fibres nerveuses d'aspect normal. Dans le voisinage de la substance grise se trouvent quelques espaces lacunaires tout à fait analogues à ceux qui ont été décrits dans les cordons antérieurs. Plus dorsalement, en arrière de la racine ascendante du spinal, le nombre des fibres nerveuses normales devient de plus en plus petit, les travées interstitielles sont très considérablement épaissies. Encore plus en arrière les éléments nerveux ont presque complètement disparu et on ne voit qu'un tissu présentant une striation fibrillaire, ondulée, contenant des cellules aplaties, fusiformes, dont la partie moyenne plus élargie contient un noyau. Cette disparition des fibres nerveuses normales, jusqu'à leur extinction complète, est assez démonstrative sur des coupes montées dans la glycérine et examinées avec un faible grossissement. Les parties qui contiennent encore la myéline apparaissent comme autant d'ilots sombres sur un fond beaucoup plus clair et transparent.

Cordon latéral droit. — Nous avons déjà dit que ce cordon a souffert beaucoup plus que le gauche et qu'il n'en est resté que la région comprise entre les racines anté-

rieures et un point situé un peu en avant du ligament dentelé. A ce niveau la partie nerveuse du cordon s'interrompt assez brusquement et la pie-mère semble se replier en dedans et pénétrer dans la profondeur du cordon. On reconnaît assez nettement que tout un trajet connectif présentant une striation fibrillaire ondulée part depuis l'endroit commun où aboutissent la pie-mère, l'arachnoïde et la dure-mère, et se dirige obliquement de dehors en dedans et d'avant en arrière, en croisant le champ du cordon latéral. Une partie des fibres paraissent se recourber en avant et rayonner vers le segment antérieur du cordon latéral et vers la substance grise. Antérieurement, ce tissu est plus lâche et contient encore une quantité assez considérable d'éléments ronds à côté de cellules aplaties fusiformes; postérieurement ce tissu se condense et les cellules rondes disparaissent complètement. Il n'y a point de limite tranchée entre ce tissu connectif et la substance blanche du cordon latéral, mais il y a entre deux une zone assez large qui présente des altérations analogues à celles que nous venons de décrire dans le cordon latéral gauche, et sur lesquelles il serait superflu de revenir.

La substance grise. — Dans les parties conservées des cornes antérieures, on trouve une certaine quantité de cellules ne présentant aucune altération notable, à noyau et à nucléoles bien accusés. D'autres cellules ont un reflet jaune verdâtre, une apparence vitreuse, leurs contours sont beaucoup trop arrêtés, rigides. Le noyau n'est pas distinct. La substance fondamentale est profondément modifiée, surtout un peu plus postérieurement: elle présente une structure fibrillaire accusée et elle est infiltrée d'une quantité de cellules arrondies de grandeur un peu variable, à protoplasma granuleux contenant un noyau. On y voit encore une quantité de lacunes, remplies par une substance transparente, finement grenue. Elle adhère en partie aux parois de ces espaces, en partie elle s'est rétractée et dans l'intervalle entre cette substance finement grenue et la paroi de la lacune, se trouvent quelques cellules lymphoïdes. Dans le voisinage de la substance blanche des cordons antéro-latéraux, on voit, sur quelques-unes des coupes, de grands espaces lacunaires remplis en partie par une substance finement grenue et par des boules de myéline (préparation examinée dans la glycérine). On y voit encore quelques cellules rondes (lymphoïdes). Les vaisseaux sont remplis de globules rouges, plus ou moins modifiés, d'une substance finement grenue et de grains hyalins se colorant fortement par le carmin. Toute la région correspondante à la commissure antérieure et postérieure et au canal central est totalement modifiée; on ne reconnaît rien de ces parties. Le prolongement que la pie-

mère envoie dans le sillon longitudinal antérieur s'épaissit considérablement à son extrémité postérieure et présente des faisceaux à striation parallèle ondulée qui rayonnent en arrière vers la partie dorsale de la coupe. Plus postérieurement se trouve un tissu fibrillaire contenant des cellules rondes en quantité considérable, encore plus loin vers la circonférence dorsale de la moelle, on rencontre le tissu fibreux dont nous avons déjà parlé; les cellules rondes disparaissent.

Dans la série de sections inférieures à celle que nous venons d'examiner, on voit peu à peu la coupe de la moelle reprendre sa configuration normale. La coupe des cordons antéro-latéraux devient de plus en plus complète. Les cornes grises antérieures se présentent dans une étendue plus grande. Plus bas on voit apparaître la commissure antérieure et le canal central; la coupe du cordon latéral gauche devient tout à fait complète; il apparaît une partie des cordons postérieurs et notamment la région la plus dorsale périphérique. On reconnaît le sillon collatéral postérieur gauche, ainsi que les sillons indiquant les limites des cordons de Goll; mais le cordon latéral droit n'est pas encore tout à fait complet; à la place correspondant au sillon collatéral postérieur droit on voit encore le tissu cicatriciel adhérent. Plus bas encore, le contour postérieur de la moelle devient tout à fait complet; c'est qu'on est déjà au-dessous de la partie directement lésée.

Mais une partie de la commissure postérieure, le bord interne des cornes postérieures et toute la région ventrale des cordons postérieurs sont occupés par un foyer d'altération assez bien circonscrit, qui, tout en diminuant de plus en plus à mesure qu'on s'éloigne de l'endroit lésé, se laisse encore poursuivre dans la direction *descendante* à une distance de 43 mm. à peu près.

Ce foyer d'altération se reconnaît aussi à l'œil nu. Sur la moelle durcie dans le bichromate de potasse il se distingue par sa coloration toute particulière — d'un gris cendré; sa surface de section est un peu affaissée au-dessous du niveau du reste de la section et possède une apparence spongieuse. Il est nettement bordé par une auréole jaunâtre. Déjà quelques millimètres plus bas cette teinte cendrée disparaît et la partie altérée des cordons postérieurs se distingue par sa coloration jaunâtre plus claire et son aspect fendillé; cette apparence anormale se perd à peu près dans le milieu entre la troisième et la quatrième paire cervicale, à 43 mm. au-dessous de la cicatrice.

Il était difficile de faire une coupe mince comprenant la totalité de cette partie, qui se déchirait trop facilement. Ce n'est qu'après avoir passé le fragment par la gomme et l'alcool que j'ai réussi à en préparer une coupe plus complète.

La fig. 2, Pl. XIII, représente une section faite à 3 mm. au-dessous de la cicatrice. Elle n'est pas destinée à faire voir les détails histologiques de l'altération dans les cordons postérieurs, mais seulement le siège qu'elle y occupe. La dégénération secondaire dans les cordons latéraux n'a pas été dessinée. Le foyer commence un peu en arrière du canal central de la moelle, qui lui-même est bien circonscrit, et muni de son épithélium; il occupe la région de la commissure postérieure, empiète un peu sur le bord interne du cou des cornes postérieures et s'étend à toute la partie ventrale des cordons postérieurs; latéralement il arrive jusque dans le voisinage de la tête des cornes postérieures qui est intacte. Il est séparé de la périphérie dorsale des dits cordons par une zone assez large non altérée.

Toute cette partie se distingue du reste de la substance blanche par sa transparence. Elle est composée d'une trame délicate, fenêtrée, formée de fibrilles très ténues qui s'entrecroisent en différents sens et circonscrivent incomplètement des espaces qui communiquent entre eux. Cependant cette disposition n'est pas partout également bien accusée. Si après avoir mis au point une partie du bord d'une telle lacune et la travée qui la circonscrit, on change lentement le foyer en faisant jouer la vis micrométrique, on voit apparaître un autre système de cloisons et on réussit à voir un petit faisceau de filaments très ténus se détacher d'une des travées pour se porter vers l'œil de l'observateur ou vers la profondeur. Outre ces filaments très délicats on constate encore de petits noyaux arrondis, des cellules lymphoïdes et des éléments plus grands, arrondis, très transparents (baume du Canada), finement granulés et contenant encore quelques granules plus grands rougis par le carmin. Dans cette trame délicate, rampent des vaisseaux et des capillaires en grande quantité. Il y en a de très larges. Les uns sont coupés en long et se laissent suivre sur la coupe sur un trajet assez considérable avec leurs branches collatérales; les autres sont coupés obliquement ou en travers. Leurs parois ne sont pas épaissies. La lumière des vaisseaux plus larges est complètement obstruée par places par des globules rouges tassés. Là où les globules rouges sont plus dispersés on voit encore des grains fortement rougis par le carmin.

Outre cette trame délicate riche en vaisseaux on constate encore des îlots d'un aspect très caractéristique: ils tranchent sur la trame environnante par leur densité beaucoup plus grande et par leur forte imbibition par le carmin (ou l'aniline). Tantôt ils sont plus rapprochés et forment des agglomérations en forme de trainées, comme on en voit par exemple de chaque côté de la ligne médiane, qui

est occupée par un large vaisseau coupé en long. Tantôt ces îlots sont petits, disséminés et largement séparés par la trame délicate qui vient d'être décrite. Les îlots plus grands sont formés à leur tour par des groupes d'îlots plus petits, arrondis ou ovalaires, dont chacun se compose d'une quantité d'anneaux très étroits dans l'intérieur desquels on reconnaît un corps bien coloré par le carmin. Sans nul doute il s'agit de groupes de fibres nerveuses, mais ces fibres ont un cachet tout spécial, qui les différencie immédiatement des fibres nerveuses de la partie saine des cordons postérieurs et des fibres secondairement dégénérées dans les cordons latéraux. La plupart des fibres sont extrêmement minces; le cylindre-axe apparaît comme un point, bien coloré par le carmin, autour duquel on reconnaît encore un anneau très étroit, à peine appréciable, qui est *aussi coloré* par le carmin, mais plus faiblement que le cylindre-axe. Au premier abord on doute qu'il s'agisse en effet de fibres nerveuses. On s'en convainc grâce à la présence de formes de transition entre ces dernières et des tubes, quoique encore minces, mais dont le cylindre-axe, plus volumineux, est entouré d'un anneau incolore plus appréciable.

Latéralement, vers les cornes postérieures, on voit 2-3 grands espaces lacunaires dont le centre est vide; mais si, en fixant le bord d'une telle lacune, on change lentement le foyer, on voit se dessiner tout un réseau de fibrilles très délicates qu'on peut suivre, en faisant jouer la vis micrométrique, à une certaine distance vers le centre de la lacune. A la limite dorsale de ce foyer, se trouvent quelques espaces lacunaires assez bien circonscrits dont le calibre correspond à une quantité de fibres nerveuses et qui sont tout à fait semblables (d'après leur contenu) à ceux qui ont été décrits plus haut, dans les cordons antéro-latéraux, sur les coupes provenant du niveau de la lésion.

La substance blanche de la partie conservée du cordon postérieur, surtout dans le voisinage du foyer qui vient d'être décrit, n'est pas tout à fait normale. Les travées névrogliales sont épaissies par places, et il y a une quantité de fibres dans lesquelles on ne reconnaît pas bien le cylindre-axe ou qui sont colorées d'une manière diffuse sur toute la coupe.

Passons à la *dégénération descendante* dans les cordons antéro-latéraux.

Examen à l'œil nu. — Immédiatement au-dessous de la cicatrice, tout le segment postérieur des cordons

latéraux possède une coloration jaunâtre plus claire. La même coloration s'observe en forme de zone tout autour de la substance grise. 3 millim. plus bas, cette coloration est mieux localisée dans la partie postérieure des cordons latéraux et ne s'étend plus jusqu'à la périphérie ; elle est plus étendue en surface du côté droit que du côté gauche. Tout autour de la substance grise il y a encore une zone possédant cette coloration anormale. Encore plus bas, vers l'origine de la 4^{me} paire cervicale, on reconnaît dans le segment postérieur du côté latéral droit une tache très accusée d'un jaune clair qui n'est séparée de sa périphérie postéro-externe que par une strie très mince de coloration normale (fig. 3 a, Pl. XIII). Le diamètre le plus long de la tache est dirigé obliquement en avant (ventralement) et en dehors. Ses limites postéro-interne et postéro-externe forment un angle ouvert en avant et sont bien accusées. L'extrémité antérieure plus effilée de la tache disparaît en s'amincissant près d'une ligne transversale qui passerait par la partie médiane transversale de la substance grise. Dans la partie supérieure de la région dorsale, la tache est encore bien prononcée ; elle est devenue plus petite, mais toujours dirigée dans son long diamètre en avant et en dehors (fig. 3 b, Pl. I). L'extrémité antérieure de la tache effilée en forme de queue est plus éloignée de la périphérie du cordon, que l'extrémité postérieure qui est plus volumineuse. Dans la région dorsale moyenne et inférieure, la tache est encore assez visible ; elle semble être plus refoulée en arrière et se confondre presque avec la limite postéro-interne du cordon latéral. Elle est d'ailleurs devenue beaucoup plus petite, moins apparente et n'est plus si bien circonscrite. Au commencement de la région lombaire la tache arrive en contact avec la périphérie du cordon

latéral un peu en avant du sillon collatéral postérieur. Au niveau du renflement lombaire la coloration jaunâtre claire se reconnaît encore le long d'une partie de la périphérie postéro-externe du cordon latéral.

Examen microscopique. — Au microscope, sur des sections transversales minces, colorées par le carmin ou par l'aniline et montées dans le baume, les parties secondairement dégénérées se distinguent d'emblée par l'aspect tout à fait anormal des fibres nerveuses qui s'y groupent. Dans l'anneau qui correspond à la gaine de myéline on ne reconnaît pas la striation concentrique ordinaire. Sur des pièces qui ont séjourné pendant longtemps dans le bichromate de potasse la gaine de myéline des fibres saines a une coloration légèrement jaune verdâtre, surtout si la coupe est un peu épaisse. Cette teinte de la gaine de myéline fait défaut dans beaucoup de fibres altérées. Sur des préparations colorées par le carmin ou par l'aniline, l'aspect anormal de la gaine de myéline ressort encore davantage par le fait qu'elle présente dans beaucoup de fibres une coloration légèrement rosée (carmin) ou bleuâtre (aniline). Quelques-uns des anneaux sont tout à fait vides¹; mais c'est rare, ordinairement on reconnaît dans leur intérieur un peu de substance granuleuse, ayant quelquefois une teinte jaune verdâtre, des granules qui se colorent par le carmin et l'aniline, quelquefois encore un filament mince, coloré, demi-enroulé ou recourbé en S; toute sa longueur ne se trouve pas toujours au même foyer. Dans d'autres on reconnaît encore un corps qui tient la place du cylindre-axe, mais qui est loin d'être aussi massif, aussi bien coloré et aussi nettement bordé

¹ Il est possible que les espaces tout à fait vides représentent des fibres arrachées.

que les cylindres-axes normaux et qui, en outre, a une apparence granuleuse. Les diamètres des fibres altérées présentent des variations considérables ; beaucoup d'entre eux égalent et dépassent même le diamètre des plus grosses fibres qu'on trouve sur la coupe ; ce sont ces fibres qui se présentent en premier lieu à un grossissement relativement faible ; un examen plus attentif révèle l'existence d'une quantité de fibres dégénérées considérablement plus minces. Les interstices entre les fibres altérées sont élargis en beaucoup d'endroits ; les nœuds auxquels aboutissent ces interstices sont agrandis et dans quelques-uns d'entre eux on reconnaît un noyau très apparent. Les vaisseaux nombreux se distinguent par leur adventice large et remplie de cellules rondes lymphoïdes (surtout dans la région cervicale).

Occupons-nous maintenant de la distribution de l'altération secondaire descendante, dans différentes régions de la moelle épinière.

A peu près à 1 $\frac{1}{2}$ cm. au-dessous de la lésion spinale, entre la 3^{me} et la 4^{me} paire cervicale, l'altération secondaire est très prononcée et étendue (comp. fig. 4 a, Pl. XIII). Nous avons en vue principalement le cordon latéral droit, puisqu'il était lésé d'une manière plus complète que celui du côté gauche. Les fibres dégénérées sont ramassées essentiellement dans la partie postérieure du cordon latéral, sans y former cependant une partie très nettement circonscrite. Elles se groupent dans un champ qu'on pourrait grossièrement comparer à une figure triangulaire, convexe en dehors et dirigée par son extrémité effilée en avant et en dehors. Extérieurement, le champ altéré se détache nettement d'une partie *non* dégénérée qui occupe la périphérie postéro-externe du cordon latéral et au niveau de laquelle les fibres nerveuses varient très peu de grosseur. Cette

dernière partie n'est cependant pas tout à fait exempte d'altération. Outre des fibres dégénérées, dont l'aspect ne diffère en rien des fibres dégénérées qui viennent d'être décrites, on y trouve des fibres avec des cylindres-axes fortement grossis. Les nœuds névrogliques sont manifestement agrandis et contiennent un noyau apparent. Les cloisons que la pie-mère envoie dans la substance blanche sont épaissies à ce niveau. Dans la pie-mère elle-même, surtout dans le voisinage du sillon collatéral postérieur, sont dispersées çà et là quelques cellules lymphoïdes. — Il y a une certaine variabilité sous ce rapport ; dans telle préparation, ces altérations de la partie périphérique du cordon latéral sont à peine prononcées ; dans telle autre, faite à quelque distance de la première, elles sont beaucoup plus accusées ; sur la même préparation, l'altération est souvent plus forte d'un côté que de l'autre. Les autres limites du champ altéré ont un caractère plus diffus. Intérieurement les fibres dégénérées s'approchent tout près de cet appendice qui couronne en arrière la corne postérieure et que les Allemands désignent sous le nom d'*apex cornu posterioris*. Dans le voisinage de cet appendice, une quantité de fibres très minces, non altérées, sont interposées entre les tubes dégénérés. Les fibres altérées sont plus éloignées de la tête de la corne postérieure. L'espace occupé par le processus réticulaire est exempt d'altération. Dans la partie centrale postérieure de l'îlot altéré les fibres dégénérées se touchent et ce n'est que rarement qu'on voit çà et là quelques fibres normales. Vers son extrémité antéro-externe, la dégénération devient beaucoup plus diffuse : De rares fibres dégénérées sont encore disséminées dans le reste de la surface de section du cordon latéral, principalement dans sa zone intérieure, tout autour du bord externe de la corne

antérieure. Notons encore des fibres dégénérées qui sont dispersées dans le voisinage de la commissure et de la corne antérieures. Ces deux dernières catégories de fibres altérées font déjà presque complètement défaut entre la 5^e et la 6^e paire cervicale.

Dans la partie inférieure de la région cervicale (7^{me}-8^{me} paire) le champ altéré est plus petit ; les fibres dégénérées qui sont dispersées à son extrémité antéro-externe disparaissent déjà en arrière d'une ligne transversale passant par le canal central de la moelle. La participation de la partie périphérique du cordon à l'altération est assez considérable à ce niveau. A une certaine distance en avant du sillon collatéral postérieur, les fibres dégénérées s'approchent tout près de la périphérie de la moelle et arrivent même çà et là en contact avec la pie-mère. On y constate encore quelques cylindres-axes fortement grossis et qui se colorent vivement par le carmin.

Dans la région dorsale, on constate les changements suivants : le champ altéré devient plus petit et la dégénération elle-même plus diffuse ; la quantité de fibres intactes (et notamment de fibres plus grosses) interposées entre les fibres altérées, augmente à mesure qu'on s'approche de la moelle dorsale inférieure. Les fibres dégénérées s'approchent postérieurement plus près de la limite postéro-interne du cordon latéral ; les fibres qui sont dispersées à l'extrémité antérieure du champ altéré sont plus éloignées de la périphérie que dans la région cervicale. La fig. 4 b, Pl. XIII représente l'altération secondaire sur une section entre la 6^{me} et la 7^{me} paire cervicale.

Dans la partie supérieure de la région lombaire, les fibres dégénérées arrivent extérieurement en contact avec la périphérie du cordon latéral à une certaine dis-

tance en avant du sillon collatéral postérieur. La fig. 4c, représente l'altération entre la 1^{re} et 2^{me} p. lombaire.

Sur des sections faites dans la partie la plus large du renflement lombaire, la dégénération secondaire n'est représentée que par un petit nombre de fibres, dispersées le long d'une partie de la périphérie postéro-externe du cordon latéral. Au niveau même de l'angle postérieur de ce cordon les tubes nerveux sont intacts.

Du côté gauche de la moelle, l'altération est seulement moins étendue en surface et un peu plus diffuse. Quant à la dégénération ascendante (jusqu'à l'origine apparente de la 1^{re} paire cervicale) nous en dirons quelques mots plus tard, dans le résumé de nos observations. Ce qui serait d'un intérêt beaucoup plus grand, c'est de suivre cette altération dans la moelle allongée ; nous regrettons de n'avoir pu aborder ce sujet jusqu'à présent ¹.

Chez un autre chien (II) la moelle épinière a été lésée entre la 5^e et la 6^e paire cervicale. Le chien, très bien portant, a été tué par l'inhalation du chloroforme, sept semaines après l'opération.

Dans ce cas les cordons postérieurs et le cordon latéral *gauche* présentaient une solution de continuité complète ; le cordon latéral droit a été lésé seulement dans une très petite étendue au voisinage du sillon collatéral postérieur ; le cordon antérieur droit a été incomplètement lésé à sa circonférence postérieure. La substance grise présentait une perte de substance très considérable : il n'en est resté qu'une couche relativement mince, en continuité avec le cordon antéro-latéral droit et une portion très petite, en continuité avec le cordon antérieur gauche ². Il faut noter

¹ Depuis lors j'ai suivi la dégénération ascendante du cordon postérieur et du faisceau cérébelleux dans la moelle allongée. J'y reviendrai dans une prochaine communication.

² Il est remarquable que de telles lésions peuvent exister chez des chiens qui, comme la plupart des opérés de cette série, étaient

que 3 1/2 mois avant cette opération, le prof. SCHIFF avait fait au même chien une extirpation partielle de l'écorce de l'hémisphère *gauche* et que cette extirpation a été suivie de dégénération secondaire dans la moelle épinière. Mais comme cette dégénération par cause cérébrale siège dans la moitié *droite de la moelle*, elle n'a pu nullement troubler l'image de la dégénération secondaire consécutive à la section du cordon latéral *gauche*. Nous reviendrons plus tard sur la dégénération secondaire consécutive à la lésion cérébrale.

Le tableau *macroscopique* de l'altération secondaire descendante dans le cordon latéral, ne diffère pas essentiellement de celui que nous avons constaté et décrit chez le chien I.

Sur les sections de la moelle *fraîche* on reconnaît dans la partie postérieure du cordon latéral gauche une partie dont la coloration était plus *blanche*.

Sur les sections de la même moelle, convenablement durcie dans le bichromate de potasse, on constate au même endroit (du côté gauche) une tache jaune assez bien circonscrite qui subit dans les différentes régions de la moelle des modifications de forme, d'étendue, etc., tout à fait analogues à celles que nous avons constatées dans le cas précédent. Nous n'y revenons plus.

Les fig. 5 *a* et 5 *b*, Pl. XIII, représentent les taches en question dans le cordon latéral gauche de la région dorsale supérieure et moyenne. Du côté droit il y a un indice d'une tache très petite. Le long du sillon médian antérieur et de la périphérie ventrale des cordons antérieurs, se trouve une zone dont la coloration est plus claire que celle du reste des cordons. Les taches de la

maîtres de leurs mouvements, qui étaient caressants, et qui, quand on les voyait courir dans la cour ou quand ils s'approchaient ayant été appelés, ou quand ils se disputaient mutuellement un morceau de viande, ne montraient à l'œil aucun symptôme pathologique et avaient toute l'apparence de chiens normaux.

dégénération ascendante dans les cordons postérieurs frappent par la vivacité de la coloration jaunâtre et par la netteté de leurs contours (fig. 5 c, Pl. XIII).

Mais au microscope nous avons observé dans ce cas, en ce qui concerne le groupement des fibres dégénérées dans la partie postérieure du cordon latéral, quelques particularités que nous tenons à accentuer.

Dégénération descendante. Un millimètre et demi au-dessous de la lésion. L'altération est diffusément étendue aux cordons antérieurs, au cordon latéral gauche, y compris le faisceau cérébelleux, et en partie aussi au cordon latéral droit. On voit une quantité d'espaces arrondis, bien limités, dont la lumière variable correspond en général à celle des tubes nerveux, mais qui sont vides au centre et ressemblent à des trous; beaucoup de fibres nerveuses présentent les altérations de la dégénération secondaire. Une certaine quantité de tubes nerveux se distinguent par leur cylindre-axe, à contour irrégulier, anguleux et très fortement rougi par le carmin. Mais ce qui est caractéristique dans la coupe à ce niveau, ce sont : des espaces bien limités presque complètement remplis par un corps massif, volumineux (considérablement plus grand qu'un cylindre-axe) nettement bordé, très fortement rougi par le carmin; des espaces contenant un corps de la même grosseur que le précédent, mais qui est plus faiblement rougi par le carmin, manifestement granulé à toute sa surface de section, à contour moins rigide; enfin des espaces contenant un corps également volumineux, mais d'un aspect plus hyalin, à peine rougi par le carmin, ou même complètement incolore, ayant une teinte très légèrement jaunâtre (baume). Par places ces corps sont assez rapprochés; on en voit, par exemple, quatre, cinq, six, tout près l'un de l'autre,

présentant les différents degrés d'imbibition par le carmin, depuis les corps qui sont très fortement rougis, jusqu'à ceux qui le sont à peine ou pas du tout. La distribution de ces corps n'est nettement localisée à aucun des faisceaux médullaires; au-dessous de la lésion on les trouve dans les faisceaux cérébelleux, dans la région dite pyramidale, dans la partie fondamentale du cordon latéral, dans le cordon antérieur. Notons que pas un seul de ces corps ne se retrouve dans les cordons postérieurs. Immédiatement au-dessus de la cicatrice, ces corps sont disséminés, surtout dans les faisceaux cérébelleux et dans les cordons postérieurs. Pas d'altération notable dans la trame névroglie, ni dans les vaisseaux, ni dans la pie-mère.

Huit à neuf millimètres plus bas, immédiatement au-dessous de l'origine de *la sixième paire cervicale*, en examinant avec un grossissement de 80-100 une section mince, colorée au carmin et montée dans le baume, on constate que parmi les fibres qui se groupent au niveau de la région dégénérée de la partie postérieure du cordon latéral gauche, les plus grosses se trouvent principalement plus à *l'extérieur*; elles forment une espèce de zone à part qui croise obliquement d'arrière en avant et de dedans en dehors la surface de section du cordon latéral, en s'approchant peu à peu de sa périphérie (fig. 6 d. Pl. XIII, z, e, côté gauche). A l'extrémité postéro-interne de la dite zone, les tubes dégénérés sont dispersés dans le voisinage de « l'apex cornu posterioris, » où ils sont entremêlés de fibres, pour la plupart minces et non altérées. Un peu plus en avant (et en dehors) cette zone de dégénération paraît plus compacte. A son extrémité antéro-externe elle se perd d'une manière tout à fait diffuse. Mieux circonscrite en dehors, là où elle touche à la portion du cordon latéral

qui dégénère dans la direction ascendante, elle ne se détache plus si bien de la partie interne du cordon latéral où l'on rencontre aussi de grosses fibres dégénérées, mais en quantité moindre et tout à fait disséminées. Entre les grosses fibres on constate des fibres altérées plus minces qui se groupent principalement plus en dedans dans la région *i*, fig. 6 *d*, Pl. XIII, que nous avons indiqué dans la figure d'une manière schématique ; elle se distingue de la zone extérieure que nous venons de décrire par son aspect plus dense, plus foncé, et par la prédominance des fibres minces.

De nombreuses fibres dégénérées sont encore dispersées sur tout le reste de la surface de section du cordon latéral, ce qui rend plus difficile dans ce cas la délimitation de l'altération dans la partie postérieure de ce cordon.

Si l'on se représente le champ du cordon latéral divisé en trois zones concentriques, ce sera la zone moyenne qui contiendra relativement le plus de fibres altérées. Le cordon antérieur *gauche* n'est pas non plus exempt d'altération secondaire. Les fibres dégénérées sont ramassées en plus grand nombre le long du sillon médian antérieur et de la périphérie ventrale de la moelle. Dans le faisceau cérébelleux *gauche* on ne trouve que quelques fibres dégénérées. La distribution de l'altération dans le cordon antérieur *droit* est à peu près la même que dans celui du côté gauche.

Dans le cordon latéral *droit* le nombre des fibres dégénérées est tout à fait minime ; on en trouve une petite quantité dans le segment postérieur (en faisant abstraction de la dégénération de cause cérébrale) et quelques-unes dans le voisinage de la convexité de la substance grise. La portion cérébelleuse droite ainsi que

les cordons postérieurs sont tout à fait intacts. Chaque fibre nerveuse jusqu'aux plus minces se dessine admirablement avec son cylindre-axe bien coloré par le carmin.

Il pourra paraître étrange que nous décrivions une altération secondaire le long du sillon médian antérieur et à la périphérie ventrale de la moelle, quoique ces régions n'aient pas été atteintes directement pendant l'opération et qu'elles ne présentassent pas de solution de continuité proprement dite. Le fait est que, sur la totalité des coupes qui ont été faites au niveau même de la lésion, on constate dans les cordons antérieurs une quantité de fibres altérées, de lacunes vides et de cylindres axes grossis. Les cordons antérieurs ont donc partiellement souffert, quoiqu'ils soient restés en continuité.

Quant à la dégénération secondaire elle-même, nous avons à remarquer que les altérations de la trame névroglique qui ont été constatées dans le cas précédent, de même que l'altération vasculaire, font ici défaut. Nulle part des cylindres-axes tuméfiés. La pie-mère est tout à fait normale. La distribution de l'altération secondaire reste dans ses traits essentiels à peu près la même jusqu'à la partie supérieure de la région dorsale.

La fig. 6 e, Pl. XIII, représente la topographie de l'altération secondaire sur une coupe, entre la 3^{me} et la 4^{me} paire dorsale. La zone externe (z. e.) est un peu moins compacte. Il y a encore des fibres dégénérées dans le reste du cordon latéral et antérieur.

6-7^{me} dorsale. — La dégénération est devenue encore plus diffuse, il n'est guère possible de distinguer séparément la zone extérieure; mais toujours est-il que la plupart des grosses fibres se groupent plus extérieurement. Il y a toujours encore des fibres dégénérées le

long du sillon médian antérieur et le long de la périphérie ventrale des cordons antérieurs. Au contraire celles qui se groupaient dans les couches plus profondes (intérieures) du cordon antéro-latéral ont presque complètement disparu.

A la partie *inférieure de la région dorsale* les fibres altérées s'approchent plus près de la périphérie postéro-interne du cordon latéral. — Le long du sillon médian antérieur et de la périphérie ventrale de la moelle, on en trouve encore une certaine quantité, mais leur nombre a considérablement diminué. Ces fibres s'épuisent presque complètement au niveau du renflement lombaire.

Renflement lombaire. — Un petit nombre de fibres dégénérées est disséminé comme dans le cas précédent le long d'une partie de la périphérie postéro-externe du cordon latéral en s'étendant encore un peu dans la profondeur du cordon. La partie de ce cordon contiguë au sillon collatéral postérieur est intacte.

DÉGÉNÉRATION ASCENDANTE

a) *Dans les cordons postérieurs.* — Peu de millimètres au-dessus de la lésion, les cordons postérieurs sont altérés dans leur totalité. Une vertèbre plus haut les parties externes des zones radiculaires postérieures sont exemptes d'altération secondaire. Entre la 3^{me} et la 4^{me} paire cervicale (Pl. XIII, fig. 6 c) les régions externes des cordons postérieurs se dégagent dans une étendue encore plus grande. Les contours de la région altérée rappellent un peu ceux d'un goulot de bouteille. (Flaschenform.) Des tubes nerveux normaux apparaissent encore le long de la commissure postérieure et le long du bord interne du cou de la corne

postérieure. La fig. 6 *b*, Pl. XIII représente la topographie de la dégénération entre la 1^{re} et la 2^{me} paire cervicale. Au niveau même de la première paire cervicale, là où on voit déjà apparaître les noyaux des cordons grêles, l'altération ne se limite pas seulement à ces cordons, mais occupe encore une partie considérable des cordons de Burdach, comme on le voit dans la fig. 6 *a*, Pl. XIII. La région altérée n'est séparée de la commissure postérieure et du bord interne du cou de la corne postérieure que par une mince strie normale.

b) *Dans le cordon latéral gauche.* — Entre la 3^{me} et la 4^{me} paire cervicale, à la moitié dorsale de sa circonférence, les fibres dégénérées forment une zone *compacte*, cependant elle est encore traversée par quelques fibres normales et n'est pas nettement tranchée vers l'intérieur; dirigée par son extrémité plus large vers le sillon collatéral postérieur, elle se rétrécit dans le voisinage du ligament dentelé où elle devient brusquement beaucoup plus diffuse et s'étend sur la partie plus profonde du cordon latéral (fig. 6 *c*, Pl. XIII).

Encore plus ventralement les fibres dégénérées qui continuent à se grouper à la périphérie du cordon latéral, deviennent de plus en plus rares et disparaissent complètement dans le voisinage des racines antérieures. Du côté *droit* on ne voit qu'un petit nombre de fibres dégénérées qui se groupent près du sillon collatéral postérieur.

Au niveau de la 2^{me} paire cervicale et plus haut, à mesure que la tête de la corne postérieure s'approche de la périphérie de la moelle, les fibres dégénérées abandonnent le bord postéro-interne du cordon latéral, de sorte que sur les sections faites entre la 1^{re} et la 2^{me} paire cervicale la zone altérée est rétrécie à son extrémité dorsale et s'arrête déjà à l'angle postérieur du cor-

don latéral (fig. 6 b, Pl. XIII). Encore plus haut dans le voisinage de la 1^{re} paire cervicale là où la tête volumineuse de la corne postérieure s'approche tout près de la périphérie de la moelle, la portion compacte de la dégénération ascendante occupe une position plus *latérale* (fig. 6 a, Pl. XIII). Dorsalement elle s'arrête à une petite distance en avant et en dehors de la tête de la corne postérieure. Ventralement l'altération ne s'étend plus si loin qu'au niveau de la 4^{me} paire cervicale.

CHIEN III. — Dans un troisième cas le prof. SCHIFF a eu l'intention de sectionner chez un petit chien le cordon latéral à la hauteur de la 1^{re} paire cervicale. Il a pénétré dans le canal rachidien par l'espace triangulaire compris entre l'écaille de l'os occipital et l'arc postérieur de l'atlas. La plaie cutanée était complètement cicatrisée le 12^{me} jour après l'opération. Quoique le chien n'ait survécu que 21 jours, l'altération secondaire est néanmoins bien prononcée dans la région cervicale. Des tubes nerveux manifestement altérés se reconnaissent aussi dans la partie dorso-lombaire de la moelle et même au niveau du renflement lombaire. Vu l'intérêt et la rareté qu'il présente, nous rapporterons ce cas.

Examen de la moelle à l'état frais. — A 4 1/2 mm. au-dessous du bec de Calamus un tissu dense, fibreux, adhère à la face postérieure (dorsale) de la moelle. La dure-mère et l'arachnoïde adhèrent au pourtour de ce tissu. Après avoir fendu la dure-mère, on constate qu'il adhère à la face dorsale de la moelle sur une étendue de 4 mm. A droite l'adhérence dépasse à peine le sillon collatéral postérieur ; à gauche elle s'étend un peu au delà de ce sillon en empiétant sur le cordon latéral gauche, qui est manifestement aplati à sa surface. Au niveau de l'origine de la première paire cervicale, la surface de ce cordon est étranglée par une bride mince, mais résistante ; cette bride part du tissu cicatriciel postérieur et aboutit en suivant

une direction oblique ascendante sur la face antérieure (ventrale) de la moelle à un point, qui est à quelque distance au-dessous des radicules de l'hypoglosse gauche et et au niveau duquel les méninges sont de nouveau adhérentes entre elles. Dans le voisinage immédiat de la cicatrice la pie-mère présente une pigmentation jaunâtre. Un peu plus bas et tout le long de la moelle épinière, les méninges ne présentent pas d'altération appréciable à l'œil nu. La moelle est de bonne consistance. Dans le segment postérieur du cordon latéral de chaque côté on reconnaît à l'œil nu, sur une surface de section transversale, une tache *blanche-laitieuse*; celle du côté gauche est plus grande et se laisse suivre au-dessous de la lésion dans une étendue beaucoup plus considérable que celle du côté droit. — La moelle épinière est durcie dans un mélange de bichromate de potasse et de chlorure de zinc. — Une série suivie de sections a été préparée du fragment contenant la plaie. Les préparations sont montées en partie dans le baume du Canada, en partie dans la glycérine.

Examen microscopique de la moelle durcie. — A l'examen microscopique de ces préparations, on constate les lésions suivantes : A 2 1/2-3 mm. au-dessous de l'angle inférieur du quatrième ventricule, la coupe de la moelle est asymétrique, aplatie à sa face dorso-latérale *gauche*. A la face ventrale de la moelle la pie-mère est très fortement épaissie dans toute la région qui correspond au segment interne du cordon antérieur droit, et au cordon antéro-latéral gauche jusqu'au niveau de la racine ascendante du spinal. Elle se présente sur la coupe sous la forme d'un bourgeon à peu près triangulaire, dont la base correspond à la partie de la périphérie médullaire que nous venons de préciser et dont le sommet conique se prolonge dans l'intérieur de la moelle. Le tissu de ce bourgeon diffère notablement de celui de la pie-mère normale; il est plus dense, présente une striation fibrillaire manifeste; on y trouve beaucoup de cellules fortement aplaties, fusiformes et des cellules rondes. Toute cette région est infiltrée de sang épanché. On constate de grandes agglomérations de globules rouges modifiés et tassés, des granulations pigmentaires, quelques petits cristaux d'hématoïdine; on voit encore une quantité de cellules arrondies, de grandeur variable, les unes diffusément colorées en jaune, les autres contenant des granulations pigmentaires dans leur intérieur; beaucoup de cellules fusiformes possèdent aussi une teinte jaune doré.

La région interne du cordon antérieur droit (remarquons qu'à cette hauteur la région interne des cordons antérieurs commence déjà à être occupée par l'entrecroisement des pyramides), la totalité du cordon antérieur et le segment an-

térieur du cordon latéral gauches jusqu'au niveau de la racine ascendante du spinal, de même qu'une grande partie de la corne grise antérieure gauche, la partie médiane de la substance grise située en avant du canal central — toutes ces parties sont complètement désorganisées. A la place du tissu nerveux se trouvent de grandes lacunes irrégulières, anfractueuses qui sont remplies par une quantité énorme de cellules arrondies, volumineuses, riches en granulations réfringentes et de gouttelettes brillantes plus grandes (glycérine). Examinées à un faible grossissement dans la glycérine, ces amas de cellules apparaissent comme des îlots foncés. Leurs contours sont délicats, le protoplasma est finement granulé et très faiblement rougi par le carmin. Dans d'autres cellules, c'est seulement une portion du protoplasma qui s'est légèrement coloré, dans beaucoup on ne reconnaît pas de noyau. Dans le baume, ces cellules s'éclaircissent beaucoup et deviennent très transparentes. Ces cellules sont tellement pressées l'une contre l'autre que leurs contours sont par places polygonaux ; là où elles sont tombées, la lacune est vide. Dans les trabécules qui limitent ces espaces rampent des vaisseaux. Sont conservés du *côté gauche* : le segment postérieur du cordon latéral dans lequel on trouve des cylindres-axes fortement grossis et quelques lacunes qui semblent vides ; le processus réticulaire, la corne postérieure avec sa tête volumineuse, les noyaux des colonnes de Burdach et de Goll, le cordon postérieur. Du *côté droit* : toute la substance blanche excepté la région interne du cordon antérieur ; toute la substance grise excepté la partie médiane, située en avant du canal central ; en arrière de ce canal on voit un trou qui paraît être artificiel.

Sur les sections qui suivent on voit que le bourgeon partant de la pie-mère avance de plus en plus vers la circonférence dorsale de la moelle ; la désorganisation s'étend à la portion médiane de la substance grise située en arrière du canal central et on voit apparaître à la périphérie de la moelle un tissu dense, cicatriciel.

Encore quelques sections plus bas, la désorganisation s'est étendue aux noyaux gris des colonnes de Burdach et à ceux de Goll et en outre à toute la partie médiane des cordons postérieurs ; toute cette région est occupée par un tissu fibrillaire dans lequel rampent des capillaires, et qui est infiltrée d'une grande quantité de cellules rondes, dont quelques-unes contiennent du pigment sanguin. A la circonférence dorsale ce tissu devient plus dense, présente une striation fibrillaire ondulée et contient des cellules fusiformes.

Le nombre des cellules rondes diminue beaucoup. La moelle épinière se trouve de cette manière complètement

dissociée en deux moitiés inégales : toute la moitié *gauche* est réduite à une partie du segment postérieur du cordon latéral et à la tête de la corne postérieure qui est complètement séparée de la substance grise de la moitié droite de la moelle. Du cordon postérieur gauche il n'est resté qu'une portion contiguë à la substance gélatineuse de Rolando.

La moitié droite de la moelle est beaucoup moins compromise. Le cordon latéral est conservé dans sa totalité ; du cordon antérieur il est resté la région contiguë aux racines antérieures ; du cordon postérieur — celle qui est contiguë à la substance gélatineuse de Rolando. La plus grande partie de la substance grise est conservée. Manquent : Le bord interne de la corne antérieure, toute la région médiane de chaque côté du canal central, les noyaux des colonnes de Goll et des colonnes de Burdach. A ce niveau la désorganisation de la moitié ventrale de la moelle atteint son maximum.

Sur les coupes qui suivent elle reprend peu à peu la configuration normale. La pie-mère est moins épaisse et on commence à reconnaître la portion ventrale du sillon médian antérieur et la cloison que la pie-mère y envoie. Le cordon antérieur droit se complète de plus en plus. On voit apparaître la portion ventrale du cordon antérieur gauche qui est fortement aplati d'avant en arrière.

Les lésions à la moitié postérieure de la moelle sont au contraire plus étendues. Les cordons postérieurs sont presque remplacés en totalité par un tissu fibreux ondulé contenant des cellules fusiformes et des vaisseaux ; les cellules rondes sont en plus petite quantité que dans les coupes précédentes ; beaucoup de ces éléments cellulaires sont imprégnés de pigment sanguin. La corne postérieure gauche est encore plus fortement compromise que précédemment ; il n'en est resté qu'un segment biconvexe correspondant à l'extrémité la plus externe de la corne grise.

A quelques sections plus bas, toute la moitié ventrale a repris la configuration extérieure normale : on reconnaît la portion médiane de la substance grise avec le canal central et la corne antérieure. Dans la substance grise du côté droit, on voit quelques petits foyers hémorragiques qui siègent au niveau de la réunion de la portion cervicale de la corne postérieure avec le reste de la substance grise. Un de ces foyers s'étend jusque dans le voisinage du bord externe de la corne grise latérale. Il faut prendre en considération qu'à cette hauteur (domaine de la première paire cervicale) la région désorganisée par les épanchements sanguins que nous venons de signaler est traversée par une quantité d'ilots de substance blanche.

Encore plus bas, c'est aussi le segment postérieur du

cordon latéral gauche, la corne postérieure, les cordons postérieurs qui se complètent et toute la périphérie dorsale reprend la configuration extérieure normale. Nous ne voulons pas suivre la marche de ces modifications d'une coupe à l'autre.

En résumé, les lésions successives qui ont été constatées équivalent à une destruction *totale* de toute la moitié *gauche* de la moelle et à une destruction partielle de la moitié *droite* comprenant : la région interne du cordon antérieur, le bord interne de la corne grise antérieure, la substance grise médiane, la partie la plus interne du processus réticulaire, les noyaux des colonnes de Burdach et de Goll et la substance blanche des cordons postérieurs excepté la région contiguë à la tête des cornes postérieures ¹.

¹ D'après l'exposé des différentes altérations constatées dans le fragment qui contenait la cicatrice, il est facile de concevoir qu'il m'est impossible de reconstituer l'état de la plaie au moment même de l'opération ; je ne saurais pas indiquer avec précision le trajet que l'instrument a parcouru dans l'intérieur de la moelle, ni distinguer les parties qui ont été directement coupées par l'instrument de celles dont la destruction doit être attribuée aux suites du traumatisme primitif (hémorragie, inflammation). D'ailleurs, pour le but que nous nous proposons, cela ne présente aucun inconvénient sérieux. Rappelons que SCHIFF a déjà énoncé dans son livre de 1858 que l'effet d'une lésion de la moelle s'étend toujours au delà de la région directement intéressée par l'instrument, et que le fonctionnement régulier des parties qui se trouvent dans le voisinage immédiat de la section souffre toujours plus ou moins temporairement, malgré que les parties en question ne présentent pas de véritable solution de continuité. Il dit : « Im Allgemeinen ist freilich fest zu halten, dass sich die Wirkung eines jeden Schnittes in den Centraltheilen stets etwas und manchmal bedeutend über die Gränzen der sichtbaren Verletzung hinaus auf die scheinbar unverletzten Nachbartheile erstreckt und dass diese so störende Nebenwirkung der Operation im Anfange unmittelbar nach dem Eingriffe viel bedeutender ist und sich allmählich, oft sehr langsam, wieder etwas verliert. » SCHIFF, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1858-1859, p. 230-231. Il s'ensuit que si, après avoir coupé une partie quelconque de la moelle, on constate que telle ou telle autre fonction fait défaut, on n'est pas encore autorisé d'en conclure que cette fonction est liée à la partie réellement sectionnée. Le prof. SCHIFF ne se demande jamais quelles sont les fonctions qui *manquent* après telle ou telle opération, mais quelles sont les fonctions qui sont encore *conservées*. « Ich fragte bei

Immédiatement au-dessous de la cicatrice, on constate dans la substance blanche qui a été intéressée, les altérations suivantes : Une quantité de fibres nerveuses dans le cordon antéro-latéral gauche et dans le cordon antérieur droit présentent des altérations qui, à la rigueur ne diffèrent pas de celles de la dégénération secondaire ; mais il y a aussi des images, qui ne se retrouvent plus à quelques millimètres plus bas. Ce sont : 1° Des espaces presque complètement remplis par un corps massif, arrondi ou ovalaire, dépassant souvent considérablement le diamètre d'un gros cylindre-axe et qui est nettement bordé et fortement rougi par le carmin ; sur quelques-uns de ces corps coupés obliquement, on reconnaît qu'ils se continuent avec un filament mince, rougi par le carmin. Dans les préparations non colorées montées dans la glycérine, ces corps ont une teinte jaune verdâtre et un éclat brillant ; 2° Des espaces contenant un corps volumineux, arrondi, faiblement rougi par le carmin et manifestement granuleux sur toute sa surface de section ; 3° Des espaces contenant un corps souvent encore plus grand, coloré en rose très pâle ; ils se distinguent des précédents par leur aspect plus homogène, plus hyalin ; leur surface de section n'est pas uniformément colorée ; leurs contours sont quelquefois irréguliers, échancrés ; 4° Des espaces contenant une ou deux cellules lymphoïdes ordinaires ou une cellule plus grande, granuleuse, remplie de granulations réfringentes, qui deviennent brillantes quand on en éloigne le foyer ; 5° enfin des lacunes contenant des boules de myéline (glycérine) et des lacunes qui semblent tout à fait vides.

Passons maintenant à la :

DÉGÉNÉRATION SECONDAIRE.

A *l'œil nu* les taches de la dégénération secondaire sont déjà *indiquées* ; seulement la coloration jaunâtre est beaucoup moins vive que chez les chiens précédents ; chose intéressante, la tache quoique faiblement

meinen Untersuchungen nie, welche Functionen *fehlen* nach dieser oder jener Verletzung? sondern: welche Functionen sind noch deutlich *erhalten*? und die erhaltenen Thätigkeiten müssen nothwendig in der Leitungsfähigkeit der noch unverletzt übrig gelassenen Theile begründet sein » l. c. p. 231.

indiquée, comme nous venons de le dire, peut néanmoins être suivie du côté gauche jusque dans la région lombaire, malgré le fait que la dégénération ne date que depuis 21 jours. Dans la moitié gauche de la moelle la tache possède la même grandeur relative, la même position et la même forme que celles que nous avons décrites et figurées dans les deux cas précédents. Du côté droit la tache est considérablement plus petite et ne peut plus être suivie au delà de la région cervicale.

Examen microscopique. — A 8 ou 9 millimètres au-dessous de la lésion, dans le voisinage de la seconde paire cervicale, on constate dans la moitié postérieure du cordon latéral gauche deux régions dégénérées ; l'une externe, en forme de zone (fig. 7 a, z, e, Pl. XIII), se distingue par la grosseur des fibres dégénérées qui la composent ainsi que par son aspect beaucoup plus clair et transparent ; — l'autre, interne, de forme plus ou moins triangulaire, paraît plus dense et est plus riche en fibres minces. En arrivant en arrière, tout près de la ligne qui réunit l'angle dorsal du cordon latéral au sommet de la corne postérieure, la zone externe se dirige obliquement en avant et en dehors en s'approchant de la périphérie du cordon et s'épuise, en devenant très diffuse, au niveau d'une ligne transversale qui passerait par le canal central de la moelle. Composée de fibres d'épaisseur différente, elle est riche en fibres plus grosses dont le diamètre égale à peu près celui des fibres de la portion périphérique du cordon latéral laquelle dégénère dans la direction ascendante.

Cette zone de dégénération est séparée de la périphérie postéro-externe du cordon latéral par une portion restée intacte ; cette portion correspond précisément à ce trajet du cordon latéral qui dégénère dans la direction ascendante, on la reconnaît aisément en comparant

la fig. 7 *a*, Pl. XIII qui représente la dégénération descendante avec la fig. 6 *b*, Pl. XIII où se trouve représentée la dégénération ascendante au même niveau (préparation prise de la moelle du chien II, chez lequel le cordon latéral a été sectionné entre la 5^{me} et 6^{me} paire cervicale). Intacte dans un cas, dégénérée de l'autre, la partie périphérique du cordon possède les mêmes proportions et la même disposition générale (abstraction faite de petites variations individuelles) ; elle se rétrécit et s'arrête à l'angle postérieur du cordon latéral, atteint un maximum de largeur un peu plus en avant pour se rétrécir de nouveau plus loin.

Dans la partie *interne* du champ dégénéré, (fig. 7 *a*, *i*, Pl. XIII) qui occupe la région du processus réticulaire, les grosses fibres se trouvent en quantité beaucoup plus petite, les fibres minces prédominent et l'altération secondaire est plus difficile à reconnaître. Les fibres altérées se groupent dans un champ contigu *en dedans* à l'échancrure comprise entre la corne postérieure et la convexité latérale de la substance grise, et *en arrière* à la tête de la corne postérieure et à une espèce de petite corne accessoire assez bien accentuée à ce niveau un peu au-devant de la corne postérieure. Nous avons indiqué schématiquement dans la figure la limite antérieure de cette partie. Des fibres altérées se reconnaissent encore parmi les faisceaux nerveux coupés transversalement qui traversent la substance grise au niveau de la réunion de la corne postérieure avec la masse latérale de la substance grise.

Outre cette dégénération plus compacte que nous venons de décrire, des fibres dégénérées sont disséminées dans le reste de la surface de section du cordon latéral. Remarquons que dans la région *a*) de la fig. 7 *a*, Pl. XIII on ne rencontre presque pas de fibres dégé-

nées ; si l'on consulte la fig. 6 b, Pl. XIII représentant la dégénération ascendante, on reconnaît qu'à ce niveau la dégénération ascendante, quoique devenue plus diffuse, s'étend sur une partie profonde du cordon latéral.

Dans le tiers antérieur du cordon latéral, on remarque une zone dégénérée assez compacte (fig. 7 a, Pl. XIII). Éloignée d'abord un peu de la périphérie antéro-externe du cordon, elle s'en rapproche au niveau de l'émergence des racines antérieures, longe toute la périphérie antéro-interne du cordon antérieur, en se transformant en arrière en une dégénération tout à fait diffuse, qui occupe tout le reste de ce cordon.

Du côté *droit*, les fibres altérées sont dispersées : a) dans le cordon antérieur où elles forment un groupe plus compact à sa partie interne longeant le sillon médian antérieur ; la dégénération s'étend beaucoup moins en dehors sur la périphérie de ce cordon, ce qui concorde pleinement avec l'étendue de la lésion, qui, comme nous l'avons vu, n'intéressa que la région interne du cordon antérieur droit. b) Dans la partie postérieure du cordon latéral. Ici l'altération secondaire se limite essentiellement à la région du processus réticulaire ; dans la partie qui correspond à gauche et à la zone externe du champ dégénéré, on ne distingue, à droite, que quelques rares fibres altérées. Disons tout de suite, pour ne plus y revenir, que la même chose se constate sur les sections faites au-dessous de la 2^{me} paire cervicale, au niveau de la 3^{me} paire et plus bas. La différence de la distribution de l'altération secondaire dans le segment postérieur du cordon latéral du côté droit et du côté gauche s'explique très simplement. Rappelons-nous que du côté *gauche* la totalité du cordon latéral a été détruite ; du côté *droit*, de petits foyers hémorragiques ont désorganisé la région com-

prise entre le cou du cordon postérieur et la corne grise latérale ; en dehors de cette région la substance blanche du cordon latéral n'était nullement intéressée. La destruction de la région signalée en elle-même peut parfaitement suffire pour provoquer la dégénération descendante dans le cordon latéral, puisqu'au niveau de la première paire cervicale, comme c'est connu et comme nous le verrons plus tard en décrivant la dégénération secondaire d'origine corticale, les fibres de la région dite pyramidale occupent, en partie du moins, la région qui a été détruite. Aussi faut-il tenir compte de la destruction des régions internes des cordons antérieurs qui, à la hauteur où siègera la lésion, sont déjà occupées par les fibres des faisceaux pyramidaux en voie d'entrecroisement. Mais ce qui n'est pas sans intérêt, c'est que les fibres de la zone externe qui ont dégénéré à gauche, *n'ont pas dégénéré à droite*. Dans le faisceau cérébelleux gauche on ne reconnaît que quelques fibres altérées.

A partir de la seconde paire cervicale à peu près, les tubes altérés s'éloignent du cou de la corne postérieure d'un côté et de l'angle postérieur du cordon latéral de l'autre. Ces changements s'expriment encore davantage entre la 3^{me} et la 4^{me} paire cervicale. On s'en rend compte en consultant la fig. 7 b de la Pl. XIII qui représente l'altération secondaire sur une section faite à quelques millimètres au-dessous de l'origine apparente de la troisième paire cervicale. A ce niveau, le sommet de la corne postérieure est beaucoup plus éloigné de la périphérie de la moelle qui ne l'est entre la 1^{re} et la 2^{me} paire cervicale, cette espèce de petite corne accessoire que nous venons de signaler ne se montre pas sur les coupes. Les fibres qui se groupent, au niveau du processus réticulaire, dans les mailles les plus rapprochées de l'échancrure latérale de la

substance grise, ne montrent aucune altération. La portion non dégénérée à la périphérie postéro-externe du cordon latéral est devenue beaucoup plus large à son extrémité postérieure. Ceci coïncide parfaitement avec ce que nous montre la dégénération ascendante. En effet, les fibres qui dégèrent dans la direction ascendante occupent à ce niveau non seulement l'angle postérieur du cordon latéral, mais se groupent encore à sa limite postéro-interne sans atteindre cependant le sommet de la corne postérieure (fig. 6 c, Pl. XIII).

Le nombre des fibres dégénérées dans la portion fondamentale du cordon antéro-latéral a diminué ; la zone d'altération plus compacte le long du sillon médian antérieur et le long de la périphérie ventrale est très bien accusée.

Nous ne suivons pas la distribution de l'altération à travers tout le reste de la moelle épinière. Nous y avons déjà assez insisté à propos des observations précédentes. Mais il est à remarquer que l'altération secondaire est déjà indiquée dans tout le reste de la moelle épinière, — quoique le chien n'ait vécu que 24 jours.

Dans la partie postérieure du cordon latéral gauche, on reconnaît l'altération encore au niveau du renflement lombaire ; sa distribution est tout à fait analogue à celle que nous avons décrite dans les cas précédents. Le nombre de fibres altérées semble cependant dans ce dernier cas plus petit.

La plupart des fibres dégénérées qu'on retrouve au niveau du renflement lombaire sont de calibre plutôt gros ou moyen ; elles doivent donc être considérées comme appartenant à la zone externe.

Les fibres dégénérées de la portion fondamentale du cordon antéro-latéral deviennent très rares déjà entre la 5^e et la 6^e paire cervicale ; quelques-unes se perdent dans la région dorsale.

L'altération le long du sillon médian antérieur et le long de la périphérie ventrale de la moelle se laisse encore reconnaître au niveau du renflement lombaire, mais elle n'y est représentée que par un nombre de fibres très réduit¹.

Du côté droit, l'altération dans la partie postérieure du cordon latéral ne peut plus être suivie au delà de la région dorsale.

Chez le IV^{me} chien la lésion de la moelle siège entre la 4^{me} et la 5^{me} paire cervicale ; elle est beaucoup moins étendue que dans les cas précédents. Le prof. SCHIFF a sectionné seulement le segment postérieur du cordon latéral droit. La partie externe de la corne postérieure et la convexité latérale de la substance grise sont aussi intéressées. Le chien, très bien portant, a été tué 6 semaines après l'opération par l'inhalation du chloroforme. C'est le même cas que nous avons décrit dans une notice

¹ HERTZ (30) a décrit chez l'homme la dégénération secondaire bilatérale du faisceau pyramidal consécutivement à un foyer de ramollissement dans le bulbe, dû à l'hypertrophie et à la position anormale de l'apophyse odontoïde de l'axis. Le foyer en question, du volume d'un grain de mil, occupait la face antérieure du bulbe au niveau de la région inférieure de l'entrecroisement des pyramides. Il était situé des deux côtés de la ligne médiane en empiétant plus fortement sur la moitié gauche de la moelle que sur la droite. A quelques millimètres au-dessous du foyer, l'altération secondaire formait dans le voisinage immédiat du sillon médian antérieur deux bandelettes étroites qui s'entrecroisaient sur la ligne médiane et dont chacune proéminait par une extrémité élargie dans la substance grise du côté opposé. Les îlots de dégénération secondaire abandonnaient bientôt la région du sillon antérieur et passaient totalement dans les cordons latéraux après avoir traversé la substance grise. L'îlot altéré à droite était plus petit qu'à gauche. La dégénération s'approchait toujours de la périphérie postéro-externe de la moelle et arrivait enfin en contact avec la pie-mère. HERTZ ne mentionne pas de dégénération secondaire dans les cordons antérieurs de la moelle épinière.

précédente. (*Arch. de Pflüger*, 1883, p. 350, fig. 3^a, 3^f, Pl. IV). La distribution de l'altération secondaire dans le cordon latéral, comme je l'ai figurée alors concorde essentiellement avec ce que nous avons décrit maintenant dans des cas nouveaux (comp. surtout la 4^{re} observation). L'altération disséminée que nous venons de signaler dans l'observation précédente, dans la portion fondamentale du cordon latéral et dans le cordon antérieur, n'existe pas dans ce dernier cas ; c'est que la lésion médullaire est ici beaucoup plus limitée. A la hauteur même de la lésion, les cordons antérieurs, ainsi que la région du cordon latéral droit dans le voisinage des racines antérieures, ne présentent pas d'altération.

La seule rectification que j'aie à faire maintenant concerne les figures 3^d et 3^e de ma publication précédente. Le pointillé qui indique le siège de la dégénération est trop serré, ce qui peut faire croire que la dégénération dans la partie inférieure de la région dorsale présente le même degré d'intensité que dans la partie supérieure de la même région ou même dans la région cervicale, ce qui en réalité n'existe pas. Les figures que j'ai faites alors ont été dessinées d'après un grossissement très faible et n'étaient destinées qu'à indiquer le siège de la dégénération.

Nous nous arrêterons encore sur ce que nous avons observé dans le voisinage immédiat de la plaie.

Immédiatement au-dessus de la cicatrice, on voit à l'œil nu un trou qui occupe en partie la région externe de la substance grise, en partie, la région interne contiguë du cordon latéral. A l'œil nu le trou semble être mieux limité en dedans qu'en dehors : il est bordé d'une auréole jaunâtre. La fig. 8, Pl. XIII, représente le siège du dit trou à 4 mm. au-dessus de la cicatrice ; un peu plus haut, le trou se rétrécit rapidement et finit par disparaître complètement à 4 $\frac{1}{2}$ mm. plus haut.

A l'examen microscopique, on constate dans le segment postérieur du cordon latéral à 2 ou 3 mm. au-dessous de la cicatrice, une grande quantité de fibres dégénérées qui ne se distinguent pas de celles qu'on reconnaît dans la partie secondairement dégénérée, tout le long de la moelle épinière. Mais il y a aussi une certaine quantité d'autres fibres dont les cylindres-axes présentent une altération qui ne se retrouve plus à quelques millimètres de distance au-dessous de la cicatrice. Nous avons étudié l'aspect de ces cylindres-axes sur les coupes transversales et sur les coupes longitudinales. Sur la coupe transversale et dans des préparations non colorées, montées dans la glycérine, ils apparaissent comme des corps bien bordés, d'apparence vitreuse, d'une teinte jaunâtre ou jaune verdâtre à reflet luisant; leur calibre varie, mais dans la plupart des cas, il dépasse de plusieurs fois celui des cylindres les plus gros. Dans les préparations colorées au carmin et montées dans le baume, ils se présentent comme des corps massifs, d'un rouge intense, à contours rigides, quelquefois un peu irréguliers. Sur les coupes un peu obliques, on réussit à voir que chacun de ces corps massifs se continue avec un filament beaucoup plus mince, rougi par le carmin. Sur les coupes longitudinales, on voit avec évidence qu'il s'agit des cylindres-axes altérés et très fortement *renflés*; la forme de ces renflements sur le trajet des cylindres-axes est variable: elle est globuleuse, en forme de poire ou en forme de fuseau. Quelques-uns de ces renflements sont si heureusement coupés, qu'on voit à chaque extrémité leur continuation avec le reste du cylindre-axe; dans d'autres, c'est seulement une extrémité qui est restée en connexion avec le cylindre-axe, qu'on suit encore sur un trajet assez long; à l'extrémité opposée du renflement, on voit un court tronçon qui n'est pas nettement taillé à son extrémité, mais qui présente une surface irrégulière. Des images analogues ont été décrites par HOMÉN (17).

La distribution de ces productions anormales dans le segment postérieur du cordon latéral au-dessous de la lésion, n'est pas bien localisée; leur plus grand nombre tombe à peu près dans la région qui se trouve à la limite entre le faisceau cérébelleux et pyramidal, mais on les constate aussi dans la région pyramidale, de même que dans la région du faisceau cérébelleux; quelques millimètres plus bas, on n'en retrouve plus de traces.

Au-dessus de la lésion, les sections ont été faites à 4 et à 3 mm. de distance; on retrouve également ces cylindres-axes altérés. Dans le segment postérieur du cordon latéral, ils sont disséminés un peu partout, mais on les constate en quantité plus grande dans la portion la plus périphérique.

A quelques millimètres plus haut, ces productions anormales disparaissent complètement.

Nous n'insisterons pas sur le V^{me} cas de lésion partielle de la moelle cervicale, dans lequel la distribution de l'altération secondaire ne présente rien de particulier à noter.

Résumons maintenant tout ce que nous avons observé et comparons nos résultats avec ceux de nos prédécesseurs.

a. *Altérations dans le voisinage immédiat de la plaie médullaire.* — SCHIEFFERDECKER (8) a décrit à côté de la dégénération secondaire proprement dite (dans le sens de TÜRCK) une autre dégénération qu'il a appelée « traumatique ¹. » La description qu'il donne se résume ainsi : Elle ne manque jamais après la section de la moelle et se propage indifféremment dans les deux directions au delà de la plaie à une distance de 4 à 6 mill. La distribution de cette dégénération est la même au-dessus et au-dessous de la section. Elle se caractérise par la présence dans la substance blanche et parfois même dans la grise d'une quantité de trous irréguliers de calibre variable dans lesquels viennent se loger des blocs (*Schollen*) luisants, vitreux, qui ne se colorent jamais avec l'aniline ; on n'y reconnaît pas trace de cylindre-axe. Dans le voisinage de la plaie médullaire, la substance blanche de même que la substance grise sont imprégnées, les premiers jours après l'opération, de globules rouges du sang ². Cette infiltration s'étend

¹ SCHIFF distingue déjà dans son livre de 1858 à côté de la dégénération paralytique se propageant dans tout le segment périphérique du nerf coupé, encore une autre altération « inflammatoire » qui ne se propage qu'à une très petite distance au delà de la section. L. c. p. 117.

² SCHIFF m'a communiqué que le premier temps après l'opération on trouve dans le voisinage de la plaie médullaire une forte dilatation vasculaire, du sang qui paraît ou être extravasé ou qui se trouve dans des dilatations vasculaires ampulliformes. Plus tard

des deux côtés de la plaie à une distance égale à celle occupée par la dégénération traumatique. SCHIEFFER-DECKER mentionne encore la formation de cavités dans la moelle (*Höhlenbildung*), mais ne les décrit pas. SINGER (12) a étendu le domaine de la dégénération traumatique jusqu'à 4-4 1/2 cm. des deux côtés de la plaie. Il décrit dans la substance blanche une quantité de lacunes remplies par des masses vitreuses souvent très volumineuses.

Ce que nous avons observé dans nos cas s'accorde en partie avec cette description ; nous aussi, nous avons constaté dans la proximité des plaies certaines altérations particulières qui disparaissaient à 3-8 mill. au delà de la plaie. La distribution de ces altérations n'était pas bien localisée, ni au-dessus, ni au-dessous de la lésion. Mais l'étendue de ces altérations, et les caractères microscopiques qui leur sont propres n'étaient pas aussi uniformes que l'ont décrit SCHIEFFERDECKER et SINGER. Ainsi, dans notre seconde observation, il n'y avait plus de dégénération traumatique dans les cordons postérieurs déjà à 4 1/2 mill. au-dessous de la cicatrice. Dans notre première observation, au contraire, nous avons constaté dans les cordons postérieurs un foyer d'altération qui se propageait au moins à 45 mill. au-dessous de la cicatrice¹ ; ce foyer était en outre limité

on constate encore des cristaux du pigment sanguin. Ces altérations transversales se trouvent surtout dans la substance grise, mais aussi dans la substance blanche, et elles occupent plus d'étendue dans la région cervicale que dans les régions dorsale ou lombaire.

¹ Des foyers d'altérations circonscrites sans distribution systématisée ont été signalés chez l'homme par WESTPHAL (26) (voir notre remarque à la page 394). Ces foyers étaient surtout nombreux au niveau de la région comprimée, mais ils existaient encore au delà de cette région. Dans un cas de compression de la moelle

seulement à une partie de ces cordons et présentait des altérations microscopiques qui différaient complètement de la dégénération « traumatique » telle qu'elle a été décrite par SCHIEFFERDECKER et SINGER. En faisant même abstraction de ce cas particulier, nous avons constaté dans la proximité des plaies des altérations beaucoup plus variées que celles qui sont indiquées par SCHIEFFERDECKER. Nous y avons insisté avec détails à chaque observation en particulier, nous n'y revenons plus.

b. *Dégénération secondaire.* — Sur les moelles fraîches la partie secondairement dégénérée dans le segment postérieur du cordon latéral avait dans tous les

cervicale à la suite de fracture de la colonne vertébrale au niveau de la sixième vertèbre cervicale, KAHLER et PICK (41) ont signalé à 2 $\frac{3}{4}$ cm. au-dessous de la région comprimée un foyer circonscrit ayant pour siège la moitié postérieure du tiers antérieur des cordons postérieurs et disparaissant à 4 $\frac{1}{2}$ cm. au-dessous de la lésion. Ils considèrent les foyers arrondis, ovalaires, etc., décrits par WESTPHAL de même que celui qu'ils ont constaté eux-mêmes comme des foyers de myélite, et comme étant analogues à la dégénération traumatique décrite par SCHIEFFERDECKER chez le chien.

Dans le même volume des *Archives de Psychiatrie*, WESTPHAL (43) décrit un cas de compression de la moelle dorsale supérieure par une tumeur dont la nature est restée inconnue. A côté de la dégénération secondaire descendante et ascendante il y avait des foyers disséminés, de forme irrégulière, tantôt indépendants, tantôt contigus aux flots d'atrophie secondaire. Ces foyers ont été constatés jusque dans la moelle allongée et la protubérance annulaire. D'après WESTPHAL, ils ne peuvent pas être considérés comme le produit de la dégénération traumatique, parce qu'ils se sont trouvés dans des régions très éloignées de la compression. SCHULTZE (46) p. 367, a constaté un foyer rempli de liquide jaunâtre dans la partie antérieure des cordons postérieurs dans un cas de solution de continuité de la moelle, consécutive à l'enfoncement traumatique de la neuvième vertèbre dorsale. Le foyer en question, situé au-dessus de l'endroit comprimé, disparaît dans la partie moyenne de la région dorsale. SCHULTZE considère ce foyer comme dépendant du traumatisme primitif.

cinq cas (depuis 24 jours à 12 semaines) une coloration plus *blanche*, laiteuse. Sur les pièces durcies dans le bichromate la tache jaune ordinaire dans le cordon latéral était déjà indiquée dans le cas de 24 jours, non seulement dans la région cervicale, mais aussi dans la région dorsale. SINGER a vu la coloration jaunâtre se prononcer dans les cordons de GOLL et dans les cordons cérébelleux déjà le 42^e jour après l'opération (l. c. p. 402). La tache est le mieux tranchée dans le cas de 12 semaines. Dans tous les cas, elle a les dimensions les plus grandes dans la région cervicale (comp. les fig. 3^a, 3^b, 5^a et 5^b de la Pl. XIII) ; elle diminue le long de la région dorsale où elle perd aussi dans la vivacité de la coloration et dans la netteté des contours ; cependant on peut encore la suivre jusqu'au niveau du renflement lombaire. La tache est le mieux limitée extérieurement ; elle ne se détache pas très nettement, ni intérieurement, ni à son extrémité ventrale. Dans la moitié supérieure de la région cervicale, l'extrémité ventrale de la tache se perd à peu près au niveau d'une ligne bilatérale passant par le canal central de la moelle. Dans la moitié inférieure de la moelle la tache n'arrive plus à atteindre cette ligne. Dans la 1^{re} observation la tache touche à la pie-mère au niveau de la 6^e et de la 7^e paire cervicale. Cela ne s'observe pas dans les autres cas. Dans toute l'étendue de la région dorsale, le long diamètre de la tache est dirigé obliquement d'arrière en avant et de dedans au dehors ; son extrémité antérieure est effilée en forme de queue ; la tache a toujours la tendance de se rapprocher de la limite postéro-interne du cordon latéral. Au commencement, la région lombaire étant très fortement réduite elle arrive en contact avec la périphérie un peu au-devant du sillon collatéral postérieur. Au niveau du

renflement lombaire, elle est à peine appréciable et se confond avec la périphérie.

La dégénération marginale des cordons antérieurs pouvait être reconnue à l'œil nu sur la pièce durcie (fig. 5^a, 5^b, Pl. XIII) ; on voit tout le long de la commissure médiane et le long de la périphérie ventrale de la moelle une zone jaunâtre ; mais cette coloration n'est pas aussi vive que dans les cordons latéraux.

Le fait que la tache peut déjà être indiquée 24 jours après l'opération prouve que ce n'est pas dans la prolifération connective, mais dans les altérations des fibres nerveuses qu'il faut chercher la cause initiale de ce changement de la coloration.

La dégénération ascendante dans les cordons postérieurs et dans le cordon latéral se dessinait très nettement sur la pièce durcie. Les taches étaient plus nettement bordées que celles de la dégénération descendante dans le cordon latéral ; ceci est d'accord avec les observations de SINGER.

Au microscope l'altération *descendante* était bien indiquée dans le cas de 24 jours et, chose intéressante, elle se laissait reconnaître *dans toute la longueur de la moelle*, depuis la 1^{re} paire cervicale jusqu'au niveau du renflement lombaire. Cependant la quantité de fibres dégénérées dans les régions dorsale et lombaire nous a semblé être plus petite que dans le cas de 6 semaines et surtout dans celui de 12 semaines. Remarquons encore que les fibres dégénérées qui existent en petit nombre au niveau du renflement lombaire sont de calibre plutôt gros. Les premières traces de la dégénération se montrent d'après SCHIEFFERDECKER déjà à 44 jours ; après 4-5 semaines elle est indiquée jusqu'au niveau de la moelle allongée (la moelle étant sectionnée entre la région dorsale et la région lombaire). LEYDEN (34),

ayant produit chez un chien une myélite expérimentale dans la région dorsale, a vu après 4 semaines que les cordons de GOLL se coloraient d'une manière plus intense par le carmin jusqu'au niveau de la moelle allongée. SINGER a vu l'altération ascendante des cordons de GOLL et des faisceaux cérébelleux se propager jusqu'à la moelle allongée déjà en 12 jours. Mais toutes ces observations quant à la vitesse de la propagation de la dégénération secondaire se rapportent principalement à l'altération *ascendante*. Dans tous les cas que nous venons de citer la moelle épinière était lésée au niveau de la partie inférieure de la région dorsale ; et par conséquent le trajet à suivre de la dégénération descendante était relativement court. SINGER trouve que le processus dégénératif se développe plus vite dans la moelle épinière des jeunes animaux. Dans les cas que j'ai examinés, les animaux ne présentaient pas de variations d'âge assez tranchées pour que je puisse formuler une conclusion quelconque sous ce rapport.

Chez l'homme, BOUCHARD (24) (p. 450) a déjà constaté, dans un cas de compression du bulbe par un abcès consécutif à une carie de l'axis où la mort est arrivée 15 jours après le début des accidents paralytiques, que la dégénération secondaire dans les cordons latéraux était déjà indiquée. Il s'agit d'une fille de 5 ans affectée d'arthrite cervicale. BOUCHARD décrit des corps granuleux et l'apparence athéromateuse des vaisseaux, mais l'état des fibres nerveuses n'est pas indiqué et il n'est pas dit jusqu'à quelle distance au-dessus de la section les dites lésions ont pu être reconnues.

W. MÜLLER (27) a décrit un cas où il s'agit d'un individu qui est mort 13 jours après un accident de chemin de fer. Tout le segment de la moelle, compris entre la moelle allongée et la moitié supérieure de la

région dorsale, était très profondément altérée et présentait les lésions de la myélite. L'auteur dit avoir constaté la dégénération secondaire dans les cordons latéraux et dans les cordons postérieurs ; mais il ne donne pas de détails circonstanciés sur ces dégénéra-tions. Le même auteur décrit un cas remarquable où toute la moitié gauche de la moelle, plus le cordon postérieur droit, ont été sectionnés par un instrument tranchant enfoncé dans le rachis au niveau de la qua-trième vertèbre dorsale. La personne est morte 43 jours après l'accident. La dégénération descendante du cor-don latéral existait *des deux côtés*¹, et elle était mar-quée dans presque tout le reste du faisceau pyramidal au-dessous de la section. Des cordons antérieurs c'était seulement celui du côté gauche qui était altéré à une faible distance au-dessous de la plaie. La dégénération des cordons de GOLL pouvait être suivie jusque dans le voisinage de la moelle allongée. Il est singulier que la dégénération ascendante dans le cordon latéral n'est pas du tout mentionnée. La dégénération se manifesta par des altérations des fibres nerveuses elles-mêmes (gaine de myéline et cylindre-axe) et par celle de la névroglie (épaississement des travées, prolifération des noyaux). Une partie des fibres nerveuses était intacte.

KAHLER et PICK (41) (p. 297) ont rapporté un cas de fracture de la colonne vertébrale entre la 6^{me} et la 7^{me} vertèbre *cervicale*. L'individu est mort 17 jours après l'accident. La dégénération secondaire du fais-ceau pyramidal dans les cordons latéraux a pu déjà

¹ Des cas de ce genre ont été vus par CHARCOT (32) : « J'ai vu parfois les deux faisceaux latéraux affectés par une lésion unila-térale. L'altération, il est vrai, n'est pas symétrique et égale; celle du côté primitivement atteint était plus développée que l'autre. » p. 251.

être suivie jusqu'au commencement de la région lombaire; mais, chose remarquable, KAHLER et PICK insistent sur le fait qu'ils n'ont pu constater la dégénération secondaire, ni dans les faisceaux cérébelleux, ni dans les cordons de Goll. Ils passent également sous silence la dégénération des faisceaux pyramidaux antérieurs. Ce qui est encore intéressant, c'est le fait que l'altération des faisceaux pyramidaux n'était pas compacte; une grande quantité de fibres, la plupart même, étaient normales.

Dans notre cas de 21 jours, la région altérée ne se colorait pas plus fortement par le carmin que normalement. Si l'on avait voulu se guider dans la recherche de la dégénération secondaire par ce dernier caractère, on aurait proclamé dans le cas en question, qu'elle fait défaut. Quelque chose de plus caractéristique pour la dégénération de date récente, examinée à un faible grossissement, c'est que la partie altérée dans sa totalité semble plus translucide et plus raréfiée. Ceci tient au fait qu'à ce niveau il y a beaucoup moins de cylindres-axes de grosseur normale et bien rougis par le carmin. Ce n'est que dans le cas de 6 semaines, que la partie dégénérée a présenté une coloration un peu plus forte que la partie saine correspondante, mais la différence est encore bien faible et sur une préparation dont la coloration n'a pas bien réussi, ou sur des pièces qui ont macéré pendant longtemps dans le bichromate, cette différence peut passer inaperçue. Il faut encore prendre en considération que (ainsi que nous l'avons constaté chez le chien maintes fois), la région pyramidale normale se colore un peu plus fortement par les matières colorantes que les régions environnantes. Nous aurons encore l'occasion de revenir sur ce point dans la suite. La même observation a été faite par

SINGER (l. c. p. 413). Dans le cas de 12 semaines, l'affinité de la partie altérée pour les matières colorantes était fortement accusée. Dans les dégénération récentes, l'altération touche essentiellement la fibre nerveuse elle-même et notamment la myéline et le cylindre-axe. Nous ne pouvons que confirmer sous ce rapport ce qu'ont constaté SCHIEFFERDECKER et SINGER.

Nous avons décrit l'aspect des fibres altérées sur des coupes transversales dans les observations, nous n'y revenons plus.

Il résulte de l'observation de KAHLER et PICK, dont nous venons de parler, que c'est aussi vrai pour l'homme. Ces deux auteurs insistent sur le fait que l'altération secondaire est *parenchymateuse* au commencement, qu'elle se limite essentiellement à la gaine de myéline et au cylindre-axe; « le tissu interstitiel n'est pas épaissi; tout au plus y a-t-il quelques corps étoilés plus accusés » (l. c. p. 312).

Dans le cas de 12 semaines, à côté des altérations des fibres mêmes, les altérations de la trame névroglique et de la paroi vasculaire étaient très prononcées. Nous ne voulons pas répéter la description des lésions que nous avons constatées. Rappelons seulement que ces lésions dépassaient la région dégénérée, qu'elles s'étendaient en partie dans le faisceau cérébelleux et qu'il y avait sous ce rapport une certaine variabilité, non seulement au niveau des différentes régions de la moelle, mais aussi dans chaque moitié de la moelle du même niveau. Dans la région dorsale les altérations de la trame névroglique du faisceau cérébelleux devenaient beaucoup moins prononcées.

Ces altérations qui ne se retrouvent pas dans les autres cas de dégénération plus récente entrent-elles dans le tableau de la dégénération secondaire proprement

dite, ou sont-elles la conséquence d'un processus inflammatoire qui s'est surajouté? La prolifération connective, l'agrandissement des nœuds névrogliaux, la présence de cylindres-axes fortement grossis (région cervicale), l'élargissement des espaces adventitiels remplis de cellules lymphoïdes, l'infiltration, très légère il est vrai, de la pie-mère (région cervicale) par des cellules lymphoïdes, les symptômes anormaux que le chien a présentés avant sa mort, tout cela semble plutôt indiquer qu'il s'agit d'un cas particulier, d'un processus inflammatoire qui a compliqué le tableau de la dégénération secondaire pure et simple. D'après SCHIEFFERDECKER, la prolifération connective est la règle dans la marche de la dégénération secondaire. Les septa connectifs s'épaississent, la lumière des fibres altérées se rétrécit et finit par disparaître complètement; la partie altérée se rétracte et s'accuse au microscope par un aplatissement du cordon. Nous n'avons pas observé cet état. Sans doute dans nos cas les lésions n'étaient pas assez avancées.

Nous allons maintenant résumer ce que nous avons observé par rapport à la *distribution* de la dégénération secondaire.

1. DÉGÉNÉRATION DESCENDANTE. — Nous distinguerons des fibres dont la dégénération secondaire peut être suivie sur un trajet très long (presque tout le long de la moelle épinière) et des fibres qui s'épuisent déjà à une distance considérablement plus courte.

A. Des fibres longues, les unes se groupent dans la moitié *ventrale* du cordon antéro-latéral¹, les autres dans sa moitié *dorsale*.

¹ Nous suivons l'exemple de ROLANDO et de LONGET en comprenant sous le nom du cordon antéro-latéral le cordon antérieur et le cordon latéral.

a) Dans la moitié ventrale du cordon antéro-latéral, les fibres longues se groupent le long du sillon médian antérieur et tout le long de la périphérie ventrale du cordon antérieur (fig. 7 a et 7 b, Pl. XIII), d'accord avec ce qui a été décrit par SCHIEFFERDECKER dans la région lombaire. Mais tandis que SCHIEFFERDECKER fait arrêter cette zone extérieurement, juste au niveau de l'émergence des racines antérieures, j'ai vu cette zone se continuer encore en dehors de ce point dans le cordon latéral. En s'éloignant de sa périphérie, cette zone s'enfonce dans les régions plus profondes du dit cordon (ceci est moins marqué dans la région dorsale) et devient assez brusquement très raréfiée au niveau de la réunion de son tiers ventral avec les deux tiers dorsaux (à peu près). Rigoureusement parlant, on ne peut donc pas considérer cette zone comme appartenant *seulement* au cordon antérieur, comme l'a décrit SCHIEFFERDECKER pour la région lombaire. Dans la région cervicale, à laquelle se rapporte notre description, ce n'est certainement pas le cas.

Dans le cas de 24 jours (3^{me} observation), où le cordon antéro-latéral a été lésé sur toute sa surface de section au niveau de la première paire cervicale, les fibres de la zone en question, tout en diminuant en nombre, pourraient encore être suivies jusqu'au niveau du *renflement lombaire*. Remarquons encore que dans notre cas la zone en question n'était pas aussi strictement tranchée que l'a figurée SCHIEFFERDECKER. Nos résultats se rapprochent plutôt de ceux de SINGER. Les tubes nerveux qui entrent dans la composition de cette zone, quoique de calibre variable, sont en général gros. Je n'ai pas encore entrepris des mensurations exactes.

SCHIEFFERDECKER considère ces fibres comme les représentants du faisceau pyramidal direct de l'homme.

D'après SINGER, ce faisceau fait totalement défaut chez le chien. Nous y reviendrons à propos de la dégénération descendante par lésion corticale.

b) Passons aux fibres longues qui se groupent dans la moitié dorsale du cordon latéral (fig. 4 a à 4 c; 6 d et 6 e; 7 a et 7 b. Pl. XIII).

Mes résultats diffèrent notablement de ceux de SINGER et de SCHIEFFERDECKER; cette différence trouve son explication dans le fait que les régions auxquelles se rapportent les descriptions des auteurs cités et la mienne ne sont pas les mêmes. A propos de cette dégénération au commencement de la région lombaire, SINGER dit : *Im hinteren Theile des Seitenstrangs springt eine Zerstreute Gruppe dickster degenerirter Fasern deutlich ins Auge* » (p. 396 de son mémoire).

Cette description n'exprime certes pas l'état de choses ni dans la région cervicale, ni dans la région dorsale (dans sa moitié supérieure du moins).

La dégénération secondaire est à la fois beaucoup plus serrée et beaucoup plus étendue. Elle occupe une région qui, sans être strictement limitée, est cependant suffisamment cohérente pour être reconnue comme une région à part. Elle est le mieux tranchée à sa périphérie postéro-externe où elle touche au faisceau cérébelleux. Dans l'intérieur même de ce dernier faisceau, j'ai constaté quelques fibres dégénérées. Elle est beaucoup moins tranchée ventralement. Entre la 1^{re} et la 2^{me} paire cervicale (fig. 7 a, Pl. XIII) l'altération s'étend en dedans jusqu'à l'échancrure latérale de la substance grise et la corne postérieure, en occupant la région du processus réticulaire; en dedans et dorsalement jusqu'à la limite dorso-interne du cordon latéral, comprise entre la pointe de la corne postérieure et l'angle postérieur du cordon latéral. A ce niveau des fibres *non* altérées, très minces, sont interposées entre

les tubes dégénérés dont le calibre est plutôt gros. Vers l'extrémité ventro-externe de la région dégénérée, l'altération est beaucoup plus diffuse et se perd presque complètement dans le voisinage d'une ligne bi-latérale qui passerait par la partie médiane centrale de la substance grise. A ce niveau les fibres dégénérées s'approchent tout près de la périphérie du cordon.

A partir de la seconde paire cervicale (à peu près), les tubes altérés s'éloignent de l'échancrure latérale de la substance grise et du cou de la corne postérieure, ainsi que de l'angle postérieur du cordon latéral, qui est occupé de plus en plus par les fibres du faisceau cérébelleux.

Ces changements se manifestent davantage entre la 3^{me} et la 5^{me} paire cervicale (fig. 7 *b* et 6 *d*, Pl. XIII). A ce niveau la région dégénérée est séparée de l'échancrure latérale de la substance grise par une zone intermédiaire non altérée (*seitliche Grenzschrift der grauen Substanz de FLECHSIG*). Les fibres dégénérées n'arrivent plus en contact avec la tête de la corne postérieure, mais elles s'approchent tout près de sa pointe et de la partie la plus large de l'*apex cornu posterioris*. Des fibres non altérées très minces sont interposées à ce niveau entre les tubes dégénérés. Les fibres du faisceau cérébelleux occupent à ce niveau non seulement l'angle postérieur du cordon latéral, mais se groupent encore à sa limite dorso-interne, sans atteindre cependant la corne postérieure.

La dégénération diminue en étendue et en intensité déjà dans la moitié inférieure de la région cervicale. Dans notre premier cas, les fibres dégénérées arrivent en contact avec la pie-mère à une certaine distance en avant du sillon collatéral postérieur; cela n'existe pas dans les autres cas. La dégénération diminue encore davantage, en devenant aussi de moins en moins com-

acte, dans la région dorsale (fig. 6 e et 4 b, Pl. XIII). Les fibres dégénérées s'approchent dorsalement plus près de la limite dorso-interne du cordon latéral; ventralement les fibres sont plus éloignées de la périphérie que dans la région cervicale. Au commencement de la moelle lombaire (fig. 4 c, Pl. XIII) une certaine quantité de fibres dégénérées arrivent extérieurement en contact avec la pie-mère et s'éloignent de nouveau de la limite dorso-interne du cordon latéral. Au niveau du renflement lombaire la dégénération n'est représentée que par un nombre relativement restreint de tubes nerveux, qui se groupent le long d'une partie de la périphérie dorso-externe du cordon latéral.

A l'intérieur même de la région dégénérée, j'ai constaté dans tous les cinq cas, même dans la région cervicale, une certaine quantité de fibres non altérées. Rappelons encore que l'altération était la plus compacte dans le cas de douze semaines.

Dans quatre cas sur cinq que j'ai examinés, j'ai reconnu, à l'endroit de la dégénération secondaire, deux régions, qui d'ailleurs ne sont nullement séparées par une ligne de démarcation tranchée : 1° une *région interne* (fig. 6 d, 6 e, 7 a, 7 b, i. Pl. XIII), composée essentiellement de fibres *minces*; les fibres *grosses* ne s'y trouvent qu'en petite quantité et sont tout à fait disséminées; 2° une *zone externe* (mêmes figures, zone externe), dans laquelle les fibres *grosses* sont en quantité beaucoup plus grande; leur calibre ne diffère pas notablement de celui des gros tubes qui se groupent dans la zone ventro-marginale que j'ai décrit sous a), ou qui occupent l'extrême périphérie postéro-externe du cordon latéral¹.

¹ Je me sers de ces expressions *minces* et *grosses* seulement

Cette disposition est le mieux tranchée dans la région cervicale. Nous avons décrit dans les observations les rapports exacts que la zone en question affecte dans les différents segments de la région cervicale et dans la région dorsale ; nous n'y revenons pas. Dans la moitié inférieure de la région dorsale, la distinction entre les deux régions n'est guère possible, puisque les fibres de différents calibres y sont plus entremêlées et la dégénération elle-même y est plus diffuse. Cependant, même à ce niveau, on ne peut pas méconnaître que les fibres de gros calibres sont disséminées en grande partie plus extérieurement. Ce fait n'a pas échappé à SCHIEFFER-DECKER ¹.

Les fibres dégénérées qu'on reconnaît au niveau du renflement lombaire appartiennent, du moins en plus grande partie, à celles de la zone externe.

Dans une quantité de moelles dont la région en question ne présentait point de dégénération secondaire d'un côté (il s'agit de moelles avec dégénération secondaire unilatérale par lésion du cerveau), j'ai constaté du côté sain, dans la plupart des cas, le groupement de fibres que je viens de signaler dans les moelles où cette région était dégénérée. La région (i) de nos figures, 6 d, 6 e, 7 a, 7 b, Pl. XIII, se distingue parfaitement bien sur une moelle (de chien), ne présentant aucune alté-

d'une manière provisoire, puisque je n'ai pu entreprendre encore des mensurations exactes du diamètre des tubes nerveux qui se groupent au niveau de la région qui nous occupe.

¹ Il dit : « An der Stelle dieses Faserzuges nun (il s'agit du faisceau pyramidal) gerade zeichnet sich das Rückenmark durch ein ganz Ueberwiegen der feinen Fasern aus. Zwischen diesen nun, welche niemals (?) eine Degeneration zeigen, weder oberhalb noch unterhalb der Narbe, liegen eingebettet, theilweise auch mehr an ihrem ausseren Rande die dickeren Fasern (mitteldick) der Pyramiden-Seitenstrangbahn..... » (l. c. p. 569).

ration, par la prédominance de fibres minces et très minces. Sur des préparations colorées au carmin, montées au baume et examinées à un faible grossissement, elle semble plus dense et plus colorée. Il est plus difficile de tracer la démarcation entre la zone externe (zone externe de nos figures) et le faisceau périphérique latéral dégénéral dans la direction ascendante (faisceau cérébelleux direct). Cela est possible d'une manière approximative, d'abord en connaissant la topographie exacte de ces deux régions, et puis grâce à la circonstance suivante : Les tubes, qui composent la zone externe dégénéral dans la direction descendante, présentent des variations de calibre beaucoup plus considérables que celle du faisceau cérébelleux ; à la limite entre ces deux régions, j'ai remarqué souvent des groupes de fibres très minces.

J'attache une certaine importance à ce détail. Nous verrons plus loin que dans les cas de dégénéral secondaire par lésion de l'écorce irritable de l'hémisphère, la plupart des fibres de la zone externe, et notamment celle de plus gros calibre, ne présentent pas d'altération secondaire.

B. Les fibres dont la dégénéral secondaire peut être suivie sur un trajet relativement beaucoup plus court, sont disséminées dans la partie fondamentale (FLECHSIG) du cordon antérieur et du cordon latéral ; si nous divisons le cordon latéral en trois zones concentriques, ce sera la zone moyenne qui en contiendra le plus. Dans le cas où le cordon antéro-latéral a été lésé au niveau de la première paire cervicale (troisième observation), le nombre de ces fibres est déjà fortement réduit dans la partie moyenne de la région cervicale, mais on en reconnaît encore quelques-unes au commencement de la région dorsale. Dans le cas où le cordon

antéro-lateral a été lésé entre la 5^{me} et la 6^{me} paire cervicale (deuxième observation), ces fibres, tout en diminuant de nombre, pouvaient encore être suivies jusqu'à la partie moyenne de la région dorsale, et même au delà.

2. DÉGÉNÉRATION ASCENDANTE PAR LÉSION DE LA MOELLE ÉPINIÈRE. — *a. Dans les cordons postérieurs* (fig. 6 c, 6 b, 6 a, Pl. XIII). Dans les cas de lésion de la moelle cervicale, il se passe quelque chose d'analogue à ce qui se passe après la lésion de la moelle dorsale inférieure.

(SCHIEFERDECKER-SINGER) : Immédiatement au-dessus de la lésion, les cordons postérieurs dégèrent dans leur totalité. Un peu plus haut, la région externe de la zone radiculaire postérieure commence à se dégager et il apparaît une zone non dégénérée le long de la commissure postérieure. Mais, tandis que dans le cas où les cordons postérieurs sont sectionnés entre les régions dorsale et lombaire, la dégénération secondaire dans ces cordons n'occupe, au niveau de la partie supérieure de la région cervicale, qu'un champ restreint, triangulaire, dont la base correspond à la périphérie des cordons de Goll, — dans le cas où ils ont été sectionnés entre la 5^{me} et la 6^{me} paire cervicale, l'altération secondaire occupe encore, au niveau de l'origine apparente de la première paire cervicale, non seulement la région des cordons grêles, mais aussi une grande partie interne des colonnes de Burdach ; la région dégénérée n'est séparée de la commissure postérieure que par une strie normale tout à fait étroite (v. fig. 6^a, pl. XIII).

TÜRCK (23) a déjà observé que dans les cas de lésion de la moelle cervicale la dégénération secondaire envahit non seulement les cordons de Goll, mais aussi les colonnes de Burdach. Dans un cas de compression de la moelle cervicale entre la 4^{me} et la 5^{me} paire cervi-

cale (cas de Helbig August), il a constaté des corps granuleux sur toute la surface de section des cordons postérieurs entre la 2^{me} et la 3^{me} paire cervicale (p. 107). Dans ces dernières années, KAHLER et PICK (41), STRÜMPELL (42), WESTPHAL (43) et SCHULTZE (46) ont décrit des cas de compression de la moelle épinière chez l'homme au niveau de la partie supérieure de la région dorsale et au niveau de la région cervicale. SCHULTZE a réuni une certaine quantité de cas de dégénération secondaire ascendante consécutive à la compression de la queue de cheval, des différentes régions de la moelle dorsale et un cas de compression de la partie moyenne du renflement cervical. Dans ce dernier cas, le champ dégénéré dans les cordons postérieurs au niveau de la partie supérieure de la région cervicale était plus grand que dans les cas de compression de la partie inférieure de la région dorsale. Tous ces auteurs décrivent encore une dégénération *descendante* dans les cordons postérieurs au niveau des « bandelettes externes. » SCHULTZE l'a suivie à une distance de 2-3 cm. au-dessous de la lésion. Dans le cas de KAHLER et PICK, elle était encore nettement exprimée à 4 1/2 cm. au-dessous de la lésion. SCHULTZE croit qu'il s'agit peut-être de dégénération secondaire de celles des fibres émanant des racines postérieures qui, d'après STILLING, chemineraient dans le cordon postérieur dans la direction descendante (l. c., p. 381).

Bien que j'aie signalé des altérations descendantes dans les cordons postérieurs à certaine distance au-dessous de la lésion, je n'ai pas pu me convaincre de l'existence de la dégénération descendante des « bandelettes externes. »

b. Dans le cordon latéral. — La distribution de cette dégénération dans la moitié supérieure de la région cer-

vicale était plus conforme à la description de SINGER qu'à celle de SCHIEFFERDECKER.

A la moitié dorsale de la circonférence du cordon latéral, les fibres dégénérées forment une zone compacte; cependant, elle est encore traversée par quelques fibres non altérées. Dirigée par son extrémité plus large vers le sillon collatéral postérieur, elle se rétrécit dans le voisinage du ligament dentelé; à ce niveau, la dégénération est moins compacte; en revanche, elle est beaucoup plus étendue en surface. Tout près de la périphérie médullaire, il y a encore un nombre très appréciable de fibres dégénérées; dans les régions plus profondes du cordon latéral les fibres altérées sont tout à fait dispersées. On reconnaît des fibres dégénérées à la périphérie du cordon jusqu'au voisinage des racines antérieures (fig. 6 *c*, Pl. XIII). Quelques fibres dégénérées sont encore disséminées au niveau de la région pyramidale, mais ces fibres s'épuisent déjà à deux ou trois paires nerveuses au-dessus de la lésion (faite entre la 5^{me} et la 6^{me} paire cervicale). A partir de la 2^{me} paire cervicale (dans la direction du bulbe), les fibres dégénérées abandonnent le bord dorso-interne du cordon latéral. Sur les sections faites entre la 1^{re} et la 2^{me} paire cervicale, la zone altérée rétrécie à son extrémité dorsale s'arrête déjà à l'angle postérieur du cordon latéral (fig. 6 *b*, Pl. XIII). Au niveau de la 1^{re} paire cervicale, la portion compacte de la dégénération ascendante occupe une position plus latérale; ventralement, l'altération ne s'étend plus si loin qu'immédiatement au-dessus de la lésion (fig. 6 *a*, Pl. XIII). Le nombre des fibres disséminées dans la partie fondamentale du cordon latéral a notablement diminué ¹. — Au-dessous

¹ Vu que les fibres courtes qui dégénèrent dans la partie fonda-

de la lésion, il n'y avait dans la région du faisceau cérébelleux que quelques fibres dégénérées tout à fait dispersées.

On a insisté dernièrement, de plusieurs côtés, sur le fait que la dégénération ascendante du faisceau cérébelleux chez l'homme s'étend plus loin en avant (ventralement) que ce n'est indiqué dans le schéma de FLECHSIG (38), Pl. VI, fig. 2.

Les figures de cette dégénération dans la région cervicale données par SCHULTZE (l. c., fig. IV *a*, V *a*, V *b*) et STRUMPELL (l. c. Tab. VIII, fig. 1 et 2) se rapprochent sous plusieurs rapports de mes figures, se rapportant au chien.

D'après STRUMPELL (l. c., p. 694), le faisceau cérébelleux pourrait dégénérer dans certaines conditions dans les directions ascendante et descendante à la fois. SCHULTZE ne partage pas cette opinion. — Le cas examiné par STRUMPELL était très compliqué. Il se peut que l'affection des faisceaux cérébelleux que STRUMPELL veut plutôt considérer comme étant d'origine secondaire, soit une affection systématisée indépendante.

mentale du cordon latéral dans la direction descendante ne se distinguent pas nettement d'après leur siège de celles de ces fibres qui dégénèrent dans la direction ascendante, on pourrait se demander si peut-être les fibres courtes ne dégénèrent pas indifféremment dans les deux directions?

II

**Dégénération secondaires consécutives
aux lésions de l'écorce cérébrale.**

Les extirpations corticales ont été faites par M. le prof. SCHIFF, soit à l'aide du bistouri, soit à l'aide d'une cuillère appropriée; dans quelques cas la surface cérébrale a été cautérisée par le thermo-cautère Pacquelin. Deux fois l'écorce cérébrale préalablement découverte a été badigeonnée avec de l'ammoniaque caustique. Dans quelques cas enfin l'écorce cérébrale a été irritée par le courant constant avant d'être enlevée. Toutes les opérations se faisaient dans l'éthérisation profonde. Les animaux guérissaient en général admirablement bien. Dans la plupart des cas l'extirpation est unilatérale; dans quelques-uns la lésion siège des deux côtés du cerveau, mais dans des régions différentes.

Je procédais à l'autopsie très peu de temps après la mort de l'animal, sauf dans quelques cas où l'animal était mort pendant la nuit,

Les pièces ont été durcies dans le bichromate de potasse à 2 $\frac{1}{2}$ %, ou dans un mélange de bichromate de potasse (2 %) et de chlorure de zinc ($\frac{1}{2}$ %), ou encore dans un mélange de bichromate et de sulfate de cuivre.

Les sections minces faites à l'aide du microtome ont été colorées par le carmin ammoniacal neutre et montées dans le baume du Canada. J'ai évité autant que

possible le contact des pièces avec l'alcool. En général, je ne m'en suis servi que pour humecter le rasoir et pour déshydrater les coupes.

Jusqu'à présent je n'ai suivi la dégénération secondaire que dans la moelle épinière. La totalité des moelles que j'ai examinées s'élève à 27. Il s'agit pour la plupart de dégénération secondaires récentes; elles se classent comme suit : Un cas de 15 jours, deux cas de 3 semaines; trois cas de 4 semaines, deux cas de 5 semaines, quatre cas de 6 semaines, deux cas de 7 semaines, un cas de 8 semaines; quatre cas de 9 semaines, quatre cas de 10 semaines, un cas de 11 semaines, un cas de 5 mois et un cas de 11 mois.

La plupart des extirpations intéressent la moitié antérieure de l'hémisphère cérébral. Dans deux cas seulement, il s'agit des lésions de la moitié postérieure de l'hémisphère. Les lésions ne sont pas purement corticales, la substance blanche sous-jacente fut elle aussi plus ou moins atteinte dans la majorité des cas.

En ce qui concerne la dégénération secondaire elle-même, nous pouvons être très brefs maintenant, nous y avons assez insisté dans le chapitre précédent.

Comme dans la dégénération secondaire par lésion de la moelle épinière, la région dégénérée possède dans la pièce fraîche une coloration blanche laiteuse. J'ai pu reconnaître cette coloration dans la région cervicale déjà dans un cas de dégénération secondaire de quinze jours. Je l'ai constatée sans exception dans tous les cas de 3 à 12 semaines. La coloration de la partie altérée change-t-elle en *gris* avec la durée de la *dégénération*? Je n'ai pas d'expériences à cet égard¹. Dans le cas uni-

¹ L'examen de la partie dégénérée à l'œil nu et à l'état frais fait tant de fois chez l'homme n'a pas toujours donné le même

que de onze mois, dont j'ai disposé, l'examen de la pièce fraîche à l'œil nu a été négligé. — C'est égale-

résultat et s'est même montré trompeur. TÜRCCK, le fondateur de nos connaissances sur la dégénération secondaire, dit sous ce rapport : « Für das unterwaffnete Auge bietet der erkrankte Markstrang, selbst bei reichlichem Gehalt an Körnchenzellen durchaus nichts abnormes dar; erst bei weiterem Fortschritte des Processes wird er sehr schwach gelatinös durchschimmernd, welche Anomalie in den höchsten Graden bis zur Umwandlung in eine Masse von gallert-ähnlichem Aussehen mit dem geschilderten mikroskopischen Verhalten gedeiht. » (22) p. 294-295. VULPIAN (34) parle d'une teinte « grise, un peu ambrée » et d'une « transparence anormale, » p. 471. BOUCHARD décrit la teinte de l'œil altéré comme étant d'un « gris jaunâtre » ou « d'un gris bleuâtre demi-transparent, comme celle du lait étendu d'eau, » ou encore « d'un gris gélatineux. » Mais ajoute-t-il, « l'examen à l'œil nu du tissu de la moelle est le plus souvent incapable de mettre sur la voie d'altérations même assez prononcées » (24) p. 290. BARTH désigne la région altérée comme « grise, gélatineuse, » dans un cas d'hémiplégie datant de dix ans. Dans d'autres observations qu'il décrit, il n'y avait rien de particulier à noter sur la pièce fraîche; c'était par exemple le cas dans une hémiplégie ne remontant qu'à cinq semaines (25), p. 442 et 458. Une remarque de WESTPHAL est caractéristique sous ce rapport : « Als bemerkenswerth hebe ich dabei hervor, dass gerade Stellen, welche der makroskopischen Betrachtung des frischen Präparates normal erschienen, so besonders die Goll'schen Keilstränge, die krankhaft veränderten waren, während die in dem Sectionsbericht als von « evident grauer » Färbung bezeichneten Theile der Hinterstränge sich als normal erwiesen » (26), p. 380). Il serait superflu de reproduire encore d'autres citations sur ce sujet, de peu d'importance d'ailleurs, qui ne diffèrent pas essentiellement de celles que je viens de reproduire. Je tiens seulement à noter que la coloration blanchâtre, laiteuse, que le prof. SCHIFF et moi avons toujours constatée dans les cas de dégénération récente (2-12 semaines) a été aussi signalée chez l'homme. Dans la neuvième observation de BARTH, il s'agit de la compression de la moelle épinière par un abcès consécutif à la carie des 2^{me} et 3^{me} vertèbres dorsales chez un enfant de trois ans. Le début de la compression n'a pu être indiqué. L'enfant est entré à l'hôpital le 4 janvier 1869, mort le 23 avril 1869. La partie dégénérée dans les cordons postérieurs avait une coloration *laiteuse* : « Die oberhalb des Abscesses gelegene Rückenmarks-

ment dans le cas de 15 jours qu'apparaissent les premières traces de la tache sur la pièce *durcie*, mais elle est à peine prononcée. Ce n'est qu'entre la sixième et la huitième semaine que la coloration jaunâtre de la tache acquiert une intensité telle, qu'elle ne peut plus être méconnue. Dans le cas de 11 mois la tache est bien prononcée, mais elle est plus petite que dans les cas de dégénération récente, quand même l'étendue de la lésion cérébrale est à peu près la même. C'est encore dans le cas de 15 jours que j'ai pu déjà reconnaître l'altération secondaire sous le microscope. Tout ce qui a été dit à propos de la dégénération récente, d'origine spinale, s'applique également ici. Sur les préparations minces, colorées au carmin et montées dans le baume, on cherchera en vain du côté de la dégénération une tache plus rouge. La partie altérée est plutôt moins colorée et elle semble plus raréfiée; ceci s'explique parce qu'il y a moins de cylindres-axes bien rougis par le carmin. Pour reconnaître ces altérations de peu de durée, il faut que les sections soient minces, qu'elles soient bien colorées et qu'il y ait un grossissement suffisant pour reconnaître les parties constituantes de chaque fibre nerveuse. Les altérations concernent la myéline et le cylindre-axe; elles sont les mêmes que dans les cas de dégénération secondaires par lésion de la moelle, que nous avons décrit, nous n'y revenons

partie liess schon am frischen Marke die innerste Theile der Hinterstränge in einer mehr milchigen Farbe erscheinen » (25), p. 447. LANGE (28) a décrit un cas de dégénération ascendante des cordons postérieurs consécutive à la compression de la queue de cheval par une tumeur sarcomateuse. Les douleurs excentriques, l'affaiblissement de la motilité et de la sensibilité remontèrent à un an et demi. La région dégénérée dans les cordons de Goll tranchait par sa coloration blanche laiteuse (« glänzende, reine, milchweisse Farbe » — cité d'après le referat dans les Schmidt's Jahrbücher).

plus. Ce n'est que vers la huitième et la neuvième semaine que l'intensité de la coloration de la partie dégénérée par le carmin devient si manifeste qu'elle révèle déjà en elle-même le côté malade. Dans le cas de 44 mois cette coloration est encore plus vive, mais les caractères microscopiques de l'altération secondaire ne sont plus les mêmes. On ne voit plus ces fibres caractéristiques dont la coupe est diffusément rougie par le carmin, et dans lesquelles on ne reconnaît qu'un vestige de cylindre-axe à peine coloré. Entre les tubes nerveux encore conservés, on trouve un tissu dense qui fixe vivement le carmin, et dans lequel on distingue un pointillé très apparent de coloration encore plus foncée.

FR. FRANCK et PITRES désignent l'altération secondaire sous le nom de « tache de sclérose, » ils parlent d'une tache « vivement colorée en rouge, au niveau de laquelle les fibres à myéline sont rares et séparées les unes des autres par une substance granuleuse qui a fortement fixé le carmin. » Cette description s'applique seulement à des altérations de date plus ancienne; elle ne s'applique plus, comme nous venons de le voir, aux altérations récentes. D'après le prof. SCHIFF, le pointillé très apparent qu'on voit dans la substance fortement rougie par le carmin et qui est interposé entre les fibres non altérées, représente une quantité de fibres amincies, qui se trouvent à l'état *atelectatique*¹; soit par l'effet de la dégénérescence, soit par une disposition primitive, la myéline a disparu, les cylindres-axes sont conservés. On reconnaît en outre dans la partie malade (il s'agit du cas de 44 mois) une cer-

¹ M. SCHIFF, Ueber die Atelectasis medullæ spinalis, *Pflüger's Archiv f. die gesam. Physiologie*, Bd. XXI, p. 328.

taine quantité de fibres restées normales. Examinées à la lumière polarisée ¹, ces fibres se présentent avec les propriétés optiques ordinaires, mais la région en totalité est beaucoup moins luisante que celle du côté sain. D'après SINGER la région dégénérée n'accuse jusqu'à la sixième semaine, rien de particulier, sauf une coloration un peu plus intense. J'ai pu reconnaître l'altération des fibres nerveuses dans le cas de 15 jours dans toute la région cervicale et au commencement de la dorsale. Malheureusement le reste de la moelle dorsale, de même que la moelle lombaire n'ont pas été conservés. Ceci est d'accord avec ce que KAHLER et PICK ont constaté chez l'homme ; ils ont pu reconnaître la dégénération secondaire dans la moelle épinière, déjà dix-sept jours après le début de la lésion cérébrale. L'altération était limitée aux tubes nerveux ; il n'y avait ni corps granuleux, ni élargissement des travées névrogliales (l. c., p. 333) HOMÉN a constaté la dégénération secondaire du faisceau pyramidal jusque dans la région sacrée, à la suite d'hémorragie cérébrale intéressant le corps opto-strié 23 jours après l'accident. C'est dans le cylindre-axe et non dans la moelle nerveuse que se montrent, d'après lui, les premières traces d'altération secondaire (l. c., p. 82).

Passons à la topographie de l'altération secondaire dans la moelle épinière. La région de l'écorce cérébrale examinée à ce point de vue comprend les circonvolutions suivantes (v. le dessin schématique à la page 483) : La partie postéro-supérieure du lobe sus-orbitaire de LEURET ¹ (prorean et orbital lobe, d'après LANGLEY ², le

¹ M. SCHIFF, Ueber die Anwendung des Polarisationsapparates in der pathologischen Anatomie und über die Atelectasis medullæ spinalis, *Arch. f. Psych.*, Bd. XI, H. I.

gyrus sigmoïde, la partie de la troisième circonvolution externe (LEURET) qui contourne le gyrus sigmoïde (coronal convol. LANGLEY), la partie antérieure et moyenne de la seconde circonvolution externe (anterior ecto-sylvian et median ecto-sylvian, LANGLEY); la partie antérieure de la première circonvolution externe ou sylvienne (LEURET); la partie moyenne (supérieure) de la même circonvolution; la partie de la seconde circonvolution, qui est située obliquement en haut et en arrière de la précédente; la partie postérieure de la troisième circonvolution externe (LEURET).

Nous commencerons par la région de l'écorce sur laquelle s'est portée presque exclusivement jusqu'à présent l'attention des expérimentateurs, c'est-à-dire par le gyrus sigmoïde ³.

¹ Anatomie comparée du système nerveux de l'homme et des primates considérée dans ses rapports avec l'intelligence, par Fr. LEURET, tome I^{er}, p. 373-378, 1839.

² LANGLEY, J.-N. The structure of the Dog's Brain. *Journal of Physiology*, vol. IV, p. 248, 1883.

³ CHARCOT (32), CHARCOT ET PITRES (37 et 39), PITRES (35) ont établi par leurs études nombreuses sur les dégénération secondaires liées à des lésions corticales chez l'homme que « ces dégénération ne se produisent jamais consécutivement à celles des lésions de l'écorce qui siègent en dehors de la zone motrice, tandis qu'elles sont une des conséquences ordinaires des lésions destructives, même limitées, lorsque ces lésions siègent dans la zone motrice » (39), p. 252. La « zone motrice » comprend d'après ces recherches : « les circonvolutions frontale et pariétale ascendantes, le lobule paracentral et peut-être aussi les portions de l'écorce qui se trouvent en contact immédiat avec ces parties, telles que les pieds de circonvolutions frontales et des lobules pariétaux supérieur et inférieur » (39), p. 242. Les régions corticales dont les lésions destructives ne s'accompagnent pas de dégénération secondaire dans la moelle épinière sont : « le lobe sphénoïdal, le lobe occipital, le lobe pariétal inférieur, le pli courbe, le lobule de l'insula, le lobule cunéiforme, le lobule carré, le lobule orbitaire et la partie antérieure des première, deuxième et troisième circonvolutions frontales » (37), p. 17.

a) J'ai examiné dix-sept lésions du gyrus sigmoïde. Ce n'est que dans un très petit nombre de cas que la lésion est assez strictement localisée au gyrus sigmoïde, dans la plupart des cas elle dépasse ses limites et s'étend soit au lobe sus-orbitaire (orbital lobe, LANGLEY), soit à la partie antérieure de la troisième circonvolution externe (coronal convol., LANGLEY) et même à une partie adjacente de la deuxième (anter. ecto-sylvian, LANGLEY). Le gyrus sigmoïde même n'est pas partout lésé de la même manière; tantôt l'extirpation s'étend en dedans jusqu'à la scissure inter-hémisphérique, mais une partie du gyrus dans le voisinage du sillon sus-orbitaire se trouve ménagée; tantôt, au contraire, la lésion s'étend en avant jusqu'à ce sillon qui est même dépassé, mais la région interne du gyrus sigmoïde, le long de la scissure interhémisphérique, est relativement peu intéressée; tantôt, enfin, c'est surtout sa région postéro-inférieure qui est atteinte. En définitive, ni le siège, ni l'étendue de l'extirpation n'étaient pas tout à fait les mêmes dans les cas en question, mais ce qui est commun à tous, c'est une lésion étendue dans le domaine du gyrus sigmoïde. Toutes ces extirpations sans exception ont été accompagnées de dégénération secondaire dans la moelle épinière¹. La topographie de cette dégénération se ressemble tellement dans tous les cas que nous nous contentons d'une description sommaire. Deux cas d'extirpation non seulement très étendue en surface, mais aussi en profondeur, ont servi comme type. Dans l'un d'eux (le chien

¹ M. le prof. SCHIFF m'a communiqué que chez un singe qui a subi une extirpation corticale circonscrite en avant du sillon central gauche et qui ne savait pas se servir de sa main droite dans les mouvements intentionnels, il n'y avait dans la région du faisceau pyramidal droit que des fibres dégénérées disséminées, ne formant pas un fascicule compact.

est mort dix semaines après l'opération) la lésion comprend la plus grande partie du gyrus sigmoïde gauche et la région adjacente de la troisième circonvolution externe. Elle s'étend en dedans jusqu'à la scissure interhémisphérique; en arrière elle dépasse un peu les sillons qui limitent postérieurement le gyrus sigmoïde (ansate, LANGLEY) et la circonvolution « coronaire » (ansate minor, LANGLEY); elle s'étend obliquement en bas et en arrière jusqu'à la partie antérieure de la seconde circonvolution externe; en avant elle s'étend jusqu'à l'extrémité supérieure du sillon sus-orbitaire (supra orbital, LANGLEY) qui paraît émerger de la cicatrice; mais la région antéro-inférieure du gyrus sigmoïde comprise entre le sillon « sus-orbitaire » et le sillon « coronaire » ainsi que l'extrémité antérieure de ce sillon sont ménagées. Le sillon crucial est compris dans la cicatrice. La fig. 4 de la Pl. XIV représente la coupe perpendiculaire frontale de ce cerveau (durci dans le bichromate de potasse), passant par le milieu de la cicatrice, et faite à 5 millim. en arrière du sillon crucial du côté non lésé, à 3 1/2 en arrière du genou du corps calleux et à 5 millim. en avant du chiasma des nerf optiques. Du côté droit la coupe passe juste par le point d'entrecroisement entre le sillon « sus-orbitaire » et le sillon du lobe olfactif (rhinal, LANGLEY). Du côté gauche la coupe a passé un peu en avant de cet entrecroisement. Le dessin est de grandeur naturelle et représente ce qu'on voit sur la coupe à l'œil nu.

Les circonvolutions et les sillons sont désignés par les signes symboliques qui ont été adoptés dans l'ouvrage de LANGLEY que je viens de citer.

Le tissu cicatriciel qui comblait la perte de substance osseuse enlevée, et qui adhérait à la surface cérébrale au niveau de la région extirpée, a été conservé; il est

représenté dans le dessin par des points; il est de coloration bleuâtre sur la pièce. De là partent des prolongements de coloration également bleuâtre, qui s'enfoncent dans la substance propre de l'hémisphère et peuvent être suivis jusqu'à quelques millimètres de distance du bord externe du ventricule latéral. Dans l'intérieur de ces traînées bleuâtres sont englobés quelques ilots de substance cérébrale de coloration franchement jaunâtre.

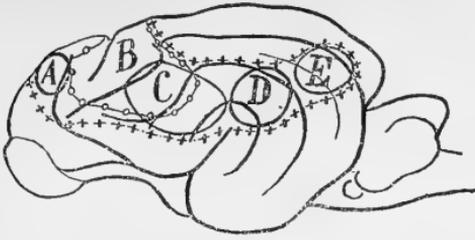
La largeur de la moitié supérieure de l'hémisphère du côté lésé est notablement réduite. La moitié gauche du corps calleux est comme attirée vers la cicatrice et a une direction oblique en haut beaucoup plus accusée que sa moitié droite. La même direction anormale s'observe dans le prolongement externe du ventricule latéral gauche, dont la cavité est en outre plus allongée et plus effilée que celui du côté droit.

Dans l'autre, le siège de la lésion dans l'hémisphère gauche est un peu différent. Antérieurement et postérieurement, l'extirpation — à peu de choses près — a les mêmes limites que dans le cas précédent; en dedans le foyer de la lésion n'avance plus jusqu'à la scissure interhémisphérique, mais il en est séparé par une partie intacte du gyrus sigmoïde de 5-6 mill. de largeur. En revanche il s'étend plus loin dans la direction oblique en bas et en arrière, puisqu'une partie de la région antérieure de la 2^{me} circonvolution externe (anterior-ecto-sylvian) est aussi atteinte. Le foyer de la lésion mesure sur le cerveau durci dans la direction sagittale 17^{mm}; dans la direction coronaire 17-18^{mm}. Le chien est mort dix semaines après l'opération ayant encore subi une extirpation du côté droit du cerveau que nous décrirons plus loin. Pour le moment nous ne nous occuperons que de la première (celle du côté gauche). La fig. 5^a de la Pl. XIV représente une coupe per-

pendiculaire frontale de ce cerveau passant à peu près par le milieu du foyer. La coupe est faite à $6 \frac{1}{2}^{\text{mm}}$ en arrière du sillon crucial droit ; à $3 \frac{1}{2}^{\text{mm}}$ en arrière du genou du corps calleux, à 4^{mm} en avant du chiasma des nerfs optiques. Comme on le voit sur le dessin, l'hémisphère gauche est notablement aplati au niveau de la cicatrice. Le tissu cicatriciel qui adhérerait au cerveau au niveau du foyer de la lésion se présente sur la coupe comme une plaque de $1 \frac{1}{2}$ à 2^{mm} d'épaisseur qui adhère à la substance cérébrale, mais dont il se distingue déjà à l'œil nu par sa coloration bleuâtre (t. cic. de la fig.). Cette plaque se continue encore dans la profondeur par un pédicule rétréci et s'étend jusque vers le voisinage presque immédiat du prolongement externe du ventricule latéral gauche. La substance blanche formant le plafond de l'extrémité externe du ventricule en question présente une conformation singulière ; elle a une structure *aréolaire*, cloisonnée ; comme dans le cas précédent le prolongement supéro-externe de la corne latérale gauche, notablement *plus allongée*, se dirige obliquement en dehors et en haut vers la cicatrice. La manière dont se comporte le sillon crucial est également intéressante. Au lieu de se porter en dehors et en bas, comme on le voit du côté droit de cette figure (5^a, Pl. XIV) ou de la figure 4, Pl. XIV, il se porte obliquement en dehors et en *haut*, en décrivant une concavité dirigée en haut, et aboutit à la cicatrice.

La région interne du gyrus sigmoïde longeant la scissure interhémisphérique est conservée.

La région de l'écorce cérébrale intéressée par les deux extirpations réunies est représentée en B₀₋₀₋₀₋₀ schématiquement dans la figure ci-dessous :



La ligne formée de croix indique l'ensemble de l'étendue corticale, qui a été extirpée. Les différentes lésions se groupent dans les régions indiquées par les lettres. V. le texte.

La dégénération secondaire de la moelle épinière dans ces deux cas était plus prononcée que dans tous les autres que j'avais à ma disposition. Les figures 2^a à 2^e, de la Pl. XIV, représentent les taches de la dégénération secondaire dans le cordon latéral du chien dont la lésion cérébrale est représentée dans la fig. 4. Entre la 1^{re} et la 2^{me} paire cervicale, la tache touche intérieurement à la corne postérieure ; à partir de la 2^{me} paire cervicale elle s'en éloigne ; cela s'accuse encore davantage entre la 3^{me} et la 5^{me} paire cervicale ; la forme de la tache change aussi ; il serait superflu de décrire minutieusement les variations de forme qu'elle subit dans les différentes régions de la moelle ; une simple inspection des figures en donne une idée plus complète. Dans la partie inférieure de la région cervicale la tache est déjà plus petite, de forme ovalaire, allongée obliquement d'arrière en avant et de dedans en dehors. Quoique devenue plus petite, elle est encore bien apparente dans la partie supérieure de la région dorsale ; elle devient difficile à suivre au delà de la partie moyenne de cette région ; à ce niveau elle est fortement réduite dans son diamètre dorso-ventral et beaucoup moins tranchée. Contrairement à ce qui a lieu dans la région cervicale, le dia-

mètre plus long de la tache est dirigé à ce niveau obliquement de dedans en dehors et d'avant en arrière (fig. 2, Pl. XIV). Les dernières traces de la tache s'épuisent au commencement de la région lombaire. Dans d'autres cas elle s'épuise déjà dans la partie inférieure de la région dorsale.

Comparée aux taches décrites dans les cas de lésion de la moelle épinière (fig. 3^{a-b}, 5^{a-b}, Pl. XIII), la tache par lésion corticale est plus petite et moins nettement circonscrite à sa périphérie dorso-externe déjà dans la région cervicale ; la différence s'accuse encore davantage dans la région dorsale. Dans la partie inférieure de cette région, la tache par lésion corticale tend déjà à disparaître, elle est allongée de dedans et d'avant en dehors et en arrière ; celle par lésion spinale, étant encore assez bien exprimée est dirigée par son diamètre plus long de dedans et d'arrière en dehors et en avant. La tache par lésion corticale disparaît complètement au commencement de la région lombaire ; celle par lésion spinale, quoique aussi très fortement réduite et devenue beaucoup plus diffuse, se laisse encore reconnaître à ce niveau ; où elle arrive en contact avec la périphérie du cordon latéral. Cet examen à l'œil nu nous fait présumer qu'il existe une différence dans l'étendue de la dégénération secondaire dans le segment postérieur du cordon latéral, selon que cette dégénération accompagne des lésions de l'écorce cérébrale de la région qui nous occupe dans ce moment, ou les lésions de la moelle épinière. L'examen microscopique confirme cette présomption ; il permet en outre de déterminer la distribution des tubes nerveux, qui ne dégèrent pas par lésion corticale, dans le cordon latéral.

Au niveau de la région qui dégère dans le segment postérieur du cordon latéral, consécutivement à la sec-

tion de ce cordon, nous avons reconnu une partie interne composée essentiellement de fibres minces et une zone externe contenant encore passablement de fibres grosses. Or, dans tous les cas d'extirpation corticale dont il est question, l'altération secondaire était limitée essentiellement à la région interne du champ qui dégénère par lésion du cordon latéral lui-même ; dans la zone externe, au contraire, je n'ai pu constater que des fibres dégénérées dispersées en petit nombre, et ces fibres n'appartenaient pas à celles du plus gros calibre qu'on trouve dans cette zone.

On se rend compte de cette disposition en inspectant la fig. 5^b de la Pl. XIV, qui représente la distribution de l'altération secondaire entre la 3^{me} et la 4^{me} paire cervicale dans la moelle du chien à deux extirpations dont le cerveau a servi pour la coupe frontale de la fig. 5^a, Pl. XIV. Il s'agit de la dégénération dans le cordon latéral droit, consécutif à l'extirpation qui siège dans l'hémisphère gauche et qui vient d'être décrite. En *d*, *dc* est représentée la région dégénérée ; elle contient toutefois une quantité de fibres extrêmement minces qui se trouvent normalement à ce niveau, et dans lesquelles je n'ai pas pu reconnaître l'altération secondaire. Examinées avec l'objectif 7 et l'oculaire 3 de Hartnack, ces fibres laissent reconnaître un cylindre-axe très mince qui apparaît comme un point rougi par le carmin ; la gaine de myéline est à peine appréciable. On trouve encore au niveau de la région dégénérée, vers l'extérieur surtout, un certain nombre de fibres non altérées de gros calibre. A la périphérie dorso-externe de l'îlot d'altération plus compact on voit une zone dans laquelle les tubes dégénérés sont beaucoup moins nombreux ; ils y sont ou tout à fait disséminés, ou forment des petits îlots qui touchent au

foyer d'altération plus compact (*d*, *dc*), dont la limite dorso-externe est mal circonscrite, irrégulière, festonnée et presque impossible à tracer. Dans cette zone relativement peu intéressée par la dégénération secondaire, les fibres présentent de fortes variations de calibre : à côté de fibres minces et très minces, on y voit une assez grande quantité de fibres de gros calibre qui sont tout à fait *intactes*. La limite approximative entre cette dernière zone et la région du faisceau cérébelleux est assez bien indiquée sur cette coupe, par des îlots de fibres très minces qui se groupent à ce niveau. A un faible grossissement, ces îlots se confondent et, étant plus fortement rougis par le carmin, ils simulent à la limite interne du faisceau cérébelleux une ligne courbe plus rouge (comme c'est indiqué dans la figure par la ligne qui se trouve en dehors de *d*, *dc*).

Nous concluons donc qu'une grande partie des fibres de la zone externe, et notamment les fibres de plus gros calibre, ne se retrouvent pas dans la région du gyrus sigmoïde. Ajoutons tout de suite que les fibres en question ne se retrouvent pas non plus dans les régions suivantes de la couche corticale : la partie postéro-supérieure du lobe orbitaire, la partie antérieure de la troisième circonvolution (coronal), les parties antérieure et moyenne de la deuxième circonvolution (ant. ecto-sylvian, médian ecto-sylvian), la partie supérieure (moyenne) de la circonvolution sylvienne et la région postérieure (occipit.) de la troisième circonvolution.

Je n'ai pu suivre la dégénération dans les cas en question que jusqu'à la 3^{me} ou la 4^{me} paire lombaire, conformément à ce que décrivent SINGER dans le cas de destruction du gyrus sigmoïde et LANGLEY dans le cas d'excortication énorme que présentait le chien opéré par GOLTZ. A ce niveau, le nombre de fibres dégé-

nerées est tellement réduit que je ne pouvais plus les suivre sur les sections transversales. Dans aucun de ces cas, je n'ai pu reconnaître des fibres dégénérées vers la périphérie postéro-externe du cordon latéral au niveau du renflement lombaire, contrairement à ce que nous avons décrit dans les cas de dégénération descendante par lésion de la moelle épinière.

Il s'ensuit que le faisceau nerveux qui dégénère dans le segment dorsal (postérieur) du cordon latéral, consécutivement à la section de ce cordon, est plus volumineux, plus riche en tubes nerveux et se laisse suivre plus loin dans la moelle épinière que celui qui dégénère consécutivement à l'extirpation de l'écorce irritable du cerveau ; que l'extirpation soit localisée au gyrus sigmoïde ou qu'elle s'étende en même temps aux circonvolutions avoisinantes, que nous venons d'énumérer.

J'ai déjà insisté sur ce point dans une note précédente (*Pfl. Arch.* 1883) où j'ai décrit un cas de dégénération secondaire d'origine corticale et un autre d'origine spinale. Il est vrai que la différence de la dégénération secondaire dans ces deux cas est beaucoup trop accusée : c'est que le cas de dégénération secondaire par lésion corticale datait de onze mois et celui par lésion de la moelle de six semaines seulement. Mais les conclusions que j'ai avancées sous ce rapport sont parfaitement exactes et se trouvent pleinement confirmées par tout ce que nous venons de dire maintenant, après avoir examiné bon nombre de dégénérationes secondaires par lésion récente corticale et médullaire.

J'ai à ajouter quelques remarques à propos de la dégénération de onze mois que j'ai décrite dans la note citée. Le foyer d'altération secondaire est plus petit que dans les cas de dégénération récente que je viens de

décrire, quoique l'étendue de la lésion corticale soit à peu près la même. Il se colore vivement par le carmin. Il est irrégulièrement dessiné à sa périphérie dorso-externe. Les grosses fibres non altérées de la zone externe sont de calibre manifestement plus grand que celles de la région correspondante du côté sain. Le segment postérieur du cordon latéral du côté de l'altération est plus aplati, moins large sur la coupe. Notons encore une différence de la conformation des cornes antérieures des deux côtés dans la région cervicale. Du côté de l'altération la corne antérieure est moins large, sa convexité externe, moins saillante ; le cou de la corne postérieure est au contraire un peu plus large que celui du côté sain. L'échancrure latérale de la substance grise est presque effacée du côté de l'altération (Pl. XIV, fig. 3). La disposition des groupes cellulaires dans les cornes antérieures ne présente pas de différence appréciable des deux côtés. Cette asymétrie de la conformation de la substance grise est-elle la conséquence de l'altération secondaire, ou en est-elle indépendante, congénitale peut-être ? Je ne saurais me décider ni pour l'une ni pour l'autre de ces alternatives. Chez l'homme, des cas d'altération secondaire, compliqués d'atrophie de la corne antérieure correspondante et de ses cellules, ont été signalés par CHARCOT (33) (t. II, p. 245), HALLOPEAU (cité d'après CHARCOT), LEYDEN (34) et PITRES (36)¹.

Nous ne pouvons pas quitter ce sujet sans faire observer que BOUCHARD (24) a insisté déjà anciennement sur la différence de l'étendue de la dégénération secondaire

¹ Dans le cas de PITRES les racines antérieures elles-mêmes n'étaient pas intactes : elles étaient beaucoup plus grêles dans le tiers moyen du renflement brachial du côté affecté.

dans le cordon latéral, selon qu'elle accompagne les lésions encéphaliques ou spinales chez l'homme. Il a admis l'existence de fibres médullaires propres, qui « descendent en suivant la partie postérieure des cordons latéraux pour se perdre après un long trajet dans la substance grise. » Il les désigne sous le nom de « fibres commissurales longues » (p. 570). Aujourd'hui, on ne parle plus de ces fibres ¹. FLECHSIG (38) (p. 338-339) croit que la différence entre la dégénération secondaire d'origine cérébrale et celle d'origine spinale signalée par BOUCHARD, tient tout simplement à ce que les foyers encéphaliques n'étaient pas assez étendus pour intéresser toutes les fibres du faisceau pyramidal.

Dans aucun des cas en question, je n'ai pu constater la dégénération secondaire des fibres longues qui se groupent dans la moitié ventrale du cordon antéro-latéral de la moelle.

SCHIEFFERDECKER (l. c., p. 569) a émis l'opinion que ces fibres représentent le faisceau décrit chez l'homme par TÜRK sous le nom de « Hülsen Vorderstrangbahn » (faisceau encéphalique interne ou direct de BOUCHARD, Pyramiden-Vorderstrangbahn de FLECHSIG). Cette conclusion ne se basait que sur l'analogie ; elle n'était pas contrôlée par l'étude expérimentale de la dégénération secondaire par lésion des hémisphères cérébraux. FLECHSIG (38) a déjà émis des doutes sur la vérité de cette interprétation ; dans ses recherches sur les centres

¹ D'après CHARCOT (33) l'îlot d'altération dans le cordon latéral est plus grand dans la sclérose latérale primitive que dans la dégénération secondaire : « dans la sclérose primitive il y a envahissement du système latéral tout entier comprenant non seulement les fibres cérébro-spinales et pyramidales, mais encore des fibres propres, qui commencent dans la moelle et s'y terminent, des fibres à proprement parler spinales, » p. 221. V. encore Leçons sur les localisations, etc., note à la page 161.

nerveux de chiens nouveau-nés, il a constaté que chez cette espèce le faisceau pyramidal passe tout entier dans le cordon latéral. SINGER a vérifié l'observation de FLECHSIG sur trois chiens et deux chats nouveau-nés. N'ayant pas observé de dégénération secondaire dans les cordons antérieurs consécutivement à des extirpations corticales du gyrus sigmoïde, il conclut que les fibres en question ne peuvent pas être considérées comme celles du faisceau pyramidal direct de l'homme, qui paraît manquer tout à fait chez le chien (l. c., p. 415). Ni VULPIAN, ni F. FRANCK et PITRES, ne parlent de dégénération secondaire des cordons antérieurs consécutivement aux lésions destructives du gyrus sigmoïde. LANGLEY et SHERRINGTON, malgré la lésion énorme que présentait le cerveau du chien que LANGLEY a examiné avec tant de soin, n'ont pas constaté de véritable dégénération secondaire dans les cordons antérieurs; cependant, ils ont vu des altérations qu'ils sont portés à considérer comme une dégénération « tertiaire » (l. c., p. 63).

Dans mes observations, les fibres en question n'ont pas montré de dégénération secondaire après la destruction des parties suivantes : le gyrus sigmoïde, la partie adjacente du lobe sus-orbitaire (LEURET), la moitié antérieure de la troisième et de la deuxième circonvolution externe (comprenant les circonvolutions coronale, anterior et median, ecto-sylvian de LANGLEY); la partie supérieure (moyenne) de la première circonvolution (sylvienne); la partie postérieure (occipitale) de la troisième circonvolution externe.

b. Les extirpations de la moitié antérieure du gyrus sigmoïde qui avançaient postérieurement jusqu'au sillon crucial et qui dépassaient en avant le sillon sus-orbitaire, ont été suivies de dégénération secondaire dans la moelle épinière. Les figures 4 *a* et 4 *b* représentent

deux coupes perpendiculaires frontales du cerveau d'un chien, opéré de cette manière à l'hémisphère gauche. La coupe de la fig. 4 *b* est faite à 6 mm. en avant du sillon crucial du côté opéré; malheureusement, le plan de la coupe n'est pas tout à fait perpendiculaire, mais un peu oblique de haut en bas et d'avant en arrière, de sorte qu'il rencontre la base de l'hémisphère au niveau du chiasma des nerfs optiques. On peut se rendre compte de la profondeur jusqu'à laquelle la région du gyrus sigmoïde, située en avant du sillon crucial, a été intéressée. L'extrémité supéro-externe du ventricule latéral est élargie du côté affecté et, de même que sur les coupes précédentes, elle se prolonge davantage de ce côté que du côté sain. La figure 4 *a* représente une coupe du même cerveau à quelques millimètres en avant de la précédente et fait voir la profondeur de la lésion dans la partie supérieure du lobe sus-orbitaire (LEURET). Tout ce que nous avons dit plus haut à propos de la distribution de l'altération secondaire dans le cordon latéral s'applique également ici. La dégénération secondaire n'a été suivie que dans la région cervicale et dans la partie supérieure de la région dorsale; la moitié inférieure de cette région, de même que la moelle lombaire, n'ont pas été conservées.

c. L'extirpation du lobe sus-orbitaire *seul* est-elle suivie de dégénération secondaire dans la moelle épinière? Nous ne pouvons pas répondre à cette question d'une manière définitive. Nous n'avons à notre disposition qu'un seul cas de ce genre; la lésion est assez bien localisée à la partie postéro-supérieure de ce lobe; v. figure schématique A; elle siège de 9 à 10 mm. en avant du sillon crucial. Le gyrus sigmoïde n'est entamé qu'à sa partie la plus antérieure. Le chien parfaitement guéri a été sacrifié pour une expérience sur la pression

sanguine trois semaines et cinq jours après l'opération. Pas de tache dans la moelle fraîche, ni dans la moelle durcie dans le bichromate. A l'examen microscopique, je n'ai pu reconnaître dans la moelle cervicale tout au plus que quelques fibres isolées qui pourraient être prises pour des fibres dégénérées, et cependant le temps de presque quatre semaines aurait pu suffire pour la propagation de la dégénération secondaire. Dans les cas d'extirpation du gyrus sigmoïde, elle était prononcée d'une manière non équivoque déjà au bout de trois semaines, et dans un cas même après quinze jours.

d. L'extirpation de la région de l'écorce cérébrale striée obliquement au-dessous et en arrière du gyrus sigmoïde, est-elle suivie de dégénération secondaire dans la moelle épinière ?

Nous avons à notre disposition cinq cas de ce genre. Toutes ces extirpations réunies occupent la région de l'écorce cérébrale qui comprend les parties antérieures de la troisième, de la deuxième et de la première circonvolutions externes (coronal, anterior ecto-sylvian, anterior-sylvian, et une partie de la circonvolution médiane ecto-sylvian, d'après LANGLEY), v. fig. schématique C.

Le gyrus sigmoïde n'était cependant pas *tout à fait* intact. Dans tous ces cas, une partie du bord inférieur du gyrus se trouva plus ou moins intéressée. L'étendue de l'extirpation dans l'intérieur de la région de l'écorce qui nous occupe n'était pas la même dans les cinq cas. La partie antérieure de la troisième circonvolution (coronal) et celle de la deuxième (anterior ecto-sylvian) sont lésées dans tous les cinq cas. Dans deux d'entre elles, la lésion s'étend en outre à la partie moyenne de la deuxième circonvolution (median ecto-sylvian) et à la moitié antérieure de la première (sylvienne) qui n'était pas également intéressée dans chaque cas.

Toutes ces extirpations ont été suivies de dégénération secondaire dans la moelle épinière. La distribution de l'altération secondaire présente cependant une certaine variabilité, ce qui nous force à nous arrêter plus particulièrement sur quelques-uns de ces cas.

Premier cas. — Il s'agit d'un chien qui a été opéré par M. le prof. SCHIFF des deux côtés du cerveau et qui nous a déjà occupé ; j'ai décrit la lésion de l'hémisphère gauche, occupons-nous maintenant de celle du côté droit (fig. 5, Pl. XIV), faite quatre semaines après la première. Elle n'a intéressé qu'une partie de la marge inférieure du gyrus sigmoïde et encore d'une manière tout à fait superficielle ; mais elle siège principalement dans la partie antérieure de la troisième circonvolution externe (coronal) et dans la partie adjacente de la deuxième (anterior ecto-sylvian).

Elle mesure sur le cerveau durci 20 $\frac{1}{2}$ mm. dans la direction sagittale, 45 mm. dans la direction coronaire. La profondeur de la lésion, comparativement à celle du côté gauche, est indiquée dans la figure 5 a, Pl. II, qui représente une coupe frontale de ce cerveau. Le chien est mort six semaines après la seconde opération. Nous connaissons déjà la dégénération secondaire dans le cordon latéral *droit* de la moelle épinière ; nous avons vu qu'elle est très prononcée dans la région cervicale et qu'elle s'étend jusqu'à la partie supérieure de la région lombaire (3-4 paire). Dans le cordon latéral *gauche*, au contraire, la dégénération est plus diffuse déjà dans la région cervicale, et ne peut être suivie sur les sections transversales au delà de la partie *supérieure de la région dorsale*. Donc la dégénération secondaire consécutive à l'extirpation qui a épargné le gyrus sigmoïde était plus diffuse et s'épuisait beaucoup plus vite dans la moelle épinière.

Deuxième cas. — Il s'agit d'un cas très intéressant d'extirpation cérébrale et d'une lésion de la moelle épinière à la fois. Le siège et l'étendue de la lésion spinale, ainsi que la dégénération secondaire consécutive ont été décrites dans la deuxième observation du chapitre précédent. Nous n'avons à nous occuper ici que de la lésion cérébrale.

Elle siège dans l'hémisphère gauche (fig. 6, Pl. XIV). L'étendue de la lésion paraît plus petite que dans le cas précédent, mais il faut prendre en considération que la lésion date de cinq mois. En réalité, à en juger d'après les circonvolutions qui sont atteintes, l'extirpation devait être encore plus étendue que dans le cas précédent, puisque les parties antérieures de la troisième et de la deuxième circonvolution externes (coronal et anterior ecto-sylvian) sont totalement interceptées entre la moitié postérieure du gyrus sigmoïde et la circonvolution sylvienne. Le gyrus sigmoïde n'est atteint qu'à une partie de son bord inférieur qui est un peu déchiqueté. A la moitié postérieure de ce gyrus, entre le sillon crucial et le sillon qui le limite postérieurement (ansate, LANGLEY), on voit un sillon assez profond qui se dirige obliquement vers la cicatrice à laquelle il aboutit. Bien qu'entre les deux sillons nommés il se trouve normalement un sillon intermédiaire, que LANGLEY désigne sous le nom de « post-crucial, » ni la direction de ce sillon, ni sa profondeur ne correspondent à ce que j'ai vu sur d'autres cerveaux intacts ; d'ailleurs, ce sillon n'existe pas dans le gyrus sigmoïde du côté non lésé. Du côté opéré, les diamètres de la moitié postérieure du gyrus sigmoïde (poster. limb of sigm. gyrus, LANGLEY) sont réduites de 4 mm. par rapport à ceux du côté non opéré ; la circonvolution sylvienne se trouve considérablement plus rapprochée du gyrus sigmoïde (que du

côté non opéré); le sillon qui forme la limite supérieure de la circonvolution sylvienne est déformé et forme un coude qui n'existe pas du côté droit. De l'extrémité antéro-inférieure de la cicatrice partent deux sillons assez profonds qui n'existent pas du côté normal.

Cette extirpation a été suivie de dégénération secondaire dans la moelle épinière (Pl. XIII, fig. 6*b*, 6*c*, 6*d*, 6*e*; *d*, *dc*). Dans le foyer d'altération qui se distingue par sa coloration plus vive par le carmin, on reconnaît beaucoup de fibres non altérées déjà dans la région cervicale. Fortement diminué dans la région dorsale, il ne se laisse pas suivre au delà de sa partie moyenne. L'intégrité de la zone externe est frappante dans ce cas, et elle est encore plus prononcée que dans les extirpations du gyrus sigmoïde que je viens de traiter en premier lieu. La chose est très démonstrative, grâce à ce fait que jusque entre la 5^{me} et la 6^{me} paire cervicale on peut voir sur la même coupe la dégénération descendante par lésion du cerveau et la dégénération ascendante par lésion de la moelle; au-dessous de la sixième paire cervicale, on peut comparer sur la même coupe la dégénération descendante d'origine corticale et celle d'origine spinale. L'inspection des dessins est si significative sous ce rapport qu'il serait superflu de s'y arrêter plus longtemps.

Troisième cas. — Le chien a été opéré d'abord à l'hémisphère *gauche*. Onze semaines après, l'animal étant tout à fait bien portant, il a été opéré à l'hémisphère droit. Il est mort le lendemain de l'opération.

La fig. 7, Pl. XIV, représente le siège de la lésion dans l'hémisphère gauche; la fig. 7 *a* représente le même hémisphère sur une coupe perpendiculaire frontale faite à 9 $\frac{1}{2}$ mm. en arrière du sillon crucial et ayant rencontré la base du cerveau juste à la limite entre le chiasma

et la bandelette optique. La lésion comprend non seulement les parties antérieures de la troisième et de la deuxième circonvolution comme dans les cas précédents, mais s'étend encore à la partie *moyenne* de la deuxième circonvolution (median-ecto-sylvian) et à la partie antérieure et supérieure de la circonvolution sylvienne. Elle est en outre très profonde, elle s'étend jusqu'au ventricule latéral qui a été atteint à son bord externe. Ce n'est qu'une petite partie du bord inférieur (externe) du gyrus sigmoïde qui se trouva intéressée. Dans sa moitié postérieure, on remarque un sillon assez profond qui rappelle le sillon décrit au même niveau sur le cerveau précédent. En avant et en dedans, il s'approche tout près du sillon crucial ; en arrière et en bas, il se termine en se bifurquant dans le voisinage de la cicatrice. La dégénération secondaire dans la moelle épinière est plus intense que dans le cas précédent et peut être suivie encore dans la partie inférieure de la région dorsale. Chose intéressante, quoique la lésion cérébrale soit unilatérale (l'extirpation du côté droit n'entre pas en considération, puisque le chien est mort trente heures après la seconde opération, et jusqu'à présent personne n'a encore constaté la dégénération secondaire dans la moelle épinière au bout d'un laps de temps si court), la dégénération secondaire dans la moelle épinière existe des *deux côtés* ; seulement, du côté de la lésion, elle est beaucoup plus diffuse et s'éteint déjà vers la partie moyenne de la région dorsale.

Nous avons fait la même observation encore dans un autre cas. La lésion a le même siège à peu près que dans le cas précédent, seulement elle est moins étendue en surface. La dégénération secondaire existe des deux côtés de la moelle épinière : du côté opposé à la lésion corticale, elle se laisse suivre jusqu'à la partie moyenne

de la région dorsale (à peu près) ; du côté de la lésion, elle est plus diffuse et s'épuise déjà dans la partie supérieure de cette région.

Des dégénération bilatérales de la moelle épinière consécutivement à des lésions unilatérales du cerveau¹ ont été décrites chez l'homme par PITRES ; chez le chien par MÆLI ; chez le singe par Schæfer.

On voit que les extirpations siégeant en dehors du gyrus sigmoïde proprement dit peuvent être suivies de dégénération secondaire. Abstraction faite du troisième cas avec lésion très profonde et étendue, la dégénération secondaire était en général moins intense et cessait plus haut dans la moelle épinière que dans les cas d'extirpation du gyrus sigmoïde.

Malheureusement, les lésions dont il s'agit n'étaient que trop étendues et intéressaient dans chaque cas deux ou même trois circonvolutions à la fois. Grâce à cela, nous ne pouvons pas décider à laquelle ou auxquelles de

¹ Pour expliquer ces cas, CHARCOT (32) a émis l'opinion suivante : « Mais il est possible que quelques-unes d'entre elles (il s'agit des fibres du faisceau pyramidal) passent dans la commissure antérieure, surtout dans la région dorsale, et gagnent le faisceau latéral du côté opposé, pour descendre avec lui dans la région lombaire. Il existerait donc pour ces fibres un double entrecroisement, l'un dans le bulbe (pyramide antérieure), et l'autre dans divers points disséminés sur toute la hauteur de la région dorsale, » p. 252.

PITRES (47) ne partage pas cette manière de voir. Vu que la commissure antérieure était intacte dans tous les cas qu'il a examinés, et que la sclérose bilatérale était plus prononcée dans la région cervicale, il admet que « les scléroses bilatérales de la moelle consécutives à des lésions unilatérales du cerveau dépendent selon toute vraisemblance d'une anomalie assez fréquente dans l'entrecroisement des pyramides, anomalie d'après laquelle les fibres provenant d'un hémisphère cérébral se prolongeraient en partie dans le cordon latéral du côté opposé, et en partie dans le cordon latéral du côté correspondant, » p. 183.

ces circonvolutions (coronal, anterior ecto-sylvian, anterior sylvian, LANGLEY), il faut attribuer la dégénération secondaire que nous avons observée.

D'ailleurs, il reste encore une autre interprétation possible : Il se peut que l'extirpation de l'écorce grise proprement dite au niveau de toutes ces circonvolutions ou de quelques-unes entre elles ne donnent pas du tout de dégénération secondaire dans la moelle épinière, et que la dégénération que nous avons observée tient tout simplement à la lésion des fibres de passage, provenant par exemple de l'écorce du gyrus sigmoïde et qui chemineraient dans la substance blanche sous-jacente à la région corticale qui nous occupe. Nous venons de voir que les extirpations décrites n'étaient pas purement corticales. En faveur de cette hypothèse, on pourra invoquer le fait que dans le troisième cas, où il s'agit d'une lésion très profonde, la dégénération secondaire est plus compacte et plus étendue que dans le premier cas, où il s'agit d'une lésion beaucoup moins profonde. Pour élucider cette question, de nouvelles recherches sont nécessaires.

e. J'ai examiné un cas de lésion corticale de la partie de la première circonvolution qui est à cheval sur la scissure sylvienne et de cette partie de la deuxième circonvolution externe qui se trouve obliquement en haut et en arrière de la précédente (Pl. XIV, fig. 8 et figure schématique D). Antérieurement, l'extirpation dépasse à peine une ligne idéale qui se dirigerait verticalement en haut en partant de l'extrémité supérieure de la scissure sylvienne. Postérieurement, la lésion se trouve à 4 $\frac{1}{2}$ cm. à peu près en avant du bord postérieur de l'hémisphère qui est manifestement attiré vers la plaie et présente une concavité anormale dirigée en arrière. La partie postérieure de l'hémisphère dans le voisinage de

la lésion est ratatinée et présente des sillons anormaux. Le foyer mesure sur le cerveau durci 13 mm. dans la direction coronaire. Le chien a été sacrifié au bout de huit semaines et quatre jours. Aucun accident n'a compliqué l'opération. *Pas de dégénération secondaire dans la moelle épinière.*

f. J'ai enfin étudié un cas d'extirpation corticale de la partie postérieure (occipitale) de la troisième circonvolution droite (v. figure schématique E), faite à 2 mm. en avant du bord postérieur de l'hémisphère droit et à 7 mm. en dehors de la scissure interhémisphérique. Le diamètre sagittal de la lésion mesure sur le cerveau durci 9 mm. ; le diamètre coronaire oblique en avant 13 mm. à peu près. Le même cerveau porte encore une autre lésion, plus petite, siégeant dans la partie antéro-inférieure du gyrus sigmoïde et faite deux semaines et cinq jours avant la précédente. Le chien très bien portant a été sacrifié neuf semaines après la première opération. La dégénération secondaire existe dans la moitié de la moelle épinière opposée à l'extirpation du gyrus sigmoïde ; *pas de dégénération secondaire* dans la moitié de la moelle opposée à l'extirpation occipitale.

Les régions de l'écorce cérébrale non lésée dans les cas que j'ai eus à ma disposition, sont les suivantes : (comparez la fig. schématique). Tout le trajet de la quatrième circonvolution externe (supérieure) située en arrière du gyrus sigmoïde (ento-latéral, supra- et post-splénial, LANGLEY) ; la partie moyenne de la troisième circonvolution externe ; les régions inférieures de la moitié postérieure de la troisième et de la deuxième circonvolution externes ; la moitié postérieure de la première circonvolution (sylvienne) ; les circonvolutions dans lesquelles viennent aboutir antérieurement et postérieurement les circonvolutions qui contournent la scis-

sure sylvienne (anterior composite et posterior composite de LANGLEY), la région antéro-inférieure du lobe sus-orbitaire, enfin la face interne et la base de l'hémisphère.

Il résulte des expériences que j'ai décrites :

Que les fibres longues qui dégénèrent dans la direction descendante dans la partie ventrale du cordon antéro-latéral, à la suite de lésion de ce cordon au niveau de la partie supérieure de la région cervicale, n'appartiennent pas exclusivement au cordon antérieur ; puisqu'elles forment une zone qui longe non seulement la périphérie médio-ventrale du cordon antérieur, mais qui se prolonge encore dans le cordon latéral, en s'éloignant de sa périphérie, et devient brusquement très raréfié au niveau de la réunion de son tiers ventral avec ses deux tiers dorsaux (à peu près).

Que les fibres en question ne dégénèrent pas (chez le chien) à la suite d'excortication du gyrus sigmoïde, ni à la suite d'excortication des régions A, C, D, E de notre cerveau schématique (p. 483).

Que, par conséquent, ces fibres ne peuvent pas être envisagées comme équivalentes au faisceau pyramidal direct de l'homme, vu que ce dernier, quand il existe, dégénère à la suite des lésions destructives de la « zone motrice corticale. »

Que le faisceau des fibres longues qui dégénère dans le segment dorsal du cordon latéral, consécutivement à la section de ce cordon, est plus volumineux, plus riche en tubes nerveux et se laisse suivre plus loin dans la moelle épinière, que celui qui dégénère à la suite d'excortication du gyrus sigmoïde et des régions adjacentes antérieures des troisième et seconde circonvolutions (zone excitable).

Que parmi les fibres longues qui dégénèrent dans la direction descendante dans le segment dorsal du cordon latéral, les unes dégénèrent régulièrement à la suite

d'excortication du gyrus sigmoïde et correspondent selon toute apparence au faisceau pyramidal croisé de l'homme ; les autres de gros calibre et situées principalement (mais pas uniquement) à la périphérie dorso-externe du faisceau précédent, ne dégèrent pas à la suite d'extirpation du gyrus sigmoïde, ni à la suite d'excortication des régions A, C, D, E de notre cerveau schématique (p. 483). Il est donc très peu probable que ces dernières fibres appartiennent aussi au faisceau pyramidal ; il reste toujours la possibilité que les dites fibres soient en connexion avec les régions corticales qui sont restées intactes dans les expériences que j'ai décrites.

Que dans le cas de section des cordons postérieurs entre les 5^{me} et 6^{me} nerfs cervicaux, la dégénération ascendante de ces cordons au niveau de l'origine apparente de la première paire cervicale ne se limite pas seulement aux faisceaux de Goll, mais s'étend encore à une partie très notable des faisceaux de Burdach.

Que les fibres qui dégèrent dans la direction ascendante dans le cordon latéral se groupent sur presque toute sa périphérie jusque dans le voisinage des racines antérieures ; mais leur groupement n'est pas le même dans les différentes parties de cette périphérie. Entre le sillon collatéral postérieur et le ligament dentelé (à peu près) elles forment une zone compacte qui est cependant traversée par quelques fibres qui dégèrent dans la direction descendante. Quelques fibres dégérant dans la direction ascendante sont encore disséminées dans la région du faisceau pyramidal. Au niveau du ligament dentelé elles sont beaucoup plus dispersées, mais elles se groupent non seulement vers la périphérie du cordon latéral, mais encore dans ses régions profondes. Ventralement à partir du ligament dentelé il n'y a que des fibres tout à fait dispersées à la périphérie du cordon.

Que l'extirpation du gyrus sigmoïde est régulière-

ment suivie de dégénération secondaire dans la moelle épinière.

Que les extirpations n'intéressant qu'une petite partie de la marge externe du gyrus sigmoïde, et siégeant dans la région C de notre cerveau schématique, peuvent aussi être accompagnées de dégénération secondaire dans la moelle épinière. Abstraction faite de l'expérience dans laquelle toute la substance blanche sous-jacente à la région corticale en question avait été détruite, la dégénération secondaire dans le cordon latéral de la moelle épinière était en général plus diffuse et s'épuisait plus vite que la dégénération par extirpation du gyrus sigmoïde.

Il est possible que la dégénération secondaire consécutive à l'extirpation de cette région soit due à la lésion des fibres de passage provenant d'une autre région corticale — du gyrus sigmoïde, par exemple, — vu que les extirpations dont j'ai disposé n'étaient pas purement corticales.

Qu'une lésion unilatérale du cerveau peut s'accompagner de dégénération secondaire bilatérale de la moelle épinière. La dégénération était plus prononcée et se laissait suivre plus loin dans le cordon latéral du côté opposé à la lésion corticale que dans celui du côté correspondant.

Que l'excortication de la région D de notre cerveau schématique (p. 483) ne s'accompagne pas de dégénération secondaire dans la moelle épinière (une expérience).

Que l'excortication de la région E de notre cerveau schématique ne s'accompagne pas de dégénération secondaire dans la moelle épinière (une expérience).

Ajoutons encore que le développement et la marche du processus dégénératif dans la moelle épinière ne s'accompagne chez le chien par aucun symptôme particulier.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

A. Travaux sur la dégénération secondaire chez les animaux.

1. VULPIAN, A. Expériences relatives à la pathogénie des atrophies secondaires dans la moelle épinière. Arch. de Physiol. norm. et patholog. 1869, p. 221.
2. PHILIPPEAUX et VULPIAN. Plaie considérable de l'hémisphère gauche produite sur trois chiens. Arch. de Physiol. norm. et patholog. 1869, p. 661.
3. WESTPHAL, C. Ueber künstlich erzeugte secundäre Degeneration einzelner Rückenmarkstränge. Arch. für Psychiatrie und Nervenkrankheiten Bd. II, p. 415, 1870.
4. VULPIAN, A. Arch. de Physiol. norm. et pathol. 1870, p. 520.
5. GUDDEN. Vortrag über den sog. paralytischen Grössenwahnsinn. IV Sitzung im XI Jahre. 30 December. Correspondenzblatt für schweizer Aerzte, Basel. 1872, p. 78.
6. CARVILLE et DURET. Note sur une lésion pathologique du centre ovale chez un chien. Arch. de Physiol. norm. et patholog. 2^{me} série, T. 2, p. 136, 1875.
7. DÉJERINE, J. Note sur un cas d'atrophie d'un lobe cérébral, observé chez un chien, avec atrophie secondaire du pédoncule et de la pyramide correspondante. Soc. de Biologie 27 novembre 1875. V. encore R. Issartier, Des dégénération secondaires de la moelle consécutive aux lésions de la couche corticale. Thèse de doctorat, 1878, p. 50-51.
8. SCHIEFFERDECKER, P. Ueber Regeneration, Degeneration und Architektur des Rückenmarkes. Virchow's Archiv. Bd. 67, Hf. IV, s. 542, 1876.
9. VULPIAN, A. Destruction de la substance grise du gyrus sigmoïde du côté droit sur un chien. Arch. de Physiol. norm. et patholog. 1876, p. 814.
10. BINSWANGER, O. Tageblatt der 52. Naturforscherversammlung s. 379, 1879.
11. FR. FRANCK et PITRES. Des dégénération secondaires de la moelle épinière consécutives à l'ablation du gyrus sigmoïde chez le chien. Gazette médicale de Paris, n^o 12, p. 152, 20 mars 1880.

12. SINGER, J. Ueber secundäre Degeneration im Rückenmarke des Hundes. Sitzungsber. d. Kais. Acad. d. Wiss., Wien, math. nat. Cl. Bd. LXXXIII, Abth. III, p. 390, 1881.
13. KAHLER. Berliner klinische Wochenschrift, Montag, den 16 October 1882, n^o 42, p. 640. Die 55. Versammlung deutsch. Naturforscher und Aerzte zu Eisenach. Section für patholog. Anatomie und innere Medicin.
14. MOELI. Ueber secundäre Degeneration. Berliner Gesellsch. f. Psych. u. Nervenkr. Sitz. v. 11 December 1882. Arch. f. Psych. und Nervenkr. Bd. XIV, H. I, p. 173, 1883.
15. v. MONAKOW, C. Weitere Mittheilungen über durch Extirpation circumscripiter Hirnrindenregionen bedingte Entwicklungshemmungen des Kaninchengehirns. Arch. f. Psych. u. Nervenkr. Bd. XII, p. 535, 1882.
16. LÖWENTHAL, N. Ueber den Unterschied der secundären Degeneration des Seitenstrangs nach Hirn- und Rückenmarksverletzungen. Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiologie Bd. 31, p. 350, 1883.
17. Note de HOMÉN, présentée par Vulpian. Étude expérimentale des lésions de la moelle épinière déterminées par l'hémisection de cet organe. Comptes rendus des séances de l'Acad. d. sciences de Paris, n^o 23, 4 juin 1883.
18. SCHLEFER, E.-A. Report on the Lesions, Primary and Secondary, in the Brain and spinal Cord of the Macaque Monkey exhibited by Professors Ferrier and Veo. Journal of Physiology, vol. IV, p. 316, 1883.
19. LANGLEY, J.-N. Report on the Parts Destroyed on the Right Side of the Brain of the Dog operated on by Prof. Goltz. Journ. of Physiology, vol. IV, p. 286, 1883.
20. KLEIN, E. Report on the Parts Destroyed on the left Side of the Brain of the Dog operated on by Prof. Goltz. Journ. of Physiology, vol. IV, p. 310, 1883.
21. LANGLEY and SHERRINGTON. Secondary Degeneration of Nerve tracts following Removal of the Cortex of the Cerebrum in the Dog. Journal of Physiology, vol. V, n^o 2, p. 49, June 1884.

*B. Travaux consultés et cités sur la dégénération secondaire
chez l'homme.*

(Cette liste loin d'être complète ne contient que les renvois de mes citations).

22. TÜRCK, L. Sitzungsber. d. Kais. Acad. d. Wiss., Wien, math. nat. Cl. Bd. VI, H. 1-5, p. 283, mars 1851.

23. TÜRK, L. Ueber secundäre Erkrankung einzelner Rückenmarkstränge und ihrer Fortsetzungen zum Gehirn, *ibid.* Bd. XI, p. 93, juin 1853.
24. BOUCHARD, Ch. Des dégénéralions secondaires de la moelle épinière. *Archives générales de Médecine*, E. Follin et Ch. Laségre, VI^{me} série, T. 7, p. 272, 441, 561, et T. 8, p. 273, 1866.
25. BARTH, H.-O. Ueber secundäre Degeneration des Rückenmarkes. *Arch. der Heilkunde von E. Wagner*, p. 433, 1869.
26. WESTPHAL, C. Ueber ein eigenthümliches Verhalten secundärer Degeneration des Rückenmarkes. *Arch. f. Psych. u. Nervenkr.* Bd. II, p. 374, 1870.
27. MÜLLER, W. Beiträge zur pathologischen Anatomie und Physiologie des menschlichen Rückenmarkes. Leipzig, 1871.
28. LANGE, C. in Kopenhagen. Ueber die Leitungsverhältnisse in den hinteren Rückenmarkssträngen nebst Bemerkungen über die Pathologie des Tabes dorsalis. *Nord. med. ark.* IV. 2. Nr. 41. S. 1-18, 1872. Cité d'après le Referat in *Schmidt's Jahrbücher*. Bd. 155, p. 281, 1872.
29. SIMON, Th. Beiträge zur Pathologie und pathologischen Anatomie des Centralnervensystems. *Arch. f. Psych. u. Nervenkr.* Bd. V, p. 118, 1874.
30. HERTZ, H. Ein Fall von Erweichungsherd in der Medulla oblongata, bedingt durch Hypertrophie und abnorme Stellung des Processus odontoideus epistrophei. *Deutsch. Arch. f. klinische Medicin*, v. Ziemssen und Zenker, Bd. XIII, p. 385, 1874.
31. LEYDEN, E. Klinik der Rückenmarkkrankheiten. Vol. II, p. 304-317. Berlin, 1875.
32. CHARCOT, J.-M. Leçons sur les localisations dans les maladies du cerveau ; faites à la faculté de Médecine de Paris en 1875, recueillies et publiées par Bourneville, 1876.
33. CHARCOT, J.-M. Leçons sur les maladies du système nerveux faites à la Salpêtrière, recueillies et publiées par Bourneville, 1875-1880.
34. VULPIAN, A. Leçons sur la Physiologie générale et comparée du système nerveux, faites en 1864, rédigées par M. Ernest Brémond. Paris, 1866.
35. PITRES, A. Des dégénéralions secondaires de la moelle épinière dans les cas de lésions corticales du cerveau. *Société de Biologie*, octobre 1876 ; *Progrès médical*, T. V, p. 124, 1877.
36. PITRES, A. Note sur un cas d'atrophie musculaire consécutive à une sclérose latérale secondaire de la moelle épinière. *Arch. de Physiol. norm. et pathol.* 1876, p. 664.
37. CHARCOT et PITRES. Contribution à l'étude des localisations dans l'écorce des hémisphères cérébraux. *Revue mensuelle de Méde-*

- cine et de Chirurgie. 1^{re} année, 1877, p. 1, 113, 180, 357, 437.
38. FLECHSIG, P. Ueber Systemerkrankungen im Rückenmark, Arch. der Heilkunde, v. E. Wagner. Bd. 18, p. 101, 289, 461, 1877.
 39. CHARCOT et PITRES. Nouvelle contribution à l'étude des localisations motrices dans l'écorce des hémisphères du cerveau. Revue mensuelle de Médecine et de Chirurgie, nos de novembre 1878 et février 1879. V. encore Ferrier, D. De la localisation des maladies cérébrales trad. de l'anglais par H. S. de Varigny, suivie d'un mémoire sur les localisations motrices dans l'écorce des hémisphères du cerveau par J.-M. Charcot et A. Pitres.
 40. VULPIAN, A. Maladies du système nerveux, leçons professées à la Faculté de médecine, recueillies et publiées par Bourceret, 1879, p. 47-49.
 41. KAHLER, O. et PICK, A. Weitere Beiträge zur Pathologie und pathologischen Anatomie des Centralnervensystems, Arch. f. Psych. und Nervenkr. Bd. X, p. 179 et 297, 1880.
 42. STRÜMPELL, A. Beiträge zur Pathologie des Rückenmarkes, Arch. f. Psychiatrie und Nervenkr. Bd. X, p. 676, 1880.
 43. WESTPHAL, C. Ueber eine combination von secundärer durch compression bedingter Degeneration des Rückenmarkes mit multiplen Degenerationsherden. Arch. f. Psych. und Nervenkr. Bd. X, p. 788, 1880.
 44. BINSWANGER, O. Ueber die Beziehungen der sogenannten motorischen Rindenzone des Grosshirns zu den Pyramidenbahnen. Arch. f. Psych. und Nervenkr. Bd. XI, p. 727, 1881.
 45. HOMÉN, E.-A. Ueber secundäre Degeneration im verlängerten Mark und Rückenmark. Virchow's Archiv. Bd. 88, p. 61, 1882.
 46. SCHULTZE. Beitrag zur Lehre von der secundären Degeneration im Rückenmarke des Menschen nebst Bemerkungen ueber die Anatomie des Tabes. Arch. f. Psych. und Nervenkr. Bd. XIV, H. 2, p. 358, 1883.
 47. PITRES, A. Recherches anatomo-cliniques sur les scléroses bilatérales de la moelle épinière, consécutives à des lésions unilatérales du cerveau. Arch. de Physiol. norm. et patholog. 15 février, n° 2, p. 142, 1884.
-

SUR LA

VARIATION DANS LES ŒUFS DU VAUTOUR MOINE

PAR

GODEFROY LUNEL

Directeur du Musée d'Histoire naturelle de Genève.

Avec les planches XV et XVI.

Les œufs des oiseaux varient considérablement quant à la forme et à la coloration. Néanmoins ils présentent, en général, sauf quelques exceptions, un facies particulier qui, dans beaucoup de cas et avec un peu d'habitude, permet de déterminer à première vue, soit la famille, soit le genre et même l'espèce d'oiseau auxquels ils peuvent appartenir. THIENEMANN, O. DES-MURS, HARDY et d'autres naturalistes qui ont fait une étude spéciale de l'œologie, ont fait connaître les principaux caractères des œufs et donné une nomenclature de leurs formes. MOQUIN-TANDON¹ joignant à ses propres observations la plus grande partie des détails morphologiques insérés dans les ouvrages publiés par ces savants, et

¹ Considérations sur les œufs des oiseaux. *Revue et Magasin de zoologie*, 1860. Vol. XII, p. 14.

profitant en outre des nombreux matériaux que lui avait fournis sa riche collection d'œufs européens, a donné un tableau des diverses formes des œufs et que l'on pourrait d'après lui grouper de la manière suivante :

1° La forme *sphérique* ou *globuleuse* qui est la moins fréquente : *Rapaces nocturnes* et surtout les *Hibous* et les *Scops*.

2° La forme *courte*, c'est-à-dire celle où il existe une très grande inégalité entre les deux bouts, pourvu que le grand diamètre n'ait pas plus des deux tiers du diamètre transversal : *Grimpereau*, *Caille*, etc.

3° La forme *piriforme* ou *ovoïconique* : nom appliqué aux cas où les deux bouts présentent une très grande inégalité : *La plupart des échassiers*, *Phalaropes*, *Guillemots*, etc.

4° La forme *ovée*, nom qui indique chez un œuf un peu allongé, que les deux bouts sont inégalement arrondis ou pointus, et que le plus grand diamètre transversal n'occupe pas le milieu : *Corbeau*, *Perdrix*, etc.

5° La forme *ovoïde* qui désigne l'œuf un peu allongé, dont le grand diamètre transversal se rencontre dans le milieu, et dont les extrémités sont inégalement obtuses ou pointues : *La plupart des oiseaux de proie diurnes* et des *Palmipèdes*, etc.

6° La forme *ellipsoïde* : pour les œufs dont les deux bouts sont un peu pointus : *Grèbes*, *Cormorans*, etc.

7° La forme *cylindracée* ou *oblongue* : pour les œufs dont les deux bouts se trouvent également obtus : *Engoulevent*, *Ganga*, etc.

Plusieurs auteurs appellent ventrus les œufs dont le plus grand diamètre transversal s'éloigne brusquement du grand axe : *Pintade*, *Bécasse*, etc. Enfin toutes les fois que les deux extrémités d'un œuf se trouvent iné-

gales : *Arocette*, *Pingouin*, etc., la plus obtuse s'appelle le gros bout et l'autre le petit bout.

La coloration chez les œufs est pour le moins aussi variable que la forme. Il y a d'abord les œufs d'un blanc pur, plus ou moins mat ou lustré ; ils appartiennent, à quelques exceptions près, et suivant l'opinion de plusieurs auteurs, à des oiseaux qui font leur nid soit dans des cavités des murailles ou des rochers, soit dans l'intérieur des branches ou du tronc des vieux arbres, soit enfin dans des trous existants dans les berges des ruisseaux et des rivières et quelquefois même dans ceux qui y sont creusés par les rats d'eau. Tels sont, par exemple, les *Rapaces nocturnes*, l'*Hirondelle de rivage*, les *Martinets*, le *Rollier*, le *Martin pêcheur*, le *Guépier*, le *Tichodrome*, le *Rouge-queue tithys*, le *Cincla*, les *Pics*, le *Torcol*, les *Pétrels*, etc. Puis viennent les œufs unicolores ou uniformément colorés et sans taches, que MOQUINTANDON¹ d'après la statistique de sa collection d'œufs d'oiseaux d'Europe pense que l'on pourrait classer comme suit : Les œufs très légèrement jaunâtres : *Fuligule histrion* ; les jaunâtres : *Perdrix grise*, etc. ; les jaunes d'ocre plus ou moins vif : *Grèbe oreillard* ; les œufs couleur de chair : *certaines canards* ; les rougeâtre-pâle : *certaines variétés du Faucon pèlerin*, etc. ; les rouge de brique : *Bouscarle Cettie* ; les café au lait clair : *Fuligule milouinan*, etc. ; les olive foncé : *Rossignol ordinaire* ; les œufs très légèrement verdâtres : *Cormoran*, etc. ; les verdâtres : *Fuligule glaciale* ; les verts : *Outarde canepetière* ; les œufs très faiblement azurés : *Circaète Jean-Le-Blanc* ; les azurés : *Traquet cul-blanc* ; les bleus : *Accenteur mouchet* et le *Rouge-queue de muraille*, etc.

¹ Loc. cit., p. 196.

D'après la même statistique, les œufs jaunâtres seraient les plus nombreux et formeraient à peu près la moitié des œufs unicolores d'Europe ; puis viendraient les œufs olivâtres ou verdâtres ; puis les bleus, et enfin les rougâtres. De plus MOQUIN-TANDON, ayant comparé sa collection avec les figures des œufs d'oiseaux d'Europe publiées par THIENEMANN, a calculé que si l'on réunissait les œufs blancs aux œufs uniformément colorés on aurait approximativement un peu moins du tiers de l'ensemble des œufs européens, etc. ; tandis que les suivants, les œufs tachetés, formeraient à peu près les deux autres tiers. Ces derniers présentent tantôt des points, tantôt des grandes ou des petites taches d'une couleur plus foncée et tranchant sur celle du fond qui est d'un blanc pur, ou plus ou moins jaunâtre, soit verdâtre ou de toute autre teinte observée chez les œufs unicolores. Ces points et ces taches sont épars ou plus ou moins répandus ou rapprochés sur la surface de l'œuf où ils forment souvent par leur réunion une sorte de couronne à l'une des extrémités, ordinairement à l'extrémité supérieure du gros bout. Enfin certains oiseaux, le *Percnoptère*, la *Cresserelle*, les *Buses*, le *Balbezar*, les *Guillemots*, les *Pingouins*, etc., dont la ponte quoique particulière et normale, se compose d'œufs si dissemblables entre eux, que si l'on ne les trouvait pas réunis dans le même nid, on serait tenté de douter de leur commune origine ¹.

¹ Ces observations sur la forme et la coloration des œufs quoique ayant trait spécialement à ceux des oiseaux européens, peuvent, sauf quelques exceptions, s'appliquer également aux œufs des oiseaux exotiques beaucoup plus nombreux, mais dont la ponte offre la plus grande analogie avec celle des premiers. Bon nombre même d'espèces étrangères pondent des œufs ressemblant tellement à ceux de nos oiseaux indigènes qu'on pourrait facilement les confondre. Il en est d'autres, au contraire, dont les œufs

Les œufs du *Vautour moine*, qui font le principal sujet de ce travail et dont j'ai représenté les variétés les plus remarquables, à l'exception de celle qui est d'un blanc légèrement azuré et sans taches, appartiennent également à cette dernière catégorie. Ces œufs au nombre de dix-huit exemplaires, m'ont été obligeamment communiqués par M. A. Bouvier, naturaliste à Neuilly-sur-Seine, tout en me les recommandant comme formant une série des plus intéressantes soit pour le nombre, soit pour les particularités qu'elle présente. Ces œufs ont en général une forme ovoïde et plus ou moins raccourcie ; le plus grand diamètre transversal est au milieu ; les deux bouts sont obtus et si peu différents chez quelques-uns, qu'on a de la peine à les distinguer l'un de l'autre ; toutefois, chez le plus grand nombre, la portion de l'œuf qui constitue le petit bout est sensiblement plus étroite et se termine en pointe obtuse et arrondie. Un de ces œufs est relativement très court et se rapproche beaucoup de la forme sphérique ou globuleuse, tandis qu'un autre diffère de tous ceux de la série par sa forme relativement allongée, et dont le grand diamètre transversal, qui n'est pas tout à fait dans le milieu, se rapproche de la forme dite ovée. De plus, le

ne sauraient leur être comparés en aucune façon : Tels, par exemple, parmi les œufs unicolores, ceux de la famille des *Tinamidæ* dont la couleur, différente pour chaque espèce, pénètre profondément dans l'épaisseur de la coquille qui est d'un blanc pur à l'intérieur, et d'un poli si brillant à l'extérieur, qu'on le croirait artificiel. Ainsi les œufs du *Tinamus major*, sont d'un bleu verdâtre, et presque ronds. Ceux du *Rhyncothus rufescens*, sont d'un beau violet, et d'une forme ellipsoïde. Les œufs du *Nothura maculosa* ont à peu près la même forme que ceux de ce dernier, mais les bouts en sont un peu plus pointus ; ces œufs sont d'un joli brun clair. L'*Eudromia elegans* pond des œufs d'un beau vert pomme et dont la forme se rapproche plus ou moins de la sphère. Enfin, d'autres Tinamidés ont les œufs café au lait clair.

mode de coloration particulier de cet exemplaire, si ce n'était ses dimensions beaucoup plus grandes, le ferait prendre, volontiers, pour un œuf d'Aigle fauve, *Aquila fulva*. La coquille de ces œufs est d'une contexture solide, à surface plus ou moins rugueuse, mate chez les uns, ou légèrement lustrée chez les autres, et bleuâtre dans son épaisseur.

La mesure des grand et petit diamètres de ces œufs m'a fourni les chiffres suivants :

Exemplaires.	Grand diamètre.	Petit diamètre.
1	0 ^m ,083.0	0 ^m ,068
1	» 86	» 67
1	» 86	» 69
1	» 87	» 67
2	» 88	» 67
1	» 88	» 64
2	» 90	» 69
3	» 90	» 70
1	» 94	» 72
1	» 92	» 70
1	» 93	» 70
1	» 94	» 74
1	» 96	» 68
1	» 98	» 75

Les diamètres de ces œufs se meuvent donc dans les limites suivantes :

Grand diamètre de 83 à 98 millimètres.

Petit diamètre de 67 à 75 millimètres.

Comme on en pourra juger par les figures qui accompagnent ce travail et qu'on a dû réduire d'un huitième à cause du format de ce Recueil, et par les descriptions qui suivent, les œufs du Vautour moine varient également quant à la coloration.

N° 4. En entier d'un blanc légèrement azuré, à peu près de la forme de l'œuf du *Circætus gallicus*.

2, 3. Fond blanc un peu sale, avec quelques macules noirâtres clair semées et peu visibles; quelques traits et quelques points fort petits et rougeâtres se montrent sur un côté du gros bout de l'un de ces œufs qui ont à peu près la forme du précédent.

4. Fond blanc avec des points et des taches d'une couleur cendrée, disséminés sur ce fond; quelques taches rondes ou affectant diverses formes d'un brun rougeâtre très clair, sont éparses sur la coquille surtout vers le gros bout: cette variété si ce n'était sa forme un peu plus allongée, ressemble assez pour son facies général aux œufs de l'*Aquila fulva*, mais chez ces derniers les taches sont assez petites et assez clairsemées, si ce n'est sur le gros bout où elles sont plus grandes, d'un brun assez foncé et tirant sur le grisâtre. Cet œuf a aussi beaucoup de rapport avec celui figuré par Bäderker¹, mais dans cette figure les taches sont plus petites, moins nombreuses et rapprochées sur l'extrémité du petit bout. Pl. XV, fig. 4.

5. Fond blanc jaunâtre clair, des traits en zigzags, des points et des macules distincts ou entremêlés avec d'autres points plus gros et d'un brun rougeâtre très foncé ou presque noir, se montrent sur la plus grande partie du petit bout où ils forment une sorte de couronne d'un aspect fort singulier; des taches et des macules d'un brun clair et comme effacées sont éparses sur le restant de l'œuf. Pl. XV, fig. 2.

6. D'un blanc teinté de jaunâtre mélangé de grisâtre, parsemé de points et de macules d'un gris brun clair; des taches de la même couleur plus grandes, nuageuses

¹ Die Eier der europæischen Vogel, 1863, pl. 74, fig. 2.

et confondues couvrent presque toute la surface du gros bout, sur lequel se montrent çà et là quelques taches arrondies d'un brun très foncé.

7. Fond blanchâtre, avec des points et des macules rougeâtres et plus ou moins accentués; d'autres points et macules semblables mais d'une teinte tirant davantage sur le rouge, réunis et fondus ensemble recouvrent la plus grande partie du gros bout; sept ou huit taches d'un brun noir et plus ou moins espacées se remarquent sur le milieu d'un des côtés de l'œuf. Pl. XVI, fig. 10.

8. Blanc jaunâtre, avec des traits et des points assez clairsemés et bien marqués, d'un brun rougeâtre, épars sur la coquille; ces traits et ces points sont entremêlés de taches plus foncées formant des dessins bizarres et ressemblant plus ou moins à des hiéroglyphes ou à des caractères chinois comme on en voit souvent sur les œufs d'*Uria* et d'*Alca*, etc. Pl. XV, fig. 3.

9. Même fond que chez le précédent, mais pointillé de rouge clair sur toute sa surface et lui ressemblant plus ou moins pour les dessins et leur couleur brun rougeâtre foncé; mais ici ces ornements dont le plus grand nombre se trouve principalement sur l'un des côtés de l'œuf, se composent de taches plus grandes affectant d'autres formes et tout aussi singulières. Pl. XV, fig. 4.

10. Fond d'un blanc jaunâtre sale, maculé et orné de taches brunes ou rougeâtres entremêlées d'autres taches plus foncées et éparses sur l'œuf; ces macules et ces taches, plus nombreuses vers le gros bout, y forment une sorte de couronne assez mal indiquée.

11. Plus ou moins semblable pour la couleur et les dessins au n° 9, mais présentant en outre, sur l'un des côtés du gros bout, une tache très grande et irrégulière couleur de sang desséché. Pl. XVI, fig. 8.

12. Fond blanc légèrement jaunâtre, parsemé de points roux clair et de macules d'un brun foncé, qui réunis et confondus, forment une grande tache à bords irréguliers couleur de sang caillé et couvrant toute la pointe du petit bout. Cet œuf, sauf ses dimensions plus grandes, ressemble à certaines variétés des œufs du *Neophron percnopterus*¹. Pl. XV, fig. 6.

13. Fond blanc jaunâtre plus ou moins nuancé de grisâtre, pointillé de rougeâtre avec des macules et des taches de diverses formes et grosseurs, plus ou moins accentuées et répandues sur la surface de l'œuf; ces divers ornements réunis et confondus sur l'extrémité du petit bout ont l'aspect d'une grande tache d'un brun rougeâtre mélangé de gris. Cette variété offre beaucoup d'analogie pour la coloration avec les deux œufs figurés par BÆDEKER, Pl. 25, mais chez ceux-ci qui diffèrent l'un de l'autre quant à la forme, les taches sont d'un brun plus clair, moins confuses et également répandues sur la surface de l'œuf. Pl. XVI, fig. 11.

14. Fond blanc jaunâtre ressemblant assez au n° 11 pour la coloration et la distribution des taches répandues sur l'œuf; mais chez cet exemplaire, les taches qui sont plus grandes et réunies sur le gros bout, en recouvrent toute l'extrémité qui offre une coloration rouge comme du sang desséché sur lequel on aurait passé le doigt. Pl. XVI, fig. 7.

15. Fond blanc roussâtre à surface garnie de points,

¹ Les œufs du *Neophron percnoptère* présentent également de nombreuses variations; ils ont, en général, la forme des œufs de la plupart des rapaces diurnes, mais ils sont moins arrondis que ceux du Vautour moine, de sorte que les deux bouts se distinguent plus facilement; leur coloration est plus foncée, les taches plus grandes, d'un brun rougeâtre très foncé d'une apparence de sang desséché et occupant la plus grande partie du gros bout; tels sont sept exemplaires, sur huit que j'ai sous les yeux.

de traits, de macules et de taches d'un brun rougeâtre avec d'autres taches plus grandes de la même couleur et de formes bizarres plus ou moins réunies sur le gros bout ; on voit aussi quelques taches allongées et transversales d'un noir profond sur chaque côté du petit bout. Pl. XVI, fig. 9.

46. Fond blanc, teinté légèrement de rougeâtre clair, garni de points et de macules roussâtres et plus ou moins accentués ; ces mêmes ornements d'une teinte tirant davantage sur le rouge, réunis et fondus ensemble, recouvrent la plus grande partie du gros bout ; enfin quelques taches d'un brun presque noir et plus ou moins espacées se remarquent sur le milieu de l'un des côtés de l'œuf. Pl. XVI, fig. 10.

47. En entier d'un fond rougeâtre clair, pointillé et maculé de taches plus foncées, dont plusieurs de formes variées sont répandues sur la surface de l'œuf.

48. En entier d'un rouge de brique foncé, avec des taches encore plus foncées, sombres, nuageuses, confondues ou dispersées sur la surface de l'œuf. Cet exemplaire ressemble, quant à la coloration, à certaines variétés des œufs de plusieurs oiseaux de proie, tels que *Neophron percnopterus*, *Falco tinnunculus*, etc. Pl. XVI, fig. 12.

49. Un œuf de Vautour moine faisant partie de la collection du Musée de Genève, offre une forme et une coloration particulières qui le distinguent de toutes les variétés dont on vient de lire la description. Cet œuf dont la forme se rapproche de celle dite ovée, présente sur un fond blanchâtre, des macules d'un rougeâtre clair et nuageux éparses sur la surface de l'œuf, qui se réunissent, s'entremêlent et se confondent avec d'autres plus foncées, et en occupent tout le gros bout jusque vers le milieu de l'œuf. Enfin sur cette dernière partie se dé-

tachent quelques taches de formes irrégulières et presque noires. Pl. XV, fig. 5.

D'après les indications qu'ils portent, ces œufs proviennent de la Bulgarie et ont été récoltés du 5 au 19 février 1876.

Le Vautour moine *Vultur monachus*, Lin. désigné aussi sous les noms de Vautour cendré et de Vautour arrian, a un habitat fort étendu. Ce rapace est originaire du centre de l'Asie d'où il se répand en Europe et vient se reproduire en Bulgarie, en Bessarabie, et dans la Dobrowska, etc. Il niche, suivant les localités, soit sur des arbres très élevés, soit sur les rochers les plus escarpés et dans les endroits les plus inaccessibles. Son aire qui est très vaste et composée de branches, de buchettes et de racines, contient ordinairement deux œufs dont la ponte a lieu en février et en mars. ALLÉON et VIAN disent¹ que le Vautour moine est très commun, dans tous les âges, aux deux passages du Bosphore, mais qu'on ne le voit jamais l'été dans les environs de Constantinople, et qu'ils ne pensent pas qu'il y niche. Cependant ils ajoutent qu'ils y séjournent par petites bandes une partie de l'automne, et qu'en hiver, surtout par les vents violents, on en voit passer des compagnies de six à dix individus.

On voit aussi le Vautour moine en Grèce, en Espagne, dans les Pyrénées, etc. Il s'est montré par bandes plus ou moins nombreuses dans diverses parties de la France, où quelques individus ont été capturés. Tous les ans, vers la fin d'avril, ou dans les premiers jours de mai, les pâtres des nombreux troupeaux de la Camargue et des pays environnants les réunissent dans la plaine de

¹ Des migrations des oiseaux de proie sur le Bosphore de Constantinople. *Revue et Magasin de zoologie*, juillet 1869, p. 265.

la Crau située au pied des Alpines aux environs d'Arles, pour y séjourner jusqu'à la fin de mai, et de là gagner les paturages alpestres, notamment ceux du mont Ventoux dans le département de Vaucluse. Aussitôt que les troupeaux sont réunis dans la Crau, on voit apparaître des bandes, souvent considérables, de Vautours fauves, *Gyps fulvus*, parmi lesquels se montrent, mais en petit nombre, des Vautours moines. Ces vulturidés s'établissent sur les corniches de rochers que présentent les points les plus élevés et les plus escarpés du côté sud de ces montagnes, d'où ils s'élancent pour venir se repaître des cadavres que ne manque pas de leur fournir une aussi nombreuse réunion d'animaux. Enfin lorsque les troupeaux quittent la plaine pour la montagne afin d'y passer l'été, les Vautours disparaissent des Alpines pour n'y revenir que l'année suivante, à la même époque, et dans les mêmes conditions. Cependant quelques individus plus ou moins isolés, se montrent parfois à la suite des troupeaux se rendant à leur nouvelle station. C'est dans ces circonstances qu'un Vautour fauve, que j'ai préparé dans le temps pour le Musée d'Avignon, avait été tiré sur les bords de l'Ouvèze, de même qu'un Vautour moine adulte que j'ai vu figurer dans la collection de M. Mouriez à Carpentras et qui avait été capturé dans les environs de cette ville. Cet oiseau s'était tellement gorgé de la chair d'une brebis morte, que n'ayant pu prendre son essor, il s'était laissé tuer à coups de bâton.

Je me rappellerai toujours les émotions que j'ai éprouvées tout à la fois comme chasseur et comme naturaliste, lors d'une chasse aux Vautours dans le but de me procurer quelques peaux de ces oiseaux pour collections. C'était dans les Alpines où la présence de ces rapaces n'était guère connue alors que des pâtres et à peine des

gens du pays. J'avais la bonne fortune d'avoir à ma disposition le garde-chasse du château de Roquemartine, qui connaissait, lui, non seulement la localité, mais encore les lieux où les Vautours avaient l'habitude de venir passer la nuit. Nous partîmes donc assez tôt pour les surprendre avant leur lever, et gravissant le versant nord de la montagne, nous en atteignîmes la crête au point du jour. Alors, sur une indication de mon guide, je pus voir, non sans émotion, par une échancrure des rochers, une bande de vautours rangés à la file et faisant leur toilette matinale sur une corniche située à deux mètres environ au-dessous du côté sud de la montagne, c'est-à-dire du côté opposé à celui où nous étions. Il s'agissait alors de tourner les Vautours pour les tirer plus facilement en dessous ; mais l'endroit où il fallait passer était très étroit et fort difficile ; nous marchions donc l'un derrière l'autre, tout en nous suivant de près, et en faisant le moins de bruit possible : A peine mon guide, qui me précédait, eut-il tourné les rochers qui le dérobaient à la vue des Vautours, que ceux-ci l'ayant aperçu prirent leur vol tous à la fois et s'élevèrent à une grande hauteur avec un bruit d'ailes qu'on ne saurait mieux comparer qu'à un fort coup de vent. En même temps retentissaient deux coups de feu tirés par le garde, et j'arrivais assez à temps pour voir un Vautour fauve rebondir sur les rochers à quelques mètres au-dessous de nous, tandis qu'un second, blessé mortellement, allait tomber au loin dans la plaine où nous dûmes l'abandonner vu la grande distance à parcourir et les difficultés de la descente ¹.

¹ Je n'ai pas oublié non plus les impressions, non moins qu'agréables, que j'ai ressenties en dépouillant un Vautour fauve et un Vautour moine que ce même garde avait tirés huit jours après cette chasse, et qu'il m'avait fait parvenir. En effet,

le contenu de leur estomac était réduit en une sorte de bouillie noire et infecte, dans laquelle se montraient encore quelques os de côtelettes de mouton aux trois quarts digérés. Ajoutez à cela, l'impression non moins désagréable que j'éprouvai en me sentant courir sur le cou, les deux espèces de parasites du genre *Ricinus* propres à ces rapaces, et dont l'un n'avait pas moins de onze millimètres de long.

ENCORE UN MOT

SUR LES

AMBULACRES DES ÉCHINODERMES

PAR

^c **J. NIEMIEC**

Dans un travail intitulé : *Recherches morphologiques sur les ventouses dans le règne animal* ¹, j'ai émis, sur les ambulacres des Oursins, deux opinions qui, se trouvant en opposition avec celles de PERRIER, ont été critiquées récemment ² par ce naturaliste distingué.

Voici ce que je disais au sujet de ces organes :

4° Le cadre qui sert de soutien à la rosette calcaire dans les ambulacres des Oursins réguliers est double, mais malgré des recherches minutieuses, je n'ai pas pu trouver qu'il fût composé de huit pièces calcaires, comme le prétend PERRIER.

2° Les ambulacres ne présentent pas de caractère tranché qui suffise à faire distinguer les Échinides réguliers des irréguliers.

Dès lors j'ai répété mes recherches et je voudrais

¹ *Rec. zool. suisse*, t. II, n° 1.

² *Rec. zool. suisse*, t. II, n° 2.

revenir sur ces deux questions dans l'intérêt d'une entente mutuelle.

Quant à la première question, je dois donner raison à PERRIER.

Partout où l'on a affaire à un cadre quadrangulaire, il est constitué de huit pièces arrangées de la manière décrites par cet auteur. J'ai étudié le cadre en place, comme l'a fait VALENTIN et probablement aussi LOVÉN, mais je n'avais pas négligé d'enlever préalablement les parties charnues et les masses pigmentaires, de sorte qu'après le traitement avec des essences tout s'effaçait sous le microscope, sauf le cadre. L'image que j'ai ainsi obtenue est très claire et ne semble laisser aucun doute sur sa constitution, conforme du reste aux dessins de LOVÉN (*On Pourtalesia a genus of Echinoidea*. Stockholm, 1883. Pl. XI, fig. 114 et 115).

Les pièces calcaires sont amincies vers les angles et leurs extrémités, dans la plupart des cas, sont si bien appliquées les unes contre les autres qu'on ne peut les distinguer, même sous de forts grossissements. Pour résoudre cet objet, il faut en effet recourir au traitement par la potasse caustique qui montre mieux les choses.

Ceci soit dit pour expliquer mon erreur.

Quant à la seconde question, je maintiens une opinion contraire à celle que PERRIER professe page 77, *Ann. d. sc. nat.*, S. V. T. 13 :

« Nous avons montré que l'étude des ambulacres permettait de distinguer les Oursins réguliers et les Oursins irréguliers ; les ambulacres des premiers étant terminés par une rosette calcaire, dont les ambulacres des seconds sont dépourvus. »

PERRIER caractérise les ambulacres des irréguliers (la description se rapporte aux Spatangoides qu'il a surtout étudiés) comme suit :

« Les tubes ambulacraires sont de deux sortes : Les

uns situés dans le voisinage de la bouche ; les autres sortent par les pores distribués sur le reste de la surface du corps. *Aucun d'eux ne se termine en disque aplati* ; aucun d'eux ne présente cette rosette interne que nous avons trouvée d'une manière si constante chez les Our-sins irréguliers..... Les tubes ambulacraires du corps se terminent par un nombre variable, mais en général res-treint de digitations..... Les tubes ambulacraires buccaux sont beaucoup plus volumineux que ceux du corps ; ils sont terminés par une touffe considérable de longs fila-ments qui forment comme une sorte de houppe très serrée à leur extrémité. »

A laquelle de ces deux catégories, les ambulacres qui se trouvent dans la zone lyriforme de *Bryssopsis* appartiennent-ils, puisqu'ils ne portent ni digitations, ni touffe de longs filaments? Leurs parties terminales méritent le nom de « disques aplatis » dans le sens vrai de ce mot.

Il est plus que probable que PERRIER n'a point vu cette forme d'ambulacres, car autrement elle aurait attiré son attention et il en aurait fait mention dans sa des-cription de *Bryssopsis lyrifera* ¹ (*Ann. d. sc. nat.*, S. V T. 43, p. 68), où il parle de *spicules terminaux* des tubes ambulacraires buccaux.

Je ne sais trop ce que veut dire la phrase suivante de PERRIER : « A la vérité, peut-être à cause de l'état par-ticulier de rétraction des tubes ambulacraires qu'il a étudiés, il place ces pièces à l'envers de leur position normale. »

¹ Le fait, que PERRIER trouve, entre la rosette d'un ambulacre des oursins réguliers et la rosette mentionnée de *Bryssopsis lyrifera*, une analogie comme celle qui existerait entre la ventouse et le panache terminal de *Bryssopsis parma*, me confirme dans ma sup-position, qu'il n'a pas vu l'organe en question.

Les exemplaires qui m'ont servi d'objet d'étude étaient conservés dans l'alcool et m'ont donné les mêmes résultats qu'a obtenus LOVÉN qui avait à sa disposition des *Bryssopsis* frais (Comp. mon dessin. Pl. I, fig., 5, 7, avec celui de LOVÉN. Pl. IX, fig. 86).

PERRIER dit que les plaques de la rosette de *Bryssopsis lyrifera* (mihi *Rec. zool. suisse*, Pl. I, fig. 7) sont identiques aux spicules terminaux des Amphidètes et des Spatangues (Perrier. *Ann. d. sc. nat.* Pl. VI, fig. 3 et 5). S'il y a là *identité*, d'où viendrait la différence entre les plaques de la rosette de *Bryssopsis* et celle d'une rosette à sept rayons d'un Oursin régulier? Évidemment cette forme est intermédiaire entre les deux extrêmes; et si nous considérons les parties constituantes de la rosette de l'*Hemiaster expergitus*, nous leur trouverons une ressemblance beaucoup plus grande avec les pièces calcaires de la rosette des réguliers. Nous ne trouvons donc aucune différence fondamentale entre les pièces calcaires des rosettes de ces deux groupes d'Échinides.

Mais pour PERRIER la présence du cadre semble être décisive pour classer parmi les rosettes les armatures terminales des tubes ambulacraires.

Eh bien! il n'est aucunement douteux que les pièces formant le cadre sont les homologues de spicules. Cette homologie se manifeste quelquefois par une ressemblance complète des pièces du cadre avec les spicules du tube ambulacraire; j'ai constaté la chose pendant mes dernières recherches, surtout dans plusieurs ambulacres du *Psammechinus miliaris*.

PERRIER semble avoir vu le même fait, surtout chez les Diadèmes.

Ajoutons encore un autre point. Les pièces du cadre polygonal ne sont pas toujours construites d'après la même loi que celles du cadre quadrangulaire. Ainsi le

cadre heptagone n'est plus constitué de quatorze pièces ; leur nombre est, dans la plupart des cas, inférieur à ce chiffre ; et l'on trouve alors des pièces soudées à l'angle du cadre. Les formes de ces pièces sont alors dissemblables et se rapprochent par là des organes analogues des Échinocardiens. En général, il n'est pas rare de trouver que les spicules sous-jacents à la rosette des irréguliers ont un élargissement qui témoigne d'une différenciation pareille à celle que l'on trouve chez les réguliers. Mais si l'ensemble présente une différence à laquelle on voudrait attribuer une importance, pourquoi ne pas tenir compte d'un type intermédiaire comme celui d'*Échinoneus*? Pourquoi le mettre hors de cause quand il s'agit de poursuivre une loi de transformation intéressante ?

PERRIER dit que la rosette de ce type est toute différente de celle des Oursins réguliers et des Oursins irréguliers. En quoi consiste donc cette différence ?

Voici comment PERRIER lui-même décrit la rosette de l'*Echinoneus* :

« La rosette est, comme toujours, formée de quatre à six pièces ; mais elle est plus concave que chez les Oursins réguliers. De plus, au lieu d'être formée d'une lame réticulée à plusieurs assises réunies par des barres calcaires transversales, chacune des pièces qui constitue la rosette consiste tout simplement en une lame calcaire, percée de trous et dentée sur ses bords ; mais irrégulièrement.

Le cadre ne présente rien de particulier. »

La différence consiste-t-elle alors en ce que les plaques calcaires seraient plus concaves ? — On peut facilement s'assurer que la concavité des plaques calcaires qui constituent la rosette des Oursins réguliers diffère quant au degré.

Est-ce peut-être parce que ce sont des plaques simples? — Il n'est pas rare d'observer le même fait chez les réguliers (*Psammechinus miliaris*).

Ou bien enfin est-ce la disposition irrégulière des dents marginales? Sous ce rapport, les Cidariens ne différeraient nullement des Échinonéens si l'on en juge par les dessins de PERRIER.

D'autre part on trouve parmi les Spatangoïdes des ambulacres qui, par la forme des pièces de la rosette se rapprochent des Échinonéens.

Il va sans dire que l'armature calcaire des ambulacres en question n'est pas aussi répandue dans les Irréguiliers que chez les Réguliers, et qu'elle joue dans le dernier groupe par conséquent un rôle plus important, mais on ne peut pas dire que les Irréguiliers se caractérisent par l'absence de la rosette.

Avec tant d'états de transition, nous pouvons dire que les ambulacres des Échinides constituent, par la forme de leurs armatures calcaires, une chaîne dont les membres s'engrènent intimement les uns dans les autres, et permettent de suivre, pour ainsi dire pas à pas, la loi d'adaptation. Il n'existe pas entre les deux de différence caractéristique.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA
FORMATION DES ORGANES SEXUELS
CHEZ LES INSECTES

PAR
E.-G. BALBIANI

(Avec les planches XVI^{bis} et XVII.)

I. INTRODUCTION HISTORIQUE

L'étude de l'origine et de la formation des organes sexuels dans la classe des Insectes est restée jusqu'ici un chapitre fort négligé de l'histoire du développement de ces animaux. Nous possédons cependant déjà un assez grand nombre de travaux sur l'embryologie des Insectes, mais dans la plupart on cherche en vain quelques renseignements un peu précis sur la manière dont les organes générateurs naissent et se développent chez l'embryon, tandis que leur évolution postembryonnaire est décrite avec des détails beaucoup plus complets. On sait avec quel zèle ce sujet était traité par les natura-

listes du commencement de ce siècle, qui, à l'envi les uns des autres, recherchaient les caractères anatomiques trahissant les premières différences sexuelles dans l'appareil reproducteur des Insectes. Il suffira de rappeler ici les travaux de HEROLD, de RENGGER, de SUCKOW sur les embryons et les larves des Lépidoptères. Le mérite longtemps méconnu du dernier de ces auteurs dans cette voie de recherches a été récemment mis en relief par ALEX. BRANDT¹. SUCKOW avait en effet déjà parfaitement reconnu la formation précoce de l'appareil génital chez l'embryon des Lépidoptères, et indiqué les caractères par lesquels, au moment de l'éclosion, on peut déjà distinguer l'ovaire et le testicule.

A partir de cette époque s'écoule une longue période qui n'est signalée par aucun progrès sérieux dans nos connaissances sur ce sujet. Les travaux de H. MEYER (1849), de même que ceux, beaucoup postérieurs, de BESSELS (1867) et de LUDWIG (1874), ne nous font connaître que les caractères histologiques de ces organes aux différents âges de la chenille et chez la chrysalide. Dans ses études classiques sur le développement des Diptères, WEISMANN ne s'est guère occupé non plus que des transformations des organes générateurs postérieures à l'éclosion. Après avoir constaté la présence bien reconnaissable de ces organes chez les jeunes larves des Muscides, il en conclut qu'ils commencent à se former déjà dans l'œuf. « Dass die Geschlechtsdrüsen bereits im Ei angelegt werden geht schon aus ihrer Lage mitten im Fettkörper hervor, wo sie abgeschnitten sind von jeder Verbindung mit Theilen denen sie ihre Entstehung verdanken könnten »². La même constata-

¹ AL. BRANDT, Ueber das Ei und seine Bildungsstätte, 1878.

² A. WEISMANN, Die Entwicklung der Dipteren im Ei. *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, Bd. XIII, p. 221; 1863.

tion, faite chez la larve de *Corethra*, le conduit à cette conclusion générale sur le développement des organes sexuels des Insectes : « Von besonderer Wichtigkeit scheint die Thatsache, dass auch hier wie bei den Musciden die Geschlechtsdrüsen bereits im Ei angelegt werden. Offenbar hat dieser Satz für alle Insecten Gültigkeit ¹. »

Nous avons vu plus haut que, pour les Lépidoptères tout au moins, Suckow avait depuis longtemps démontré par des observations directes qu'il en était ainsi. Vers la même époque où WEISMANN publiait ses recherches sur les Diptères, ce dernier groupe d'Insectes donnait lieu à une série de travaux importants pour la question qui nous intéresse. C'est d'abord la découverte, faite en 1862, par CH. ROBIN, chez les Tipulaires culiciformes (Chironomides), des éléments qu'il désigna sous le nom de *globules polaires*, et qu'il assimila aux vésicules directrices des Vers, des Mollusques et d'autres animaux, tout en admettant certaines différences entre celles-ci et ceux-là. Ainsi, contrairement à ce qui a lieu pour les vésicules directrices, qui sont expulsées de l'œuf sans participer au développement, ROBIN supposa que les globules polaires s'incorporent au blastoderme et sont ainsi utilisés au cours de l'évolution ². WEISMANN, en 1863, confirme la découverte de ces éléments chez *Chironomus nigro-viridis* et *Musca vomitoria*, mais considère comme très douteuse leur homologie avec les vésicules directrices admise par ROBIN ; quant à leur signification réelle,

¹ WEISMANN, Die Metamorphose der *Corethra plumicornis*. *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, Bd. XVI, p. 100; 1866.

² ROBIN, Mémoire sur la production du blastoderme chez les Articulés. *Journal de la physiol.* de Brown-Séguard, t. V, p. 348; 1862.

elle lui resta inconnue¹. En 1865, LEUCKART² et METSCHNIKOFF³ firent l'observation importante, chez les larves vivipares de Cécidomyies (*Miastor*), que les globules polaires contribuent à la formation de l'organe (pseudovarium) dans lequel prend naissance la progéniture vivante par laquelle ces Diptères se propagent pendant une longue durée de leur existence. Oscar von GRIMM fit une observation analogue chez une espèce de *Chironomus* parthénogénésique à l'état de puppe⁴. Mais en raison du caractère exceptionnel du mode de reproduction de ces espèces, on hésita à étendre ces résultats aux Insectes soumis aux lois ordinaires de la propagation par les deux sexes, quoique la présence de globules polaires eût été signalée aussi chez un certain nombre : *Musca*, *Chironomus*, *Simulia*. On objecta en outre la rareté des espèces chez lesquelles ces éléments ont été rencontrés, ce qui rendait fort douteuse l'importance générale de leur rôle dans la formation de l'appareil sexuel. Aussi BRANDT ne veut-il voir dans ces corps que des cellules blastodermiques ordinaires, distinguées seulement des autres éléments du blastoderme par la taille plus considérable et la forme arrondie qu'elles prennent en se développant librement dans l'espace laissé au pôle postérieur de l'œuf par la contraction du vitellus. Dans son récent travail sur le déve-

¹ WEISMANN, *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, Bd. XIII, p. 107; 1863.

² LEUCKART, Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Cecidomyialarven. *Archiv für Naturgeschichte*, 1865.

³ METSCHNIKOFF, Ueber die Entwicklung der Cecidomyialarve aus dem Pseudovum. *Archiv für Naturgeschichte*, 1865. — Embryologische Studien an Insecten. *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, Bd. XVI, p. 407; 1866.

⁴ O. v. GRIMM, Die ungeschlechtliche Fortpflanzung einer Chironomusart und deren Entwicklung aus dem unbefruchteten Ei. *Mém. Acad. Pétersb.*, Sér. VII, t. XV, 1870.

loppement des Insectes, WEISMANN ne pense pas non plus que la signification de ces corps soit suffisamment élucidée par les observations sur les Cécidomyies vivipares, et estime qu'il n'y a pas encore lieu de renoncer à la dénomination vague de globules polaires sous laquelle ils sont connus dans la science ¹.

Les doutes fort légitimes exprimés par WEISMANN sur l'opportunité de la généralisation des faits observés sur la Cécidomyie s'expliquent autant par la singularité des phénomènes de propagation présentés par cet Insecte que par les lacunes qui existent dans les observations de LEUCKART et de METSCHNIKOFF. C'est ainsi, par exemple, que nous ne voyons pas clairement par ces observations comment les globules polaires, d'abord extérieurs au blastoderme, se trouvent à un stade plus avancé du développement, à l'intérieur de l'œuf, dans la région occupée chez la larve par le pseudovarium. L'égalité de grandeur des globules polaires des premiers stades et des cellules génitales des stades plus avancés ne suffit pas pour prouver l'identité des deux sortes d'éléments, car quelques cellules embryonnaires peuvent fort bien avoir pris une taille plus considérable que les autres pour se transformer en éléments du pseudovarium. Pour affirmer que ces derniers proviennent réellement des globules polaires, il faut ne perdre de vue aucune phase de cette transformation ; or nous trouvons à cet égard de nombreuses lacunes dans les observations de LEUCKART et de METSCHNIKOFF. Dans les planches XXIV et XXV du Mémoire de ce dernier ², on aperçoit

¹ WEISMANN, Beiträge zur Kenntniss der ersten Entwicklungsvorgänge im Insektenei. In den Beiträgen zur Anatomie und Embryologie, J. HENLE von seinen Schülern als Festgabe dargebracht, p. 80 ; 1882.

² METSCHNIKOFF, Embryologische Studien an Insecten. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XVI, p. 407, 1866.

les globules polaires au début de la formation de l'embryon (fig. 14); puis, pendant une longue période du développement, les figures n'en montrent plus aucune trace (fig. 15 à 21), et c'est seulement chez un embryon présentant déjà presque tous ses organes internes et externes (fig. 22), qu'on aperçoit de nouveau, à l'extrémité postérieure du corps, quatre cellules divisées en deux groupes et représentant les globules polaires devenus les organes sexuels de la larve. La relation génétique de ces derniers avec les globules polaires du début est affirmée par les descriptions de l'auteur, mais ne ressort nullement des figures qui accompagnent le texte.

Pénétré de la nécessité d'une observation irréprochable où toutes les transformations des globules polaires chez l'embryon sont suivies pas à pas, j'ai entrepris, en 1882, d'élucider le problème de leur destination dans l'œuf de *Chironomus*. J'ai consigné le résultat de ces recherches dans une communication préliminaire, faite, à cette époque, à l'Académie des sciences de Paris¹. Il me suffira d'en indiquer ici la conclusion générale, attendu que le présent Mémoire a précisément pour but l'exposé détaillé de mes observations avec figures à l'appui. Cette conclusion est que les globules polaires représentent réellement les premières cellules sexuelles du nouvel animal, ainsi que LEUCKART et METSCHNIKOFF l'avaient affirmé pour le pseudovarium des larves de *Miastor*, mais comme l'espèce étudiée par moi se reproduit avec le concours des deux sexes et donne naissance à des individus mâles et femelles, il en résultait de plus ce fait nouveau et important que les

¹ BALBIANI, Sur la signification des cellules polaires des Insectes. *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 13 novembre 1882.

globules polaires pouvaient se transformer indifféremment en testicule ou en ovaire, ce qui établissait la communauté d'origine de ces organes, contestée par quelques auteurs ¹. Bien d'autres déductions intéressantes pour la morphologie et la physiologie des organes sexuels résultent de mes observations sur *Chironomus*, mais comme il en sera question dans le cours de ce Mémoire, nous les passons ici sous silence.

Malgré l'appui que mes observations apportent aux résultats de mes deux prédécesseurs, en levant les doutes qui pouvaient s'opposer encore à leur généralisation aux autres Insectes, en particulier les Diptères, des opinions contradictoires entre elles et avec les faits constatés par LEUCKART, METSCHNIKOFF et moi-même, continuent encore à être émises de temps en temps sur sur l'origine des glandes sexuelles chez ces animaux. Je fais allusion ici à deux travaux récents, dont l'un a pour auteur Anton SCHNEIDER ² et l'autre JAWOROWSKI ³. Nous y reviendrons dans la suite de ce Mémoire. Complétons auparavant cet historique des travaux concernant l'origine et le développement de l'appareil reproducteur des Insectes en parlant des observations faites sur les autres groupes de cette classe.

Chez les Hyménoptères, les auteurs chez lesquels on trouve quelques données à ce sujet sont GANINE, BÜTSCHLI, OULIANINE, DOHRN. GANINE fait dériver les orga-

¹ Notamment chez les Cœlentérés. Voir entre autres le Mémoire de ED. VAN BENEDEEN, De la distinction originelle du testicule et de l'ovaire. *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2^{me} série, t. XXXVII; 1874.

² A. SCHNEIDER, *Zoologische Beiträge*, Bd. I, p. 140; 1884.

³ JAWOROWSKI, *Vorläufige Resultate entwicklungschichtlicher und anatomischer Untersuchungen über den Eierstock bei Chironomus und einigen anderen Insekten*. *Zool. Anzeiger*, Bd. V, p. 653; 1882.

nes sexuels des Ptéromalides (*Platygyaster*) de deux petites masses cellulaires arrondies qui naissent de chaque côté de la partie postérieure épaissie de la bandelette germinative, tout près de la terminaison du tube digestif. Ces masses, formées de petites cellules embryonnaires ordinaires, se séparent par étranglement en deux portions, dont l'une devient, en s'allongeant, le conduit excréteur, et l'autre la glande génitale. L'ovaire et le testicule ont la même structure chez la larve et ne se différencient l'un de l'autre que dans l'état de puppe ¹.

HOWARD AYERS, de Boston, Mass., a étudié récemment le développement des organes sexuels chez un autre Ptéromalide du genre *Teleas*, dont la larve vit dans les œufs d'*Oecanthus niveus*. Chez la seconde forme larvaire ou larve cyclopéenne, les cellules de l'hypoderme forment sur la ligne ventrale médiane du corps un cordon terminé à chaque extrémité par un élargissement. L'élargissement antérieur devient le cerveau ; celui de la partie postérieure est destiné à donner naissance au dernier ganglion abdominal et aux cellules sexuelles. Celles-ci naissent de la manière suivante : l'élargissement postérieur du cordon hypodermique est piriforme et se recourbe à sa terminaison autour de l'extrémité postérieure de l'intestin moyen. A l'extrémité recourbée se produisent de deux à six bourgeons cellulaires, qui sont les cellules sexuelles primitives. Celles-ci se multiplient par génération endogène et se séparent complètement du cordon hypodermique qui devient la chaîne ganglionnaire ventrale, mais restent en connexion par quelques filaments protoplasmiques avec l'extrémité aveugle de l'intestin moyen. La suite du développement n'a pas été observée ².

¹ GANINE, Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte der Insekten. *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, Bd. XIX, p. 405; 1869.

² H. AYERS, On the Development of *Oecanthus niveus* and its

Chez un embryon d'Abeille déjà assez avancé dans son développement, BÜTSCHLI a aperçu, à la face dorsale, de chaque côté du corps, une masse isolée, allongée et oblongue, formée de petites cellules serrées, arrondies, munies d'un gros noyau. Cette masse, dépourvue de conduit excréteur, est considérée par BÜTSCHLI comme le rudiment de la glande sexuelle¹. Le stade le plus jeune de cette glande, observé par OULIANINE chez un embryon d'Abeille était constitué par un corps réniforme, situé de chaque côté du vaisseau dorsal, et composé d'une tunique propre, en dedans de laquelle se trouvait un amas de cellules rondes et claires. La glande était munie d'un conduit excréteur court, mais la plus grande partie de ce conduit naissait d'une invagination impaire de l'hypoderme, à la face ventrale de l'avant-dernier segment abdominal de la larve. Cette invagination se divisait à son sommet en deux parties dont chacune se mettait en rapport avec le petit conduit excréteur de la glande du côté correspondant, tandis que par sa partie postérieure elle donnait naissance aux organes accessoires de l'appareil reproducteur². Mais ni BÜTSCHLI ni OULIANINE ne nous font connaître l'origine première de la glande sexuelle chez l'Abeille. Chez l'embryon de la Fourmi, DOHRN³ a vu le rudiment de cette glande fixé par une base large contre l'intestin postérieur, ce qui lui donna à penser

Parasite, *Teleas*. *Memoirs of the Boston Soc. of Nat. Sc.*, Vol. III, Number VIII, p. 225; 1884.

¹ BÜTSCHLI, Zur Entwicklungsgeschichte der Biene. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XX, p. 558; 1870.

² OULIANINE, Sur le développement postembryonnaire de l'Abeille, 1872; en russe, d'après la citation de BRANDT: Ueber das Ei, etc., p. 79; 1878.

³ DOHRN, Notizen zur Kenntniss der Insektenentwicklung. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XXVI, p. 112; 1876.

qu'elle tire son origine de ce dernier organe, opinion qui paraît confirmer les observations, rappelées plus haut, de GANINE sur l'origine des organes sexuels chez les Ichneumonides. On peut enfin rapprocher ces observations modernes des faits aperçus déjà en 1828 par SUCKOW, chez les Lépidoptères (voir plus haut).

Les recherches de BRANDT et de GRABER concernant les Orthoptères n'ont été effectuées que sur les larves déjà écloses et ne nous apprennent par conséquent rien touchant l'origine première de l'appareil sexuel, mais nous trouvons dans le Mémoire récent de AYERS sur le développement d'*Oecanthus niveus* et de son parasite *Teleas*, déjà cité précédemment, quelques détails sur la formation de l'ovaire chez l'embryon d'*Oecanthus*. AYERS en a vu les premières traces sous l'aspect de deux groupes irréguliers de cellules amiboïdes, naissant de la couche splanchnique du mésoderme, de chaque côté du vaisseau dorsal, au début de l'occlusion de la paroi postérieure du corps. Ces deux groupes cellulaires prennent bientôt la forme de deux masses sphériques, puis cylindriques, et enfin piriformes. L'extrémité antérieure amincie de chaque masse se fixe aux éléments mésodermiques qui entourent le vaisseau dorsal, tandis que dans la partie postérieure renflée se forme un espace rempli d'un protoplasma finement granuleux, dans lequel apparaissent quelques noyaux plus larges que ceux du reste de la masse. Ces noyaux sont ceux des ovules primitifs et donnent probablement naissance à tous les germes ovulaires futurs. A un stade plus avancé, chaque ovaire est différencié en 15 à 20 ovaricules qui renferment la plus grande partie de la masse cellulaire primitive. L'oviducte se forme comme un prolongement de l'extrémité postérieure de cette masse.

Les recherches de PALMÉN sur les Orthoptères et les Névroptères (Phryganides), quoique faites sur des animaux arrivés à tout leur développement, et par conséquent plutôt d'ordre anatomique qu'embryologique, l'ont conduit à cette conclusion intéressante, confirmée par maintes observations de l'évolution embryonnaire, que l'appareil reproducteur des Insectes se développe aux dépens de deux ébauches morphologiques différentes, savoir un élément pair, constitué par les glandes sexuelles proprement dites avec leur conduit excréteur, et des parties accessoires, d'origine tégumentaire, naissant d'ordinaire de rudiments pairs, mais pouvant se constituer probablement aussi, dans quelques cas, d'un élément impair et médian, et donnant naissance sous forme de diverticules de la paroi, aux organes génitaux complémentaires (glandes accessoires, réceptacle séminal, etc.)¹ Joseph NUSBAUM, chez les Pédiculides et les Blattides, arrive aussi à reconnaître l'indépendance générique originelle des glandes sexuelles et des organes accessoires, mais il fait provenir ceux-ci, dans tous les cas, d'une ébauche paire et symétrique, se développant aux dépens de l'épiblaste de la partie postérieure du corps². Cette dernière conclusion est jugée trop absolue par WITLACZIL. Chez les Aphides ovipares, cet auteur a effectivement reconnu que le conduit excréteur commun des glandes génitales, savoir, le vagin, chez la femelle, et le canal éjaculateur, chez le mâle, se

¹ PALMÉN, Zur vergleichenden Anatomie der Ausführungsgänge der Sexualorgane bei den Insecten. Vorläufige Mittheilung. *Morphol. Jahrbuch*, Bd. IX, p. 169; 1883. — Ueber paarige Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane bei Insecten, eine morphologische Untersuchung, 1884.

² J. NUSBAUM, Zur Entwicklungsgeschichte der Ausführungsgänge der Sexualdrüsen bei den Insekten. *Zool. Anzeiger*, Bd. V, p. 637; 1882.

développe, à la fin de la période embryonnaire, sous forme d'une invagination médiane et impaire de la paroi du corps, en avant de l'anus, et que, chez la jeune larve, les glandes accessoires mâles et femelles, ainsi que le réceptacle séminal, chez la femelle, croissent comme des diverticules de la partie invaginée. Sur ce dernier point, les observations de WITLACZIL confirment pleinement les résultats auxquels j'étais déjà arrivé dès 1870¹; la seule différence entre nos descriptions est que je faisais provenir les organes accessoires du conduit excréteur primitif, réuni à son congénère en un conduit impair médian, prolongé jusqu'à la partie postérieure du corps, tandis que WITLACZIL leur donne pour origine une ébauche particulière formée par l'invagination postérieure².

¹ BALBIANI, Mémoire sur la génération des Aphides. *Annales des Sc. nat.* 5^{me} sér., t. XIV; 1870.

² E. WITLACZIL, Entwicklungsgeschichte der Aphiden. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XL, p. 615; 1884. — Dans ce travail, l'auteur critique la description que j'ai donnée de la structure histologique de l'appareil génital de la femelle ovipare. Au lieu des deux couches musculaires, une interne, formée de fibres longitudinales lisses, et une externe, composée de fibres transversales striées, que j'admets dans les trompes, l'oviducte et le vagin, il n'en décrit qu'une seule, celle des fibres transversales, qu'il dit formée d'éléments non striés. WITLACZIL pense que ce que j'ai regardé comme une tunique musculaire interne n'est autre chose que la couche épithéliale, et que j'ai pris les plis de cette couche pour la striation que j'admets dans les fibres externes (!). Il rejette aussi la tunique péritonéale, qui revêt, selon moi, l'extérieur de tout le système des canaux efférents et des organes annexes. La partie de cette tunique passant sur les glandes collatérales serait une couche musculaire, contrairement à mon opinion que ces organes sont dépourvus d'éléments contractiles, etc. Ne pouvant, faute de matériaux, contrôler en ce moment ces assertions de WITLACZIL, j'ai dû me contenter de faire la révision de mes notes et dessins relatifs à mes anciennes observations. Après cet examen, je ne puis que maintenir l'exactitude de ma description histologique des organes sexuels femelles chez les Aphides, description qui est

Les observations concernent le développement des glandes sexuelles proprement dites, chez les Aphides, nous intéressent davantage comme ayant un rapport plus direct avec le sujet de ce travail.

En 1858, HUXLEY signala le premier, chez les femelles vivipares d'*Aphis Pelargonii*, l'existence de l'organe reproducteur ou pseudovarium, à un stade où l'embryon n'est encore représenté que par une simple lamelle cellulaire recourbée, dépourvue de segments et d'appendices extérieurs¹. METSCHNIKOFF² et moi³ avons montré en 1866, que l'organe femelle des Pucerons vivipares est encore bien antérieur au stade où il a été aperçu pour la première fois par HUXLEY, et qu'il est déjà visible, lorsqu'il n'existe encore qu'un simple blastoderme, sous l'aspect d'une petite masse cellulaire au pôle postérieur de l'œuf. J'ai montré, tant chez les individus vivipares que chez les ovipares, que cette masse d'abord impaire, se divise par un étranglement médian en deux masses secondaires et symétriques pour les deux côtés du corps, et que chacune de celles-ci se découpe à son bord externe en autant de lobes que l'ovaire comptera de gaines chez la femelle adulte ou le testicule de capsules chez le mâle. Ces résultats ont été pleinement confirmés par les recherches récentes

d'ailleurs en grande partie conforme à celles que STEIN, LEYDIG et d'autres auteurs ont donnée de ces organes chez différents types d'Insectes.

¹ HUXLEY, On the Agamic Reproduction and Morphology of *Aphis*. *Transact. of the Linn. Soc. of London*, Vol. XXII, p. 193; 1858.

² METSCHNIKOFF, Embryologische Studien an Insecten. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XVI, p. 437; 1866.

³ BALBIANI, Note sur la reproduction et l'embryogénie des Pucerons. *Comptes rendus*, t. XLII, p. 1231, 1285, 1390; 1866. — Mémoire sur la génération des Aphides. *Annales des Sciences natur.* Sér. V, t. XIV, 1870; t. XV, 1872.

de WITLACZIL, mais nos observations laissent encore indécise, chez les Pucerons, l'origine première des cellules sexuelles. J'incline à croire avec METSCHNIKOFF et WITLACZIL qu'elles proviennent d'une cellule blastodermique du pôle postérieur, mais le processus exact de leur formation n'a pas été reconnu jusqu'ici. Il n'en est pas moins constant que les Aphides doivent être rangés parmi les espèces animales chez lesquelles les organes générateurs se forment le plus tôt chez l'embryon, et que parmi les Insectes, ils ne cèdent guère le pas, sous ce rapport, qu'aux Diptères. C'est ce que j'espère démontrer, dans les pages suivantes, pour un des types les plus répandus de cet ordre, le genre *Chironomus*.

II. RECHERCHES SUR CHIRONOMUS spec.

Les œufs des Chironomes sont renfermés, comme on sait, au sein d'une masse gélatineuse affectant le plus souvent la forme d'un cordon cylindrique que l'Insecte fixe par une extrémité, un peu au-dessous du niveau de l'eau, sur les plantes aquatiques qui s'élèvent au-dessus de ce liquide, ou contre les parois des réservoirs, tels que tonneaux, baquets et autres exposés à l'air libre.

La disposition des œufs à l'intérieur de leur masse gélatineuse et la structure de cette masse elle-même ont été étudiées avec beaucoup de soin par Ch. ROBIN¹, nous pouvons donc nous dispenser de nous y arrêter

¹ ROBIN, Mémoire sur la production du blastoderme chez les Articulés. *Journal de la physiologie* de Brown-Séguard, t. V, p. 348; 1862.

ici, mais la manière dont la femelle s'y prend pour fixer son cordon d'œufs, de manière que celui-ci, attaché par une extrémité au niveau de l'eau, flotte par tout le reste de son étendue au sein du liquide, n'a pas encore été décrite, que nous sachions.

Le début de la formation des organes sexuels chez les Chironomes fait partie des phénomènes les plus précoces du développement embryonnaire. Il est donc essentiel, lorsqu'on veut étudier les premiers stades de cette formation, de se procurer des œufs aussi fraîchement pondus que possible, mais il est rare de rencontrer de tels dans la nature, et il vaut mieux chercher à obtenir des œufs pondus en captivité, sous les yeux même de l'observateur. Il n'est pas difficile de réaliser ce dessein. A l'aide d'un petit filet de gaze on capture aisément les femelles qui voltigent au-dessus de l'eau ou des plantes basses environnantes. C'est surtout aux heures matinales, dans les endroits exposés au soleil, qu'elles se rencontrent le plus abondamment depuis le printemps jusqu'aux derniers beaux jours d'automne. Les Insectes saisis sont enfermés dans un verre à demi plein d'eau, et, s'ils n'ont pas déjà pondu, ils ne tardent pas à le faire. Au bout de quelques minutes déjà, employées à voler çà et là, et pendant lesquelles la femelle vient de temps à autre effleurer du bout de son abdomen la surface de l'eau, elle se pose contre la paroi du verre, à un ou deux centimètres au-dessus du liquide, vers lequel est dirigée l'extrémité de son abdomen. Peu à peu, elle recourbe cette extrémité vers le bas et en avant jusqu'à l'amener au contact du verre, contre lequel elle l'applique en dilatant largement les deux valves latérales qui terminent le dernier segment de l'abdomen. Par l'écartement des valves suinte une petite quantité d'une substance

claire et filante qui colle au verre. La femelle éloigne alors graduellement l'extrémité de son abdomen, et cette substance s'étire en un filament homogène auquel on voit bientôt succéder le boyau gélatineux contenant les œufs (fig. 1 ci-dessous). Celui-ci sort peu à peu sous forme d'un cordon cylindrique. L'expulsion a

Fig. 1.

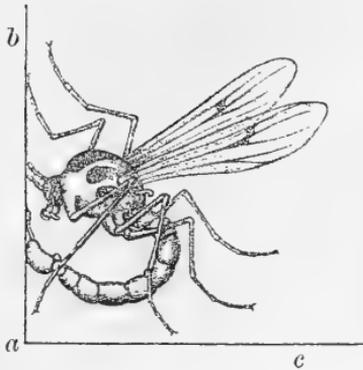


Fig. 2.

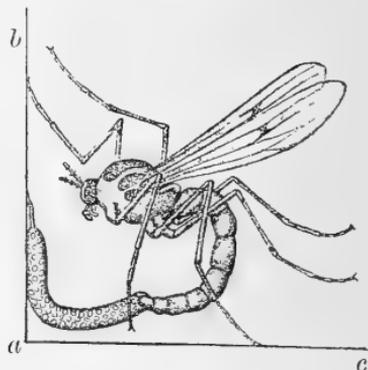


Fig. 1. *Chironomus* sp. fixant son cordon d'œufs contre la paroi d'un verre contenant de l'eau.

Fig. 2. Fin de la ponte. *a b*, paroi du verre; *a c*, niveau du liquide. D'après nature, gross. 3 fois.

lieu moitié par les efforts de contraction de l'abdomen, moitié par la viscosité de la masse adhérente au verre qui attire le boyau au dehors. Lorsque celui-ci est entièrement sorti (fig. 2 ci-dessus), il retombe perpendiculairement le long de la paroi du verre et plonge dans l'eau par son bout inférieur, tandis qu'il reste fixé par son extrémité supérieure. Le bout immergé s'imbibé presque immédiatement du liquide en se gonflant, et, devenu plus lourd, attire au sein de celui-ci une portion de plus en plus longue de la partie restée au dehors. Le boyau gélatineux finit ainsi par plonger complètement avec les œufs qu'il renferme, mais reste

suspendu par le pédicule hyalin qui le fixe à la paroi du verre. L'élasticité de ce pédicule permet au cordon ovulaire de suivre tous les mouvements de l'eau, et même de rester toujours immergé lorsque le niveau s'abaisse dans une certaine mesure. La longueur du cordon, après son imbibition complète, est de 2 à 3 centimètres, et sa largeur de 2 à 3 millimètres.

L'espèce de *Chironomus* que j'ai le plus fréquemment observée ne paraît pas être la même que les espèces étudiées par ROBIN et WEISMANN. On sait d'ailleurs que ce genre nombreux compte près d'une centaine d'espèces rien que dans nos climats seulement. Les œufs observés par moi sont allongés, ellipsoïdaux, et se rapprochent par leurs dimensions de ceux décrits par ROBIN (0^{mm},35 à 0^{mm},37 de long, sur 0^{mm},4 de large), tandis que les œufs du *Ch. nigro-viridis*, qui ont fait l'objet du premier travail de WEISMANN¹, sont plus courts et moins larges (0^{mm},24 à 0^{mm},28 sur 0^{mm},09). Par contre, ils diffèrent de ceux de ROBIN par leur pôle antérieur moins obtus que le pôle postérieur, tandis que c'est l'inverse qui existe chez ces derniers. Lorsque l'œuf est placé sur sa face dorsale ou ventrale (par rapport à l'embryon qui s'y formera plus tard), son contour est régulièrement symétrique; vu au contraire de profil, la face ventrale est convexe, et la face dorsale rectiligne ou même légèrement concave. Dans la seconde espèce, non déterminée, étudiée par WEISMANN, les œufs sont non seulement plus petits que les nôtres, mais en diffèrent beaucoup par leur forme très renflée en massue au pôle antérieur².

Grâce aux pontes que j'ai obtenues en captivité, j'ai pu

¹ WEISMANN, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XIII, Taf. VII.

² WEISMANN, in Henle's Festgabe, Taf. XIII, fig. 28-30.

observer les œufs dès l'instant même où ils venaient d'être expulsés du corps de la femelle. A ce moment le vitellus remplit entièrement la cavité de l'œuf, ainsi que ROBIN l'a également observé, mais, d'après lui, le vitellus forme une seule masse granuleuse s'étendant jusqu'à la périphérie de l'œuf, tandis que j'ai constaté qu'il est déjà divisé en deux couches, l'une superficielle, formée par du protoplasma vitellin pur, l'autre centrale, renfermant les éléments granuleux du deutoplasma (Pl. XVI bis, fig. 4). La couche périphérique est celle qui a été décrite par WEISMANN, dans son travail n° 4, sous le nom de *blastème germinatif* (Keimhautblastem) ¹. WEISMANN n'a observé que des œufs dont le développement avait déjà commencé. ROBIN, au contraire, a étudié des œufs fraîchement pondus; il dit que la couche hyaline de la surface du vitellus ne se produit que lorsque le contenu de l'œuf est déjà entièrement rétracté. Ainsi que je viens de le dire, j'ai déjà aperçu cette couche avant toute trace de développement, à moins de considérer sa formation comme le premier indice apparent de l'évolution commençant déjà avant la ponte.

La couche claire de la surface, que je désignerai sous le nom de *couche plasmique primaire* (nous verrons plus tard pourquoi) (fig. 4, *cpp.*), est plus épaisse aux deux pôles, surtout au pôle antérieur, que sur les côtés. Aux deux extrémités, je lui ai trouvé une épais-

¹ Pour abréger, j'indiquerai les deux Mémoires dans lesquels WEISMANN s'est occupé du développement de *Chironomus* par n° 1 et n° 2. Le premier est celui qui a été publié dans la *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XIII, 1862; le second fait partie des Mémoires composant le volume offert à Henle, en 1882, par ses élèves, et désigné souvent, dans la bibliographie allemande, sous le titre de *Henle's Festgabe*.

seur de 0^{mm},012, tandis que sur les parties latérales elle ne mesurait que 0^{mm},006 à 0^{mm},009.

Pour décrire chronologiquement les phénomènes qui se succèdent dans l'œuf pondu, je prendrai une de mes pontes survenue à 4 heures 20 minutes du soir, par une température extérieure de 16° centigrades. Il n'y eut pas de changement appréciable dans les œufs vivants jusqu'à 5 heures, où le vitellus commença à se séparer légèrement de l'enveloppe de l'œuf, au pôle antérieur. Cette séparation avait d'abord lieu sur les côtés du pôle, tandis que, au point culminant, le vitellus était encore adhérent à l'enveloppe. Il se détacha bientôt aussi en ce point, et la rétraction continua régulièrement au pôle antérieur, en même temps qu'elle commença aussi au pôle postérieur, tandis que sur les côtés le vitellus restait appliqué contre l'enveloppe. Pendant que la rétraction se poursuit aux deux extrémités de l'œuf, la couche plasmique primaire augmente d'épaisseur à ces extrémités, mais reste toujours assez mince latéralement. A 6 heures, la contraction du vitellus est arrivée à son maximum, et il s'est formé entre lui et l'enveloppe, à chaque bout de l'œuf, un espace rempli d'un liquide clair et incolore, ou chambre polaire (fig. 2). Ce liquide ne paraît pas être de l'eau transudée à travers l'enveloppe, car il réfracte la lumière plus fortement que l'eau. Il est plutôt sorti du vitellus par l'effet de la contraction que celui-ci a subie ; c'est le *liquor vitelli* de RATHKE et de tous les anciens embryologistes. L'œuf paraît entrer alors dans une période de repos qui dure jusqu'à 6 heures ³/₄ ¹.

¹ En parlant ici d'une période de repos survenant dans la marche du développement, je n'ai en vue que les phénomènes que l'on observe lorsqu'on étudie les œufs à l'état vivant, et qui sont ceux se passant à la surface, tandis que les phénomènes intérieurs de

A ce moment commencent à se produire les globules polaires à l'extrémité postérieure du vitellus. Le processus de formation de ces éléments a été très exactement décrit, au moins en ce qui concerne les phénomènes visibles à l'extérieur, par ROBIN et WEISMANN. Il se produit d'abord, comme l'ont vu ces observateurs, à la surface du plasma homogène une petite saillie arrondie, semblable à un petit bourgeon vitellin. Pendant qu'elle grossit, une seconde saillie se forme à côté de la première, et arrive au même volume que celle-ci, le plus ordinairement pendant qu'elle adhère encore au pôle postérieur (fig. 2, cs). Les deux saillies se détachent alors successivement par un étranglement de la couche plasmique claire qui leur a donné naissance et deviennent libres dans la chambre polaire postérieure. Elles sont formées de la même substance que celle qui compose cette couche, mais renferment toujours un nombre variable de petites granulations réfringentes qui, pendant qu'elles étaient en train de bourgeonner, ont passé du vitellus granuleux dans la couche périphérique claire, et de celle-ci dans les globules polaires. Nous insistons sur la présence de ces granulations brillantes, qui aident beaucoup à reconnaître la place occupée par les globules polaires dans les déplacements successifs qu'ils éprouvent dans l'intérieur de l'œuf aux différentes périodes du développement embryogénique. Au centre de chaque globule on observe

l'évolution restent cachés pour la plupart à l'observation, en raison de l'opacité du vitellus. En réalité, les processus évolutifs se poursuivent sans discontinuité, concurremment à la périphérie et dans la profondeur, mais, pour percevoir ces derniers, il faudrait recourir à l'investigation par la méthode des coupes, moyen rendu très difficile ici par la petitesse des œufs et que, pour cette raison, je n'ai pas essayé de mettre en usage.

un espace sphérique beaucoup plus transparent que le reste. Cet espace, qui est déjà visible pendant que le globule se forme, et qui grandit avec lui, représente un noyau ; je n'ai pas observé de nucléole dans son intérieur, et lorsqu'on isole les globules pour les traiter par l'acide acétique, le contenu du noyau devient simplement granuleux. Nous reviendrons plus tard sur la question de l'origine de ce noyau ; voyons d'abord les phénomènes que présentent les globules polaires une fois formés.

Presque aussitôt qu'ils sont devenus libres dans la chambre du pôle postérieur, les deux globules polaires commencent à s'allonger, deviennent elliptiques, puis se divisent chacun par un étranglement médian en deux cellules nouvelles (fig. 3 et 4, cs). A 7 heures, les quatre cellules-filles sont devenues presque aussi grosses que les deux cellules-mères primitives ($0^{\text{mm}},021$), et s'apprêtent à se diviser elles-mêmes comme l'avaient fait celles-ci (fig. 5, cs). Cette division est entièrement terminée à 7 $\frac{1}{2}$ heures, et l'on a alors sous les yeux un groupe de huit cellules sphériques, rapprochées les unes des autres sans se comprimer, larges de $0^{\text{mm}},018$ (fig. 6, cs). Sauf la taille, qui est plus petite, elles présentent les mêmes caractères que les cellules-mères primitives, et leur plasma homogène renferme les mêmes petits granules brillants, mais moins nombreux que dans celles-ci, puisqu'ils sont répartis entre huit cellules de nouvelle formation. Enfin, on y observe distinctement un noyau sous forme d'une vésicule ronde et claire, large de $0^{\text{mm}},006$. Ce noyau est privé d'un corpuscule intérieur ou nucléole, comme celui des cellules primitives, et devient de même simplement granuleux sous l'influence des réactifs.

Les huit cellules polaires ainsi formées ne subissent

plus de nouvelle division ; le temps employé pour leur production est d'un peu plus de trois heures, par une température extérieure de 46° centigrades.

Les phénomènes qui accompagnent la formation des globules polaires ne se succèdent pas toujours régulièrement dans l'ordre que nous venons de décrire. Ainsi, il arrive quelquefois que les deux globules polaires primitifs apparaissent simultanément, sous l'aspect de deux petits bourgeons, à la surface de la couche plasmique du pôle postérieur. Ils parcourent alors parallèlement toutes les phases de leur évolution jusqu'à la production des huit globules polaires définitifs. Des variations analogues ont été observées aussi par ROBIN dans les différents œufs d'une même ponte. Dans l'espèce n° 2 de WEISMANN, la division du premier globule polaire était parfois déjà commencée avant que celui-ci se fût séparé du vitellus. Mais ces variations ont trop peu d'importance pour nous arrêter ici. Il n'en est pas de même de ce que ces auteurs rapportent du nombre définitif de ces éléments qu'ils ont observé. Nous venons de voir, d'après mes observations, qu'il ne se produit directement que deux globules polaires aux dépens du plasma homogène du pôle postérieur, et que chacun de ceux-ci se divise coup sur coup deux fois pour donner naissance aux huit globules définitifs. D'après ROBIN, il se produirait directement jusqu'à quatre ou huit globules, qui se multiplieraient ensuite pour donner naissance à un nombre variable de ces éléments pouvant aller jusqu'à seize ou vingt dans quelques œufs. WEISMANN n'en a figuré que quatre ou cinq chez *Chironomus* n° 1, et il en indique douze, dont les deux premiers seuls se formeraient directement, chez *Chironomus* n° 2. Enfin, BRANDT n'en a jamais vu plus de quatre en tout ¹.

¹ A. BRANDT, Ueber das Ei und seine Bildungstätte, p. 130; 1878.

Ces variations dans le nombre des globules polaires tiennent-elles à des différences spécifiques ou ne pourrait-on pas les interpréter par des erreurs commises par les observateurs, dans les cas du moins où ils ont compté douze, seize et même vingt de ces éléments ? Je crois qu'il n'est pas impossible qu'ils aient compris dans leur nombre les gouttelettes protoplasmiques qui, pendant la contraction du vitellus, exsudent au pôle postérieur de l'œuf, où elles se mêlent aux globules polaires véritables, dont elles égalent parfois le volume et rappellent l'aspect, puisqu'ils sont formés de la même substance claire que ceux-ci (fig. 2-6, *gp*). On y observe souvent jusqu'aux petits granules vitellins brillants que les globules polaires contiennent en plus ou moins grand nombre, mais les gouttelettes protoplasmiques ne renferment pas de noyau et on ne les voit jamais non plus se multiplier par division. Ces petites masses protoplasmiques apparaissent aussi souvent au pôle antérieur, où elles me paraissent avoir donné lieu à quelques méprises de la part de WEISMANN (fig. 2 et 6, *gp*). Ce sont elles que cet observateur distingué, dans ses observations sur *Chironomus* n° 2, regarde comme des cellules blastodermiques au début de leur formation¹, opinion que je considère comme inexacte, car elles se montrent longtemps avant la formation du vrai blastoderme, et disparaissent même avant que celui-ci présente des cellules bien visibles, en se résolvant en un amas de petites granulations placées dans la chambre polaire (fig. 7, *gp*).

WEISMANN a décrit en outre chez *Chironomus* n° 2 un corpuscule particulier, qu'il a vu sortir comme un

¹ Ces éléments sont ceux qui, dans la figure 30 du Mémoire n° 2 de WEISMANN, sont désignés par les lettres *Kz* (Keimzellen).

bourgeon du pôle antérieur, avant la formation du premier globule polaire au pôle postérieur. Ce corpuscule renfermait parfois un noyau et serait susceptible de se diviser en deux ; d'autres fois il l'a vu disparaître presque aussitôt après son apparition. Enfin, il lui attribue la faculté de se mouvoir à l'aide de prolongements amiboïdes à la surface du vitellus et de se déplacer ainsi sur une assez grande étendue. WEISMANN pense que ce corps représente une vésicule directrice (*Richtungskörper*), élément si longtemps cherché en vain chez les Insectes. C'est là une manière de voir que je ne saurais partager. J'ai observé, il est vrai, fréquemment, au pôle antérieur de l'œuf, au stade indiqué par WEISMANN, un ou plusieurs corpuscules, tantôt sphériques, tantôt irréguliers, en contact avec la couche plasmique du vitellus ou complètement libres dans la chambre du pôle antérieur, mais je crois qu'il ne s'agit encore ici, comme pour les corps précédents, que de particules protoplasmiques expulsées du vitellus par l'effet de sa contraction au début du développement. Ni la forme, ni le nombre de ces corpuscules, ni enfin leur constance dans tous les œufs ne donnent l'impression qu'on a affaire à un processus morphologique normal.

Nous avons vu plus haut que les globules polaires renferment déjà un noyau bien reconnaissable au moment où ils commencent à apparaître sous la forme d'une petite saillie protoplasmique au pôle postérieur de l'œuf. L'origine de ce noyau est restée encore un mystère pour les observateurs. ROBIN pense qu'il naît par formation libre pendant la gemmation du globule polaire, mais plus ordinairement après que celui-ci s'est séparé du vitellus. WEISMANN n'a pu faire que des conjectures sur sa provenance. Il croit qu'il a la même origine que les noyaux du blastoderme, c'est-à-

dire qu'il provient de l'intérieur du vitellus, probablement par une division de la vésicule germinative, et que, arrivé à la périphérie, il repousse devant lui la substance corticale plasmique sous forme d'une protubérance arrondie dont il se coiffe et qu'il transforme ainsi en une cellule. A l'appui de cette manière de voir, WEISMANN cite des observations chez *Chironomus* n° 2, qui lui ont permis d'apercevoir dans la masse opaque du vitellus des taches claires qu'il interprète comme des fragments nucléaires provenant de la division de la vésicule germinative ou du noyau primaire de l'œuf.

Mes observations personnelles ne m'ont pas conduit beaucoup plus loin à cet égard que WEISMANN. Dans quelques œufs soumis à la compression pour les éclaircir, j'ai aperçu, avant ou pendant que se forment les globules polaires, deux taches claires, placées à une distance variable l'une de l'autre dans la partie moyenne du vitellus. En me basant sur les observations de WEISMANN chez *Rhodites* et *Biorhiza*¹, je regarde ces taches comme correspondant à deux noyaux-filles formés par division du noyau primaire de l'œuf, et je les désigne à son exemple sous les noms de noyau polaire antérieur et noyau polaire postérieur (fig. 2, *Npa*, *Npp*). C'est probablement de ce dernier que proviennent les noyaux des deux globules polaires primitifs et ceux des cellules blastodermiques de la région postérieure de l'œuf, tandis que le premier donnerait naissance aux noyaux blastodermiques de la région antérieure. Cette manière de voir s'appuie sur les observations de METSCHNIKOFF² sur les larves vivipares de

¹ WEISMANN, Henle's Festgabe, p. 82 et 89.

² METSCHNIKOFF, *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, Bd. XVI, p. 407; 1866.

Miastor ; on peut donc par analogie admettre qu'il en est de même chez *Chironomus*.

La formation des globules polaires ne tarde pas à être suivie, chez notre Insecte, de la production des cellules dont l'ensemble constitue le blastoderme. Tout ce que l'on peut observer sur l'œuf vivant pendant la formation de cette membrane cellulaire a été décrit et figuré d'une manière parfaite par ROBIN et WEISMANN. Je vais néanmoins rapporter, sans trop m'y étendre, ce que j'ai observé en étudiant comme eux l'œuf à l'état de vie, car la description du processus blastodermique ne se rattache que très indirectement au sujet spécial de ce travail. Mais j'ai encore une autre raison pour ne pas beaucoup y insister. Dans l'état actuel de nos connaissances embryologiques, l'intérêt principal qui s'attache à l'étude du blastoderme consiste à déterminer l'origine de ces premières cellules de l'embryon et de leurs noyaux, à rechercher leur filiation génétique avec le protoplasma et le noyau primaire de l'œuf, sujet sur lequel règnent encore d'assez grandes divergences parmi les embryogénistes ; or mes observations, je me hâte de le dire, ne me permettent d'ajouter rien de nouveau, à cet égard, à celles de mes devanciers, et j'ai dû me contenter comme eux de noter les changements qui se passent à la surface de l'œuf pendant la formation du blastoderme.

Au stade où cette couche cellulaire commence à se produire, le groupe formé par les huit globules polaires est toujours parfaitement visible à l'extrémité postérieure du vitellus. Il adhère à sa couche plasmique, remplissant presque entièrement l'espace compris entre cette couche et la membrane d'enveloppe de l'œuf. De cinq heures et demie à six heures après la ponte, ou trois heures après le début de la production du pre-

mier globule polaire commencent les changements qui annoncent la formation du blastoderme. La surface du plasma cortical clair prend un aspect onduleux et paraît couverte, suivant l'expression de ROBIN, de petites bosselures hémisphériques devenant de plus en plus saillantes (fig. 6 et 7). Ces bosselures, d'après mes observations, apparaissent d'abord au pôle antérieur, puis s'étendent en quelques minutes sur tout le reste de la surface du vitellus, mais demeurent toujours plus prononcées antérieurement que sur les parties latérales et au pôle postérieur. Elles m'ont toujours paru lisses et unies à leur surface, jamais je n'y ai observé ces pseudopodes fins et courts, animés de mouvements amiboïdes énergiques, qui, d'après WEISMANN (n° 2), donnent à la surface du vitellus un aspect comme hérissé. Mais je doute d'autant moins de l'exactitude de l'observation de WEISMANN, que ces mouvements pseudopodiques du blastoderme ont été signalés aussi par GRABER chez une espèce non déterminée de *Chironomus*. GRABER ajoute même avoir vu des particules plasmiques, munies quelquefois d'un noyau, se détacher du blastoderme et se transformer en cellules migratrices extrablastodermiques¹. Ces prolongements pseudopodiques ou ces particules détachées du blastoderme sont

¹ GRABER, Ueber Amiboid-Epithelien, *Zool. Anzeiger*, Bd. II, p. 277; 1879. — GRABER aurait même observé encore ces cellules libres après que le feuillet séreux de l'amnios et le corps de l'embryon s'étaient formés. Elles étaient placées à la face externe de ces parties et sont considérées par GRABER comme des éléments germinatifs égarés. C'est probablement aussi à des éléments de ce genre qu'avait affaire WEISMANN, qui les prenait pour des globules polaires expulsés, placés en dehors de l'embryon et de son enveloppe séreuse. Voir la figure 33 du Mémoire n° 2 de WEISMANN, où ces éléments sont indiqués par les lettres *pz* (Polzellen), avec un point d'interrogation.

évidemment des productions anormales de cette couche cellulaire. Je n'ai jamais eu l'occasion de les observer sur les deux ou trois espèces de *Chironomus* dont j'ai examiné les œufs.

Peu de temps après l'apparition des premières cellules blastodermiques, et lorsqu'elles affectent encore la forme de simples protubérances hémisphériques, on observe à leur centre un espace arrondi clair. Cet espace, bien visible sans le secours d'aucun réactif, représente le noyau de la cellule. Il a été vu aussi par WEISMANN (n^{os} 1 et 2) et par GRIMM¹, mais est nié à tort par ROBIN, ce qui est d'autant plus singulier qu'il admet l'existence du noyau dans les cellules blastodermiques d'autres Diptères, les Muscides.

La question de l'origine des noyaux primitifs du blastoderme chez les Insectes a donné lieu, comme on sait, aux opinions les plus divergentes. Presque personne n'admet plus aujourd'hui, ainsi que le faisait WEISMANN dans son grand travail sur le développement des Diptères, que ces noyaux naissent spontanément dans la couche corticale claire du vitellus ou blastème germinatif de WEISMANN, mais deux opinions sont encore aujourd'hui en présence touchant l'origine première des noyaux du blastoderme. Dans une première manière de voir, ces noyaux sont des produits de division de la vésicule germinative et arrivent à la surface du vitellus avec les cellules blastodermiques toutes formées, lesquelles n'ont plus qu'à se multiplier par division pour constituer un blastoderme complet : tel est le processus décrit par BOBRETZKY chez les Lépidoptères² ;

¹ GRIMM, *Mém. Acad. des Sc. Pétersb.*, t. XV, 1870.

² BOBRETZKY, Ueber die Bildung des Blastoderms und der Keimblätter bei den Insekten. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XXXI, p. 195; 1878.

par WEISMANN ¹ et par KOROTNEFF ² chez *Gryllotalpa* ; par PATTEN chez les Phryganides ³ ; par GRABER chez divers Insectes ⁴ ; par TICHOMIROFF chez *Bombyx mori* ⁵. Dans une seconde opinion, les noyaux blastodermiques proviennent comme précédemment de la vésicule germinative, se transportent à la surface du vitellus, et s'y entourent chacun d'une couche de substance vitelline pour former une cellule blastodermique primitive. Cette manière de voir est celle de METSCHNIKOFF pour *Aphis* et *Cecidomyia* ⁶ de WEISMANN pour *Rhodites* et *Biorhiza* ⁷ ; de WITLACZIL pour *Aphis* ⁸ ; de GRIMM pour *Chironomus* ⁹. Ce dernier auteur reproduit une erreur de ROBIN, d'après laquelle le blastoderme se diviserait, en s'épaississant, en plusieurs couches superposées. WEISMANN a critiqué avec raison cette manière de voir, en attribuant l'épaississement du blastoderme à l'allongement de ses cellules et non à sa division en plusieurs couches emboîtées les unes dans les autres. En revanche, GRIMM est le seul auteur qui aurait constaté directement dans les œufs plus transparents de l'espèce parthénogénésique de *Chironomus* observée par lui la division de la vésicule germinative

¹ WEISMANN, Henle's Festgabe, p. 95; 1882.

² KOROTNEFF, Die Embryologie der Gryllotalpa, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XLI, p. 570; 1885.

³ W. PATTEN, The Development of Phryganids, with a Preliminary Note on the Development of *Blatta germanica*: *The Quart. Journ. of microsc. Sc.*, October 1884.

⁴ GRABER, Vergleichende Embryologie der Insekten. Vorl. Mitth. *Archiv f. mikr. Anat.*, Bd. XV, p. 630; 1878.

⁵ TICHOMIROFF, Ueber die Entwicklungsgeschichte des Seidenwurms. *Zool. Anzeiger*, Bd. II, p. 64; 1879.

⁶ METSCHNIKOFF, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XVI, 1866.

⁷ WEISMANN, Henle's Festgabe, 1882.

⁸ WITLACZIL, Entwicklungsgeschichte der Aphiden. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XL, p. 559; 1884.

⁹ O. v. GRIMM, *Mém. Acad. Petersb.*, Sér. VII. t. XV, 1870.

en noyaux-filles devenant les noyaux des globules polaires et des cellules blastodermiques. Nous avons déjà dit que, à défaut d'observation directe, cette division est regardée comme très vraisemblable par WEISMANN et par moi, d'après certaines apparences que nous ont présentées les œufs soumis à la compression au début du développement embryogénique.

Revenons maintenant à l'objet de notre étude et reprenons le récit de nos observations.

Pendant que s'accomplissent les phénomènes que nous venons de décrire et que le blastoderme devient de plus en plus reconnaissable, la puissance qui tenait le vitellus contracté et revenu sur lui-même cesse de s'exercer, et le contenu de l'œuf tend de nouveau à s'allonger et à venir réoccuper les régions qu'il avait abandonnées aux deux pôles. L'expansion que la masse vitelline subit dans sa totalité l'amène à toucher de nouveau par toute sa surface, comme au moment de la ponte, la face interne de l'enveloppe de l'œuf. Les cellules du blastoderme, comprimées contre cette enveloppe, s'aplatissent à leur face externe et prennent par pression réciproque la forme de petits prismes polyédriques environ deux fois plus longs que larges, en contact par leur extrémité interne avec la masse granuleuse du deutoplasma. Au pôle postérieur, l'allongement du vitellus refoule peu à peu le groupe des globules polaires contre la membrane de l'œuf, en réduisant graduellement la cavité de la chambre polaire. A un certain moment, le groupe des globules polaires paraît vouloir s'élever au-dessus du bord postérieur du blastoderme et pénétrer dans l'intérieur du vitellus (fig. 8 et 9, cs). Ce bord est d'abord légèrement aplati, puis s'abaisse circulairement autour des globules polaires comme pour les enfermer dans une dépression postérieure du blas-

toderme (fig. 42). Plus tard encore, on voit cette dépression s'élever dans le vitellus sous forme d'une saillie (fig. 43, *ibl*), dont le sommet est surmonté de l'amas des cellules polaires qu'entoure complètement la substance vitelline granuleuse (fig. 43, *cs*). Cet amas a donc passé de l'extérieur à l'intérieur du blastoderme.

Comment ce passage s'est-il effectué ? L'observation directe du processus est rendue fort difficile par la superposition en plusieurs couches des globules polaires et des cellules du blastoderme, à quoi il faut ajouter l'opacité du vitellus qui s'insinue dans les interstices que ces éléments laissent entre eux. Faut-il admettre que le blastoderme ne présentait aucune interruption au pôle postérieur au moment du passage des globules polaires, et que ceux-ci ont pénétré par une véritable effraction à travers cette couche cellulaire, ou bien qu'il existait à la partie postérieure du blastoderme un espace qui ne s'était pas encore organisé en cellules et formé par la couche plasmique primitive, laquelle a pu être facilement traversée par les globules polaires ? C'est un point que je n'ai pas réussi à élucider. A l'aide d'une compression ménagée de l'œuf et en plaçant le foyer de l'objectif exactement au niveau du plan passant par l'axe médian du pôle postérieur, j'ai aperçu, au moment du passage, le groupe des globules polaires dans une excavation de ce pôle, dont la voûte était formée par une couche claire séparant ces éléments du vitellus granuleux, mais je n'ai pu m'assurer si cette couche était formée par le blastoderme refoulé en dedans ou par le plasma cortical du vitellus non encore transformé en cellules.

Chez la Cécidomyie à larves vivipares, observée par METSCHNIKOFF, cet auteur dit simplement que les cellules polaires sont entourées par les cellules blastoder-

miques à mesure que celles-ci s'accroissent, et se trouvent ainsi à l'intérieur de l'œuf.

Chez les Chironomes, le passage des cellules polaires à l'intérieur du vitellus n'a été observé ni par ROBIN ni par WEISMANN. ROBIN pense qu'elles se confondent avec les cellules du blastoderme en restant seulement d'abord plus volumineuses. WEISMANN croit avoir trouvé quelquefois, chez *Chironomus* n° 2, les cellules polaires en dehors des membranes embryonnaires et de l'embryon lui-même ; il se demande si ces éléments ne sont pas destinés, au moins en partie, à être rejetés de l'œuf ; il n'a pu s'assurer de leurs relations génétiques avec les organes sexuels de l'embryon¹.

Au stade du développement où les globules polaires franchissent le blastoderme pour apparaître au sein du vitellus, dans la région postérieure de l'œuf, ainsi que nous venons de le décrire, les cellules blastodermiques ne sont pas encore arrivées à leur perfection définitive. Elles achèvent de se constituer à l'aide de ce que WEISMANN a appelé le *blastème germinatif interne* (inneres Keimhautblastem), et que nous désignerons par le nom de *couche plasmique secondaire* (fig. 9,

¹ Je dois ajouter ici que, depuis la publication de ma Note sur la signification des cellules polaires des Insectes dans les Comptes rendus du 13 novembre 1882, WEISMANN a complètement adopté la manière de voir qui identifie les cellules polaires avec les cellules sexuelles de l'embryon. Il a même souvent cité les observations de METSCHNIKOFF et les miennes sur la transformation des cellules polaires en glandes génitales, chez les Diptères, à l'appui de ses théories sur la continuité du plasma germinatif et l'hérédité. Voir les écrits suivants de WEISMANN : Ueber die Vererbung, ein Vortrag, 1883. — Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen, 1883. — Zur Frage nach der Unsterblichkeit der Einzelligen (*Biolog. Centralblatt*, Bd. IV, Nr. 21 u. 22; 1885). — Die Continuität des Keimplasma's als Grundlage einer Theorie der Vererbung, 1885.

eps). La formation de cette couche avait déjà été observée par ROBIN, qui la décrit de la manière suivante : « Une heure environ après l'achèvement de cette couche de cellules (le blastoderme), le contour du vitellus, qui était peu distinct de celles-ci, parce qu'il s'avavançait dans leurs interstices, devient de plus en plus net. Les granules gras se retirent de nouveau de la surface du vitellus, se rassemblent davantage vers son centre, et, avec un peu d'attention, on peut apercevoir qu'ils laissent encore une fois à la surface de ce dernier, une couche de substance vitelline, épaisse de 6 à 12 millièmes de millimètre, presque totalement dépourvue de granulations vitellines ¹. » ROBIN fait se transformer cette couche hyaline interne en une seconde rangée de cellules blastodermiques, par un phénomène de gemmation analogue à celui qui a produit la première rangée du blastoderme. Nous avons eu déjà l'occasion de critiquer cette manière de voir.

D'après WEISMANN, le blastème interne reste à l'état amorphe et est peu à peu absorbé par les cellules blastodermiques, qui s'accroissent en s'assimilant cette substance et s'allongent vers l'intérieur de l'œuf à mesure que la couche plasmique diminue d'épaisseur. D'après mes observations, ce n'est pas proprement par un phénomène d'absorption du plasma homogène par les cellules blastodermiques que celles-ci augmentent de longueur. Lorsque le blastème interne a pris tout son développement, en atteignant une épaisseur à peu près égale à celle du blastoderme (0^{mm},009), on voit, sur une coupe optique de cette dernière

¹ ROBIN, *Journal de la physiol. de Brown-Séguard*, t. V, p. 373; 1862.

couche (fig. 40, *bl*), et en se servant de forts grossissements, les intervalles qui séparent les cellules blastodermiques pénétrer peu à peu dans l'intérieur du blastème interne (fig. 40 *eps*), en s'avancant vers le vitellus granuleux. Les cellules du blastoderme paraissent par conséquent s'allonger à mesure que leurs intervalles pénètrent dans la couche sous-jacente (fig. 41, *bl*); elles finissent par s'étendre ainsi jusqu'à la surface du vitellus granuleux, avec lequel elles se trouvent directement en contact après la disparition du blastème interne (fig. 42, *bl*). Il me paraît difficile d'expliquer ce processus d'allongement des cellules blastodermiques par un phénomène d'intussusception; je le comparerais plutôt au mécanisme par lequel les segments d'un œuf en voie de fractionnement s'isolent de plus en plus les uns des autres par la pénétration graduelle des sillons de séparation dans la masse encore indivise du vitellus, ainsi qu'on l'observe par exemple d'une façon si nette dans la segmentation du germe des Poissons osseux. Lorsque le blastème interne a complètement disparu, le blastoderme repose comme au début sur la surface du vitellus granuleux. Il est alors complètement constitué et présente, sous cet état, une épaisseur moyenne de 0^{mm},015 (fig. 42, *bl*). D'après mes évaluations, il s'écoule un intervalle d'environ une heure et demie, depuis le moment où le blastème interne est arrivé à son plus grand développement et celui où il a complètement disparu par le processus qui vient d'être décrit.

Il résulte de ce mode de genèse du blastoderme chez les Chironomes, et probablement aussi les autres espèces où sa formation s'accompagne de la production d'un blastème interne ou couche plasmique secondaire (*Muscides*, *Rhodites*, d'après WEISMANN), que cette cou-

che cellulaire se constitue en quelque sorte en deux temps : dans une première période, il se produit aux dépens du blastème primaire, probablement autour de noyaux émigrés de l'intérieur du vitellus dans cette couche, des cellules blastodermiques jeunes, puis, dans une deuxième période, ces cellules achèvent de grandir et de se développer aux dépens d'une nouvelle couche de blastème, blastème interne ou couche plasmiqne secondaire, qui se produit entre le jeune blastoderme et la masse granuleuse du vitellus.

L'existence des deux blastèmes germinatifs et leur apparition successive dans l'œuf des *Chironomus* ont été observées par ROBIN, WEISMANN, GRIMM et moi-même. Nous avons vu précédemment que ROBIN et GRIMM ont inexactement interprété le blastème interne comme un blastoderme intérieur. Le blastème externe et sa transformation en blastoderme ont été observées récemment aussi chez les Phryganides par PATTEN, qui l'appelle blastème blastodermique ou simplement blastème, suivant la dénomination imposée à cette couche par WEISMANN¹. C'est donc bien à tort que quelques auteurs, particulièrement AL. BRANDT, ont nié non seulement la signification que WEISMANN avait attribuée à son blastème germinatif, mais jusqu'à l'existence même de cette couche chez tous les Insectes en général.

Déjà avant la disparition totale du blastème interne on peut remarquer, au pôle postérieur de l'œuf, la saillie du blastoderme produite par l'invagination de celui-ci vers l'intérieur du vitellus, et qui porte à son sommet le groupe des cellules polaires. Vue sur une

¹ W. PATTEN, The Development of Phryganids, with a Preliminary Note on the Development of *Blatta germanica*. *Quart. Journ. of microscop. Science*, October 1884.

coupe optique (fig. 13, *ibl*), cette saillie paraît formée de deux lames ou branches, dont l'une est plus rapprochée du bord convexe ou ventral de l'œuf, et l'autre plus voisine de son bord droit ou dorsal. Ces deux lames se continuent l'une avec l'autre au sommet de l'invagination qui porte le groupe des cellules polaires. Celles-ci sont toujours bien sphériques et seulement rapprochées les unes des autres sans se comprimer mutuellement. Elles ne subissent non plus aucune compression de la part du vitellus, quoique celui-ci les entoure de presque tous les côtés (fig. 13, *cs*).

On sait comment, avec les progrès de l'évolution, se modifient les deux lames du blastoderme invaginé, la lame ventrale devenant progressivement plus épaisse pour former la portion caudale de l'embryon (fig. 14 et 15, *cd*); la lame dorsale s'amincissant au contraire de plus en plus pour se transformer enfin en une mince membrane qui constitue le repli caudal de l'amnios (fig. 14 et 15, *am*). Je n'ai pas à décrire ici ces transformations qui nous sont bien connues, chez un grand nombre de types d'Insectes, par les travaux de WEISMANN, METSCHNIKOFF, BRANDT, GRABER et beaucoup d'autres observateurs. Chez les *Chironomus*, la portion caudale de l'embryon s'allonge graduellement en remontant le long du bord dorsal de l'œuf (fig. 15, *cd*) jusqu'à venir toucher par son extrémité, recourbée en dedans, le bord postérieur des plaques céphaliques (fig. 16 et 17 *cph*). L'embryon présente alors la forme d'une lame qui va en se rétrécissant de l'extrémité céphalique vers l'extrémité caudale, et fortement recourbée sur elle-même au pôle postérieur. L'intervalle des deux branches dorsale et ventrale de l'embryon est rempli par la masse vitelline qui les sépare l'une de l'autre, et, à l'extrémité céphalique, les diverses por-

tions de la tête, les antennes, les pièces buccales sont déjà parfaitement différenciées (fig. 46 et 47).

A l'extrémité caudale, on voit sous le bout recourbé de la queue, qui s'enfonce en forme de crochet vers l'intérieur de l'œuf, au milieu de la masse vitelline, les cellules polaires (fig. 46 et 48, cs), recouvertes en arrière et en dessus par la queue, et entourées dans le reste de leur étendue par la substance vitelline. La figure 46 nous montre un embryon à ce stade, vu par la face dorsale ; dans la figure 47, le même embryon est représenté de profil ¹.

De ces rapports des cellules polaires avec la portion caudale de l'embryon, il résulte que, dans le trajet que celle-ci exécute pour s'élever du pôle postérieur vers la région céphalique, les cellules polaires n'abandonnent à aucun moment leurs rapports initiaux avec la queue, à l'extrémité et à la face interne de laquelle elles se placent de bonne heure (comp. les fig. 43 à 47). Pendant tout ce trajet, les cellules polaires sont assez profondément situées au-dessous de la surface de l'œuf et recouvertes d'une couche de vitellus qui rend leur observation peu facile, mais, en éclaircissant l'œuf par compression, on réussit assez bien à les apercevoir sous l'aspect d'une tache claire au milieu de la masse opaque du vitellus ambiant. Cette tache paraît souvent unique, mais quelquefois on parvient par la compression à la dédoubler en deux taches plus petites, circulaires, et placées l'une près de l'autre. Leur aspect est légèrement réfringent, et au milieu de la masse homo-

¹ Dans les figures 14 à 17, la queue de l'embryon avec les cellules polaires appliquées contre elle sont représentées avec plus de netteté qu'on ne les voit en réalité dans l'œuf intact, où ces parties sont entourées de granulations vitellines plus ou moins abondantes.

gène qui les constitue on observe de petites granulations brillantes qui ne sont autres que les granules vitellins que nous avons décrits dans les cellules polaires au moment de leur formation (fig. 2-5, cs).

Par la rupture ménagée de l'œuf dans un liquide indifférent, tel que l'eau salée, on parvient à faire sortir l'embryon, mais presque toujours brisé en plusieurs morceaux, et parmi les fragments on retrouve assez facilement la portion caudale avec les cellules polaires encore adhérentes à son extrémité. On se rend alors compte de la signification des deux taches claires contiguës que l'on observait dans l'œuf intact comprimé. Elles indiquent que la masse originelle unique formée par les cellules polaires s'est divisée en deux masses secondaires, placées de chaque côté de la ligne médiane, à la face interne de l'extrémité de la queue. Comme nous avons vu se former au début du développement de l'œuf huit globules polaires, on pouvait s'attendre à ce que chaque masse secondaire résultant de la division de la masse primitive fût composée de quatre de ces éléments. Or il n'en est pas ainsi. Déjà, par la simple compression, on peut quelquefois s'assurer que chaque masse est formée seulement de deux cellules, tantôt simplement tangentes (fig. 16, cs), tantôt plus ou moins pressées l'une contre l'autre, comme on le voit dans les figures 20 et 22, cs, bien que ces œufs appartiennent à des stades plus avancés. D'autres fois, la ligne de séparation des deux cellules n'est pas visible, et celles-ci sont en apparence confondues en une seule masse (fig. 14, cs).

En isolant l'embryon dans le liquide de la préparation (eau salée), on voit assez souvent les deux cellules de chaque masse se séparer d'elles-mêmes l'une de l'autre, comme elles le sont naturellement dans quel-

ques œufs (fig. 14, cs), et prendre une forme plus ou moins régulièrement sphérique. Mais on parvient toujours à opérer leur séparation en les traitant par l'acide acétique. Il en résulte que le nombre primitif des cellules polaires a diminué de moitié ; au lieu de huit on n'en observe plus que quatre, disposées par paires de chaque côté de la ligne médiane de la queue (fig. 16, cs). Que sont devenues les quatre cellules manquantes ? Ont-elles disparu par résorption, ou bien les huit cellules du début se sont-elles fusionnées par paires et réduites par conséquent à quatre cellules seulement ? Bien que je n'aie pas observé directement ce dernier processus, il me paraît néanmoins le plus vraisemblable, car l'on sait que la fusion de deux ou un plus grand nombre de cellules en une seule est loin d'être un phénomène rare, surtout dans les organes de la reproduction, chez les animaux et les végétaux. Pour ne citer qu'un seul exemple, mais qui a le rapport le plus direct avec nos observations chez *Chironomus*, METSCHNIKOFF a constaté chez la Cécidomyie *Miastor*, que l'amas primitif formé de quatre cellules polaires se divise, dans le cours du développement, en deux amas secondaires de deux cellules chacun, dont le protoplasma se fusionne plus tard, tandis que les noyaux se divisent pour constituer les ovaires de la larve.

Cette division des noyaux des cellules polaires s'observe également chez *Chironomus*, à la période du développement qui nous occupe. Chacune des quatre cellules formées par fusion binaire des huit cellules primitives renferme quatre et quelquefois un plus grand nombre de noyaux clairs dans un protoplasma encore indivis ou présentant lui-même des traces de division, ainsi qu'on le reconnaît aux bosselures qu'il forme autour des noyaux nouveaux (fig. 24). Si nous ajoutons que

les deux groupes de cellules polaires ne présentent aucune trace de membrane d'enveloppe, et que leur substance est toujours formée du même plasma clair, légèrement brillant, avec quelques granules vitellins inclus, nous aurons complété la description des caractères que les cellules polaires nous présentent à cette période évolutive de l'embryon de *Chironomus*.

Les stades ultérieurs du développement jusqu'à l'éclosion de la larve ne nous présentent pas de modifications essentielles dans la constitution des masses polaires. Le seul résultat du perfectionnement organique de l'embryon, en ce qui les concerne, est de les amener graduellement dans la situation que les organes sexuels doivent occuper chez la larve des Chironomes, les cellules polaires n'étant en effet que les premières cellules sexuelles de l'embryon. Aussi pouvons-nous leur donner désormais cette dernière désignation. Nous passerons donc rapidement sur les phases ultérieures de l'évolution en mettant seulement en relief les faits qui ont quelque rapport spécial avec l'appareil sexuel.

On sait, principalement par les observations de WEISMANN, comment, à un stade plus avancé du développement, la partie caudale de l'embryon est peu à peu ramenée par la contraction de la plaque ventrale vers le pôle postérieur de l'œuf. C'est vers ce moment que le tube digestif commence à se former : l'intestin antérieur et l'intestin postérieur par invagination de l'ectoderme sous forme de deux canaux terminés en cul-de-sac (fig. 48, *æ*, *Ip*) ; l'intestin moyen par la formation d'une paroi indépendante autour de la masse vitelline principale, transformée ainsi en sac vitellin (fig. 48, *sv*). Dans ce transport de la queue vers le pôle postérieur, les cellules sexuelles n'abandonnent pas leurs rapports avec cette partie, mais sont entraî-

nées par elle sans subir de déplacement notable ; elles se sont seulement un peu rapprochées de l'extrémité de la partie recourbée de la queue qui renferme l'invagination rectale (fig. 48, *Ip*). Elles sont alors placées à la partie postérieure de la bande de substance vitelline qui s'est séparée de la masse principale du vitellus, devenue sac vitellin. Cette bande granuleuse, décrite par WEISMANN sous le nom de *bande vitelline médiane* (mediane Dotterfirste), est placée dans le sillon longitudinal qui parcourt le milieu de la face interne de la plaque ventrale et la divise en deux moitiés symétriques ou bourrelets germinatifs (fig. 48 et 49, *bvm*). Elle ne disparaît que dans la dernière période du développement et masque jusque-là en partie les cellules sexuelles, cachées sous les granulations de son extrémité postérieure.

Lorsque la contraction de la plaque ventrale est arrivée à ses dernières limites (fig. 49), l'extrémité caudale, devenue la partie postérieure de l'abdomen, se trouve tout à fait au pôle postérieur ; sa pointe recourbée avec le cœcum rectal se dirige presque directement d'arrière en avant dans l'axe longitudinal de l'embryon, mais ne s'est pas encore mise en rapport avec la partie postérieure du sac vitellin, qui est toujours excentriquement placée à la face dorsale de l'embryon. Les masses sexuelles (fig. 49, *cs*) se voient dans un espace compris entre le cul-de-sac rectal *Ip*, la bande vitelline médiane *bmv*, et le sac vitellin *sv*, dont la paroi antérieure commence à s'épaissir pour devenir celle de l'intestin moyen *Im*. Ce sac commence à être entouré par l'allongement transversal des segments, qui, en se rejoignant d'un côté à l'autre du corps, ferment celui-ci du côté dorsal et emprisonnent le sac vitellin dans la cavité générale de l'embryon. Après la fermeture complète du

dos (fig. 20), la masse ovoïde formée par le sac vitellin est placée dans l'axe longitudinal du corps et se trouve en rapport par ses extrémités avec les culs-de-sac œsophagien et rectal (fig. 20, *Im*). Ce dernier passe alors entre les deux cellules sexuelles qu'il sépare l'une de l'autre, et qui sont placées à la partie postérieure du sac vitellin devenu intestin moyen, au niveau de sa jonction avec l'intestin postérieur. Ces glandes se sont alors complètement dégagées du vitellus et leur observation est devenue plus facile. On reconnaît les deux cellules de chaque masse sexuelle, rapprochées et aplaties à leur surface de contact, et placées l'une devant l'autre parallèlement à l'axe longitudinal de l'embryon (fig. 20, *cs*). Leur aspect n'a pas changé, et la petite masse commune qu'elles forment est toujours dépourvue de membrane d'enveloppe. On n'observe pas non plus, autour de cette masse, de cellules embryonnaires destinées à former une enveloppe. Chaque glande sexuelle présente alors en moyenne une longueur de $0^{\text{mm}},03$ sur une largeur de $0^{\text{mm}},02$.

A un stade plus avancé, précédant de peu l'éclosion, l'embryon s'est tellement accru en longueur que pour se loger dans la cavité de l'œuf, il a dû se contourner plusieurs fois en spirale (fig. 21). La plupart des organes internes se dérobent sous les tours de spire de son corps vermiforme, dont l'opacité est augmentée par la masse abondante de substance vitelline contenue dans l'intestin moyen, *Im*. L'observation des glandes sexuelles n'est possible que sur l'embryon isolé et aplati par compression. Les caractères de ces organes et leurs rapports avec les parties voisines ne se sont pas modifiés depuis le stade précédent. On constate seulement, outre l'allongement général du tube digestif, la naissance des tubes de Malpighi (fig. 22, *m*), au nombre

de deux de chaque côté, sous forme de diverticules de l'extrémité antérieure de l'intestin postérieur, au niveau même du point où il se réunit à l'intestin moyen, sans s'ouvrir encore dans la cavité de celui-ci. Les glandes sexuelles s'élèvent un peu au-dessus de l'intestin, c'est-à-dire sont rapprochées de la paroi dorsale du corps, et placées au-dessus de l'insertion des tubes de Malpighi (fig. 22, cs).

Enfin, au moment de l'éclosion de la larve (qui a lieu généralement cinq jours après la ponte, à une température extérieure moyenne de 16° degrés centigrades), tous les organes internes se voient avec une netteté parfaite, grâce à la transparence du corps, d'où presque tous les éléments deutoplasmiques ont disparu, sauf ceux contenus encore dans l'intestin moyen. Leur résorption complète n'a lieu que dans les quelques jours qui suivent l'éclosion (fig. 23), et, presque aussitôt après, la continuité de la lumière du tube digestif s'établit d'une extrémité à l'autre, d'abord entre l'œsophage et l'intestin moyen, puis entre celui-ci et l'intestin postérieur. En même temps, les glandes salivaires, fig. 23, *gls*, les cœcums glandulaires, *egl*¹, placés à l'extrémité antérieure de l'intestin moyen, les petites glandes disposées en rangées longitudinales serrées dans la paroi de cet intestin, *Im*, sont bien développés et permettent à la larve de prendre ses aliments dans le monde extérieur. Mais les seuls organes qui nous intéressent ici sont les glandes sexuelles. On les découvre sans beaucoup de peine, malgré leur petitesse relative,

¹ Avec M. PLATEAU (Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes, p. 114; 1874), je désigne sous ce nom les organes qui portent les diverses dénominations de bourses ventriculaires, cœcums gastriques, poches biliaires, vaisseaux hépatiques supérieurs.

à la face dorsale du neuvième segment du corps, au niveau de la réunion de l'intestin moyen avec l'intestin terminal. La figure 23 montre ces glandes en place, *Gls*, chez une larve âgée de cinq jours, où la communication entre les lumières des deux intestins ne s'était pas encore faite. Les glandes se sont étendues dans le sens de leur longueur, qui atteint ici 0^{mm},04 sur une largeur de 0^{mm},009. Elles ont pris la forme d'un ovale allongé ou d'un fuseau, placé parallèlement à l'intestin. Leur aspect est clair, légèrement réfringent, presque homogène, avec quelques points plus brillants dus aux granules dont nous avons déjà plusieurs fois signalé l'existence dans les cellules sexuelles.

Mais les modifications les plus intéressantes des glandes sexuelles sont celles survenues dans leur structure intime et que nous révèle l'action des réactifs. On constate tout d'abord, en soumettant la larve à l'influence d'une faible solution d'acide acétique, que les glandes sexuelles ne sont plus nues comme chez l'embryon, mais qu'une mince membrane d'enveloppe, formée de cellules aplaties, en revêt toute la surface, en présentant un épaissement variable à chaque extrémité de la glande (fig. 25-35). Au delà des extrémités, la membrane se prolonge en avant et en arrière sous forme d'un filament grêle et pâle, qu'on peut suivre pendant un certain trajet, mais que sa finesse croissante soustrait bientôt à la vue (fig. 23). Le filament antérieur constitue le ligament suspenseur de la glande génitale; il se fixe probablement comme chez les autres Insectes à la face interne du thorax ou sur le vaisseau dorsal. D'après les observations de Anton SCHNEIDER sur des larves déjà âgées de *Chironomus*, ce ligament s'attacherait aux muscles du cœur, et ne serait même, à proprement parler, qu'une fibre de ces muscles dans

l'épaisseur de laquelle se développerait la glande génitale. Nous aurons l'occasion de revenir plus bas sur cette opinion de SCHNEIDER. Quant au filament postérieur, il représente probablement le rudiment du conduit excréteur de la glande. J'ai pu le suivre jusque dans le troisième avant-dernier segment de l'abdomen, où sa finesse progressive ne permet pas de constater son mode de terminaison. En résumé, la disposition générale de la glande sexuelle chez la jeune larve de Chironome rappelle complètement celle du même organe chez les larves de Corèthre qui viennent d'éclore¹.

Les caractères morphologiques et histologiques des glandes génitales ne présentent pas une identité complète chez toutes les larves issues d'une même ponte. On y observe d'un individu à l'autre des variations que je crois pouvoir rapporter à des différences sexuelles. Examinées d'abord à l'état frais à travers les téguments transparents de la larve, on peut les ramener, sous le rapport de leur forme, à deux types assez accusés. Chez quelques individus, la glande est étroite et atténuée à ses extrémités, fusiforme (fig. 27); chez d'autres, elle est plus large, à extrémités plus ou moins obtuses, ovaire (fig. 25 et 26). Sa taille est généralement aussi un peu plus grande chez ces derniers. La glande du premier type est un testicule, celle du second type un ovaire. Nous retrouverons tout à l'heure d'autres différences révélées par les réactifs.

Observé à l'état frais, l'ovaire ou le testicule se montre toujours composé du même protoplasma homogène, avec granules brillants peu nombreux, que nous avons décrit dans les cellules sexuelles. Sa masse paraît

¹ WEISMANN, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XVI, p. 99; Taf. fig. 28 A; 1866.

tantôt simple (fig. 25 et 27), tantôt séparée en deux parties plus ou moins égales par un sillon transversal (fig. 26) ; mais, en la traitant par l'acide acétique ou d'autres réactifs, on constate toujours cette division (fig. 29, 30, 33, 34). Les deux parties de la glande correspondent aux deux cellules sexuelles qui la forment chez l'embryon (fig. 20 et 22, cs). Rarement j'ai observé le partage du contenu en trois segments, résultant probablement de la division secondaire d'une des deux parties primitives (fig. 35).

On peut reconnaître quelquefois déjà dans le protoplasma de la glande vivante des espaces clairs et arrondis correspondant à des noyaux cellulaires (fig. 31). L'action des réactifs les fait apparaître avec plus de netteté et met en évidence un corpuscule intérieur brillant ou nucléole (fig. 28 et 29). Chez la larve venant d'éclore ou âgée d'un ou deux jours seulement, ces noyaux sont plongés dans une masse protoplasmique commune pour chacune des deux cellules sexuelles primitives. Chez les larves plus âgées, on constate que chaque noyau s'est entouré d'une zone de protoplasma d'autant plus épaisse que l'éclosion remonte à une époque plus éloignée, et s'est transformée ainsi en une cellule (fig. 32-34). Nous avons vu la production de ces cellules-filles commencer déjà à un stade assez précoce du développement de l'embryon par la multiplication des noyaux des cellules sexuelles (fig. 24).

Nous avons dit plus haut que l'ovaire et le testicule se différenciaient déjà chez les jeunes larves par leur taille et leur forme. L'action des réactifs nous montre aussi des différences dans leur structure intime. Dans le testicule, les noyaux-filles et les cellules-filles qui leur succèdent sont petits et nombreux (fig. 28-30), tandis que dans l'ovaire ces éléments sont en moins

grand nombre et plus volumineux (fig. 31-34). J'ai constaté des différences tout à fait analogues dans le contenu des glandes sexuelles chez les jeunes chenilles de *Bombyx mori* au sortir de l'œuf, et je crois devoir les rapporter aussi à des différences sexuelles. Il ne faut pas confondre ces caractères différentiels avec ceux qui ont été signalés par WEISMANN et par GANINE dans les glandes sexuelles des larves d'autres Diptères (*Musca*, *Corethra*, *Psychoda*), glandes qui contiennent tantôt des cellules sphériques simples, ce qui les caractérise comme ovaire, tantôt des éléments cellulaires composés, appelés *cellules-mères* (Mutterzellen) par les auteurs précédents, et qui leur donnent le cachet d'un testicule. Ces dernières différences des organes génitaux ne se manifestent que chez les larves déjà plus ou moins âgées et ayant mué plusieurs fois, tandis que celles indiquées plus haut dans ces organes chez les larves de *Chironomus* sont déjà bien reconnaissables dans les plus jeunes larves et avant toute mue.

Il n'est pas rare d'observer une inégalité de volume entre les glandes sexuelles des deux côtés du corps, chez les larves des deux sexes. Ainsi, chez une jeune larve femelle éclosée depuis 24 heures, l'un des ovaires mesurait 0^{mm},046 de long et 0^{mm},015 de large, et celui du côté opposé 0^{mm},062 de long et 0^{mm},018 de large.

Lorsque les larves ont acquis une taille de 3 à 5 millimètres, le contenu des glandes génitales ne présente plus la même disposition qu'il offrait dans les premiers temps de la vie postembryonnaire. Au lieu des petites cellules primaires simples, renfermées sous la membrane d'enveloppe, on observe à l'intérieur de celle-ci des groupes de cellules piriformes disposées en rayonnant autour d'une masse centrale remplie de granulations réfringentes (fig. 36-38). Je considère ces groupes

comme formés par des cellules-filles nées par bourgeonnement autour des cellules-mères primitives. La cellule-mère serait représentée ici par la masse centrale granuleuse du groupe. Ces groupes rappellent par leur disposition les éléments dans les chambres terminales de l'ovaire chez les Insectes adultes, où j'explique également leur arrangement radiaire par le bourgeonnement périphérique d'une cellule-mère occupant le centre de la chambre. Pour parler plus exactement, chacun des groupes cellulaires rayonnés du jeune ovaire de la larve de *Chironomus* correspond homologiquement au contenu d'une chambre terminale de l'ovaire adulte, mais la manière dont s'opère la transformation de l'ovaire de la larve en ovaire de l'Insecte parfait appartient à l'histoire du développement postembryonnaire de cet organe chez les Chironomes, histoire qui n'entre pas dans le cadre de cette étude.

Les groupes radiaires de cellules-filles que nous venons de décrire s'observent chez toutes les larves indistinctement arrivées à un certain âge. Ils existent par conséquent dans la glande mâle aussi bien que dans la glande femelle. Mais entre le contenu des deux sortes de glandes à cet âge, nous observons des différences analogues à celles que nous avons décrites pour les mêmes glandes plus jeunes, c'est-à-dire que, dans le testicule, les groupes radiaires sont plus nombreux et plus petits, comme l'étaient les cellules primaires qui leur ont donné naissance (fig. 38), tandis que dans l'ovaire ils sont en moins grand nombre, mais en revanche plus volumineux que dans le testicule (fig. 36 et 37). Les groupes radiaires des glandes sexuelles sont par conséquent des formations homologues dans les deux sexes. Dans l'ovaire, ils représentent, comme nous l'avons dit plus haut, le contenu d'une chambre termi-

nale formé par les grandes cellules rayonnantes improprement appelées cellules vitellogènes, avant que l'ovule ne bourgeonne de la partie postérieure du groupe. Dans le testicule, je crois pouvoir les assimiler aux éléments complexes auxquels LA VALETTE SAINT-GEORGE a donné le nom de spermatogemmes, tandis que les petites cellules rondes et simples qui les ont précédés dans le testicule correspondent aux cellules séminales primitives ou spermatogonies du même auteur ¹.

Pour terminer la description de l'organe génital chez la jeune larve de *Chironomus*, il ne me reste plus qu'à ajouter quelques mots relatifs à son enveloppe épithéliale, dont nous avons décrit plus haut les caractères. L'origine de cette enveloppe chez les Insectes, et les Arthropodes en général, a donné lieu à des opinions très divergentes. WEISMANN, chez *Corethra* et les Muscides, lui décrit une structure cellulaire, et la considère comme une simple formation cuticulaire, une membrane sans structure, que la masse des cellules sexuelles sécrète à sa surface ². Pour METSCHNIKOFF au contraire, elle est une membrane épithéliale, mais sur l'origine de laquelle cet observateur ne paraît pas très bien fixé, car, tandis que chez *Cecidomyia* il la décrit comme formée de cellules embryonnaires ordinaires, il la fait dériver chez *Aphis* des cellules périphériques de la glande sexuelle, condensées en une couche membraniforme ³. Cette dernière manière de voir, soutenue déjà anciennement par LUBBOCK et CLAUS, l'a été aussi récemment par WITLAC-

¹ LA VALETTE ST-GEORGE, Ueber die Genese der Samenkörper, fünfte Mittheilung *Archiv f. mikrosk. Anatomie*, Bd. XV, p. 287; 1878.

² WEISMANN, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XVI, p. 100.

³ METSCHNIKOFF, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XVI, p. 420 et 459; 1866.

ZIL pour les Aphides ¹. Chez un Crustacé, *Cetochilus septentrionalis*, GROBBEN admet au contraire, dans un travail récent ², que l'épithélium avec les conduits excréteurs provient de petites cellules embryonnaires, mésodermiques, entourant en petit nombre une grande cellule centrale ou cellule-mère de la glande sexuelle.

Mes observations chez *Chironomus* ne m'ont montré les glandes sexuelles que lorsque l'épithélium était déjà parfaitement formé autour du contenu de la glande; je ne saurais dire par conséquent si cette membrane provient de la transformation de cellules embryonnaires ou de la condensation des cellules périphériques de la masse sexuelle en une couche membraneuse. J'incline néanmoins vers cette dernière hypothèse, n'ayant jamais constaté, ainsi que je l'ai dit plus haut, chez l'embryon, un dépôt de cellules embryonnaires à la surface de la masse formée par les cellules sexuelles, masse qui m'a toujours paru nue jusqu'aux derniers stades de son développement dans l'œuf. Je reconnais toutefois que ce point demande des investigations nouvelles.

Je m'arrête ici dans la description des glandes sexuelles chez la larve de *Chironomus*, mon intention n'étant pas de poursuivre leur développement ultérieur chez celle-ci et encore moins leur transformation en organes adultes. Cette étude a été tentée dans ces derniers temps par JAWOROWSKI ³, mais les descriptions de cet auteur s'éloignent tellement de toutes les

¹ E. WITLACZIL, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XL, p. 585; 1884.

² C. GROBBEN, *Die Entwicklungsgeschichte von Cetochilus septentrionalis. Arb. aus dem zoolog. Institut der Univers. Wien*, Bd. III, p. 263; 1881.

³ JAWOROWSKI, *Zool. Anzeiger*, Bd. V, p. 653; 1882.

notions que nous possédons sur les processus de l'organogénie animale, que j'ai peine à croire à leur exactitude. Pour rester dans les limites que je me suis tracées dans ce travail, je ne parlerai ici que de la manière dont JAWOROWSKI envisage la formation de la glande sexuelle chez l'embryon de *Chironomus*. Il la fait résulter de la transformation d'une cellule embryonnaire fixée par son extrémité antérieure à la paroi du corps et par son extrémité postérieure à l'intestin. Dans le protoplasma de cette cellule naissent d'autres cellules qui la remplissent entièrement et engendrent plusieurs générations de cellules-mères et de cellules-filles qui, par un processus particulier, donnent naissance au filament terminal et aux chambres germinatives de l'ovaire. JAWOROWSKI croit que cet organe naît et se développe de la même manière chez tous les autres Insectes.

Dans le dernier cahier de ses *Zoologische Beiträge*, Band I, Heft 2, Ant. SCHNEIDER s'est également occupé de l'origine première des glandes sexuelles chez *Chironomus*. Chez cet Insecte (et chez *Corethra*), une des fibres musculaires du cœur, au lieu de se fixer à cet organe, se porte en arrière et s'attache à la face ventrale du troisième avant-dernier segment du corps. Vers le milieu de son trajet, cette fibre présente chez *Chironomus* un renflement aplati et allongé, formé d'une masse protoplasmique renfermant des noyaux. Cette masse est le rudiment de la glande sexuelle. Plus tard, elle s'entoure d'une enveloppe, ou membrane génitale, qui se prolonge en arrière et forme la couche externe du cordon d'où résulteront les conduits excréteurs pairs de l'ovaire et du testicule. Chez les larves plus âgées, la membrane génitale se remplit de cellules renfermant un gros noyau solide, riche en substance

nucléaire, et placées elles-mêmes dans un protoplasma où sont plongés des noyaux plus petits.

Le lecteur n'attendra pas de nous une réfutation en règle des opinions de JAWOROWSKI et de SCHNEIDER. Leurs descriptions diffèrent trop entre elles et des nôtres pour que nous jugions utile de nous y arrêter ici. S'il veut bien admettre l'exactitude des faits que ce Mémoire avait pour but de faire connaître, il se sera par là même convaincu de la fausseté de ceux décrits par les deux précédents auteurs.

III. RÉSUMÉ ET RÉFLEXIONS.

L'intérêt qui s'attache à la découverte de faits nouveaux, dans les sciences biologiques, résulte bien moins de leur nouveauté même que de la comparaison que nous établissons entre eux et les faits déjà connus. Ils corroborent ou modifient l'idée que nous nous étions formée de ces derniers, ou nous font découvrir chez ceux-ci des rapports inaperçus. L'intérêt redouble lorsque le fait nouveau se présente avec un caractère exceptionnel, car presque toujours il nous conduit alors à la connaissance de lois nouvelles sous l'empire desquelles rentrent à la fois les faits ordinaires et ceux réputés anormaux. Les observations précédentes sur l'origine des cellules sexuelles chez les *Chironomus* nous paraissent avoir ce caractère, et, pour cette raison, méritent d'être examinées à un point de vue général et comparatif.

Les seuls animaux chez lesquels on ait observé jusqu'ici des globules polaires, sont les Insectes, et parmi ceux-ci les Diptères seulement ¹. LEUCKART et METSCHNI-

¹ Il est bien entendu que sous le nom de globules ou cellules

KOFF nous ont montré dans ces éléments, chez la Cécidomye, le premier vestige de l'appareil reproducteur. Je viens de faire voir qu'il en est de même chez les Chironomes. On peut donc conclure par analogie que, chez les *Musca*, les *Simulia*, toutes les espèces, en général, où l'existence de globules polaires a été signalée ou le sera, leur destination est la même que chez les espèces précédentes.

Je résumerai dans les propositions suivantes les notions que l'on peut déduire des observations faites sur ces éléments morphologiques chez les Chironomes.

1° Les globules ou cellules polaires des Insectes représentent les premiers rudiments des organes génitaux et ont la signification de cellules sexuelles primitives.

2° La production de ces cellules fait partie des phénomènes les plus précoces du développement embryonnaire; elles naissent au pôle postérieur de l'œuf, aux dépens de la couche plasmique homogène qui forme la surface du vitellus de l'œuf mûr et fécondé.

3° Les cellules sexuelles primitives suivent une évolution complètement semblable chez tous les embryons et ne se différencient que chez la jeune larve (ou peut-être dans les derniers temps du développement embryonnaire) en testicule et en ovaire. Il en résulte que les glandes génitales des deux sexes ont une origine absolument identique, naissant de la même substance et au même point de l'œuf.

4° Les cellules sexuelles primitives se multiplient d'abord chez l'embryon par une génération endogène de noyaux, puis de cellules-filles libres chez la jeune larve. Chez la larve plus âgée, chacune de celles-ci

polaires nous ne comprenons pas ici les éléments qui sont plus généralement décrits aujourd'hui sous le nom de vésicules directrices, et qui n'ont encore été observés chez aucun Insecte.

s'entoure d'une couche de cellules piriformes constituant des amas radiaires, dont le nombre et le volume varient dans le testicule et dans l'ovaire, et donnent ainsi à chacun de ces organes son caractère sexuel particulier correspondant à l'âge de la larve.

Si maintenant nous comparons la formation des éléments sexuels chez les Chironomes et les autres Diptères avec ce que nous savons de l'origine de ces éléments chez les autres types d'organisation, la question ainsi généralisée devient une des plus importantes dont la solution puisse être donnée par l'embryogénie comparée. Elle soulève d'abord immédiatement celle des relations génétiques existant entre les organes reproducteurs et les feuillets embryonnaires, question sur laquelle de vives discussions s'élèvent journellement parmi les embryologistes et les laissent très divisés d'opinion. Elle se rattache d'ailleurs, comme corollaire, à une question plus large et plus générale encore, celle de l'homologie des feuillets primordiaux chez les différents types d'animaux, autrement dit, à la théorie qui considère ces feuillets comme des organes primaires destinés à donner naissance à un ou plusieurs appareils organiques déterminés de l'embryon.

Les partisans de cette homologie, prise dans son sens le plus absolu, tels que HIS, RAUBER, HAECKEL, RAY LANKESTER, ED. VAN BENEDEN, etc., sont naturellement portés à assigner aux organes sexuels des feuillets semblables comme lieu d'origine, chez tous les animaux. D'autres, au contraire, ne croyant qu'à une homologie générale et relative des divers feuillets, tels que KÆLLIKER, O. et R. HERTWIG, GÖTTE, WALDEYER, etc., admettent volontiers que ces organes proviennent de feuillets différents d'un type animal à l'autre. Sans

entrer ici dans les débats soulevés par ces deux manières de voir opposées, il suffira de dire qu'il existe déjà pour un certain nombre de tissus et d'organes des faits assez nombreux démontrant cette variabilité d'origine ¹. Elle résulte notamment des observations faites depuis un certain nombre d'années sur la formation des organes sexuels chez les animaux les plus différents, observations dont il suffira de rappeler les conclusions principales. Ainsi, les recherches de WEISMANN sur les Hydroïdes ont démontré que leurs cellules sexuelles, bien que pouvant se rencontrer accidentellement dans l'endoderme, tirent toujours leur origine première de l'ectoderme ². Chez les Vertébrés, nous savons depuis longtemps par les travaux de WALDEYER et d'un grand nombre d'autres auteurs, que ces organes se développent aux dépens du mésoderme. Il en est de même, d'après GROBBEN ³ et FRIC ⁴, chez les Copépodes; d'après CLAUS, chez les Phyllopoètes ⁵. Chez les Chaetognathes ou *Sagitta*, nous voyons, au contraire, par les observations de O. HERTWIG ⁶, que l'appareil hermaphrodite de ces êtres se forme aux dépens de l'endoderme primaire. La même

¹ Le lecteur pourra consulter à cet égard, entre autres travaux : KÖLLIKER, Die embryonalen Keimblätter und die Gewebe. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XL, p. 179; 1884. — O. u. R. HERTWIG, Die Actinien. *Jenaische Zeitschrift*, Bd. XIV, p. 74-80; Die Coelomtheorie, p. 216; 1881.

² WEISMANN, Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydro-medusen; 1883.

³ GROBBEN, Die Entwicklungsgeschichte von *Cetochilus septentrionalis*. *Arbeiten aus d. Zool. Institut der Universität Wien*, Bd. III; 1881.

⁴ FRIC, *Zool. Anzeiger*, Bd. V, p. 502; 1882.

⁵ C. CLAUS, Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung von *Branchipus stagnalis* und *Apus cancriformis*. *Abhandl. d. königl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen*, Bd. XVIII, p. 14; 1873.

⁶ O. HERTWIG, Die Chaetognathen. *Jen. Zeitschr.* Bd. XIV; 1880.

origine a été constatée aussi par M. Charles JULIN¹, pour les œufs et les spermatozoïdes des Orthonectides.

Ces exemples suffisent à montrer que tous les feuillets, indistinctement, peuvent donner naissance à l'appareil reproducteur, et que sa formation, chez le mâle ou la femelle, n'est l'apanage d'aucun feuillet en particulier. Bien plus, nous voyons chez les Daphnides un des blastomères se différencier parmi les vingt-quatre qui composent l'œuf au cinquième stade de la segmentation, pour constituer la cellule génitale primitive ou premier rudiment de l'appareil reproducteur². Si nous faisons un pas de plus dans cette tendance à la précocité des cellules sexuelles, nous tombons sur le cas des Diptères, où ces cellules sont de tous les éléments du futur embryon, ceux qui se différencient les premiers de la masse encore indivise du vitellus. Presque à côté des Diptères nous pouvons placer les Aphides, dont l'ovaire apparaît sous la forme d'une petite masse cellulaire, au pôle postérieur de l'œuf, au moment où le blastoderme est en train de se former.

Ces différents exemples nous prouvent que l'ovaire et le testicule sont des organes essentiellement indépendants au point de vue de leur mode d'origine, car nous les voyons flotter d'un feuillet germinatif à l'autre, naître d'un simple blastomère avant la fin de la segmentation, ou se séparer du plasma de l'œuf avant toute segmentation. Même indépendance au point de vue de l'époque de leur apparition au cours du développement. A cet égard, on pourrait presque échelonner chrono-

¹ CH. JULIN, Contribution à l'histoire des Mésozoaires. Recherches sur l'organisation et le développement des Orthonectides. *Archives de biologie*, t. III; 1882.

² GROBBEN, Die Entwicklungsgeschichte der *Moina rectirostris*. *Arbeiten aus dem Zool. Institut. d. Universität Wien*. Bd. III; 1879.

giquement les exemples cités plus haut, en plaçant en tête les Diptères (et peut-être aussi les Aphides), où les cellules sexuelles sont les premières qui se forment dans l'œuf, passant par les Daphnides, où elles se différencient pendant la segmentation, par les Chætognathes, où elles se montrent au stade de gastrula, et aboutissant aux Vertébrés, où elles se produisent chez l'embryon déjà muni de tous ses organes. Chez les Hydroïdes, WEISMANN nous a même montré que les cellules sexuelles ne se différencient souvent des autres cellules du corps que chez l'individu complètement développé, c'est-à-dire chez la Méduse. En envisageant l'ensemble du règne animal, on peut soutenir, par conséquent, que les glandes sexuelles sont tantôt les premiers, tantôt les derniers organes qui se forment chez l'individu, ou qu'ils peuvent apparaître à un moment quelconque du développement ontogénique. Peut-être faut-il chercher la raison de ce défaut de fixité, quant au lieu et au temps où apparaissent les glandes sexuelles, dans la nature particulière de ces organes. Ne jouant aucun rôle essentiel dans la vie de l'individu, il était indifférent qu'ils apparussent à une époque déterminée du développement, identique pour tous les types d'organisation, comme cela a lieu pour les autres appareils, le système nerveux et le tube digestif, par exemple, qui, chez tous les animaux, se forment à des époques à peu près correspondantes de l'évolution embryogénique.

On peut ajouter aussi que, sauf de rares exceptions¹, les glandes sexuelles n'atteignent pas leur

¹ Par exemple, chez les Aphides vivipares, les petits individus sexués dans les genres *Phylloxera*, *Tetraneura*, *Pemphigus*, *Schizoneura*, chez *Gyrodactylus*, le genre *Evadne*, dans la famille des Polyphémides, dont les embryons renferment déjà, d'après CLAUDE,

maturité chez l'embryon et n'entrent en action qu'à une époque relativement tardive de la vie. D'après WEISMANN, chez les Hydroméduses, le foyer primitif de formation des cellules sexuelles est le manubrium de la Méduse, d'où il a successivement reculé, d'une manière très graduelle et d'étape en étape, dans le cours de l'évolution phylogénique, jusque dans les organes végétatifs, le tronc et les rameaux de la colonie. Cette précocité de plus en plus marquée des éléments sexuels aurait pour but, suivant WEISMANN, de leur permettre d'acquérir un certain degré de maturation au moment où se forme le gonophore dans lequel ils achèvent leur développement.

Généralisant cette manière de voir, WEISMANN admet qu'il existe chez tous les animaux un rapport entre l'époque où apparaissent les organes sexuels et celle où l'individu devient apte à la reproduction. Lorsque celle-ci suit de près la naissance ou l'éclosion, les molécules germinatives renfermées dans l'œuf se séparent de bonne heure, et se rassemblent dans des cellules spéciales ou cellules sexuelles, des éléments constitutifs propres du corps de l'embryon ou cellules somatiques. La reproduction n'a-t-elle lieu au contraire que plus au moins longtemps après la venue au monde, c'est à une époque plus tardive que s'opère chez l'embryon la séparation des cellules sexuelles des éléments propres du corps. Elle peut même être reculée, comme cela a lieu dans les cas de métagenèse, jusque dans une génération plus ou moins éloignée, issue par voie non sexuelle de l'individu directement sorti de l'œuf. Dans

avant la naissance, quatre à six œufs segmentés dans leur chambre incubatrice (*Zur Kenntniss des Baues und der Organisation der Polyphemiden. Denkschriften d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. Band XXXVII; 1877*).

ces derniers cas, des cellules somatiques déterminées s'élèvent à la dignité de cellules sexuelles par la multiplication des molécules germinatives disséminées dans leur intérieur¹.

Comme exemples du premier cas, c'est-à-dire de la formation précoce des cellules sexuelles en vue d'une reproduction hâtive, WEISMANN cite les Diptères, les Daphnides, les Pucerons, tous animaux remarquables, en effet, par le précoce développement de leurs organes sexuels. Il est difficile de se prononcer encore sur la valeur de cette hypothèse, qui ne porte pas sur un assez grand nombre de types différents pour présenter les caractères d'une loi générale. Il est très réel que quelques-unes des espèces précédentes, telles que les Daphnides, les Muscides, parmi les Diptères, deviennent déjà aptes, au bout de peu de jours, à se reproduire. Plus remarquables encore à cet égard sont les petits individus sexués des *Phylloxera*, *Pemphigus* et autres genres, qui s'accouplent et se reproduisent immédiatement après l'éclosion, mais tous les Pucerons parthénogénésiques, où les organes sexuels ne se forment pas moins tôt que chez les précédents, exigent de huit à dix jours et davantage pour acquérir leur maturité sexuelle. Les Chironomes qui, comme les Muscides, sont si remarquables par la précocité de leurs cellules sexuelles, passent plusieurs mois à l'état de larves avant de se reproduire à l'état d'Insecte parfait. L'on ne voit donc pas très bien, si l'explication de WEISMANN était fondée, ce que ces éléments gagneraient à se former de si bonne heure, d'autant que, pendant toute la durée de la vie embryonnaire, leur développement reste

¹ WEISMANN, Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydro-medusen. *Biolog. Centralblatt*, Bd. IV, n. 1; 1884.

presque stationnaire et ne se poursuit que chez la larve. La vérité est que, dans l'état actuel de la science, nous ne pouvons encore saisir la raison pour laquelle il existe des différences si prononcées relativement au moment de l'apparition première des organes sexuels chez l'individu en voie de développement.

On peut enfin, ainsi que l'ont fait récemment NUSSBAUM et WEISMANN, envisager la formation des organes sexuels dans ses rapports avec les phénomènes de l'hérédité. Je ne m'étendrai pas beaucoup sur les spéculations de cet ordre, auxquelles manque jusqu'ici, à mon avis, une base matérielle suffisante. Nos connaissances sur l'ovogenèse et la spermatogenèse sont encore trop imparfaites pour pouvoir être invoquées utilement dans les discussions relatives à l'hérédité. Je n'en veux pour preuve que les observations récentes sur l'origine des cellules qui entourent l'œuf dans l'ovaire ou cellules du follicule. On faisait généralement provenir celles-ci des tissus de l'embryon, tandis que certains faits tendent à établir aujourd'hui qu'elles ont pour origine l'œuf lui-même et son noyau¹. Or, comme c'est par l'intermédiaire de ces cellules que l'œuf se nourrit et s'accroît, et que s'établissent conséquemment ses relations avec l'organisme de l'individu, on conçoit l'importance qu'il y a de tenir compte de l'origine et du rôle de ces cellules dans les théories relatives à l'hérédité.

WEISMANN et NUSSBAUM partent tous deux de ce principe qu'il n'existe pas de relation génésique entre la substance de l'individu et celle de ses éléments sexuels. Ceux-ci ne sont pas engendrés par la première, mais proviennent comme elle des matériaux de l'œuf fécondé,

¹ Voir les travaux de H. FOL, ROULE et BALBIANI.

dont une partie non employée à la formation de l'embryon sert à la production de ses germes sexuels. Ceux-ci se séparent du matériel embryonnaire et se développent d'une manière indépendante. Mais il y a divergence entre WEISMANN et NUSSBAUM relativement au mode de séparation et à l'époque où celle-ci s'effectue. Selon NUSSBAUM, elle a toujours lieu sous forme de cellules spéciales, les cellules sexuelles, et avant toute différenciation du vitellus segmenté en feuilletts germinatifs distincts. Les cellules sexuelles sont en quelque sorte prélevées, avant le début du travail embryogénique, sur la masse segmentée, dont le reste sert à former l'embryon ¹.

WEISMANN admet qu'il en est bien ainsi chez quelques animaux, les Diptères, les Daphnides, mais chez la majorité, les cellules sexuelles se forment par différenciation de cellules déjà incorporées depuis plus ou moins longtemps à l'embryon, de cellules somatiques, lesquelles se transforment en cellules propagatrices par l'augmentation des molécules germinatives mêlées en plus ou moins grande quantité à leur protoplasma ².

Mon intention n'est pas de suivre ici les deux auteurs

¹ NUSSBAUM, Die Differenzirung des Geschlechts im Thierreich. *Archiv f. mikrosk. Anat.*, Bd. XVIII, p. 1; 1880. — Ueber die Veränderungen der Geschlechtsproducte bis zur Eifurchung, ein Beitrag zur Lehre der Vererbung. *Archiv f. mikrosk. Anat.*, Band XXIII, p. 155; 1884.

² WEISMANN, Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydro-medusen, 1883. — Die Vererbung, ein Vortrag, 1883. — Zur Frage über die Unsterblichkeit der Einzelligen. *Biol. Centralblatt*, Band IV, n. 21 u. 22; 1885. — Voir aussi la dernière et toute récente publication de WEISMANN : Die Continuität des Keimplasma's, als Grundlage einer Theorie der Vererbung, 1885, dans laquelle l'auteur a modifié dans les détails sa théorie de l'hérédité, tout en maintenant l'idée fondamentale qui lui sert de base, savoir la continuité du plasma germinatif dans les générations successives.

dans le développement de leurs vues respectives sur l'hérédité, je dirai seulement que WEISMANN me semble être dans le vrai lorsqu'il soutient contre NUSSBAUM que la séparation des cellules sexuelles et des cellules corporelles avant la différenciation histologique de l'œuf en feuillets germinatifs distincts n'est pas un postulat de la théorie de l'hérédité, car, si l'on consulte les faits, l'on voit que les cellules sexuelles ne se séparent de la masse du corps, chez la plupart des animaux, qu'après avoir fonctionné plus ou moins longtemps comme cellules de tissus. C'est ce qui a lieu chez les jeunes embryons de tous les Vertébrés, chez les larves des Vers, Échinodermes, Mollusques, qui ne présentent encore aucune trace de cellules sexuelles, lesquelles ne se différencient que plus tard des autres cellules du corps. Cette séparation, envisagée dans l'ensemble du règne animal, est donc éminemment variable quant à l'époque où elle survient, car elle peut être avancée jusqu'avant la segmentation de l'œuf ou au contraire retardée jusque dans l'embryon, la larve ou même un individu séparé de l'œuf par une ou plusieurs générations intermédiaires, ainsi qu'on l'observe dans les cas de génération alternante. Des faits établis dans ce travail je ne veux tirer aucune conséquence pour ou contre les théories de l'hérédité actuellement en présence et il me suffira d'avoir contribué à éclaircir un point encore obscur d'ovogenèse.

RECHERCHES
SUR LE
SYSTÈME NERVEUX DES TÉNIAS¹

PAR

J. NIEMIEC

D^r phil.,

Préparateur au Laboratoire de Morphologie de l'Université de Genève.

Avec les planches XVIII, XIX, XX et XXI

et une gravure dans le texte.

Depuis le moment où l'on a commencé à s'occuper de l'anatomie microscopique des Cestodes, le système nerveux de ces animaux a été l'objet de vives discussions entre les naturalistes. La question possède une grande importance à cause de l'organisation curieuse de ce groupe d'animaux, et de ses rapports, encore énigmatiques, avec d'autres groupes de Plathelminthes.

Si nous parcourons la bibliographie du sujet, nous trouvons les données les plus divergentes. Le système nerveux a été découvert il y a environ une cinquantaine

¹ L'Université de Genève a couronné ce mémoire en lui accordant le grand prix Davy, en janvier 1885.

d'années. Plus tard on a mis en doute son existence, et ce n'est que depuis dix ans environ que l'attention s'est portée à nouveau sur les cordons spongieux qui se trouvent dans le corps des Cestodes. Grâce à des travaux récents, l'identité de ces cordons avec le système nerveux a été démontrée avec évidence. Cependant les recherches qui ont été faites sur ce sujet présentent encore de nombreuses lacunes. En effet, le système nerveux, comme nous le verrons plus loin, a une disposition relativement très compliquée.

Plusieurs auteurs admettent déjà que le système nerveux des Cestodes ne consiste pas seulement en deux troncs nerveux réunis par une bandelette, mais qu'il y a un centre nerveux dans le scolex, d'où partent, outre les deux cordons latéraux, des filaments, qui vont soit aux ventouses, soit aux crochets.

Z. KAHANE (18) donne dans son « Anatomie du *Tænia perfoliata* » un aperçu historique des recherches qui concernent le système nerveux. Mais cet auteur nie l'existence de plusieurs branches nerveuses partant des ganglions céphaliques, et considère les deux cordons latéraux comme l'organe central; partant de ce point de vue erroné, il a soumis les découvertes de ses prédécesseurs à une critique qui nous semble aujourd'hui injuste.

C'est pourquoi je me permettrai de passer d'abord en revue la bibliographie. Partant d'autres points de vue, je tâcherai de réhabiliter quelques observations anciennes et je les compléterai par de nouvelles recherches.

APERÇU HISTORIQUE.

On peut distinguer deux époques dans l'histoire des recherches sur le système nerveux des Cestodes. La

première, relativement pauvre en données, va de 1836 à 1848 ; l'autre, beaucoup plus riche va de 1872 jusqu'à nos jours.

C'est Johannes MÜLLER (1) qui, en 1836, a trouvé pour la première fois chez le *Tetrarhynchus attenuatus* un petit renflement aplati, situé dans le scolex, à égale distance des quatre trompes et d'où partent des filaments qui se rendent à ces trompes et à leur gaine. Cet auteur croit reconnaître là un système nerveux. KAHANE ne voit rien de commun entre le système nerveux de J. MÜLLER et celui qui est décrit dans les recherches récentes des naturalistes. Cependant le travail de LANG (19) montre que l'observation de MÜLLER était exacte.

Onze ans après J. MÜLLER, BLANCHARD (2) a publié dans son travail important sur l'organisation des Vers, les résultats de ses recherches sur le système nerveux des Cestodés. Nous devons rendre hommage à la perspicacité de cet éminent observateur. En effet, il est arrivé, en disséquant le scolex, à des résultats qui ont été niés pendant quarante ans et auxquels on commence seulement maintenant à rendre justice. Je tiens donc à citer les propres paroles de cet auteur :

« Les Cestoïdes ont un système nerveux très distinct quand on sait convenablement l'isoler ; et c'est bien à tort qu'on les a crus si généralement dépourvus de l'appareil de sensibilité. Le système nerveux dans les Ténias, dans les Botryocéphales, dans les Cysticerques, et je cite à dessein les exemples sur lesquels ont particulièrement porté mes investigations, consiste en une sorte de commissure transversale placée au centre de la tête, ayant aux deux extrémités un petit renflement ganglionnaire. Ces deux centres médullaires donnent naissance de chaque côté à un filet nerveux descendant

dans toute la longueur du corps et fournissent antérieurement un nerf s'anastomosant ici avec un petit centre nerveux situé à la base de chacune des ventouses céphaliques. Cette disposition mérite d'être remarquée... Il n'y a plus rien ici de précisément comparable à des ganglions susœsophagiens. » Plus loin, en mentionnant les recherches de J. MÜLLER, il ajoute : « Cet anatomiste a vu la bandelette centrale et les filets nerveux qui en partent pour se diriger vers les ventouses, mais il n'a point distingué les ganglions existant à la base de ces organes. » Je citerai encore quelques mots de cet auteur, qui démontrent l'injustice de la critique de KAHANE : « Aujourd'hui, après avoir examiné cette disposition dans plusieurs espèces de Ténias, dans le genre *Tricuspidare* ou *Triaenophorus*, dans plusieurs Cysticerques et particulièrement dans les *C. fasciolaris* et *pisiformis*, j'ai toute certitude à l'égard de la disposition du système nerveux chez les divers représentants de cette classe. Le caractère que nous fournit cet appareil est de la plus haute importance, car il nous montre combien ils sont distingués nettement de groupes auxquels on les réunissait sous la dénomination d'Helminthes. »

En envisageant ces faits il m'est impossible de comprendre comment KAHANE a pu faire la remarque suivante :

« BLANCHARD und WAGNER fussen auf falscher Basis. Es steht von BLANCHARD fest, dass er die Schlundganglien und die Schlundcommissur der Anneliden bei den Cestoden wiederfinden wollte (1), um die letzteren von den Zoophyten auszuscheiden » (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXIV, p. 243).

En 1848, donc une année après la publication des recherches de BLANCHARD, parut le travail de WAGE-

NER (3), intitulé : « *Enthelminthica* » (Dissertatio inaugur. Berol.). Je me bornerai à constater le fait que WAGENER a découvert positivement le système nerveux du genre *Tetrarhynchus*. Un coup d'œil jeté sur le travail de LANG « *Ueber das Nervensystem der Cestoden im Allgemeinen und insbesondere der Tetrarhynchen* » suffit pour se convaincre que la critique de KAHANE est dépourvue de fondement.

Les recherches de WAGENER terminent la première époque. Les naturalistes que j'ai cités n'ayant pas donné de caractères histologiques distinctifs pour le système nerveux, on a longtemps douté de leurs observations et même les belles recherches de VAN BENEDEN (6), faites en 1861, sur le système nerveux de *Tetrarhynchus megacephalus* n'ont pas contribué à dissiper les doutes. C'est pourquoi LEUCKART (7) écrit en 1863 :

« Wir sind gewohnt, sonst bei den Thieren mit einem differenzirten Muskelgewebe auch zugleich ein deutliches Nervensystem anzutreffen. Bei den Bandwürmern scheint das anders. Es hat wenigstens bis jetzt nicht gelingen wollen die Anwesenheit eines solchen Gebildes bei unseren Parasiten ausser Zweifel zu setzen. Manche Forscher glaubten allerdings in dem Bandwurmkopfe besonders bei *Tetrarhynchus*, der ob der gewaltigen Grösse seines Kopfes vielleicht noch am ersten so etwas vermuten lässt, ein Ganglion (J. MÜLLER, WAGENER) oder gar eine ganze Gruppe von Ganglien (van BENEDEN) aufgefunden zu haben, allein Andere haben darnach vergebens gesucht, so dass die Frage nach dem Nervensystem der Cestoden einstweilen noch eine offene sein mag. Die Darstellung, die BLANCHARD von dem Nervensystem der Tæmien geliefert hat, beruht trotz der scheinbaren Stützen, die sich durch die vorhin erwähnten Angaben findet, auf einer Täuschung. »

La seconde époque que je distingue date de 1872. SOMMER et LANDOIS attirèrent l'attention sur deux vaisseaux excrétoires « du *Bothryocephalus latus* » qui présentaient une texture spongieuse; ils étaient sillonnés par de fins trabécules, formant un réseau dont les mailles sont remplies d'une masse moléculaire finement granuleuse. Nous savons aujourd'hui que ces auteurs ont mal interprété les vaisseaux analogues du *Tenia solium* et *mediocanellata*, qu'ils regardaient comme « des organes de circulation pour un liquide nutritif. »

Peu de temps après SOMMER et LANDOIS, NITSCHÉ (17) a découvert dix cordons spongieux dans le corps du *Tenia crassicollis*. Je renvoie à la description très exacte qu'il donne de ces cordons, bien que leur existence ait été mise en doute par KAHANE et LANG; je ne citerai ici que la dernière phrase du travail de NITSCHÉ :

« Ces observations me semblent rendre probable (et même certain pour les Ténias) le fait que les cordons spongieux découverts par SOMMER et LANDOIS sont des organes du corps des Cestodes qui ont échappé jusqu'à présent à l'observation, et sur les fonctions desquels je ne me permettrai du reste aucune appréciation, n'ayant pas de données sur lesquelles je puisse m'appuyer. »

En 1873 parut le travail de SCHNEIDER (8), intitulé « Recherches sur les Plathelminthes. » Cet auteur est le premier, dans la seconde époque, qui considère les cordons spongieux comme étant le système nerveux. En outre, il a trouvé une commissure entre les deux troncs nerveux, chez la plupart des Cestodes. Un fait curieux, c'est que chez le *Tenia crassicollis* l'anastomose des cordons lui parut avoir « vraisemblablement » la forme d'un anneau à la base du bulbe. Nous répétons ici ce que KAHANE a déjà fait remarquer, c'est que SCHNEIDER ne donne pas de preuves histologiques de la

nature nerveuse de ces cordons, mais se fonde sur la similitude de ces organes, quant à leur position et leur aspect, avec le système nerveux des Nemertines.

Le premier naturaliste qui ait étudié particulièrement l'histologie de ces cordons spongieux est SCHIEFFERDECKER (10). Voici les résultats principaux de ses recherches :

1. Il existe 6 cordons spongieux dans les proglotides du *Tenia solium*.

2. Il y a, dans les cordons, un réseau qui n'est qu'une partie de la substance intercellulaire conjonctive du corps entier des Cestodes, substance qui présente seulement ici des trabécules plus fins.

3. Les mailles de ce réseau sont remplies par des cellules dont les plus considérables dépassent d'un tiers les plus grandes cellules conjonctives.

4. On ne rencontre jamais dans les cordons spongieux de fibres musculaires ni de corpuscules calcaires, ni de corpuscules sensoriels, et pas davantage de ces gouttelettes graisseuses qui appartiennent au matériel nutritif.

SCHIEFFERDECKER tire de ces faits la conclusion que les cordons spongieux sont formés de fibrilles très fines et il ajoute que l'hypothèse qui veut que ces cordons soient le système nerveux central des Cestodes est justifiée.

Trois ans plus tard, l'étude du système nerveux fut reprise par STEUDENER (9). Il décrit surtout le système nerveux du *Tenia crassicolis*. Premièrement, il vérifie ce fait indiqué par SCHIEFFERDECKER, que les mailles du réseau des cordons sont remplies de fibrilles très fines. Cependant il n'a pu constater la présence de cellules ou de noyaux dans la substance granuleuse des renflements. En ce qui concerne ces derniers, il fait voir que

les deux cordons nerveux, en arrivant dans la tête et avant de s'anastomoser, augmentent d'abord de volume, puis deviennent moins gros au-dessus de la commissure, pour finir en pointe mousse un peu au delà.

A la même époque, BLUMBERG (13) étudiait le système nerveux de trois espèces de Ténias du cheval. Il est regrettable que dans une question aussi importante et si discutée, cet auteur n'ait pas donné à sa publication l'appui d'un plus grand nombre de dessins. Bien que ses recherches soient incomplètes et que sa description présente quelques erreurs, il est pourtant le premier qui ait fourni une preuve de l'existence du système nerveux en se fondant sur des recherches histologiques. C'est lui qui a démontré l'existence de cellules ganglionnaires et qui, se rangeant aux idées de BLANCHARD, soutient la thèse que le système nerveux présente une grande complication et se trouve formé de plusieurs ganglions réunis par de minces filaments.

En 1880 KAHANE (18) publia son mémoire sur l'anatomie du *Tenia perfoliata*. On ne peut contester que cet auteur ait beaucoup fait avancer nos connaissances sur l'histologie des Plathelminthes. Son travail se caractérise par l'exactitude dans les observations ; aussi sommes-nous étonné que ses recherches relatives au système nerveux n'aient pas été couronnées de plus de succès. Nous considérons en effet comme à peu près certain que le système nerveux du *Tenia perfoliata* est plus compliqué que ne l'indique KAHANE.

Cet auteur décrit avec précision la structure histologique des cordons spongieux, il y constate la présence de fibres nerveuses et de cellules ganglionnaires qui se trouvent en plus grand nombre encore dans les branches antérieures. Enfin il a découvert de petites ramifications partant perpendiculairement des cordons latéraux pour

se rendre dans le tissu des proglottides. C'est aussi lui qui a démontré que les nerfs sont logés dans le parenchyme sans être limités par une gaine.

Se basant sur ces faits, KAHANEC considère les faisceaux nerveux latéraux comme l'organe central du système nerveux, tandis que leurs ramifications dans les proglottides formeraient la partie périphérique. C'est pourquoi il propose pour les premières la dénomination de « cordons ganglionnaires » (ganglionäre Stränge).

La même année ont paru deux ouvrages importants traitant aussi cette question. Ce sont les recherches de LANG (19) sur le système nerveux des Tétrarhynques et l'Essai monographique sur les Cysticerques de MONIEZ (20). Les recherches de LANG ont démontré que l'appareil de sensibilité des Tétrarhynques est relativement très compliqué. J'aurai plus tard l'occasion de revenir sur ses recherches. Je dois cependant citer un passage important de la Monographie de MONIEZ (page 129) :

« Les deux cordons nerveux arrivés dans la tête s'envoient bien une commissure, comme le dit STEUDENER, ils sont bien renflés en ce point et se prolongent un peu plus loin. Mais là ne s'arrête pas le développement du système nerveux comme le pensent SCHNEIDER et STEUDENER. Les renflements des cordons donnent naissance aux branches qui vont se distribuer autour du bulbe et que nous avons figurées » (Pl. II, fig. 2). — « Ces branches non seulement s'élèvent au-dessus de la commissure, mais elles descendent aussi plus bas. A la partie supérieure, ces branches, au nombre de huit, disposées deux par deux derrière chaque ventouse, se réunissent en arrière en un *anneau* à la base du bulbe. C'est bien ce qu'a cru voir SCHNEIDER chez le *Tenia crassicollis*, disposition formellement niée par STEUDENER. Je ne sais pas encore comment se terminent

les huit rameaux à leur partie inférieure ; les branches nerveuses ne contournent pas les ventouses, elles restent toujours parallèles aux grands cordons. » En ajoutant une petite remarque à cette description, MONIEZ dit : Je crois pouvoir assurer que le *Tenia marginata* présente aussi la même disposition.

Le système nerveux des Cestodes consiste donc, comme le démontrent les recherches de mes devanciers, en deux faisceaux nerveux latéraux qui traversent toute la chaîne de proglottides et dont les renflements terminaux dans le scolex sont reliés par une commissure. Les parties qui ne semblent pas rentrer dans la disposition générale de cet organe et qui ont cependant été observées par différents auteurs, telles que les dix *cordons spongieux* de NITSCHÉ, l'anastomose en forme d'*anneau* de SCHNEIDER, les cordons se terminant en *pointe mousse*, décrits par STEUDENER, les ganglions du scolex de BLUMBERG, etc., etc., se rapportent cependant au système nerveux, d'après les recherches que je vais exposer.

SYSTÈME NERVEUX DU *TÆNIA CÆNURUS*.

Ayant eu l'occasion de faire des coupes à travers le scolex du *Tenia cœnurus* dans le but d'étudier les muscles des ventouses, j'ai été frappé par certaines figures qui se présentaient régulièrement sur les coupes. Comme je croyais que le système nerveux de ces animaux consistait uniquement en deux cordons, réunis par une anastomose, et que je n'avais pas encore eu connaissance des travaux cités plus haut, je crus avoir affaire à un organe nouveau. Cependant, en suivant la série des coupes, depuis la commissure jusqu'aux cro-

chets, je vis bientôt que ces images régulières n'étaient que des faisceaux nerveux présentant dans leur disposition une grande complexité. Pour arriver à la certitude complète sur ce fait, j'ai mis sept scolex en coupes dans différentes directions.

Le système nerveux présente sur ces coupes, qui ont une épaisseur de 0,01 mm., une teinte rougeâtre très claire, tandis que les éléments environnants sont beaucoup plus foncés ; le contraste est suffisant pour qu'en certains endroits l'on puisse suivre même des ramifications excessivement fines. Le carmin-borax est donc un réactif précieux pour ces sortes de recherches.

Avant d'aller plus loin, je dois donner un aperçu de la musculature du scolex, avec laquelle le système nerveux se trouve en relation très intime.

On distingue dans le scolex deux groupes de muscles, à savoir : les muscles des ventouses et ceux des crochets.

Les ventouses consistent en des sachets qui sont mis en action par des muscles internes et externes.

Les muscles internes sont composés des éléments suivants :

1° Des fibres radiaires s'étendant entre les deux enveloppes du sachet rond, et conservant toujours la direction rayonnante vers le centre du lumen acétabulaire (muscles extenseurs de la ventouse) ;

2° Des fibres équatoriales situées dans des plans parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe longitudinal du scolex. Elles sont logées sous la membrane qui sépare la ventouse du parenchyme du corps (muscles compresseurs) ;

3° Des fibres réticulées logées au milieu de la paroi acétabulaire (muscles compresseurs) ;

4° Des fibres circulaires formant une sorte de sphinc-

ter autour de l'orifice de la ventouse (muscles en sphincter).

Quant aux muscles externes, nous y rencontrons :

1° Des fibres méridiennes partant de l'orifice de la ventouse et se perdant ensuite dans le parenchyme du scolex (*fm*, fig. 2, Pl. XIX);

2° Des commissures fibrillaires qui, s'insérant sur les parois des ventouses, les réunissent en se croisant entre elles (Pl. XIX, fig. 4, *ma* et *ma*₁);

3° Des fibres longitudinales de la chaîne qui s'attachent en partie sur les ventouses (Pl. XX, fig. 4, *fl*), en partie sur l'enveloppe des crochets (Pl. XIX, fig. 4, *ml*).

La musculature des crochets a été décrite avec beaucoup de soin par NITSCHÉ et MONIEZ. Je n'ai pas vu que le bulbe musculaire décrit par les auteurs soit limité chez l'espèce dont je m'occupe par une membrane distincte. Au contraire, on peut voir une sorte de transition entre la musculature externe des ventouses et celle des crochets.

Au-dessus de la commissure principale (*Gc*, fig. 4, Pl. XIX), les commissures fibrillaires des ventouses se transforment peu à peu en bulbe musculoux, les fibres prenant des directions différentes. On voit à la Pl. XIX, fig. 4, *mcr*, des fibres qui s'étendent de la membrane enveloppant le crochet *Cr* jusqu'à celle du crochet opposé (*Cr*₁). Nous voyons plusieurs couches de fibres de cette nature superposées les unes aux autres et laissant entre elles des espaces occupés par les coupes transversales et obliques d'autres fibres. Tous ces muscles s'attachent aux crochets. Sur les coupes transversales du scolex, ces différentes couches présentent des images compliquées mais assez régulières. Je renvoie ici au travail de NITSCHÉ (17) qui décrit avec beaucoup de détails cette disposition.

A mesure que les coupes transversales s'élèvent vers la partie supérieure du bulbe musculéux, l'enchevêtrement de ces fibres transversales augmente ; enfin elles s'enroulent autour du centre de la coupe, et de ce centre partent des muscles radiaires qui ont une disposition parfaitement régulière. Sur une coupe longitudinale, on les voit très distinctement à la base des crochets (*mr*, fig. 4, Pl. XIX).

De la région des fibres radiaires partent aussi des fibres longitudinales (*f*, fig. 4, Pl. XIX) qui se rendent dans la couche sous-cuticulaire (*cs*), où les crochets sont enfoncés par leurs parties basales supérieures.

En outre, il y a des fibres radiaires (*fr*), dans la région voisine de la base des crochets, de même que dans la partie qui se trouve autour de leur enveloppe (*frs*). On voit facilement, dans la même figure, la disposition des muscles longitudinaux (*ml*) et leur insertion dans le bulbe musculéux.

Disposition du système nerveux. — Sur la Pl. XVIII, fig. 4-10, j'ai représenté quelques coupes d'une série passant par le système nerveux du scolex. Les contours de ces figures schématiques ont été faits avec la chambre claire.

La figure 4 ne fait pas partie de cette série ; elle représente une coupe transversale de la région inférieure du scolex, là où les proglottides se forment. Un coup d'œil jeté sur le dessin de NITSCHÉ (Pl. IX, fig. 3, *Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie*, 1873) montre parfaitement l'analogie de la disposition du système nerveux chez le *T. crassicollis*. On voit en effet sur mon dessin comme sur celui de NITSCHÉ dix cordons nerveux. Voici quelle est leur disposition :

Au centre de la figure, on rencontre du parenchyme rempli de corpuscules calcaires. Autour de la partie

centrale sont logées des fibres qui, dans leur ensemble, forment un ovale d'où partent des fibres vers les quatre angles de la figure. Entre ces fibres et le tégument sont logés les muscles longitudinaux du corps. On distingue en outre quatre lacunes (*ve*), placées deux par deux aux pôles de la partie centrale, tout à fait à la limite interne des fibres. Ce sont les canaux excréteurs.

Au côté extérieur de ces canaux, mais déjà dans la zone fibrillaire, se trouvent trois taches claires, dont celle du milieu (*cnp*) beaucoup plus grande que les deux autres (*bri*).

En outre, à gauche et à droite, dans la zone fibrillaire, on rencontre encore de chaque côté deux autres points clairs qui indubitablement appartiennent aussi au système nerveux. En suivant la série de coupes jusque dans le scolex, on rencontre partout cette disposition générale. Lorsqu'on arrive au milieu des ventouses on a une image dont la fig. 5 (Pl. XVIII) donne les contours. Les deux filets grêles (*bri*) accompagnant le cordon nerveux principal (*cnp*) s'approchent de celui-ci.

La distance entre les deux filaments nerveux en haut et en bas devient plus petite. La présence des ventouses repousse tous les nerfs vers le centre de la figure.

La coupe suivante de la série présente déjà un autre aspect. On reconnaît encore la disposition primitive des nerfs; cependant les deux filaments latéraux d'en haut présentent de légers renflements, réunis par une commissure. Ils envoient en même temps, parallèlement aux parois des ventouses voisines, deux petits filaments qui se perdent dans le tissu du scolex.

La figure 6 n'est que le complément de la coupe précédemment mentionnée. La commissure des deux filaments longitudinaux d'en bas apparaît, et l'on peut suivre en même temps la direction des fibres qui réu-

nissent les nerfs dorsaux et ventraux avec les branches qui accompagnent les troncs principaux. Les filets nerveux accompagnant les troncs principaux présentent de même un léger renflement. On peut remarquer aussi que ce renflement commence à se fusionner avec le tronc médian qui augmente considérablement de volume. Ces deux coupes démontrent la présence d'une commissure, logée dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal du scolex et qui réunit tous les faisceaux nerveux longitudinaux.

Les coupes suivantes montrent la disposition rencontrée dans la figure 1, avec cette différence seulement qu'à la place d'une coupe de trois branches nerveuses (*bri* et *cnp*), on a une coupe à travers un ganglion volumineux.

Une série de coupes dont fig. 7 et 8 font partie, présente une disposition intéressante ; celle d'un réseau nerveux. Les tranches étant un peu obliques, les différentes parties de ce réseau apparaissent sur différentes coupes. Reconstituons cette figure. Premièrement les deux filaments d'en haut et d'en bas sont réunis de nouveau par une commissure nerveuse (fig. 7 *cs*, et fig. 8 *cs*). Puis chacun d'eux envoie à la ventouse une petite branche (*na*,) que nous pouvons suivre sur toutes les coupes désignées. Enfin, du même endroit partent deux filaments qui se rendent dans le centre de la figure ; à mi-chemin à peu près, elles se réunissent, traversent comme une branche unique la commissure principale (*cp*. fig. 8) et répètent la même disposition du côté opposé.

Entre les deux ganglions principaux latéraux, apparaît sur la coupe 7 une masse nerveuse (*Gc*) qui se caractérise par la présence de cellules ganglionnaires en nombre assez considérable. C'est un ganglion cen-

tral qui est réuni avec les deux ganglions latéraux (*Gl*) par une puissante commissure (*cp*).

Sur la coupe 8 on voit, en outre, des commissures (*cs*) qui partent à peu près du milieu des deux branches (*brct*) pour se rendre aux ganglions latéraux. C'est environ à la même hauteur que ceux-ci envoient à leur tour de petits filets aux ventouses.

Les coupes suivantes présentent encore les traces de la commissure supérieure. Les ganglions latéraux commencent à présenter sur la coupe 8 une petite rainure médiane dans la direction de la commissure principale. Cette rainure s'accroît ensuite et enfin à la coupe 9 nous en voyons sortir deux branches nerveuses puissantes (*brs* fig. 9, Pl. XVIII). Du point de réunion des branches latérales avec les faisceaux longitudinaux on voit repartir des nerfs longitudinaux. Nous arrivons ainsi à une figure (fig. 9) analogue à celle que présente une coupe pratiquée à travers le scolex d'un Cysticerque du *Tenia marginata*, comme elle est représentée par MONIEZ (20) sur la Planche II, fig. 2, de son « Essai monographique sur les Cysticerques. »

Les huit faisceaux sont rangés en cercles autour du centre des figures, leurs distances respectives ayant fini par s'égaliser sur la fig. 9.

En poursuivant la série, on voit que chacune des branches qui partent des ganglions est réunie par une petite bandelette avec une branche latérale, de sorte que les huit coupes transversales se sont transformées en quatre taches oblongues. Celles-ci augmentent sur la coupe 10, se réunissent par des filaments très fins et forment ainsi un anneau nerveux (*an*), observé déjà par MONIEZ dans le Cysticerque du *Tenia marginata* et probablement aussi par SCHNEIDER chez le *Tenia crassicollis*, mais nié par STEUDENER.

Sur les coupes suivantes, dont je n'ai pas représenté les contours, on rencontre encore des nerfs excessivement fins.

J'ai contrôlé ces observations en faisant trois séries de coupes transversales : une série de coupes longitudinales, pratiquées dans la direction dorso-ventrale des proglottides ; une série dans la direction de l'axe sagittal et enfin une série de coupes parallèles à la diagonale de la tête quadrangulaire. J'ai pu faire par conséquent la reconstruction schématique du système nerveux et je l'ai représenté sur la fig. 4, Pl. XVIII.

Nous constatons donc la présence de l'anneau nerveux (*an*) situé à peu de distance de l'endroit où la musculature longitudinale s'ajoute à celle du bulbe musculaire.

Cet anneau présente quatre renflements (*ga* fig. 4), placés vis-à-vis des zones supérieures des ventouses. De l'anneau partent des filaments excessivement fins (*na*, Pl. XVIII) qui naissent dans une masse nerveuse située au-dessus des ventouses. En outre, du même endroit, partent huit branches plus puissantes (*brs* et *F'*) qui prennent une disposition particulière dans leurs parties inférieures, disposition complètement inconnue jusqu'à présent.

Celles qui correspondent aux deux cordons, connus sous le nom de cordons nerveux latéraux, se rapprochent l'une de l'autre (*brs*) en descendant et prennent naissance toutes les deux dans les ganglions latéraux principaux. Les quatre autres branches (*F'*) qui sont réunies avec les premières dans l'anneau nerveux, se continuent jusque dans les proglottides. Cependant, au niveau de la commissure principale, leur direction subit une modification sur laquelle nous reviendrons.

Les principales parties constituantes sont les deux

ganglions déjà connus, réunis par une puissante commissure. Mais ce qui n'a pas encore été décrit jusqu'à présent, c'est le volumineux ganglion central. Les coupes 7 et 8 démontrent sa position et ses relations avec les autres faisceaux nerveux.

Du ganglion central partent deux branches qui forment une croix avec la commissure principale. Elles se bifurquent et chacune de ces branches secondaires se rend vers les faisceaux (F), avec lesquels elles se réunissent en un petit ganglion (N_2). Elles se continuent un peu plus loin et donnent naissance, dans un second petit renflement (N_1), aux nerfs des ventouses (na_1) et aux faisceaux descendants (fns).

Chacun des deux ganglions latéraux principaux envoie trois branches nerveuses dans toute la chaîne de proglottides ; la branche médiane dépasse de beaucoup en épaisseur les deux branches latérales qui l'accompagnent, tout en restant à peu près parallèles avec elle. Du même ganglion partent en outre de chaque côté deux rameaux (na_1, na_2) qui se rendent aux ventouses avoisinantes.

Je dois mentionner deux sortes de commissures qui réunissent les différents systèmes de nerfs descendants. Elles forment deux figures polygonales d'une régularité frappante ; je les appellerai donc : commissure polygonale supérieure et inférieure.

La commissure polygonale supérieure consiste en deux sortes de branches. Quatre d'entre elles sont plus longues (cs) et séparées les unes des autres par quatre branches plus courtes (cs_1). Les branches longues réunissent les ganglions latéraux principaux avec les faisceaux (F) qui descendent du côté correspondant à la face large de la chaîne des proglottides.

Les commissures (cs_1) ne sont pas en rapport direct

avec les branches mentionnées précédemment ; la figure 1 de la Planche XVIII montre leur disposition.

La commissure polygonale inférieure forme une figure octogone plus complète (*ci-ci*). Les quatre branches plus longues prennent naissance dans les ganglions latéraux principaux avec les faisceaux latéraux descendants (*brl*). Elles contournent les parois de la ventouse et se rendent aux faisceaux descendants secondaires (*fn*s) ; elles se réunissent avec ces derniers dans des renflements (*N*), qui, à leur tour, sont réunis par les faisceaux *ci*.

Après cette esquisse rapide de la disposition du système nerveux, jetons un coup d'œil sur la conformation histologique des diverses parties constituantes.

Le cerveau.

Je donne ce nom aux deux ganglions principaux latéraux et au ganglion central réuni avec les premiers par une forte commissure. La question de savoir quelle partie du système nerveux doit être considérée comme l'organe central a été discutée par KAHANE, MONIEZ et LANG. Nous avons déjà mentionné que KAHANE considère comme tel les deux cordons latéraux et qu'il regarde leurs petits rameaux latéraux qu'il a découverts dans les proglottides du *Tania perfoliata*, comme la partie périphérique du système nerveux. MONIEZ émettant une nouvelle hypothèse sur le rôle morphologique du scolex qu'il considère comme un simple appareil de fixation, prétend que le grand développement du système nerveux est dû simplement à la présence des organes de fixation. Voici, en résumé, son opinion :

« Ce qu'on appelle la tête est donc morphologiquement un organe de fixation, développé à la partie pos-

térieure du *Tenia* et cette tête est comparable aux armatures de la partie postérieure des Polystomes et non aux armatures antérieures que l'on observe chez certains Trématodes endo-parasites. La présence d'une commissure nerveuse ne doit pas être mise en objection, car elle s'explique par l'importance fonctionnelle de l'organe. »

LANG, par contre, se basant sur l'étude histologique des bulbes nerveux du genre *Tetrarhynchus* n'hésite pas à y trouver le centre du système nerveux et l'appelle par conséquent le cerveau (*Gehirn*). Je me rallie à cette manière de voir d'autant plus que mes recherches histologiques m'ont montré que la structure de ces parties centrales diffère de celle des branches auxquelles elles donnent naissance.

Ganglion central (Pl. XIX, fig. 4, *Gc*; Pl. XXI, fig. 3, 4; Pl. XVIII, fig. 4, 7, *Gc*). Les coupes du ganglion central faites dans quatre directions m'ont montré la structure suivante :

Cet organe qui a une forme allongée est constitué d'une masse nerveuse presque égale en volume à l'un des ganglions latéraux. Tandis que sa face supérieure est presque complètement lisse, il présente à la partie inférieure des proéminences (*pr*, fig. 4, Pl. XXI). Si l'on réussit à faire une coupe passant par l'axe longitudinal de la commissure principale, on peut reconnaître une certaine symétrie dans la disposition de ces mamelons.

Au centre, on trouve une proéminence volumineuse et, de chaque côté de celle-ci, une autre de la même grandeur, tandis que les autres qui suivent à droite et à gauche sont moins développées. Au premier abord, j'ai cru que ces mamelons résultaient surtout de la contraction des muscles acétabulaires extérieurs. Cepen-

dant n'ayant rien observé de semblable sur les autres parties du système central, je me suis convaincu qu'il s'agit ici d'une conformation d'un caractère permanent.

C'est aussi dans cette partie inférieure que nous observons le plus grand nombre de cellules ganglionnaires qui se distinguent très nettement des autres éléments. Quant à leur forme, mes observations sont d'accord avec celles de KAHANE. Il est un point cependant sur lequel je ne suis pas d'accord avec cet auteur. En effet KAHANE croit avoir trouvé des cellules ganglionnaires rondes, sans prolongement. Il est vrai qu'il n'est pas rare de rencontrer de grosses cellules nerveuses sans prolongement visible sur la coupe (fig. 5, *cg*, Pl. XIX). Mais ce fait s'explique par leur orientation; si une cellule ganglionnaire unipolaire ou bipolaire est dirigée perpendiculairement au plan de la coupe, ses prolongements ne se verront pas, c'est très naturel. (Comp. la même apparence chez le *T. mediocanellata*, Pl. XXI, fig. 8.)

On rencontre des cellules ganglionnaires dans tout le bulbe. Au centre de celui-ci se trouve une masse granuleuse dans laquelle se perdent les fibres nerveuses excessivement fines venant des commissures. Les fibres nerveuses de la commissure principale cheminent, en partie, directement au-dessus de la commissure transversale (*ctr* fig. 3, Pl. XXI); dans la partie inférieure, elles ont une tendance à suivre les circonvolutions des proéminences.

La commissure transversale est intimement liée au bulbe central. Sur la fig. 3 (Pl. XXI), on peut très bien suivre la disposition de cette commissure. Enfoncée dans la partie supérieure du ganglion, elle se présente, en coupe transversale, séparée imparfaitement en deux parties, dont l'aspect est tout à fait le même que la

coupe transversale des nerfs principaux. Des trabécules excessivement fins forment une sorte de réseau, dont les mailles sont remplies par des masses peu distinctes.

Une coupe à travers le bulbe central, pratiquée dans l'axe de la commissure transversale, montre la disposition des fibres nerveuses de cette commissure. Les fibres, venant de gauche et de droite de la commissure se mettent en partie en rapport direct les unes avec les autres par-dessus le bulbe (ce sont elles qui sont coupées transversalement dans la coupe (fig. 4, *br*, *br*, Pl. XXI); les fibres (*ctr*) appartenant à la même commissure sont déjà visibles dans une partie de leur parcours.

En ce qui concerne la coloration, ce bulbe, comme du reste tout le système nerveux central, présente un contraste prononcé avec le tissu environnant. La ligne de démarcation parut si distincte, que je crus cette fois avoir trouvé une enveloppe propre; cependant je pus bientôt me convaincre que la disposition que j'avais sous les yeux était la même que celle que KAHANE a décrite. La masse cellulaire du parenchyme s'accumule autour du ganglion central, ainsi que les nombreuses fibres musculaires qui réunissent les parois des ventouses entre elles, et dont les deux directions principales se voient surtout dans la fig. 4, Pl. XXI (*ma* et *ma*). La masse nerveuse n'est enveloppée que par ces éléments.

Ganglions principaux latéraux. (Pl. XVIII, fig. 4, 7 et 8; Pl. XIX, fig. 4 et 2; Pl. XXI, fig. 2 et 5). Les ganglions principaux latéraux sont situés entre les ventouses, un peu au-dessus du plan qui passe par les centres de celles-ci. Ce sont des renflements considérables, allongés et s'inclinant vers l'axe médian longitudinal du scolex. Chacun d'eux donne naissance à 12 branches nerveuses.

A la partie supérieure, ils se continuent encore un peu au-dessus du niveau de la commissure principale; ils s'écartent ensuite et envoient les deux branches ganglionnaires supérieures (*brs*, Pl. XVIII). C'est ainsi qu'une coupe longitudinale à travers les trois ganglions principaux (fig. 1, Pl. XIX) laisse voir un petit prolongement qui finit en pointe émoussée: fait observé déjà par SCHNEIDER (8) et STEUDENER (9). Cependant il n'est pas rare d'observer que la bifurcation s'annonce déjà dans le niveau de la commissure principale. On voit souvent quelques fibres musculaires qui traversent ce prolongement supérieur; leur nombre augmente à mesure que les coupes s'approchent de l'anneau nerveux.

Les branches qui prennent naissance dans ces ganglions principaux sont les suivantes :

1° Les deux branches supérieures (*brs*, Pl. XVIII, *brs*, fig. 2, Pl. XXI).

2° Deux branches acétabulaires ou nerfs de la ventouse (*na*, fig. 2, Pl. XIX; *na*, fig. 4, Pl. XVIII).

3° Deux branches de la commissure polygonale supérieure (*cs*, fig. 4, Pl. XVIII; *cs*, fig. 2, Pl. XIX).

4° Deux branches de la commissure polygonale inférieure (*ci*, fig. 4, Pl. XVIII).

5° Deux branches descendantes latérales (*brl*, fig. 4, Pl. XVIII; *brl*, fig. 7, Pl. XXI; *brl*, fig. 3, Pl. XIX).

6° Le cordon nerveux principal (*enp*, fig. 4, Pl. XVIII; *enp*, fig. 4, Pl. XIX; *enp*, fig. 3, Pl. XIX; *enp*, fig. 7, Pl. XXI).

7° La commissure principale (*ep*, fig. 4, Pl. XVIII).

La conformation histologique ne nous présente pas de différences avec celle du ganglion central. Les cellules ganglionnaires étant dispersées dans toute la masse centrale granuleuse, je n'ai pu constater avec certitude

leur accumulation vers la surface telle que l'a décrite LÁNG, pour les Tetrarhynques.

Les fibres des différents rameaux énumérés plus haut partent de la masse centrale; cependant j'ai pu observer aussi que quelques fibres des cordons principaux longent la masse granuleuse centrale des ganglions et se continuent soit dans les branches ganglionnaires supérieures (*brs*), soit dans la commissure principale.

L'anneau nerveux et ses dépendances.

Je me suis assuré de la présence de l'anneau nerveux sur les coupes transversales et longitudinales du scolex. Il est formé de quatre légers renflements ganglionnaires réunis par des faisceaux très grêles. J'ai pu fort bien les suivre sur les coupes transversales du scolex, tandis que sur les coupes longitudinales j'avais quelquefois de la difficulté à les retrouver. Les quatre ganglions, beaucoup moins développés que les ganglions principaux, contiennent aussi un nombre moins grand de cellules ganglionnaires. Nous savons qu'ils donnent naissance à huit branches nerveuses descendantes.

Les coupes transversales, faites au-dessus de l'anneau présentent toujours de petites taches claires, malheureusement inaccessibles à une analyse microscopique. La supposition que ce devaient être des coupes transversales des filaments nerveux partant de l'anneau pour se rendre dans le bulbe musculieux ne se changea pour moi en certitude que lorsque j'eus obtenu une coupe longitudinale heureuse passant par un ganglion principal latéral (voy. la fig. 2, Pl. XXI). Sur cette préparation je pus observer en effet que de l'anneau s'élevaient de petits faisceaux et l'on peut supposer qu'ils continuent au delà. Il ne m'est pas possible de

donner un détail que'conque sur le nombre et le mode de terminaison de ces nerfs.

Les cellules ganglionnaires des renflements annulaires ne diffèrent en rien de celles qu'on observe dans le cerveau.

Outre que les renflements ganglionnaires donnent naissance à huit nerfs descendants, ils envoient aussi des faisceaux excessivement fins aux masses nerveuses situées au-dessus des ventouses. La fig. 6, Pl. XXI, représente le quart d'une coupe transversale passant à la hauteur des ganglions. Les fibres du bulbe musculoux s'étendent en se croisant dans les directions les plus différentes et forment une zone d'un aspect caractéristique. Cette zone est limitée par les quatre ganglions (*ga*), au côté extérieur desquels on trouve de nombreuses coupes de fibres longitudinales (*fl*) se rendant aux crochets.

A la même hauteur on rencontre les canaux excréteurs qui, se trouvant dans le plan de la coupe, se présentent comme quatre fentes parallèles aux côtés du scolex (*ce*), disposition qui n'a pas encore été observée. Les canaux excréteurs mentionnés ne se réunissent pas au sommet de l'angle, mais laissent au contraire deux espaces libres. C'est dans le voisinage de ces espaces que se détachent les filaments nerveux (*na*₂), pour se rendre dans une masse nerveuse logée au-dessus des ventouses (*mna*).

Commissures nerveuses.

Les commissures nerveuses présentent une disposition curieuse. On distingue trois sortes de commissures :

1° Commissure principale réunissant les trois ganglions principaux.

2° Commissure transversale formant avec la première une croix.

3° Commissures polygonales.

En ce qui concerne les deux premières, je renvoie à la description déjà donnée. J'attire seulement l'attention sur la nature double de la commissure transversale, parce qu'il me semble que je trouve ici une certaine analogie entre le système nerveux des Ténias et celui des Tetrarhynques, décrit par LANG. La bifurcation de cette commissure se présente sous différentes formes selon le degré de contraction des muscles qui réunissent les parois des ventouses ; les deux branches (*bct*) sont tantôt rapprochées l'une de l'autre, tantôt divergentes sous un angle obtus. Chacune de ces branches se réunit avec un nerf descendant (*F*) et un rameau de la commissure polygonale supérieure, en un petit renflement dans lequel il n'est pas rare de rencontrer des cellules ganglionnaires. Pour cette raison je n'hésite pas à donner le nom de ganglions secondaires à ces nœuds nerveux.

Ainsi, sur le trajet de la commissure transversale, on rencontre quatre ganglions secondaires, d'où partent de courtes branches périphériques que nous pouvons considérer comme appartenant à la commissure polygonale supérieure.

La commissure polygonale supérieure consiste en quatre longs nerfs qui prennent leur origine dans les ganglions principaux latéraux, un peu au-dessous de l'endroit où ils donnent naissance aux deux nerfs annulaires. Ils contournent les ventouses pour se rendre aux ganglions secondaires (N_2). Arrivés là, ils courent tout droit vers la paroi du corps, pour constituer de nouveau des ganglions qui, par une bandelette (*Cs*) ferment la figure polygonale. Cette bandelette est très visible sur

sa coupe longitudinale (*cs*, fig. 2, Pl. XIX). La commissure polygonale inférieure consiste en deux sortes de nerfs : les uns ayant la même origine que les branches descendantes latérales (*brl*), longent les parois des ventouses et se réunissent dans de petits renflements nerveux (*N*) avec les nerfs descendants secondaires. De petits faisceaux (*ci*), parallèles aux faisceaux analogues (*cs*) de la commissure supérieure, forment la seconde sorte de branches. Il va sans dire que les figures que forment les commissures ne présentent pas partout absolument les mêmes formes, mais sont plus ou moins étirées selon les différents degrés de contraction des fibres musculaires environnantes.

Les branches des commissures sont uniquement composées de cellules nerveuses, dont chacune s'étend d'un ganglion à l'autre. Mais il n'est pas rare de voir les cellules ganglionnaires des ganglions principaux et secondaires envoyer leurs prolongements dans les nerfs qui forment les commissures (comp. la fig. 9, *cg*, Pl. XXI).

Innervation des ventouses.

La question la plus difficile à élucider est celle de savoir de quelle manière sont innervées les ventouses. Comme nous avons trouvé une musculature acétabulaire très compliquée, nous pouvions nous attendre à priori à trouver une innervation d'une complexité correspondante. Une étude morphologique des ventouses des Trématodes, Discophores, Mollusques, etc., m'a appris que dans tous ces organes de fixation le système nerveux est très bien représenté, formant souvent de puissants ganglions. De quelle manière accompagne-t-il la musculature de l'appareil en question ?

Voici ce que j'ai pu observer :

Sur la série de coupes (Pl. XVIII) je pus remarquer au-dessus des ventouses une masse granuleuse (*mna*, fig. 9); par places, j'ai rencontré une cellule qui, sans être assez caractéristique pour que je pusse la nommer ganglionnaire, était cependant différente des éléments dispersés dans le parenchyme du corps. Je poursuivis alors l'étude sur d'autres coupes, et j'ai pu constater la présence de filaments un peu ondulés, excessivement fins. Enfin je trouvai un endroit où je pus voir que les ganglions de l'anneau nerveux envoyaient des nerfs vers cette masse, ce qui me donna l'assurance que j'avais affaire à des éléments appartenant au système nerveux.

Sur les mêmes coupes, j'observai encore un autre fait que l'on saisira en jetant un coup d'œil sur la fig. 2 (Pl. XIX). Les fibres musculaires (*fm*) des ventouses s'étendent depuis le bord de l'orifice en suivant la direction d'un méridien (l'orifice de la ventouse étant considéré comme un pôle). Vers le milieu, elles quittent les parois pour se disperser dans le tissu parenchymateux. Sur les coupes que je viens de mentionner, les fibres méridiennes cessaient donc par places d'être appliquées contre la paroi externe, mais faisaient de petits détours en forme d'arc, comme si elles contournaient quelque chose. Ces éléments inconnus m'apparurent sous forme d'une tache claire contenant une granulation peu prononcée. Je fus surtout frappé de voir ce fait se répéter d'une manière très régulière, coupe par coupe, de chaque côté de toutes les ventouses. En suivant la série des coupes, je pus constater que toutes les branches nerveuses, envoyées par les ganglions aux ventouses, étaient dirigées vers ces taches claires (Comp. *na*, fig. 2, Pl. XIX). De ces faits je suis porté à conclure que les parois des ventouses sont con-

tournées par un nerf très fin qui est en relation avec le système nerveux, par l'intermédiaire de plusieurs faisceaux. Cependant je dois avouer que, sur les coupes pratiquées dans la direction parallèle à l'orifice de la ventouse, je ne fus pas assez heureux pour démontrer la présence de ce nerf annulaire avec une entière évidence.

Par contre, les branches qui partent soit du cerveau, soit des ganglions secondaires, pour se rendre dans les parois acétabulaires, sont très distinctes. Pl. XIX, fig. 2 représente un nerf (*na*) qui s'étend entre le ganglion principal latéral et la ventouse. Les fibres nerveuses prennent leur origine dans la masse centrale du ganglion. Elles s'élèvent un peu au-dessus du niveau de la commissure principale, mais moins cependant que cela ne paraît dans la figure citée, la coupe qu'elle représente étant un peu oblique à l'axe longitudinal du scolex. Chaque ventouse reçoit donc un nerf semblable du côté du ganglion principal, tandis que de l'autre côté, au même niveau (correspondant à la commissure polygonale supérieure), il arrive un nerf venant d'un ganglion secondaire (*N*).

Il n'est pas rare que, sur les coupes transversales, les nerfs (*na* et *na*¹ fig. 4, Pl. XVIII) forment avec la branche (*cs*) de la commissure polygonale supérieure un seul grand arc autour de la ventouse. La question de savoir si la commissure inférieure ne présente pas sous ce rapport une certaine analogie avec la commissure supérieure, c'est-à-dire, s'il n'y a pas aussi aux extrémités du nerf (*ci*) de petits faisceaux nerveux qui se rendraient à la ventouse, me semble justifiée.

En effet, je dois constater ici qu'il m'a été parfois possible de voir des filaments excessivement fins, dont l'un part du ganglion secondaire (*N*), et l'autre du cerveau,

tous deux ayant une origine commune avec le nerf *ci* et *brl*.

Nous verrons plus loin que chez le *Tenia serrata* il existe aux mêmes endroits des nerfs bien développés. Mais je n'insiste pas sur cette observation en ce qui concerne le *Tenia cœnurus*, parce que je n'ai pu constater le fait que sur certaines préparations.

Le système nerveux des proglottides.

La région postcéphalique est traversée par dix cordons nerveux dont nous connaissons déjà la disposition. Le cordon principal latéral, ainsi que les deux branches qui l'accompagnent, conservent leur épaisseur et sont facilement reconnaissables dans les coupes transversales de toute la chaîne, tandis qu'il m'était difficile d'observer les faisceaux descendants secondaires dans les proglottides mûrs. Les petites taches claires ne sont pas assez distinctes pour qu'une analyse microscopique puisse mettre en évidence leur nature nerveuse. Cependant NITSCHÉ nous assure avoir reconnu dix cordons « spongieux » dans les proglottides du *Tenia crassicolis* : « Bei genauem Suchen kann man auch noch an geschlechtsreifen Gliedern alle zehn Stränge erkennen, » dit cet auteur. STEUDENER et SCHIEFFERDECKER constatent que le cordon latéral est divisé en trois rameaux. KAHANE, dans les proglottides du *T. perfoliata*, n'a observé qu'un cordon unique. Fig. 3 (Pl. XIX) représente la disposition des cordons latéraux dans un proglottide mûr du *T. cœnurus*. *Ve* est le lumen du vaisseau excréteur qui se distingue par une puissance considérable.

De gauche et de droite arrivent les fibres musculaires circulaires qui, en s'enchevêtrant, entourent le cordon principal (*cp*) et les deux faisceaux nerveux (*brl*).

J'ai figuré ici une coupe dans laquelle le cordon principal est traversé par une fibre musculaire, et cela pour démontrer la réalité d'un fait observé par quelques naturalistes, mais nié par d'autres.

Enfin je fais ressortir encore un autre fait observé que j'ai figuré sur la Pl. XXI, fig. 7. C'est une partie d'une coupe longitudinale passant par la région postcéphalique. Ici l'une des branches nerveuses accompagnant le cordon nerveux principal, forme en se bifurquant les deux branches, 1 et 2, dont la dernière se perd bientôt dans le tissu parenchymateux.

Quant à la structure histologique des cordons latéraux, je ne peux rien ajouter de nouveau aux faits déjà connus. Ils sont formés de filaments nerveux un peu ondulés et ils contiennent çà et là un noyau très fin. Ces noyaux sont aussi difficiles à reconnaître que leurs rapports avec les trainées protoplasmiques descendantes. Rien d'étonnant dès lors que plusieurs auteurs ne les aient pas remarqués.

Par contre, on peut rencontrer dans les cordons principaux des noyaux plus foncés égalant, quant à la taille, ceux du parenchyme. On les voit souvent entourés d'une masse plasmique étendue dans une direction perpendiculaire à celle des trainées descendantes. Ces éléments appartiennent-ils au système nerveux, ou faut-il les considérer comme éléments du parenchyme? C'est là une question difficile à résoudre, par la circonstance que le système nerveux est logé dans le parenchyme, sans en être séparé par une membrane quelconque. Quoi qu'il en soit, je n'ai pu rencontrer, dans les troncs nerveux des proglottides, des cellules que je pusse appeler ganglionnaires. Dans les troncs latéraux du *T. perfoliata*, KAHANE décrit des cellules ganglionnaires. Mes résultats n'apportent aucun fait à l'appui de cette opinion.

Cependant je suis porté à supposer leur existence, quoique mes recherches aient été moins approfondies dans cette direction.

Sur les coupes transversales, la substance intercellulaire des nerfs présente l'aspect d'un réseau dont les trabécules restent aussi incolores que les fibres nerveuses.

SYSTÈME NERVEUX DU *TÆNIA ELLIPTICA*.

L'étude du système nerveux de cette espèce offre de grandes difficultés. Le scolex étant excessivement petit, la préparation en devient fort difficile. Les coupes transversales n'offrent pas, pour la reconstruction du système nerveux, les mêmes avantages que chez l'espèce précédente. En effet, les filets grêles nerveux ne se distinguent sur les coupes transversales qu'avec peu de netteté, ce qui oblige à recourir principalement aux coupes longitudinales. D'autre part, comme celles-ci passent rarement dans la direction que l'on désire (l'objet minuscule se soustrayant au maniement), la reconstruction du système nerveux rencontre des obstacles sérieux.

C'est pour ces motifs que je n'ai pas été en état de suivre tous les différents filaments nerveux ni de mettre tous leurs rapports en évidence.

Cependant les parties que j'ai pu observer sont toutes en parfaite correspondance avec le système nerveux du *Tænia cœnurus*, et nous pouvons admettre avec toute probabilité que l'analogie s'étend plus loin encore que je n'ai pu la démontrer.

L'anatomie du scolex du *Tænia elliptica* diffère en certains points de celle du scolex du *T. cœnurus*. Le

rostellum est très allongé ; ses mouvements sont sous la dépendance d'une musculature particulière. La disposition de cette musculature est pareille à celle des crochets chez les autres espèces de Ténias qui en sont pourvus.

Le rostellum rétracté s'enfonce sous forme d'une petite fiole dans le scolex. Il s'ouvre à l'extérieur par l'orifice (fig. 2, Pl. XVIII). L'espace interne est tapissé par continuation de la couche cuticulaire du corps, tandis qu'une autre membrane pénètre profondément dans le scolex et se rejoint en forme de sachet membraneux. Entre les deux couches se trouvent quatre sortes d'éléments différents :

1° Dans la partie supérieure, autour de l'espace interne, se voient des corps cellulaires réfringents et pourvus de noyaux. Sur mes coupes (*g*, fig. 4, Pl. XX) ils ont en bas une limite très distincte, tandis qu'en haut ils s'effacent peu à peu. Ce sont, à n'en pas douter, les bases des crochets dont cette espèce possède, comme on sait, quatre rangées.

2° Des muscles obliques s'étendent du fond de la cavité interne vers les parois externes et comprennent entre eux le bulbe central (*ma*).

3° Dans la partie inférieure, des muscles circulaires entourant le bulbe (*mr*).

4° Les éléments du bulbe central (les parties des crochets).

Les quatre ventouses sont volumineuses. Une coupe transversale passant par le centre du scolex forme une croix, dans les angles de laquelle sont situées les ventouses ; celles-ci se sont tellement rapprochées l'une de l'autre que leurs parois se touchent presque (fig. 4, Pl. XXI).

En ce qui concerne leur musculature interne, la

disposition en est presque la même que chez *Tenia caenurus*, mais la musculature externe est beaucoup moins développée.

Le *cerveau* consiste en deux ganglions, réunis par une commissure. Il semble que notre espèce ne présente pas de ganglion central, du moins je n'ai pas pu le mettre en évidence ; les cellules entourant la partie centrale de la commissure se distinguaient bien par une taille plus grande, mais le prolongement caractéristique des cellules ganglionnaires n'était pas visible.

La commissure principale (*cp*, fig. 2, Pl. XVIII) est située à la base du bulbe de la trompe.

Du cerveau (*G*, fig. 2, Pl. XVIII ; *G*, fig. 4, Pl. XX) partent des filaments qui vont dans la partie supérieure du scolex, ainsi que dans la chaîne des proglottides. LANG a déjà trouvé que les ganglions latéraux se prolongent au-dessus de la commissure et finissent ensuite en pointe émoussée. Mes recherches m'ont conduit plus loin.

Tout ce que j'ai pu bien voir, je l'ai figuré sur les Pl. XX, fig. 4, Pl. XXI, fig. 4.

La fig. 4 (Pl. XX) représente une coupe longitudinale du scolex passant dans la direction de la ligne *ab* indiquée sur la fig. 4 (Pl. XXI) ; mais le plan de la coupe était un peu incliné en haut vers l'axe longitudinal du scolex. Ainsi donc on voit, derrière la paroi de la ventouse (*v*), le ganglion latéral volumineux (*G*).

La forme de la masse nerveuse de ce ganglion est assez caractéristique. En haut, elle s'effile vers une tache blanchâtre (*an*) dont je parlerai plus loin ; en bas elle se bifurque, mais la coupe étant un peu oblique, les deux branches (*cpp* et *brl*) se perdent bientôt dans le tissu parenchymateux. A gauche sur la figure, on peut remarquer que le ganglion *G* n'est pas aussi bien

limité par le tissu environnant ; c'est le point de naissance de la commissure principale (*cp*).

Comparons à présent, sur la coupe transversale, la forme des ganglions principaux latéraux (fig. 4, G, Pl. XXI). Ici ils commencent à se bifurquer et présentent tout à fait la même forme que celle que nous avons rencontrée chez le *Tenia cœnurus* et le *T. serrata*.

Ces faits nous permettent de conclure que les ganglions principaux latéraux envoient en haut deux branches nerveuses divergentes.

Au-dessus de la commissure principale qui réunit les ganglions, il part de chaque ganglion deux branches latérales (*cs*, fig. 2, Pl. XVIII). Elles longent les parois des ventouses et se réunissent probablement en formant la commissure polygonale supérieure. Je dis probablement, car bien que j'aie pu voir ces filaments se continuer sous forme de lignes blanchâtres, complétant le polygone, le caractère nerveux de ces dernières ne put cependant pas être établi avec certitude.

Maintenant que peut-on dire des filaments qui chez le *Tenia cœnurus* partent de l'anneau nerveux et longent les faces larges des proglottides ? Ils ont presque complètement échappé à mes investigations, sauf en deux endroits, où je crois pouvoir admettre leur existence.

Ayant étudié la coupe (fig. 4, Pl. XX), j'ai trouvé assez énigmatique l'apparition du filament nerveux (*fns*) qui me semblait situé juste au milieu derrière la ventouse (*pv*), erreur que j'ai reconnue après m'être rendu compte de la direction de la coupe. Ainsi donc, ce nerf grêle correspondrait à la tache blanchâtre que j'ai rencontrée sur la coupe transversale (*fns*, fig. 4, Pl. XXI).

Quant à la commissure polygonale inférieure, j'ai pu

la rencontrer au niveau de l'anastomose des deux ganglions latéraux, à peu près sous la même forme que celle de la commissure supérieure (*ci*, fig. 2, Pl. XVIII). A la même hauteur se trouvent deux filaments partant des ganglions et se rendant aux ventouses (*na*, fig. 2, Pl. XVIII).

La fig. 2 (Pl. XVIII) représente la reconstruction schématique du système nerveux du *Tænia elliptica*. Toutes les parties, sur l'existence desquelles je suis fixé, sont dessinées en lignes pleines de couleur bleue, tandis que les lignes pointillées représentent les parties sur lesquelles mes recherches ne me permettent pas de me prononcer d'une manière décisive; comme par exemple :

1° L'anneau nerveux dont je crois pouvoir admettre l'existence seulement d'après les taches blanchâtres (*an*, fig. 4, Pl. XX), visibles sur les coupes longitudinales.

2° Les quatre faisceaux descendants secondaires (*fns*) qui, dans les parties situées au-dessous du scolex et au-dessus du niveau de l'anastomose, ont complètement échappé à mon observation, de même que :

3° La commissure transversale se croisant avec l'anastomose principale.

On ne peut étudier les faisceaux nerveux des proglottides avec succès que sur les coupes longitudinales (fig. 5, Pl. XX). Ils se présentent comme trois lignes claires, dont celle du milieu (*cnp*) dépasse les autres en largeur. Tandis que les faisceaux latéraux (*fns*) suivent en général une direction droite, celui du milieu forme une ligne ondulée imitant en quelque sorte le parcours des vaisseaux excréteurs (*ve*). KAHANE a trouvé chez *Tænia perfoliata* que dans le tissu des proglottides, il part du cordon latéral de petites ramifications. Je

peux constater un fait semblable chez notre espèce : *rs*, fig. 8, représente une petite branche nerveuse se détachant d'un des faisceaux latéraux à l'endroit de séparation des deux proglottides. Mais je dois ajouter que c'est le seul endroit où j'ai pu observer ce fait.

SYSTÈME NERVEUX DU TÆNIA SERRATA.

On peut s'attendre d'avance à ce que, chez deux espèces aussi voisines que le sont le *T. cœnurus* et le *T. serrata*, la disposition du système nerveux ne diffère que peu.

Ils se ressemblent en effet tellement que je peux renvoyer aux dessins (fig. 3, fig. 14-22, Pl. XVIII), sans en donner une description détaillée. Quoique la fig. 3 ne représente qu'une moitié du système nerveux schématiquement reconstruit, on trouvera néanmoins sans peine l'analogie de ses diverses branches avec celles de la fig. 1 qui représente le système nerveux entier du *T. cœnurus*.

Les différences sont minimales et se rapportent surtout à l'innervation des ventouses, qui chez l'espèce en question acquiert un degré plus haut de développement.

Jetons un coup-d'œil sur la série de coupes transversales du scolex.

Fig. 14-22 (Pl. XVIII) représentent quelques coupes de la série. Sur la première d'entre elles, on voit encore quelques traces de la commissure polygonale inférieure ; en même temps des branches courtes partent des endroits qui marquent les coupes transversales des nerfs descendants secondaires et se rendent directement vers les ventouses. C'est un fait que nous

n'avons pas observé chez l'espèce *cœnurus*. Les coupes 13, 14, 15 et 16 montrent l'apparition des ganglions latéraux dans lesquels se sont réunis les troncs latéraux avec les deux nerfs qui l'accompagnent tout le long de la chaîne des proglottides.

Le ganglion central se fait moins remarquer sur les coupes transversales que sur les coupes longitudinales du scolex ; par contre, les coupes de la même direction à travers les ganglions latéraux nous donnent de précieux renseignements sur la constitution histologique de ces ganglions. Ainsi la fig. 4, Pl. XIX, fait voir un ganglion latéral avec les deux branches acétabulaires supérieures. Cette coupe est surtout caractéristique pour la disposition des cellules ganglionnaires, qui ne restent pas en dehors du ganglion, mais rentrent dans son intérieur. La coupe n'étant pas tout à fait perpendiculaire à l'axe longitudinal du scolex, ne montre à gauche que l'origine de la commissure principale.

Les coupes suivantes de la série mentionnée plus haut ne diffèrent pas beaucoup de celle de la région analogue du *Tenia cœnurus*. Ce qui mérite d'être signalé, ce sont les éléments nerveux abondants qui sont en rapport avec les branches acétabulaires et qui partent de la commissure polygonale supérieure. Ces branches semblent se renfler avant de toucher la paroi de la ventouse et éparpillent ensuite leurs fibres qui, en contournant la paroi acétabulaire, se perdent enfin dans sa musculature.

Au-dessus du niveau de la commissure principale, les coupes montrent ces huit taches claires caractéristiques pour les coupes transversales des nerfs qui descendent de l'anneau. Fig. 3 (Pl. XX) montre en outre, en deux endroits, les coupes obliques des branches qui vont aux ventouses et, au fond de la troisième ventouse,

des filaments très fins qui appartiennent aussi au système nerveux.

Quant à l'anneau nerveux, sa première apparition est indiquée dans la fig. 19, Pl. XVIII. Tandis que chez le *Tænia cœnurus* chaque nerf provenant du ganglion latéral s'approche du nerf secondaire qui l'avoi-sine et se réunit avec lui avant d'entrer dans l'anneau nerveux, ici les nerfs atteignent l'anneau séparément.

L'anneau nerveux est plus puissant chez le *T. serrata* que chez les autres espèces.

Pour terminer cette courte description, je résume les différences qui existent entre le système nerveux du *T. cœnurus* et celui du *Tænia serrata*.

1° De l'anneau nerveux (fig. 3, Pl. XVIII) partent des filaments très distincts et très nombreux dans la partie supérieure du scolex. Ces filaments, après s'être ramifiés, se perdent dans la musculature des crochets.

2° Les huit branches descendantes de l'anneau nerveux ont des points de départ distincts.

3° Il n'y a point de filaments qui, partant de l'anneau, se rendraient directement aux ventouses.

4° Chaque ventouse reçoit du ganglion latéral deux nerfs, dont chacun correspond à une commissure polygonale.

5° Des ganglions secondaires de la commissure inférieure (*N*) partent des branches distinctes pour les ventouses (*na*). Chaque ventouse est donc innervée par quatre nerfs.

6° Les nerfs des ventouses forment dans les parois acétabulaires des renflements (*gv*), d'où les éléments nerveux divergent dans toutes les directions, de façon qu'on peut les distinguer sur presque toutes les coupes transversales (Voir surtout les coupes 11-18, Pl. XVIII).

7° Les branches, qui partent de l'anneau nerveux et

qui innervent la musculature des crochets sont très distinctes et se ramifient avant de se perdre dans cette musculature.

SYSTÈME NERVEUX DU *TÆNIA MÈDIOCANELLATA*.

D'après l'expérience que j'ai des méthodes de durcissement des Cestodes, c'est l'alcool à 70° qui est le plus utile pour les recherches topographiques du système nerveux. L'acide chromique et le liquide de Flemming sont par contre des moyens précieux quand il s'agit principalement de l'étude histologique des parties.

Le scolex du *Tænia mediocanellata* fut donc durci dans l'acide chromique à 1 % pendant 24 heures après être resté quelques minutes dans le liquide chromo-acéto-osmique de FLEMMING. Pour le reste, le traitement fut le même que pour les espèces précédentes. Les coupes faites à l'épaisseur de 0,01 et même de 0,005 mm. me permirent d'employer avec succès un objectif à immersion homogène ($\frac{1}{8}$ de SEIBERT).

J'ai pu constater que le système nerveux du *Tænia mediocanellata* correspond par sa disposition générale à celui qui a été observé dans les autres espèces; cependant il y a ici quelques points qui, dans l'intérêt d'une étude comparative, méritent d'être signalés.

Quoique la disposition des muscles, dans la partie supérieure du scolex de cette espèce, soit toute différente de celle du rostre des espèces qui portent des crochets, l'anneau nerveux existe néanmoins. Le scolex présente à sa partie supérieure, juste au milieu des ventouses, un léger enfoncement rond. Les coupes par cette région laissent voir ordinairement un champ rond et vide au milieu d'une bandelette étroite de téguments à laquelle

s'ajoutent à l'extérieur de nombreuses fibres musculaires. Ces fibres, qui relient les quatre ventouses, ont dans leur ensemble une disposition circulaire autour de l'enfoncement central.

Si l'on descend trois ou quatre coupes de la série, on rencontre l'anneau nerveux (*an*) qui se présente sous forme d'une masse granuleuse, dans laquelle on trouve, outre les trainées protoplasmiques d'une finesse extraordinaire, des noyaux plus volumineux que ceux du parenchyme environnant et entourés d'une masse plasmi- que plus foncée que les trainées déjà mentionnées. Tandis que dans les espèces précédentes on a pu remarquer des renflements disposés vis-à-vis des zones supérieures des ventouses, ici on n'en trouve point. De même il me fut impossible de voir s'il y a des branches qui partent de l'anneau pour se rendre dans la musculature située au-dessus de celui-ci.

En suivant plus loin la série descendante, on voit que l'anneau nerveux donne naissance aux nerfs descendants, analogues à ceux que nous avons déjà rencontrés chez les espèces précédemment décrites. Il y a pourtant quelques différences à noter, quant à leur rapport avec les autres branches qui prennent naissance au centre nerveux.

Les nerfs descendants ventraux et dorsaux ont des points d'origine distincts dans l'anneau ; sous ce rapport, le fait est en accord avec celui que nous avons rencontré chez le *T. serrata*. Mais, tandis que les ganglions principaux latéraux envoient *deux* nerfs à l'anneau, chez le *Tenia mediocanellata* il ne part de chaque ganglion qu'un seul tronc puissant qui ne commence à se bifurquer que tout contre l'anneau.

Les ganglions latéraux, la commissure principale, le ganglion central, les nerfs qui descendent dans les pro-

glottides, toutes ces parties du système nerveux se comportent comme nous l'avons décrit pour les autres espèces. La disposition des branches situées dans les plans horizontaux et dont l'ensemble constitue ce que nous avons nommé les « commissures polygonales » est la seule qui s'écarte de ce plan général.

Les ganglions latéraux envoient bien des branches nerveuses (*ci*, Pl. XX, fig. 2) situées dans le plan de la coupe transversale et qui contournent les ventouses pour aller se joindre par de faibles renflements (*N*) aux branches descendantes secondaires (*l*). Mais ici ces deux renflements ne se rejoignent pas pour former une commissure polygonale.

La commissure polygonale supérieure fait défaut, et pourtant la commissure transversale ou dorso-ventrale qui, chez les autres espèces, est en rapport intime avec la commissure polygonale supérieure, existe encore.

Voici comment les choses se passent ici :

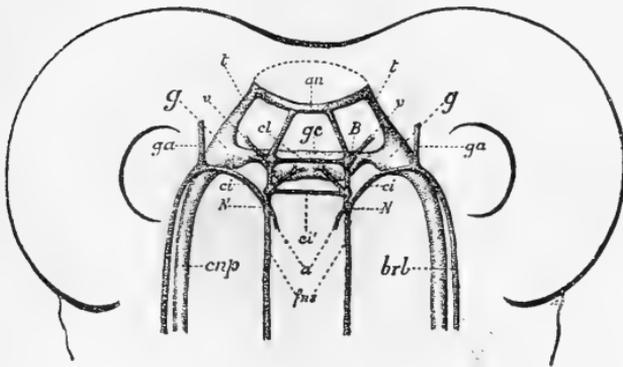
Du ganglion central partent deux branches qui, en divergeant un peu, courent vers les nerfs descendants secondaires et se soudent à eux. C'est en ces points que ces derniers sont reliés à leur tour par une commissure nerveuse. Celle-ci se trouve à une petite distance au-dessus du niveau des nerfs entourant les ventouses, en sorte qu'une contraction plus profonde de la musculature longitudinale du scolex peut la ramener presque au même niveau, et il semble alors qu'on ait affaire à une commissure polygonale (*ci*, *ci*₁, fig. 2, Pl. XX).

En outre, les nerfs descendants dorsaux et ventraux sont réunis un peu au-dessous de l'anneau par une seconde bandelette nerveuse (*cl*); celle-ci se prolonge encore un peu au delà des nerfs descendants, mais ces prolongements (*cl*₁) se perdent bientôt. Quoique sur les coupes on trouve encore des lignes claires qui font suite

TÆNIA MEDIOCANNELATA

RECONSTRUCTION SCHEMATIQUE DU SYSTÈME NERVEUX DANS LE SCOLEX

(MOITIÉ ANTÉRIEURE)



EXPLICATION DES LETTRES

- an.* anneau nerveux.
t. branche réunissant l'anneau nerveux avec le ganglion latéral.
gl. ganglion latéral.
gc. ganglion central.
cnp. cordon nerveux principal.
brl. branches latérales accompagnant le cordon principal.
fns. faisceaux nerveux secondaires.
cl. branche commissurale supér. des faisceaux nerveux secondaires.
ci. branche commissurale infér. des faisceaux nerveux secondaires.
ga. branches se rendant vers le fond des ventouses.
ga'. branches acétabulaires partant du ganglion.
a. branches nerveuses acétabulaires partant des faisceaux secondaires.
B. renflement supérieur des nerfs secondaires.
N. renflement inférieur des nerfs secondaires.

à ces prolongements, je n'ai pu m'assurer de leur nature nerveuse.

Toute cette charpente du système nerveux se rétrécit subitement vers l'anneau nerveux, plus encore que je ne l'indique dans la figure schématique, de sorte que toutes les branches partant de l'anneau sont à leur origine très obliques par rapport au plan des coupes transversales. Lorsque la musculature longitudinale est fortement contractée il peut arriver que l'anneau nerveux et les parties supérieures des branches descendantes jusqu'à la branche commissurale (*cl*) se montrent sur une même coupe.

A l'innervation de chaque ventouse président deux branches. L'une (*v*) se détache du ganglion latéral *G*l, prenant son origine au même point que le nerf secondaire (*s*) qui accompagne le tronc nerveux principal (*S*). Étant pour ainsi dire la continuation du nerf *s*, elle se trouve placée perpendiculairement aux coupes transversales et s'élève jusqu'au niveau de l'anneau où elle se perd ensuite dans les fibres musculaires extérieures des ventouses. L'autre branche acétabulaire part du point (*N*) commun aux nerfs descendants (*ll*) et aux nerfs du plan horizontal. Après un parcours très court ces fibres s'éparpillent et s'enfoncent dans la paroi acétabulaire.

Je dois ici mentionner que la description précédente a été faite d'après deux séries de coupes préparées pour les recherches topographiques du système nerveux. Il est évident qu'il faudrait faire des coupes dans différentes directions pour s'assurer avec une certitude rigoureuse de la disposition de cet organe si compliqué. Malheureusement, le *T. mediocanellata* n'est pas ici un Cestode assez fréquent pour qu'on puisse en avoir un nombre suffisant d'exemplaires à sa disposition; le Laboratoire de Morphologie ne put me remettre que trois

exemplaires complets de cette espèce, dont le troisième fut traité pour l'étude histologique du système nerveux. C'est pourquoi les résultats obtenus par des coupes transversales n'ont pu être contrôlés par des coupes longitudinales, comme nous l'avons fait chez le *Tænia cænurus*. J'insiste particulièrement sur ce point, parce qu'une coupe de la série, faite à travers le scolex préparé dans le liquide chromo-acéto-osmique, me donna une image qui ne semble pas être tout à fait d'accord avec la description précédente. C'est la coupe représentée sur la fig. 2 (Pl. XX). Quoique le carmin-borax soit moins électif pour le système nerveux de ces préparations ainsi durcies, on peut néanmoins poursuivre les branches principales sans trop de difficulté. Ainsi l'on distingue les ganglions latéraux (*Gl*) réunis par la commissure principale (*cp*), et même les nerfs (*ci*) qu'ils envoient entourer les ventouses qu'on voit au bas de la figure. Ici la branche *ci* semble être placée au même niveau que les nerfs précédents et la commissure polygonale paraît close de ce côté.

La coupe étant oblique, l'image du côté opposé n'est plus la même. Ce qui nous frappe surtout, c'est que du ganglion latéral (*Gl*) partent des filaments (*cs*) qui prennent précisément la direction suivie par la branche ganglionnaire de la commissure polygonale supérieure des autres Ténias (*cs*, fig. 2, Pl. XX, comp. fig. 2, Pl. XIX).

Je mentionne le fait tout en me réservant de l'élucider aussitôt que j'aurai l'occasion de me procurer des scolex de ce Ténia.

Quant à l'histologie du système nerveux de cette espèce, je suis arrivé à voir les cellules nerveuses assez distinctement, surtout dans les branches secondaires du scolex.

Elles se présentaient sous forme de traînées proto-

plasmiques finement granulées et d'une délicatesse remarquable (*n*, fig. 9, Pl. XXI). Chaque fibre montre à son milieu un léger renflement dans lequel se trouve logé un petit noyau, qui se voit très bien avec les objectifs à immersion homogène. La question, encore discutée de nos jours, de l'existence d'un noyau dans les cellules nerveuses des Ténias me semble entièrement résolue.

On rencontre des cellules ganglionnaires dans tous les endroits où les faisceaux nerveux s'entrecroisent. Les faisceaux eux-mêmes n'en ont pas, mais il est très fréquent de voir les cellules ganglionnaires envoyer leur prolongement dans les faisceaux sur un parcours très long. Cette disposition se voit sur la cellule *cg* (fig. 9, Pl. XXI). Le réseau situé autour de cette cellule forme une partie de la coupe transversale d'un ganglion principal; j'ai représenté sur la fig. 8 une autre partie de la même coupe, où l'on voit au centre une cellule ganglionnaire coupée par le milieu. On voit ici que le réseau appartenant au parenchyme n'est séparé par aucune limite de celui du ganglion.

Mais ce n'est que dans le ganglion central qu'on peut observer facilement la nature des cellules ganglionnaires jusque dans les détails. Les cellules se distinguent ici par une taille très considérable (fig. 8, Pl. XXI). On peut déjà très bien voir avec les grossissements moyens le corps cellulaire, ainsi que les contours d'une gaine transparente. Avec un objectif à immersion homogène, on peut étudier le grand noyau contenant des filaments nucléens et le nucléole. Le noyau est enveloppé de la masse protoplasmique qui s'étend en rayonnant (*rpl*, fig. 8, Pl. XXI). Les deux prolongements polaires (*a*) semblent ne pas être en rapport avec la masse centrale; ils se distinguent dans la plupart des cas par une coloration foncée et font sous ce rapport un contraste frap-

pant avec la masse protoplasmique centrale. Les prolongements atteignent quelquefois une longueur excessive.

La disposition et la grandeur des cellules ganglionnaires varie beaucoup. Les unes sont couchées dans le plan de la coupe, tandis que les autres sont situées obliquement par rapport à ce plan. Mais dans l'ensemble on peut observer une certaine régularité aux endroits où les deux commissures se croisent ; leur disposition est à peu près la même que celle que nous avons observée chez *Tenia cœnurus*. En terminant cette étude, je dois encore mentionner les résultats de mes recherches sur la relation qui existe entre le parenchyme et le système nerveux et excréteur.

La nature du parenchyme des Ténias n'a pas encore été décrite avec toute la précision désirable et les auteurs même qui ont fait les études les plus détaillées sur l'histologie des Cestodes, j'ai nommé SCHIEFFERDECKER et KAHANE, laissent subsister des lacunes sur ce point. KAHANE émet l'opinion que, dans la masse parenchymateuse, on voit de nombreux corps dont la nature nucléaire est difficile à établir. C'est en effet le cas dans les préparations à l'alcool, mais dans celles au liquide chromo-acéto-osmique, on peut distinguer très nettement, dans chaque cellule, le noyau avec son nucléole (*cp* fig. 8, Pl. XXI). Les cellules parenchymateuses forment un réseau dans les mailles duquel sont logés les éléments appartenant au système musculaire, excréteur et nerveux. On rencontre même dans les ganglions des cellules (*cp* fig. 8, Pl. XXI) qui ont un aspect différent des éléments nerveux et, comme elles sont en rapport direct avec le parenchyme, je les considère comme étant de même nature. Si cette manière de voir paraît étrange au premier abord, on se familiarisera avec elle

plus facilement, si l'on étudie le ganglion central de la Ligule, chez laquelle les cellules ganglionnaires sont, pour ainsi dire, suspendues dans un parenchyme, leurs prolongements seuls s'enfonçant dans les ganglions latéraux. Évidemment nous avons affaire, chez les Cestodes, à un système nerveux qui n'est pas encore aussi différencié du tissu environnant que c'est le cas chez les autres groupes des Helminthes.

Les cellules parenchymateuses se groupent autour des canaux excréteurs d'une manière très régulière et forment une couche qui, dans mes préparations, se distingue par une coloration très marquée.

CONCLUSION.

BLANCHARD représente dans la fig. 5, Pl. II (Annales des sciences nat. sér. III, T. X) le système nerveux du *Tænia serrata* comme consistant en deux ganglions réunis par une commissure et dont partent, dans la partie antérieure du scolex, plusieurs faisceaux nerveux ; de même d'autres faisceaux se rendent vers les ventouses où ils forment des ganglions avant de se distribuer dans la paroi de celles-ci. Quoiqu'il y ait une grande différence entre les données de BLANCHARD et les résultats de nos recherches on peut pourtant tenir pour certain que BLANCHARD a réellement vu les ganglions latéraux. Si cet anatomiste n'a pas reconnu avec autant d'exactitude la disposition des nerfs supérieurs et inférieurs non plus que celle des nerfs des ventouses, nous devons en accuser la méthode de simple dissection qu'il a mise en œuvre et qui ne permet guère de reconnaître les relations entre les différentes branches nerveuses. Nous pouvons lui reprocher avec MONIEZ d'avoir placé

les ganglions principaux dans une région beaucoup trop élevée.

Moniez, n'ayant pas observé de ganglions derrière chaque ventouse, se met en opposition avec *BLANCHARD* et nie leur existence. D'après la description que nous venons de donner du système nerveux des Ténias, nous voyons que les observations de *BLANCHARD* n'étaient pas fondées sur une simple illusion. Nous savons qu'il existe en effet deux petits ganglions, logés dans les commissures polygonales et d'où partent des filaments pour se rendre aux ventouses. Cependant *BLANCHARD*, en admettant l'existence d'un ganglion unique, appliqué au centre de la paroi extérieure, a commis sous ce rapport une grave erreur. Aussi la relation des ganglions acétabulaires avec le centre nerveux, telle qu'il l'a représentée sur la figure citée plus haut, est erronée. L'anneau nerveux, tout le système des commissures (excepté la commissure principale), l'innervation des ventouses par les ganglions principaux latéraux, le nombre et la disposition des branches descendantes dans les proglottides ont complètement échappé à son observation, comme du reste à l'observation de tous ses successeurs jusqu'à nos jours.

Parmi les naturalistes de la seconde époque, *SCHNEIDER*, *SCHIEFFERDECKER*, *STEUDENER*, *BLUMBERG*, *KAHANE* et *MONIEZ* sont ceux qui ont le plus contribué à nos connaissances du système nerveux des Ténias. Cependant, si nous comparons les résultats de leurs recherches avec les nôtres, nous nous apercevons qu'ils étaient encore loin de connaître la disposition compliquée de ce système.

SCHNEIDER a trouvé l'anastomose des deux cordons nerveux dans la plupart des Cestodes. Chez *Tenia crassicollis*, l'anastomose lui semble avoir la forme d'un anneau. C'est tout ce qu'il nous dit sur ce sujet.

SCHIEFFERDECKER n'étudie l'histologie des *six cordons spongieux* que sur les coupes transversales des proglottides du *T. solium*. Cet auteur n'est pas encore complètement persuadé de leur nature nerveuse.

STUDENER fait remarquer que chez le *Tænia crassicollis* les deux cordons nerveux se renflent dans la tête à l'endroit où ils sont réunis par la commissure et qu'ils se continuent encore un peu au delà, pour finir en pointe mousse.

BLUMBERG confirme ces faits pour les trois espèces suivantes : *T. mammilina*, *perfoliata* et *elliptica* ; en outre, il croit avoir vu plusieurs nerfs dans le scolex, de même que plusieurs ganglions, mais leur disposition ne lui est pas connue.

KAHANE ne trouve que deux cordons latéraux dans le corps de *T. perfoliata*. Ses recherches sur les ganglions dans le scolex ne lui ont pas permis de constater de nouveaux faits. Enfin MONIEZ a pu observer chez le *T. serrata*, outre les deux ganglions latéraux et leur anastomose, encore huit branches se réunissant en un anneau nerveux situé à la base du bulbe. Le rapport de ces branches avec le système central lui est inconnu. Voilà tout ce que mes prédécesseurs ont pu nous apprendre du système en question.

Ces données, on le voit, sont fragmentaires et, s'appliquant à des espèces distinctes, venant de différents auteurs, il était impossible, dans une étude renouvelée, de trouver à quel point elles pouvaient s'accorder ou se contredire, de séparer celles qui méritent confiance de celles qui sont controuvées.

Mes observations m'ont permis d'élucider les différents points, d'assigner aux faits aperçus par d'autres leur véritable place et de constater plusieurs faits importants inconnus jusqu'à présent.

Je vais donner encore le résumé des résultats principaux de mes recherches :

1° L'anneau nerveux, observé par MONIEZ dans une seule espèce, existe chez plusieurs espèces.

2° De l'anneau nerveux partent des filaments qui se rendent dans la musculature des crochets.

3° L'anneau nerveux contient des renflements qui se caractérisent par la présence de cellules ganglionnaires.

4° De ces renflements ganglionnaires partent huit branches descendantes.

5° Quatre des branches descendantes prennent leur naissance dans les ganglions principaux latéraux.

6° Les quatre autres descendent, en se modifiant peu le long de leur parcours, jusque dans les proglottides.

7° Chez le *Tenia cœnurus*, les ganglions de l'anneau nerveux donnent encore naissance aux nerfs qui se rendent directement aux ventouses.

8° Au milieu de la commissure principale est logé un ganglion volumineux : le ganglion central.

9° Le ganglion central donne naissance à une commissure qui forme une croix avec la commissure principale ; nous l'avons appelée commissure transversale.

10° Le ganglion central est caractérisé par la présence des protubérances dans sa partie inférieure.

11° Dans le plan de la commissure principale et transversale sont logés des nerfs qui réunissent les ganglions principaux latéraux avec les branches descendantes et avec la commissure transversale. Ces nerfs forment une figure polygonale ; pour cette raison nous avons appelé leur ensemble : commissure polygonale supérieure.

12° Cette disposition des nerfs se répète une seconde fois dans un plan parallèle à celui de la commissure polygonale supérieure. Comme elle se trouve au-dessous

de celle-ci, nous l'avons désignée sous le nom de commissure polygonale inférieure.

13° Les points de réunion de différentes branches se caractérisent par la présence de cellules ganglionnaires — ce sont les ganglions secondaires, situés près des parois des ventouses.

14° L'innervation des ventouses s'effectue principalement par des branches partant des ganglions principaux latéraux et des ganglions secondaires.

15° Le nombre de ces branches, pour chaque ventouse est de quatre, qui correspondent deux à deux aux commissures polygonales (Chez *Tenia elliptica*, une seule a été observée avec toute certitude).

16° Les branches acétabulaires, après avoir rencontré les parois des ventouses, se renflent chez le *Tenia serrata* et dispersent leurs éléments sur toute la paroi acétabulaire.

17° La disposition de ces éléments nerveux chez le *T. cœnurus* semble prendre la forme d'un anneau entourant la paroi de la ventouse.

18° Les dix cordons « spongieux » observés par NITSCHÉ chez le *T. crassicollis*, appartiennent au système nerveux.

19° Leur rapport avec le centre nerveux, — inconnu jusqu'à présent — est le suivant :

a) Six de ces cordons prennent naissance dans les ganglions principaux latéraux, à la même hauteur que le point de départ des branches de la commissure polygonale inférieure.

b) Les quatre branches descendantes secondaires partent des ganglions secondaires de la commissure polygonale inférieure ou, si l'on veut, de l'anneau nerveux. Chez le *T. cœnurus* leur origine est commune, tandis que chez *T. serrata* elles ont des points de départ distincts.

20° Les cellules ganglionnaires sont principalement bipolaires.

21° Les cellules ganglionnaires des ganglions principaux ont une gaine transparente.

22° Les cellules ganglionnaires se caractérisent en outre :

a) Par un noyau volumineux, renfermant un réseau de filaments nucléaires et un nucléole.

b) Leur masse protoplasmique présente une disposition rayonnée.

c) Les rayons contiennent çà et là de petits corps plus colorés que la substance des rayons.

d) La masse axiale des prolongements polaires, étant la suite de la masse protoplasmique centrale, possède une affinité spéciale pour les réactifs colorants, surtout dans les préparations durcies dans le liquide de Flemming.

23° Le ganglion central renferme une abondante masse granuleuse, dans laquelle sont logées les cellules ganglionnaires et où finissent en outre les cellules nerveuses.

24° Les cellules parenchymateuses (contenant un noyau et nucléole distincts) envoient leurs prolongements entre les éléments nerveux des cordons et forment un réseau, observé par SCHIEFFERDECKER et désigné par lui sous le nom de trabécules.

En étudiant les recherches de LANG sur le système nerveux du *Tetrarhynchus*, j'ai été conduit à trouver certains rapports entre ce genre et le groupe des Ténias. A côté de différences notables, il y a des ressemblances qui me semblent assez nombreuses et importantes pour mériter l'attention. LANG est le premier qui, se basant sur des observations histologiques, ait décrit, avec précision le système nerveux d'un Cestode. Voici le résumé de ses recherches sur le *Tetrarhynchus gracilis* :

«die aus dem Hals des Scolex in dessen Kopfteil eintretenden Seitennerven verdicken sich zunächst etwas vor der unteren Ansatzstelle der Saugnäpfe. Dann treten sie in ein ziemlich entwickeltes aus verschiedenen Faserzügen mit angelegten meist bipolaren Ganglienzellen bestehendes Gehirn ein. Dieses Gehirn liegt quer zwischen den oberen und unteren Rüsselscheiden. Es giebt nach vorn gegen die Spitze des Scolex zu vier äussere und vier innere Nerven ab. Aus ihm entspringen ferner vier zarte Nerven, die nach oben und unten zwischen die Rüsselscheiden verlaufen. Von dessen oberen und seitlichen Teilen gehen endlich vier ziemlich kräftige Aeste ab, die als Saugnäpfnerven an die Saugnäpfe treten, sich hier in zwei Zweige teilen, die sich bald dem Auge entziehen aber offenbar die Muskulatur der Saugnäpfe innervieren. Das Gehirn selbst wird gebildet durch die vereinigten Commissuren welche als dorso-ventrale Quer- und Längescommissuren die eintretenden Nerven mit einander verbinden. »

Il est donc évident que les huit nerfs céphaliques (Kopfnerven) de LANG correspondent aux huit rameaux nerveux des Ténias et que la différence n'existerait que dans la disposition, ceux du Tetrarhynchus étant repoussés vers l'intérieur par la présence des trompes, tandis que chez les Ténias ils conservent leur position circulaire primitive.

En suivant de haut en bas la série des coupes de LANG, on arrive à une région où les nerfs céphaliques internes sont réunis par deux petites commissures; ce fait correspondrait évidemment à notre commissure transversale qui, étant bifurquée à ses extrémités, conserve sa nature double, même là où elle ne semble former qu'un nerf simple. Cependant nous ne retrouvons

pas chez les Ténias la commissure décrite entre les deux faisceaux supérieurs qui partent des ganglions latéraux.

Nous savons que dans la région de la commissure polygonale supérieure, chacun des deux ganglions latéraux envoie deux nerfs aux ventouses avoisinantes. La disposition de ces branches est à peu près la même chez les *Tetrarhynchus*, mais d'après LANG, il sont les seuls qui innervent les ventouses, tandis que chez *Tenia serrata* j'en ai trouvé quatre, chez *T. conurus* deux (l'existence des deux autres placées au niveau de la commissure polygonale inférieure étant incertaine), chez *T. elliptica* deux, et chez *T. mediocanellata* le même nombre.

L'analogie entre le système nerveux des Tétrarhynques et celui des Ténias peut même s'étendre aux autres branches commissurales. Chez le *Tetrarhynchus* les ganglions principaux sont (par les bases des nerfs céphaliques externes) réunis par des faisceaux aux nerfs céphaliques internes. Par leur position ces bandelettes correspondent aux nerfs (*cs*) de la commissure supérieure de nos espèces du genre *Tenia*; seulement l'ensemble forme chez *Tetrarhynchus* deux rectangles séparés, tandis que chez les *Tenia* ils forment une figure octogonale.

D'après LANG, les quatre nerfs internes envoient aux gaines des trompes avoisinantes quatre petits faisceaux nerveux (vier zarte Nervenstämmchen); ceci correspondrait aux nerfs des ventouses (*na*), partant au même niveau des quatre branches latérales descendantes.

Quant à la commissure polygonale inférieure, qui forme à peu près un octogone chez les Ténias, elle se présente chez les Tétrarhynques sous forme d'un rectangle étiré.

En ce qui concerne le cerveau, l'analogie est presque complète. Deux puissants ganglions réunis par une commissure renflée au milieu ; seulement le renflement chez les Tétrarhynques ne semble pas être assez accentué pour constituer un vrai ganglion central.

A côté de cette analogie, il y a des différences notables, en ce que l'anneau nerveux fait défaut chez les Tétrarhynques et que le cerveau n'envoie que deux cordons nerveux dans la chaîne des proglottides. Cependant, relativement à ce dernier point, LANG a démontré que le nombre des branches descendantes augmente chez l'*Anthocephalus elongatus* et *Anthocephalus reptans*.

Nous attribuons une grande importance à la présence de l'anneau nerveux. Après avoir comparé le système nerveux des Cestodes avec celui des Annélides, certains auteurs n'ont pas hésité à interpréter la commissure nerveuse comme le précurseur de l'anneau œsophagien, tandis que d'autres avec plus de logique l'ont regardé comme une simplification de celui-ci, acquise par la vie parasitaire.

Les résultats de nos recherches jettent sur la question un jour tout nouveau. En effet, il résulte que ce serait bien plutôt *l'anneau nerveux des Cestodes qu'il faudrait homologuer avec l'anneau œsophagien des Annélides ; il n'en différerait que par un développement beaucoup moins prononcé, se réduisant en quelque sorte à une forme rudimentaire.*

Mais comment alors expliquer l'apparition de la commissure principale avec son ganglion central et la commissure transversale ?

Évidemment l'homologie qui pourrait exister entre l'anneau nerveux des Cestodes et l'anneau œsophagien n'existe plus dans les autres parties du système en ques-

tion, puisque juste à l'endroit où passerait l'œsophage se trouve une partie très importante du système nerveux. \

Les futures recherches morphologiques auront à élucider complètement ce point, car nous sommes persuadés que c'est de l'organisation du système nerveux que l'on pourra tirer les conclusions les plus nettes sur la phylogénie de ce groupe d'animaux.

En tout cas, le développement que présente le système nerveux dans le scolex donne à ce dernier une grande importance, comme étant le siège véritable du centre nerveux.

Ajoutons qu'il est encore un autre système d'organes dont la partie comprise dans le scolex présente une complication considérable, à savoir : le système excréteur. Ainsi donc, malgré les raisonnements ingénieux de MONIEZ, lorsqu'il cherche à prouver que le scolex ne doit être considéré que comme un simple appendice postérieur du corps, chargé des fonctions de fixation, nous croyons avoir d'excellentes raisons pour revenir aux idées plus justes, d'après lesquelles le scolex représente la partie antérieure du corps, c'est-à-dire la partie céphalique.

Nous sommes donc bien en droit de comparer en première ligne les Cestodes avec les Trématodes. Ici les dissemblances frappent au premier abord et l'on pourrait se sentir porté à croire que la présente étude tend à établir une grande lacune entre le système nerveux des Cestodes et celui des Trématodes. A ce sujet je me permets d'attirer l'attention sur les recherches classiques d'Arnold LANG (22) sur le système nerveux des Trématodes et sur un petit mais intéressant travail de GAFFRON (23) sur le système nerveux de *Distomum isostomum*. LANG a déjà démontré que le système ner-

veux du *Tristomum Mole* consiste en un cerveau dont partent six nerfs se dirigeant vers la partie postérieure du corps. GAFFRON a observé le même fait chez le *Distomum isostomum*; les six nerfs descendants étant réunis par de nombreuses commissures. C'est donc une disposition qui offre beaucoup de points de comparaison entre les Cestodes et les Trématodes.

Ces recherches ont été faites dans le Laboratoire de Morphologie de l'Université de Genève.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. Joh. MÜLLER. Müllers Archiv, 1836. Note sur le système nerveux du Tetrarhynchus atten. v. p. CVI.
2. R. BLANCHARD. Recherches sur l'organisation des Vers. Annales des sc. nat. Zool., 3^{me} série, VII, VIII, X.
3. G. WAGENER. Enhelminthica. Diss. inaug. Berol. 1848.
4. G. WAGENER. Enhelminthica. Müllers Archiv, 1851.
5. G. WAGENER. Die Entwicklung der Cestoden. Verhandl. d. k. L. C. Akademie. Bd XXIV.
6. VAN BENEDEX. Mémoire sur les vers intestinaux. Paris, 1861.
7. LEUCKART. Die menschlichen Parasiten. Bd I. 1863.
8. A. SCHNEIDER. Untersuchungen über Plathelminthen. XIV. Jahresbericht der oberhess. Gesellschaft für Natur und Heilkunde.
9. STEUDENER. Untersuchungen über den feineren Bau der Cestoden. Halle, 1877. Abhandlungen der Naturforscher-Gesellschaft zu Halle, XXIII.
10. SCHIEFFERDECKER. Beiträge zur Kenntniss des feineren Baues der Tæniën. Jenaische Zeitschrift für Medic. und Naturwissenschaft. Bd VIII.
11. SOMMER und LANDOIS. Bau der Geschlechtsreifen Glieder des Bothryocephalus latus. Zeitschrift f. wiss. Zool. XXII.
12. SOMMER und LANDOIS. Bau und Entwicklung der Geschlechtsorgane der T. solium und T. mediocanellata. Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie. Bd XXIV.
13. Const. BLUMBERG. Ein Beitrag zur Anat. von Tænia plicata, T. perfoliata und T. mammilina. Archiv f. wissenschaftl. und prakt. Tierheilkunde, 1877.
14. RINDFLEISCH. Zur Histologie der Cestoden. Archiv für mikrosk. Anatomie, I.
15. STIEDA. Beitrag zur Kenntniss der Tæniën. Troschels Archiv f. Naturgesch. XVIII Jahrg. Bd I.
16. Joh. FEUERREISEN. Beitrag zur Kenntniss der Tæniën. Zeitschr. f. wissenschaft. Zoologie, XVIII.

17. NITSCHKE. Untersuchungen über den Bau der Tæmien. Zeitschr. f. wissensch. Zool., XXIII.
 18. Z. KAHANE. Anatomie von Tænia perfoliata Göze, als Beitrag zur Kenntniss der Cestoden. Zeitschr. f. wiss. Zool., XXXIV.
 19. LANG. Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie und Histologie des Nervensystems der Plathelminthen. III. Das Nervensystem der Cestoden im Allgemeinen und dasjenige der Tetrarhynchen im Besonderen. Mittheil. der Zool. Station zu Neapel, T. II, 1881.
 20. R. MONIEZ. Essai monographique sur les Cysticerques. Travaux de l'Inst. zool. de Lille. Paris, 1880.
 21. R. MONIEZ. Mémoires sur les Cestoïdes. Paris, 1881.
 22. LANG. Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie und Histologie der Plathelminthen. II. Ueber das Nervensystem der Trematoden. Mittheilungen aus der Zool. Station zu Neapel. Bd II. 1880.
 23. R. GAFFRON. Zum Nervensystem der Trematoden. Zool. Beiträge. Breslau, 1884.
-

LES
CORÉGONES DE LA SUISSE
(FÉRAS DIVERSES)

CLASSIFICATION ET CONDITIONS DE FRAI

PAR

le D^r VICTOR FATIO

Avec deux tableaux (Pl. XXII et XXIII),

Je comptais réserver au prochain volume ichtyologique de ma *Faune Suisse* le résultat des études que je poursuis, depuis tantôt 15 ans, sur les Corégones du pays. Cependant, pressé de plusieurs côtés de faire connaître mes conclusions à cet égard, je vais essayer de résumer ici sur deux tableaux, avec quelques notes explicatives, soit la classification, soit les époques et conditions de frai des formes variées qui habitent les divers lacs de la Suisse. Pour de plus amples détails morphologiques et biologiques, ainsi que pour toutes données synonymiques et toutes justifications de mes déterminations, je renverrai à l'ouvrage en question.

Les Corégones qui vivent emprisonnés dans 46 lacs de la Suisse, entre 375 et 565 mètres d'élévation au-dessus de la mer, sont certainement d'origine marine

et septentrionale. Il paraît probable que leur réclusion dans le pays doit remonter au moment où, après la grande inondation de la fin de l'époque glaciaire, les communications avec la mer devinrent trop étroites, rapides ou accidentées, pour permettre encore la circulation aux espèces du genre les moins aptes à lutter contre les courants. Ces poissons ont dû, depuis lors, se modifier lentement, sous l'influence des conditions diverses de milieu, et peu à peu prendre les formes différentes que nous leur voyons aujourd'hui.

Il est bien possible que quelques-uns, dans certains petits lacs, dérivent directement des hôtes d'autres bassins voisins et plus grands. Toutefois, il semble que, pour plusieurs autres, il faille chercher de préférence le type en dehors de nos limites, et qu'issus au même degré d'une même souche, ceux-ci se soient simultanément modifiés dans les lacs différents où ils se trouvaient forcément confinés. C'est du moins ce que me fait supposer la constatation de formes parallèles dans d'autres régions.

Deux types ont dû donner naissance à toutes les formes variées de Corégones qui habitent les lacs suisses, ainsi qu'à plusieurs de celles qui, sous des noms différents, habitent d'autres lacs, bien loin à l'ouest et au nord en dehors de nos limites. L'un est le Lavaret de mer, *Salmo lavaretus* (Linné, nec Cuvier), qui remonte encore plus ou moins dans les eaux douces des régions septentrionales et y a donné naissance à des formes lacustres voisines de quelques-unes de celles de nos lacs. L'autre, représenté aujourd'hui par une foule de formes lacustres très répandues, souvent voisines aussi de quelques-unes des nôtres, semble avoir échappé jusqu'ici à l'observation, dans sa forme originelle ou marine.

Bien qu'avec des prototypes communs nos espèces

puissent être considérées comme de simples formes locales, je n'hésite cependant pas à attribuer des noms spécifiques à des groupes de dérivés qui, depuis des siècles isolés et sans chance de retour, constituent maintenant comme une branche accidentellement séparée de l'arbre généalogique, avec ses divers rameaux secondaires et ses caractères particuliers.

Les quelques caractères anatomiques et morphologiques que j'emploie dans le classement des Corégones suisses me semblent, mieux que bien d'autres, par leur concours mutuel, pouvoir dicter quelques distinctions et motiver quelques rapprochements. Quoique sujets à varier plus ou moins avec les conditions, l'âge et même le sexe, ils trahissent pourtant à des degrés divers, tour à tour des divergences ou des affinités. Les moins sujets à varier m'ont paru ceux tirés de diverses parties de la bouche et des branchies. C'est du reste plutôt dans le concours d'un certain nombre de caractères comparés que dans l'examen exclusif de l'un d'entre eux qu'il faut chercher la détermination de l'espèce ou de la sous-espèce, dans ce chaos de formes enchevêtrées¹.

¹ Le nombre des *vertèbres* n'a pas toujours l'importance qu'on lui a jusqu'ici accordée. Il varie, en effet, passablement, à tout âge, non seulement quant au total, mais encore quant aux quantités relatives des costales et des caudales, même chez des individus autrement identiques. Entre les chiffres 59 et 65 (exceptionnellement 56) je trouve toutes les transitions dans nos espèces et sous-espèces; et, s'il est incontestable que chaque *forme* demeure d'ordinaire dans une variabilité plus limitée, je ne saurais cependant attribuer toujours une valeur spécifique à de petites différences qui pourraient bien résulter de tendances sélectives autorisées, dans diverses conditions, par l'inconstance de plusieurs de nos Corégones à cet égard.

Les *appendices épineux* qui garnissent le bord antérieur des arcs branchiaux ont été appelés déjà à servir de caractère spécifique dans quelques cas de déterminations difficiles. D'abord par

Après avoir été longtemps excessivement embarrassé par l'instabilité de plusieurs caractères dans certaines conditions, j'ai été enfin mis sur la voie du débrouille-

Troschel, en 1854, pour la distinction des *Alausa vulgaris* et *Al. Finta*; puis par Nüsslin, en 1882, dans ses *Beiträge zur Kenntniss der Coregonus-Arten des Bodensees und einiger anderer nahegelegener nordalpiner Seen*. Enfin, la même année que Nüsslin, en 1882, Jordan et Gilbert, dans leur *Synopsis* des poissons de l'Amérique du Nord, ont aussi conclu de l'examen des dites épines, certains groupements des espèces du Nouveau-Monde que j'ai été heureux de voir corroborer les observations que j'avais faites, dans le même sens, sur un grand nombre de Corégones de diverses provenances.

Ayant, dès longtemps, reconnu l'utilité incontestable de l'intervention de ce caractère, là où d'autres sont insuffisants, il me paraît indispensable d'en dire ici deux mots; après avoir fait remarquer que ces appendices branchiaux, plus ou moins rigides suivant les saisons et n'ayant aucun rapport avec de véritables dents, méritent mieux le nom de *Branchiospines* que celui, faussement employé, de dents branchiales ou Reusenzähne.

Les branchiospines, plus ou moins denticulées sur les côtés, présentent chez les Corégones, dans leurs nombres et proportions, d'importantes différences qui correspondent d'ordinaire à diverses modifications de quelques pièces de l'appareil buccal. Cependant, il ne faut pas exagérer la valeur de ce caractère, si précieux soit-il, jusqu'à vouloir baser toujours des distinctions spécifiques sur certaines divergences que j'ai reconnu devoir rentrer dans les limites actuelles de la variabilité de l'espèce. Quoique indépendant de l'âge, le nombre des branchiospines varie, entre autres, dans de larges limites, avec les conditions, et il importe d'accompagner généralement cette première donnée d'autres détails corollaires, des proportions comparées, par exemple, des plus grandes épines et de l'arc qui les porte.

Le nombre des branchiospines m'a paru varier sur le premier arc, d'un seul côté, chez les Corégones suisses, de 18 à 44, et le rapport de longueur entre les plus grandes et l'arc qui les porte comme 1 : 6,5 — 3,5. Ne voulant pas entrer ici dans la description détaillée de ces épines, je me bornerai à dire qu'elles peuvent être, avec cela, plus ou moins grêles et denticulées, ainsi que plus ou moins serrées, selon l'étendue relative du premier arc, qui donne à l'appareil branchial une amplitude plus ou moins grande. Enfin, pour éviter de nombreuses citations de chiffres, qui trouveront mieux leur place

ment par la constatation de deux faits nouveaux, sources constantes de confusion.

Je remarquai d'abord que quelques-uns de nos Coré-

ailleurs, qu'il me suffise d'ajouter que les branchiospines seront ici dites moyennement nombreuses quand leur total sur le premier arc d'un côté, sera compris entre 29 et 32. En dessus elles seront nombreuses, assez ou très nombreuses; dites peu nombreuses en dessous de la moyenne, elles seront aussi assez ou très réduites. Des termes comparatifs analogues indiqueront les rapports de longueur, vis-à-vis de l'arc, au-dessus ou au-dessous de la moyenne 4,5 — 5,2.

La position de la *bouche* dépend à la fois des longueurs relatives des deux mâchoires et des inclinaisons diverses de l'*pintermaxillaire* qui, bas, médiocrement haut, ou élevé, peut-être aussi plus ou moins incliné en avant, vertical, ou plus ou moins incliné en arrière en dessous; elle sera donc, selon l'inclinaison de l'*pintermaxillaire*, plus ou moins en avant ou en arrière, dite : antérieure, terminale, ou subterminale avec l'*pintermaxillaire* vertical, ou encore pré-inférieure, ou inférieure. Les limites entre ces différentes positions de la bouche étant souvent assez difficiles à établir, ce caractère, sauf dans ses extrêmes, n'acquiert une réelle importance que par sa concordance avec d'autres signes distinctifs.

Le *maxillaire* présente, dans ses proportions par rapport à la position de l'œil, des différences souvent assez caractéristiques; toutefois, il ne faut pas oublier que, par le fait des dimensions relativement plus grandes de l'œil et des proportions comparativement plus petites du museau dans le bas âge, le maxillaire paraît volontiers plus long chez les jeunes que chez les adultes. Le même os, bien qu'assez variable d'individu à individu, accuse en outre, dans ses formes plus ou moins droites ou retroussées en arrière, des tendances différentes qui peuvent acquérir une certaine importance, quand elles concordent avec d'autres signes distinctifs; surtout si l'on tient compte du fait qu'en même temps que plus allongé, il est aussi, d'ordinaire, dans le bas âge, plus étroit et plus droit que chez l'adulte.

Le petit os *supplémentaire* qui double la face externe du maxillaire m'a paru si sujet à varier, avec l'âge et les conditions, même chez des individus du reste identiques, que j'ai dû renoncer à y chercher un caractère complémentaire.

Quelques autres pièces céphaliques, l'*opercule* par exemple, peuvent offrir quelquefois, dans leurs formes extrêmes, des différences importantes à signaler; cependant on a abusé de ce

gones se présentent volontiers sous deux formes parallèles, tantôt de tailles très différentes, tantôt de dimensions analogues, qui parfois multiplient ensemble dans

caractère très variable à tout âge, et il serait difficile de le prendre toujours en considération dans des diagnoses aussi sommaires que celles que je dois donner ici.

Les formes et proportions des diverses *nageoires*, ainsi que le nombre de leurs rayons, varient assez avec l'âge et les conditions, voir même avec le sexe et d'un individu à l'autre. D'importantes différences de formes et de dimensions peuvent être cependant assez utiles à constater, aussi bien dans les nageoires impaires que dans les paires. Pour ne parler que de ces dernières, les pectorales ramenées en avant peuvent, dans différentes formes, arriver plus ou moins près du bout du museau ou dépasser passablement celui-ci; de même que les ventrales plus ou moins longues ou implantées plus ou moins en arrière sous la dorsale, peuvent aussi laisser, entre leur extrémité et l'anus, des espaces d'importances très différentes.

Les *écailles*, quoique de proportions moyennes dans le genre, peuvent être pourtant plus ou moins grandes et épaisses, et se recouvrir plus ou moins sur les différentes parties du corps. Leur nombre dans le sens vertical et surtout sur la ligne latérale peut varier beaucoup dans une même sous-espèce. Généralement plus petites, plus minces et plus arrondies dans le jeune âge que chez l'adulte, elles présentent aussi moins de stries concentriques et un nœud volontiers plus central.

Les *formes générales* du corps et de la tête, plus ou moins élancées ou ramassées et plus ou moins droites ou voûtées, donnent souvent à certains Corégones un facies assez particulier; mais elles varient trop avec l'âge et les conditions, pour que l'on en puisse tirer, je crois, un caractère bien constant.

La *coloration*, à son tour, peut difficilement guider dans une détermination spécifique, car elle est trop soumise aux influences de milieu et d'alimentation. Il est bien possible que certaines espèces ou sous-espèces doivent à leur habitat ordinaire plus profond la pauvreté de leur pigmentation; cependant on trouve parfois, parmi ces formes à livrée habituellement pâle, des individus mélangés affichant des teintes d'intensités très différentes, et, l'action de l'air étant dans le cas très rapide, bien des auteurs ont qualifié de blondes certaines variétés qu'ils eussent vues bleues ou vertes au lever du filet. Un fait, toutefois, peut avoir une certaine importance: c'est que les nageoires pectorales sont généralement

les mêmes circonstances, mais qui sont susceptibles aussi de diverger, par séparation accidentelle dans des conditions différentes, jusqu'à donner naissance à de nouvelles variétés. Puis, j'ai acquis la certitude que de nombreux bâtards se forment, entre différentes espèces, dans les lacs où les conditions locales entraînent communauté d'époque et de lieu de frai ; hybrides qui naturellement jettent le trouble dans la caractéristique différentielle des Corégones qui leur ont donné le jour.

Les grandes divergences que je constate dans les circonstances du frai de nos différents Corégones peuvent tenir quelquefois à la question d'espèce ; cependant, il serait tout à fait faux de leur attribuer toujours une très grande importance, car elles proviennent bien souvent uniquement de la nature et de la température des eaux, ou de la configuration et du revêtement du fond

les dernières à se pigmenter de noirâtre avec l'âge, et que l'on trouve souvent, entre des individus de différentes formes, des sujets qui, à même taille, ont les pectorales, les uns entièrement incolores, les autres plus ou moins mâchurées.

La *taille*, enfin, et le poids auquel une espèce peut atteindre, semblent difficiles à limiter, en dehors d'un espace très restreint et de conditions peu variables. Une petite différence dans la température ou la richesse des eaux suffit de suite à établir d'importantes différences dans les proportions auxquelles une espèce peut atteindre dans deux lacs même très voisins. Des deux types principaux qui sont représentés en Suisse, l'un (*C. dispersus*) dépasse rarement 750 grammes, dans nos eaux (certaines variétés sont même rarement prises pesant plus de 100 grammes); l'autre (*C. Balleus*) peut atteindre quelquefois jusqu'au poids de 2,500 grammes dans nos plus grands lacs, dépasser même beaucoup ce chiffre dans d'autres milieux plus propices. Bien que les dimensions ne puissent guère servir de caractère distinctif, je donnerai toutefois, chemin faisant, entre parenthèses, une indication approximative de la taille maximale de nos formes principales, dans nos conditions, en la qualifiant de *petite, moyenne* (200 à 500 grammes environ), ou *grande*, parfois de *un peu au-dessus* ou *au-dessous de la moyenne*.

de celles-ci. Une même forme peut frayer dans des conditions et à des époques très différentes, voir même, comme les Palées de Neuchâtel, jusque dans diverses parties d'un même lac¹.

La question de vitalité, rusticité ou résistance, paraît dépendre le plus souvent des circonstances de la pêche arrachant le poisson, suivant l'époque et selon son séjour plus ou moins profond, à des conditions de pression fort différentes.

En résumé : les 24 formes, petites ou grandes, que l'on peut distinguer dans les lacs de la Suisse doivent être groupées dans deux espèces que je nomme *Coreg. dispersus* et *Coreg. Balleus*, et entre lesquelles viennent se placer deux composées, *Coreg. Suidteri* (mihi) propre au lac de Sempach et *Coreg. hiemalis* (Jurine) du Léman ; composées qui pourraient bien être des dérivés anciens de l'une des premières combinée avec un représentant de l'autre, peu à peu disparu dans les conditions.

Le *Lavaret* du lac du Bourget, en Savoie, doit rentrer, à titre de *cognatus*, dans le *Coreg. dispersus*.

Les Corégones lacustres et de grande taille, *C. Marena* (Block) du nord de l'Allemagne, et *C. albus* (Lesueur) de l'Amérique du Nord, introduits, durant ces dernières années, dans plusieurs de nos lacs, le second jusque dans celui de S^t-Moritz en Engadine, à 4800 mètres au-dessus de la mer, se rapprochent, par con-

¹ Les proportions relatives des œufs, qui ne varient au plus que d'un millimètre, soit de 2 à 3 millim. de diamètre, peuvent parfois paraître avoir aussi, entre ces deux extrêmes, une certaine valeur spécifique. Cependant elles m'ont paru varier trop, jusque dans une même forme, avec l'âge et les conditions, pour que j'ose chercher un caractère distinctif constant dans des données peut-être trop dépendantes des influences de milieu et de développement.

tre, du *C. Balleus* qui renferme aussi les formes les plus grandes de nos eaux. Il est difficile jusqu'ici de préciser les résultats et l'avenir de ces récentes importations.

Si, contrairement à mes principes, j'ai dû créer des noms nouveaux pour quelques Corégones qui en possèdent déjà bien d'autres, c'est que les auteurs précédents ayant rarement recouru aux mêmes caractères différentiels, il n'était pas possible d'affirmer toujours la similitude complète de leurs types avec telle ou telle forme de nos lacs, et que plusieurs des noms anciens, plus ou moins justifiés, eussent entraîné de nombreuses confusions¹.

Tous nos lacs d'une certaine étendue, au nord des Alpes, 9 sur 16, y compris maintenant Zurich, Neuchâtel et Bienna d'après mes observations, possèdent les deux espèces sous diverses formes. Dans le Léman seul, parmi les grands bassins, le *C. dispersus* est remplacé par une composée. Dans chaque lac, les deux espèces, avec des formes locales particulières, demeurent bien distinctes, aussi longtemps qu'une similitude de condi-

¹ Plusieurs des noms latins que j'ai dû créer, afin d'étiqueter, pour ainsi dire, les divers fractionnements de nos espèces, s'expliquent d'eux-mêmes par simple traduction; qu'il me suffise donc d'en motiver ici quelques-uns seulement. J'ai donné à certains groupes les noms du D^r *Suidter*, de Lucerne, et du D^r *Asper*, de Zurich, qui m'ont aimablement fourni soit bon nombre de poissons, soit plusieurs données intéressantes. Le nom du D^r *Nüsslin* m'a paru tout indiqué pour désigner le groupe des formes réduites dont il a, le premier, étudié sérieusement l'un des représentants; de même aussi, le nom du prof. *Schinz* semblait dicté pour représenter un ensemble de formes dont il avait bien compris les affinités. Les noms *Balleus* et *Balleoides* sont construits sur la radicale de la dénomination vulgaire la plus répandue. *Feritus* n'est que le nom français Férit latinisé. Enfin, *dispar* est motivé par une fréquente inégalité des lobes de la caudale.

tions de frai ne vient pas, comme à Zurich et Neuchâtel, interposer entre elles des formes bâtardes intermédiaires.

Tous les Corégones qui rentrent dans le *C. dispersus* frayent, dans nos lacs, au fond, parfois à de grandes profondeurs, sauf ceux dits à tort *Ballen* dans les lacs de Baldegg et de Hallwyl qui viennent au contraire frayer le long des bords dans très peu d'eau.

Le temps de frai peut varier dans l'espèce, avec les conditions, du 20 juin au 20 janvier. Les époques les plus hâtives se rencontrent, pour les Corégones frayant au fond, dans les lacs centraux, surtout alpins, de Thoune, Brienz, Zug et Quatre-Cantons; tandis que les plus tardives se trouvent dans les lacs de plaine ou jurassiques de Zurich, Morat, Bienne et Neuchâtel.

Enfin, les formes appartenant à l'espèce du *C. Balteus* frayent, selon les conditions d'habitat, au bord ou au fond, sur les pierres ou sur les herbes, entre la fin d'octobre et le commencement de mars, la plupart en novembre ou en décembre.

Souvent les jeunes, assez vite féconds et généralement plus voyageurs, frayent à des époques et sur des places différentes de celles des adultes; c'est même ce qui, dans bien des cas, a motivé de la part des pêcheurs des dénominations particulières.

Il est intéressant de voir combien, dans un espace aussi limité, des influences de milieu différentes, résultant des conditions variées de situation, de configuration et d'alimentation de nos lacs, ont pu profondément modifier en sens divers les caractères morphologiques et biologiques des premiers types naguère isolés dans nos eaux.

Genre COREGONUS (*Artedi*).

Bouche petite, plus ou moins garnie de très petites dents au bord de l'intermaxillaire, sur la langue et sur les pharyngiens sup. et inf. Maxillaire ne dépassant pas l'œil, avec un petit os supplémentaire. Tête et corps plus ou moins comprimés. Dorsale plus haute que large, naissant un peu en avant de l'origine des ventrales. Caudale profondément échancrée. Écailles de dimensions moyennes, cycloïdes, marquées de nombreuses stries concentriques, peu ou pas rayonnées.

Pseudo-branchies bien développées. Appendices pyloriques toujours assez nombreux.

LES DIVERS CORÉGONES SUISSES, avec des formes moyennes, ne présentent : ni le prolongement nasal si accentué du *C. oxyrhynchus* (Linné) des côtes et rivières de l'Europe septentrionale, ni la forme très allongée et retroussée de la mandibule inférieure qui caractérise le *C. albula* (Linné) du nord de notre continent, ni, à un degré comparable, la forte compression de la gorge et du museau qui distingue le *C. Muksun* (Cuv. et Val.) de Sibérie, ni les formes très ramassées et élevées du *C. cyprinoides* (Pallas) du nord de la Russie.

Ils portent tous des dents linguales et pharyngiennes bien développées, et m'ont paru, sous ce rapport, mieux pourvus que plusieurs des Corégones de régions plus septentrionales en Europe et de l'Amérique du Nord.

L'étude comparée des dites formes moyennes, dans les régions moyennes et septentrionales des deux hémisphères, permet d'établir pour elles la règle générale suivante :

(a) *A une bouche antérieure ou terminale correspon-*

dent généralement des branchiospines nombreuses et longues.

(b) A une bouche inférieure correspondent généralement des branchiospines courtes et peu nombreuses.

(Ex.) Quelques exceptions se rencontrent chez des espèces ou sous-espèces *composées* qui semblent résulter d'un mélange des caractères des espèces rentrant dans les deux groupes ci-dessus.

Species I. COREGONUS DISPERSUS (mihi)¹.

Branchiospines nombreuses, longues ou assez longues, plus ou moins grêles et serrées. Mâchoires égales ou à peu près égales. Intermaxillaire bas, assez bas ou médiocrement élevé, plus ou moins incliné en avant ou vertical. Maxillaire s'étendant au moins jusque sous le bord de l'œil. Pédicule caudal plus ou moins bas et allongé.

A. Museau plus ou moins rétréci et acuminé. Mandibule plus ou moins pincée en dessous. Intermaxillaire bas, plus ou moins incliné en avant; bouche antérieure ou terminale. Branchiospines longues, serrées ou assez serrées. Écailles relativement fortes ou moyennes. Vertèbres 64—63. — (Taille un peu au-dessus de la moyenne.)

1. Intermaxillaire plus bas et plus en avant. Mandibule plus pincée. Maxillaire relativement peu retroussé. — Formes plus allongées ou assez élancées (*a—b*).

2. Intermaxillaire moins bas et moins en avant. Mandi-

¹ Le LAVARET du *Bourget*, en Savoie, doit être rangé, à titre de *cognatus*, dans le *C. dispersus*, par les caractères suivants : *Branchiospines nombreuses, longues ou assez longues. Bouche terminale ou subterminale. Maxillaire prolongé jusque sous le bord de l'œil.* Ses deux formes *a* et *b* rappellent plus ou moins le *Wartmanni b* ou notre *Annectus Balleoides*. Les dimensions de ses nageoires, de sa dorsale en particulier, semblent cependant le rapprocher plutôt de l'*Annectus*.

bule moins pincée. Maxillaire plus retroussé. — Formes moins élancées (*c—c'*).

B. Museau relativement large, plus ou moins court ou obtus. Intermaxillaire médiocrement élevé, vertical ou un peu en avant; bouche subterminale ou terminale. Branchiospines longues, grêles et serrées. Écailles moyennes ou plutôt fortes. Vert. 61—63. — (Taille moyenne ou un peu au-dessus de la moyenne.)

3. Écailles moyennes. Maxillaire relativement peu retroussé. — Formes médiocrement allongées (*d—e*).

4. Écailles plus fortes. Maxillaire volontiers un peu plus retroussé. — Forme plus ramassée (*f*).

C. Museau plutôt allongé et plus ou moins tronqué à l'extrémité. Intermaxillaire médiocrement élevé, vertical ou quasi-vertical; bouche terminale ou subterminale. Branchiospines assez longues et plus ou moins serrées. Écailles moyennes. Dorsale plutôt grande. Vert. 61—62 (63). (Ex. 56.) — (Taille moyenne.)¹

5. Forme plutôt allongée, généralement moins atténuée en arrière (*g—g''*)².

6. Forme plutôt allongée, volontiers plus atténuée en arrière (*h—h'*).

D. Museau subconique plus ou moins allongé. Intermaxillaire assez bas ou médiocrement élevé et plus ou

¹ Les deux formes 5 et 6 sont si voisines que je ne les aurais peut-être pas séparées, si elles ne frayaient: la première au fond, comme nos autres formes de l'espèce, la seconde au bord, en faisant par là une exception, de peu d'importance du reste, dans les allures habituelles des représentants du *C. dispersus*, dans nos eaux.

² L'inconstance de certains caractères secondaires du *C. disp. confusus* (*C. 5*) dans les lacs de Bienne et surtout de Neuchâtel, des proportions de la tête et de la dorsale, entre autres, pourrait faire croire peut-être que cette forme, assez rare dans ces deux lacs, ne résulte que d'un croisement de la Bondelle (*C. disp. Bondella*) avec la Palée de fond (*C. Balleus, Palea*), s'il n'était à remarquer que la véritable Bondelle manque au lac de Morat, tandis que le *Confusus* y est, au contraire, assez abondant et bien connu.

moins vertical; bouche terminale ou subterminale (except. pré-inférieure). Branchiospines longues, grêles et plus ou moins serrées. Vert. 59—62. — (Taille petite.)

7. Tête grosse; museau épais. Dorsale étroite, peu acuminée et médiocrement déclive. Vert. généralement 60—64. — Forme ramassée (*i*).

8. Branchiospines en nombre généralement supérieur, longues, grêles et serrées. Maxillaire faiblement retroussé. Dorsale moyenne. Vert. gén^t. 60—64 (62). — Formes moyennes ou assez allongées (*k—l'*).

9. Tête longue. Maxillaire bien retroussé. Dorsale pointue et déclive. Écailles très petites par rapport à l'œil. Vert. gén^t. 59—60. — Formes élancées (*m—m'*).

Composite. I. *Coreg. Suidteri* (mihi). Branchiospines nombreuses ou très nombreuses, assez serrées, plus ou moins grêles et allongées. Intermaxillaire élevé, quasi-vertical; bouche subterminale ou pré-inférieure. Maxillaire large et faiblement retroussé atteignant au bord de l'œil. Museau fort et subcarré. Caudale et ventrales relativement courtes. Écailles plutôt petites. Pédicule caudal moyen. Vert. gén^t. 64—65. — Formes moyennement élancées (*a-b*). — (Taille au-dessus de la moyenne.)

II. *Coreg. hiemalis* (Jurine). Branchiospines plutôt peu ou médiocrement nombreuses, courtes, assez larges et écartées. Intermaxillaire médiocrement élevé, vertical ou subvertical; bouche subterminale ou pré-inférieure. Maxillaire allongé, passablement retroussé, arrivant sous le bord de l'œil. Museau ramassé, obtus ou subcarré. Dorsale relativement grande. Ventrales longues, arrivant assez ou très près de l'anus. Écailles moyennes. Pédicule caudal assez ramassé et moyennement élevé. Vert. 59—64. — Formes médiocrement élancées (*a-a'*). — (Taille moyenne).

*Species II. COREGONUS BALLEUS (mihl)*¹.

Branchiospines peu ou moyennement nombreuses, courtes ou médiocrement allongées, plus ou moins larges et écartées. Mâchoire inférieure généralement plus courte que la supérieure, plus rarement presque égale. Intermaxillaire élevé ou assez élevé, plus ou moins incliné en arrière en dessous ou subvertical. Maxillaire n'arrivant que rarement jusque sous le bord de l'œil (chez l'adulte). Pédicule caudal plus ou moins haut et court.

A. Branchiospines en nombre moyen ou assez réduit, médiocrement allongées, plus ou moins larges et écartées. Intermaxillaire plus ou moins haut, franchement incliné en arrière ou subvertical. Maxillaire plus ou moins retroussé. Ventrales rabattues, très ou assez distantes de l'anus. Vert. 59—62. — Formes plus ou moins épaisses ou moyennement élancées.

1. Branchiospines en nombre moyen ou plutôt réduit. Intermaxillaire haut ou assez haut; bouche inférieure ou pré-inférieure. Maxillaire assez retroussé. Vert. 59—60 ou 61—62. — (Taille grande ou assez grande.) (*a—b.*)

¹ Les Corégones lacustres COREG. MARÆNA (Bloch), du nord de l'Allemagne, et COREG. ALBUS (Lesueur), du nord de l'Amérique, importés durant ces dernières années dans plusieurs de nos lacs, rappellent, à bien des égards, le type de notre *Coreg. Balleus*. Le premier, *C. Maræna*, très voisin de notre *Marænoïdes* du lac de Zurich, se présente, comme lui, sous deux formes assez différentes caractérisées par : *Branchiospines plutôt courtes, en nombre moyen ou assez réduit; intermaxillaire élevé, incliné en arrière ou subvertical, bouche inférieure ou pré-inférieure; museau fort; maxillaire assez retroussé n'arrivant pas à l'œil; ventrales courtes.* — Le second, *C. albus*, atteignant aussi à des dimensions notablement plus fortes que les représentants du *C. Balleus* dans nos eaux, et plus différent de ceux-ci, principalement par les proportions du museau, est caractérisé à son tour par : *Branchiospines assez courtes et peu nombreuses; intermaxillaire élevé, incliné en arrière; bouche inférieure; museau gros, plus ou moins convexe; maxillaire retroussé arrivant au bord de l'œil; ventrales courtes.*

2. Branchiospines en nombre moyen. Intermaxillaire élevé; bouche plutôt inférieure. Maxillaire fortement retroussé, faisant de fortes saillies nasales. Vert. gén^t. 60—62. — (Taille moyenne.) (*c.*)

3. Branchiospines en nombre relativement réduit. Intermaxillaire médiocrement élevé; bouche pré-inférieure ou quasi-subterminale. Maxillaire assez allongé, un peu retroussé. Lobes de la caudale souvent très inégaux. Vert. gén^t. 64—62. — (Taille moyenne.) (*d.*)

B. Branchiospines peu nombreuses, courtes ou médiocrement allongées, écartées et plus ou moins larges. Intermaxillaire haut ou assez haut, incliné en arrière ou subvertical. Maxillaire droit ou un peu recourbé. Ventrals très distantes de l'anus. Vert. gén^t. 62—63.

4. Intermaxillaire haut ou plutôt haut; bouche plus ou moins inférieure. Branchiospines assez larges et courtes. Maxillaire droit ou faiblement recourbé. — Formes moyennement allongées. — (Taille grande.) (*e—f'*.)

5. Intermaxillaire assez haut ou médiocrement élevé, parfois presque vertical; bouche plus ou moins inférieure ou pré-inférieure. Branchiospines courtes ou médiocrement allongées. Maxillaire plutôt long et plus ou moins recourbé. — Formes relativement allongées. — (Taille grande.) (*g—h.*)

6. Intermaxillaire haut; bouche inférieure. Branchiospines courtes et larges. Maxillaire plutôt court, un peu recourbé. Écailles moins nombreuses. — Forme plutôt ramassée. — (Taille grande.) (*i—i'*).

C. 7. Branchiospines en nombre très réduit, courtes, larges, bien écartées et peu denticulées. Intermaxillaire haut et incliné en arrière; bouche inférieure. Museau court, obtus ou légèrement proéminent. Maxillaire large et court. Ventrals rabattues plus voisines de l'anus. Vert. 64—63. — Forme ramassée. — (Taille moyenne.) (*k.*)

Je serais heureux si la comparaison des quelques mots qui précèdent et des deux *tableaux* qui suivent pouvait, en débrouillant les formes nombreuses de

nos représentants du genre *Coregonus* et en montrant tour à tour leurs divergences ou leurs affinités, contribuer à élucider, d'une manière plus générale, la question de distinction spécifique de ces poissons, jusqu'ici si compliquée par la variabilité et si controversée.

Genève, 20 juin 1885.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Fig. 1. Coupe longitudinale à travers un ambulacre d'*Asteriscus verruculatus*. $\times 145$.

- ep. Epithélium.
- fl. Couche conjonctive à fibres longitudinales.
- fr. Couche conjonctive à fibres circulaires.
- lm. Muscles longitudinaux.
- e. Endothélium.
- ff. Fibres musc. rayonnés du disque acétabulaire.
- e1. Coupes transversales des extrémités des muscles longitudinaux qui s'infléchissent pour se rendre au centre du plancher.
- cm. Sachets latéraux.
- a. Endothélium tapissant les sachets latéraux.
- n. Le nerf.
- cs. Tissu hypodermique.
- cg. Corps granuleux.

Fig. 2. Ambulacre de *Sphærechinus brevirostris*. $\times 45$.

- t. Tube ambulacraire.
- f. Plis du tube ambulacraire.
- w. Disque acétabulaire.
- d. Enfoncement central du disque.

Fig. 3. Moitié d'une coupe longitudinale à travers l'ambulacre de *Sphærechinus brevirostris*. $\times 421$.

- ep. Epithélium.
- p. Corps pigmentaires.
- rn. Renflement nerveux.
- ce. Couche conjonctive (élastique).
- me. Membrane élastique.
- ml. Muscles longitudinaux.
- e. Endothélium.
- fre. Fibres radiaires externes.
- frc. Fibres radiaires centrales.
- ff. Faisceaux transversaux.
- fa. Fibres annulaires du disque.
- cs. Couche sous-épithéliale granuleuse (nerveuse?)
- pcr. Pièces calcaires de la rosette.
- pcc. Pièces calcaires du cadre.

Fig. 4. Les parties avoisinantes des deux pièces calcaires de la rosette.

- r. Pièces calcaires.
- cm. Commissure musculaire.
- bg. Éléments du tissu conjonctif.

Fig. 5. Disque terminal d'un ambulacre périapical de *Bryssopsis lyrifera*. $\times 60$.

- ac. Zone opaque du disque (épaississement des pièces calcaires).
- per. Pièces calcaires du disque.

Fig. 6. Une moitié d'une coupe longitudinale à travers un ambulacre périapical de *Bryssopsis*. $\times 205$.

- ep. Epithélium.
- dp. Dépôt de pigment entre la couche conjonctive et l'épithélium.

- fc.* Fibres circulaires.
ml. Muscles longitudinaux.
en. Couche endothéliale épaissie par la contraction de l'ambulacre.
egr. Couche granuleuse.
cc. Couche conjonctive.
cs. Tissu sous-épithélial du disque.
mcp. Les extrémités des muscles se rendant au centre du disque.
pr. Pièce calcaire de la rosette.
pc. Pièce calcaire du tube ambulacraire.
Fig. 7. Une plaque calcaire de la rosette de *Bryssopsis lyrifera*. $\times 120$.
Fig. 8. Pièce calcaire du tube ambulacraire. $\times 114$.
Fig. 9. Coupe transversale par le scolex de *Tænia cœnurus*. $\times 190$.
cha. Chambre acétabulaire.
mr. Muscles transversaux des parois acétabulaires.
sph. Fibres en sphincter.
mme. Muscles méridiens.
cm. Commissures musculaires.
mc. Muscles longitudinaux du corps se rendant aux crochets.
n. Coupes par les parties inférieures des ganglions principaux latéraux.
n. Filaments nerveux secondaires descendant de l'anneau nerveux.
ce. Canaux excréteurs.
c. Cuticule.
cle. Cellules excrétoires.
Fig. 10. Une partie d'une coupe de la paroi acétabulaire comme elle se présente sur les coupes transversales du scolex.
c. Cuticule.
fr. Fibre transversale.
cme. Éléments intercalés entre les faisceaux de fibres transversales.
fæ. Fibres équatoriales.
cp. Cellules parenchymateuses.
ce. Cellules excrétoires.
fc. Fibres commissurales.
mc. Muscles longitudinaux (coupes transversales) se rendant aux crochets.
Fig. 11. Une partie de la coupe de la paroi acétabulaire, comme elle se présente sur les coupes longitudinales du scolex. Mêmes lettres que dans la figure précédente.
Fig. 12. Une moitié d'une coupe longitudinale par le scolex de *Tænia elliptica*. $\times 300$.
fa. Fibres annulaires de la ventouse.
fr. Fibres transversales de la ventouse.
cme. Éléments intercalés entre les fibres transversales.
fæ. Fibres équatoriales.
ma. Muscles circulaires du rostre.
mr. Muscles obliques du rostre.
oe. Rostre retracté.
r. Rostre.
c. Cuticule.
G. Ganglion latéral.
p. Cellules parenchymateuses.
ce. Canaux excréteurs.
ml. Muscles longitudinaux.
m. Muscles annulaires hypodermiques.
-



EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Fig. 1. Ventouse abdominale de *Tristoma Molae*. $\times 7$.

cha. Cavité de la ventouse.

ba. Renflements radiaires du bord.

rm. Rayons musculaires.

em. Commissure musculaire heptagonale.

vb. Commissure musculaire réunissant les deux rayons postérieurs.

Fig. 2. Une partie d'une coupe transversale de la même ventouse.
 $\times 132$.

cfe. Cuticule de la face externe (convexe).

mrc. Muscles circulaires de la face convexe.

ftv. Fibres transversales.

mri. Muscles circulaires de la face concave.

cms. Muscles rayonnés de la face concave.

cfi. Cuticule de la face concave.

rm. Coupe transversale d'un rayon musculaire.

sn. Système nerveux.

Fig. 3. Point de réunion d'un rayon musculaire postérieur avec la commissure musculaire (*vb*, *fig. 1*).

c. Cuticule.

fm. Faisceau musculaire du rayon.

mr. Muscles traversant l'espace interne du rayon.

br. Faisceaux musculaires de la commissure.

ftv. Fibres transversales du rayon.

mc. Coupe d'un mamelon cuticulaire.

cp. Cellules parenchymateuses.

Fig. 4. Une partie de la coupe transversale à travers la ventouse antérieure de *Tristoma Molae*. $\times 73$.

vl. Muscles ventro-longitudinaux du corps.

vla. Muscles ventro-latéraux du corps.

dv. Faisceaux dorso-ventraux.

dla. Faisceaux dorso-latéraux.

dl. Muscles dorso-longitudinaux.

tr. Fibres transversales de la ventouse.

ms. Muscles rayonnés de la ventouse formant au centre une sorte de réseau.

c. Cuticule.

- cp.* Cellules parenchymateuses.
- n.* Coupe transversale des nerfs.
- trn.* Un faisceau nerveux partant du nerf acétabulaire central.
- b.* Bord de la ventouse.
- ce.* Canaux excréteurs.
- gl.* Cellules glandulaires.

Fig. 5. Une partie de la coupe précédente sous un grossissement plus fort.

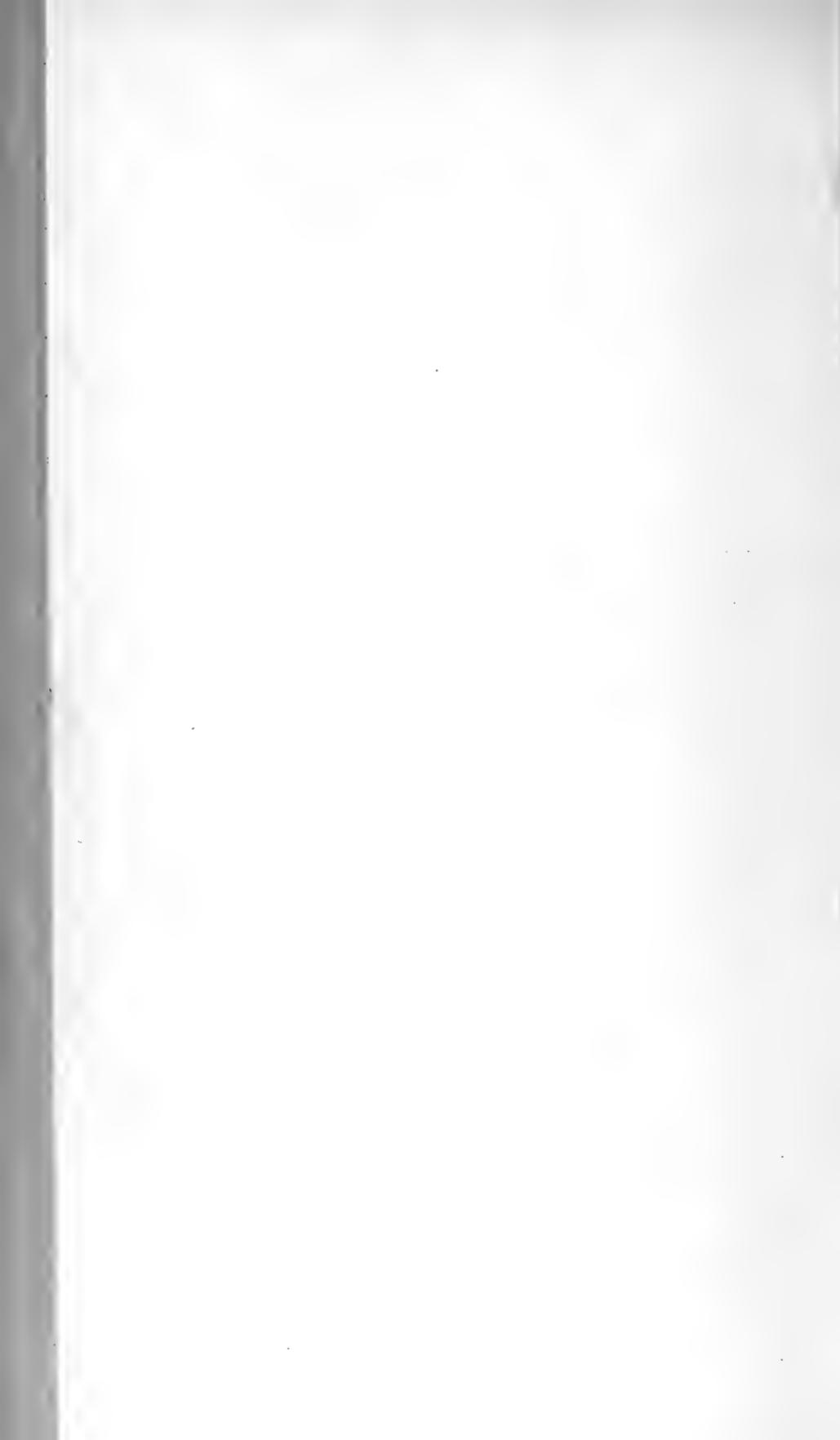
- mtr.* Muscles transversaux.
- ms.* Fibres musculaires rayonnantes de la face concave.
- p.* Cellule parenchymateuse.
- n.* Coupe transversale d'un nerf.
- ce.* Canaux excréteurs.
- gl.g.* Cellules glandulaires.
- c.* Couche cuticulaire de la face convexe.

Fig. 6. Coupe à travers la ventouse de *Hirudo medicinalis*. $\times 30$.

- ml.* Muscles longitudinaux du corps.
- ma.* Muscles circulaires du corps.
- me.* Coupes transversales des muscles circulaires externes (muscles équatoriaux externes).
- m.* Muscles méridiens externes.
- mtr.* Muscles transversaux croisés.
- mai.* Faisceaux circulaires internes (équatoriaux internes).
- mi.* Muscles méridiens internes.
- dv.* Muscles dorso-ventraux obliques.
- mdo.* Extrémités des muscles dorso-ventraux du corps.
- cr.* Muscles croisés (formant une sorte de bulbe musculieux au-dessous du rectum).
- g.* Ganglion acétabulaire.
- n.* Faisceaux nerveux.
- pi.* Cellules pigmentaires.
- gl.* Glandes unicellulaires.
- vs.* Vaisseaux sanguins.
- i.* Intestin (rectum).
- p.* Cellules parenchymateuses.

Fig. 7. Coupe à travers une ventouse du *Myzostoma glabrum*. $\times 144$.

- ep.* Epithélium de la ventouse.
- r.* Fibres transversales.
- fs.* Faisceaux latéraux hypodermaux.
- ma.* Muscles annulaires.
- mc.* Muscles venant du bulbe musculieux ventral.
- dv.* Muscles dorso-ventraux.
- ov.* Ovaire.
- i.* Intestin.



EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Fig. 1. Coupe longitudinale de la ventouse de *Pneumodermon Mediterraneum*. $\times 105$.

- ep. Epithélium.
- ml. Muscles longitudinaux du pédoncule.
- cc. Cellules centrales (axiales) du pédoncule.
- ce. Cellules radiaires du pédoncule.
- gr. Masse granuleuse (coagulation de la substance liquide?) du pédoncule.
- qu. Fibre granuleuse au fond du disque acétabulaire.
- mp. Coupes transversales des extrémités des fibres musc.
- am. Anneau musculaire (sphincter).
- cp. Cellules prismatiques (muscles transversaux du disque).

Fig. 2. Le bord étendu d'une ventouse de *Pneumodermon* sous un plus fort grossissement.

- p. Cellules-prismatiques.
- b. Fibres conjonctives réunissant le disque acétabulaire avec son enveloppe.
- f. Fibres radiaires de l'enveloppe.
- ep. Epithélium en pavé de l'enveloppe.
- h. Couche homogène de la cuticule.
- c. Épaississements cuticulaires.
- g. Glandes unicellulaires.
- r. Sphincter.

Fig. 3. Coupe transversale passant par le fond de la ventouse du même animal.

- ec. Epithélium du pédoncule.
- m. Muscles longitudinaux.
- e. Cellules musculaires étoilées.
- gr. Granulation interne.
- p. Une partie d'une fibre provenant d'une cellule étoilée centrale.
- a. Une fibre se rendant au disque acétabulaire.
- b. L'extrémité d'une cellule musculaire longitudinale du pédoncule, laquelle se rend jusqu'au bord.

Fig. 4. Coupe transversale à travers les cellules prismatiques du disque acétabulaire (du même animal).

- ep. Epithélium de l'enveloppe.
- m. Muscles radiaires de l'enveloppe.
- b. Fibres conjonctives.
- n. Ramifications des cellules conjonctives et des fibrilles des cellules prismatiques (couche rétiforme).
- k. Noyaux des cellules prismatiques.
- pr. Parois des cellules-prismes.

Fig. 5. Ventouse de *Pterotrachæa coronata*. $\times 3$.

v. Bord replié de la ventouse.

n. Nageoire.

mn. Muscles croisés de la nageoire.

fm. Faisceaux musculaux venant de la nageoire et enveloppant les nerfs.

c. Commissure des faisceaux musculaux.

Fig. 6. La moitié d'une coupe à travers la ventouse de *Pterotrachæa coronata*. $\times 20$.

m. Coupe oblique des deux faisceaux musculaires venant de la nageoire.

fm. Muscles méridiens de l'enveloppe.

tr. Muscles transversaux de la cloche acétabulaire.

mo. Muscles circulaires de la paroi acétabulaire.

mf. Faisceaux traversant longitudinalement le fond de la ventouse.

ep. Epithélium.

n. Nerfs.

g. Ganglion au fond de la ventouse.

Fig. 7. Une partie d'une coupe de la paroi, passant parallèlement au bord de la ventouse.

ie. Epithélium de la paroi interne.

am. Muscles circulaires de la paroi acétabulaire.

tr. Muscles transversaux.

n. Nerf.

mm. Faisceaux musculaires méridiens de l'enveloppe.

bf. Fibre conjonctive transversale.

bg. Couche conjonctive sous-épithéliale.

ee. Épithélium de l'enveloppe.

Fig. 8. Coupe transversale de l'épithélium marginal.

z. Parois des cellules devenues cornées.

n. Cloisons des cellules épithéliales.

Fig. 9. Une partie du ganglion du fond de la ventouse.

gz. Cellules ganglionnaires.

n. Nerfs.

tr. Muscles transversaux.

Fig. 10. Coupe à travers le bord d'application de la ventouse.

cep. Cellules épithéliales.

mo. Coupes transversales des muscles circulaires.

ctr. Cellules musculaires transversales.

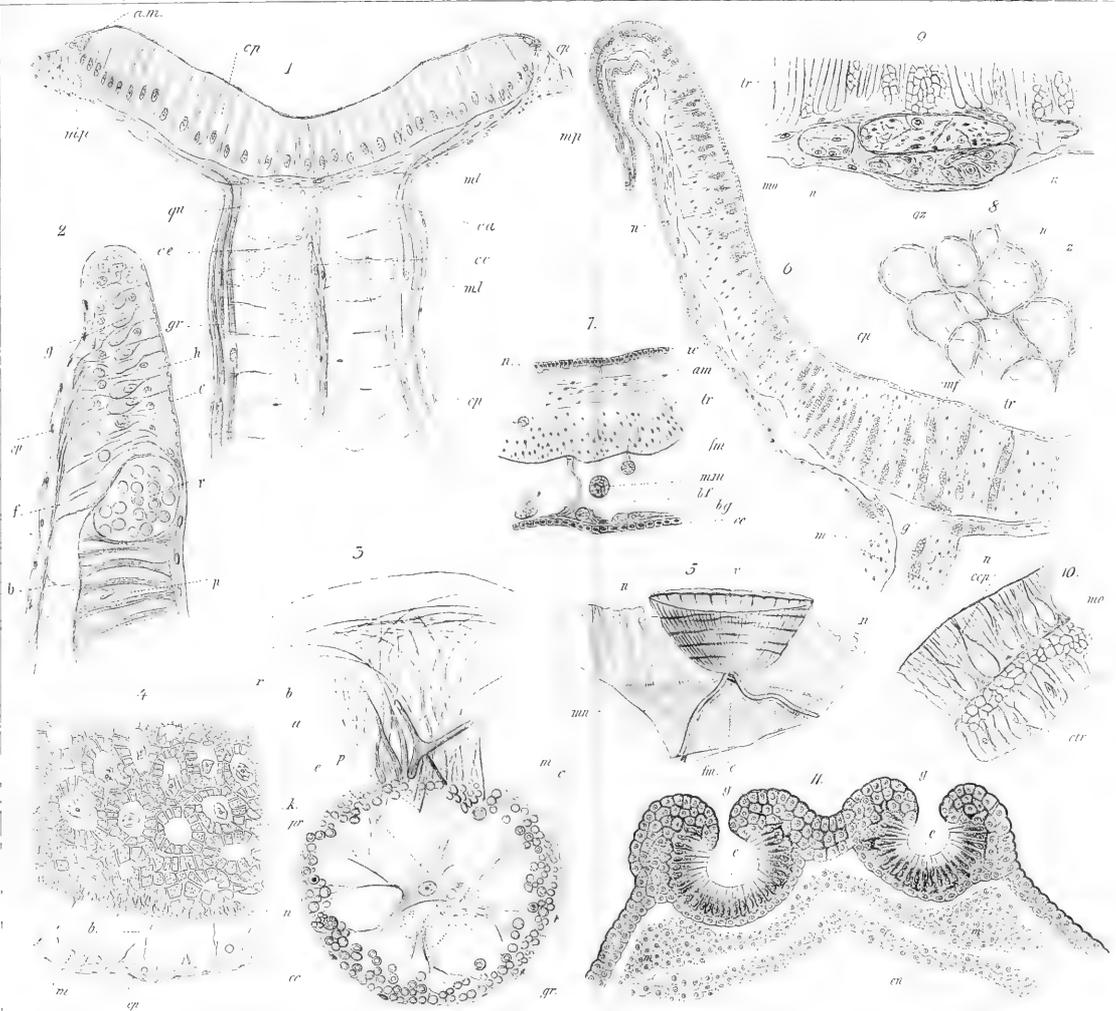
Fig. 11. Ventouses de l'embryon de *Rana temporaria*. $\times 90$.

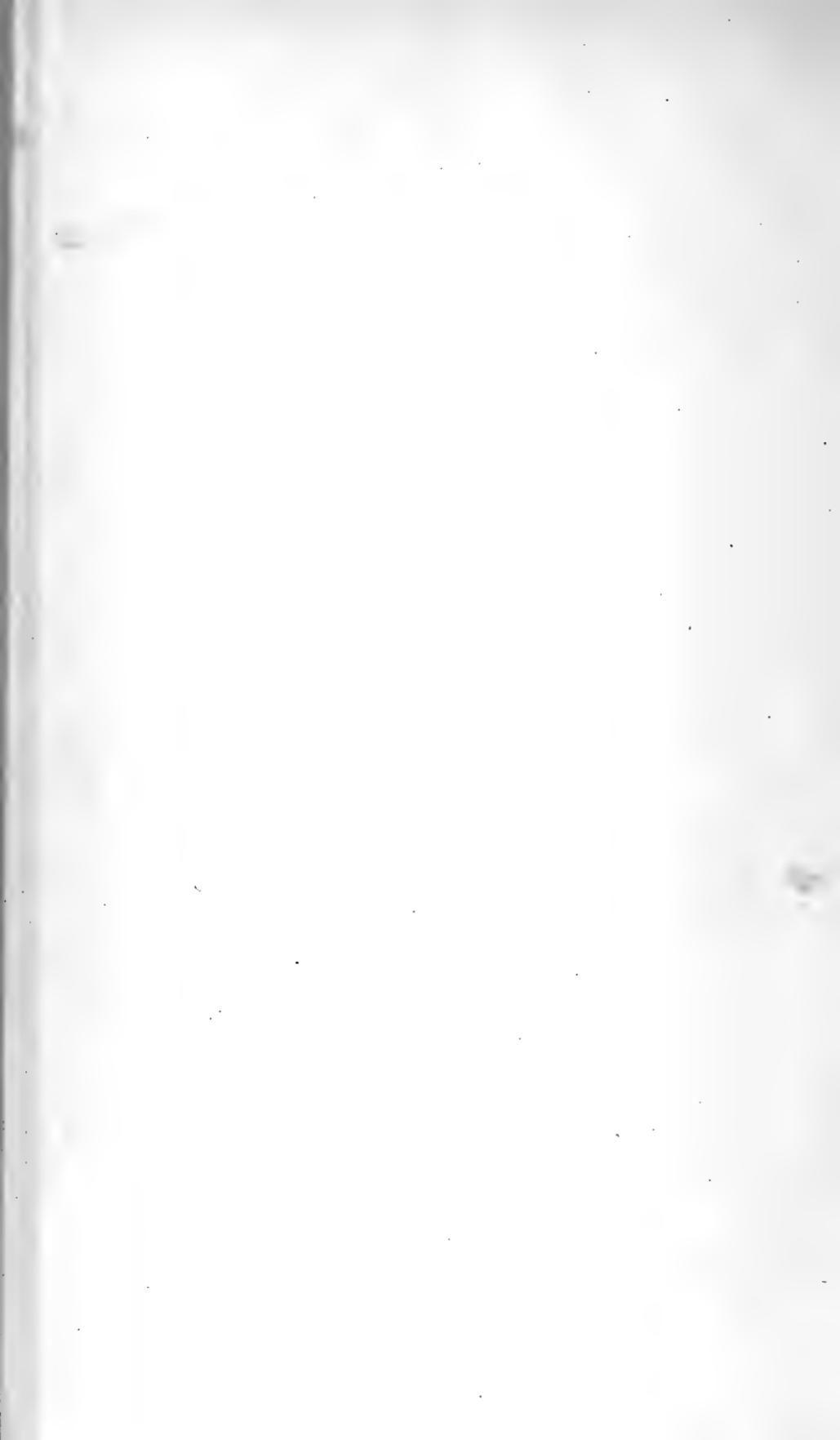
g. Cellules ectodermales formant un bourrelet autour de l'orifice des ventouses.

c. Cellules radiaires.

m. Mésoderme.

en. Entoderme.





EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

Fig. 1. Coupe à travers une ventouse d'*Argonauta Argo*. $\times 45$.

- t.* Fibres transversales de l'infundibulum.
- c.* Fibres circulaires de l'infundibulum.
- t₁.* Fibres transversales du piston musculéux.
- e.* Fibres rayonnantes au fond du piston.
- sp.* Sphincter.
- b, b₁.* Faisceaux radiaires de l'infundibulum (suite des fibres rayonnantes *e*).
- s.* Faisceaux rayonnants sous-infundibulaires.
- tr.* Muscles rayonnés du col de la ventouse.
- se.* Fibres circulaires du col.
- m.* Muscles longitudinaux du col.
- l.* Faisceaux longitudinaux du bras.
- r.* Faisceaux radiaires du bras.
- ls.* Faisceaux longitudinaux externes du bras.
- oo.* Faisceaux obliques du bras.
- w.* Muscles réunissant les deux rangées de ventouses.
- v.* Vaisseaux sanguins.
- ep.* Tissu dermique.
- ch.* Chromatophore.
- g.* Une partie du ganglion central.
- n.* Nerf.
- h.* Crochets marginaux.

Fig. 2. Une partie d'une coupe à travers le bord, sous un plus fort grossissement.

- pi* Partie marginale de l'infundibulum.
- r.* Fibres circulaires de l'infundibulum.
- tr.* Fibres transversales de l'infundibulum.
- m.* Membrane conjonctive.
- cr.* Crochets marginaux.
- ep.* Epithélium avec les denticules.
- d.* Tissu conjonctif.
- v.* Vaisseau sanguin circulaire.

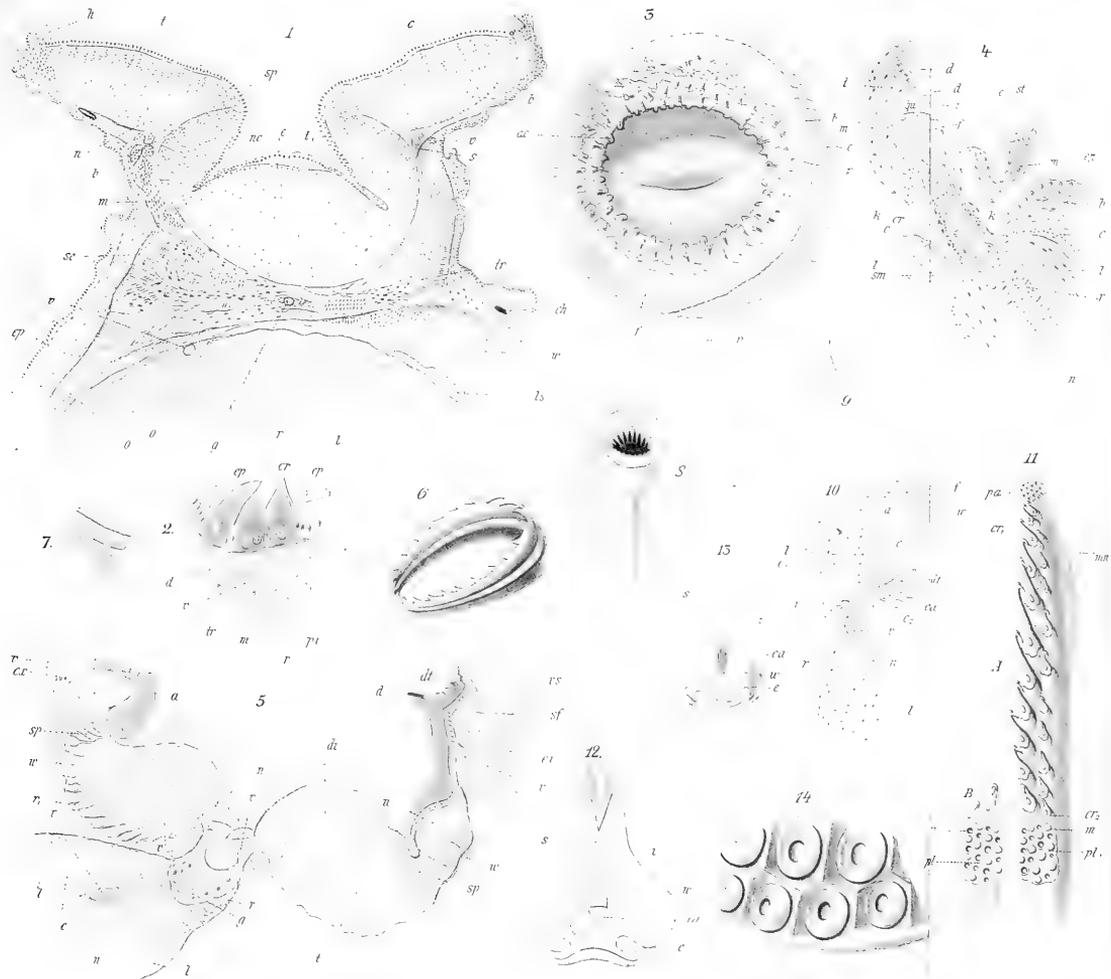
Fig. 3. Ventouse du bras tentaculaire de *Sepioteletona (Sepioteletona) rondeleti*. $\times 222$.

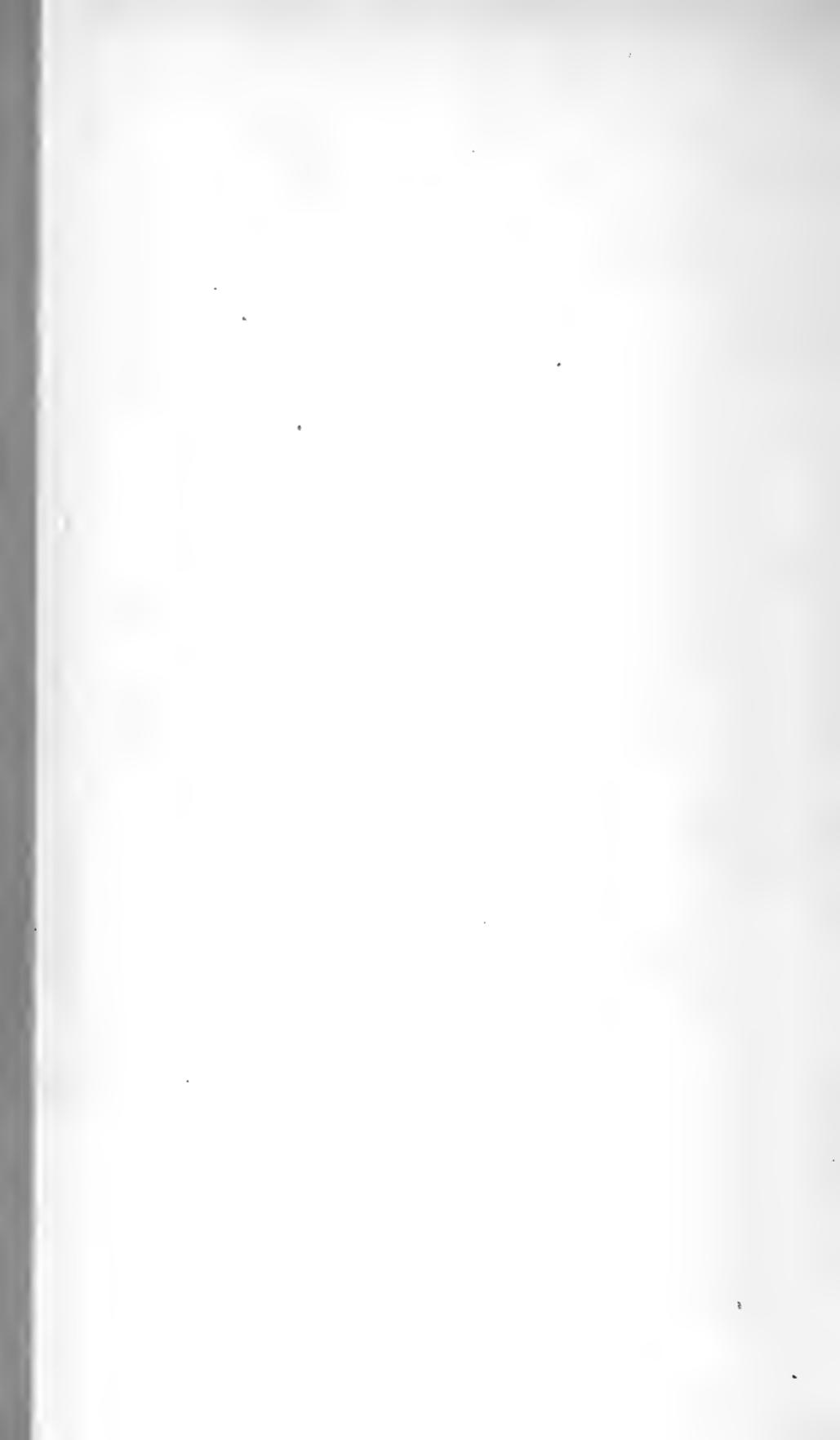
- f.* Fond de la chambre acétabulaire.
- p.* Pédoncule.
- ac.* Crochets de l'anneau corné.
- pi.* Produits épithéliaux de l'infundibulum (plaques cornées portant au milieu un prolongement en forme de cuillers).
- b.* Baguettes cornées marginales.
- e.* Prolongements des cellules épithéliales externes.

Fig. 4. Le même organe (coupe longitudinale). $\times 156$.

- r.* Fibres radiaires de la partie basale.
- l.* Fibres longitudinales.
- c.* Fibres circulaires.
- n.* Nerf axial.
- sm.* Muscles radiaires hypodermaux.
- t₁.* Muscles longitudinaux du pédoncule.
- c₁.* Muscles circulaires du pédoncule.
- cr.* Corps rond (ganglion).
- f.* Fibres dilatatrices de la chambre acétabulaire.
- qu.* Epithélium interne.
- k.* Fibres circulaires (première ébauche du sphincter).
- m.* Fibres longitudinales sous-infundibulaires.
- t.* Tissu conjonctif.
- a.* Anneau corné.
- d₁.* Dents de l'anneau corné.

- d. Denticules cornés de l'infundibulum.
 - e. Epithélium infundibulaire.
 - st. Baguettes marginales.
- Fig. 5.** *Sepioteuthis sepioidea*. Ventouse du bras sessile. $\times 60$.
- l. Fibres longitudinales du pédoncule.
 - e. Fibres radiaires du pédoncule.
 - v. Vaisseau sanguin.
 - n. Nerf du pédoncule.
 - g. Ganglion volumineux.
 - r. Muscles annulaires.
 - ni. Nerf partant du ganglion.
 - di. Muscles dilateurs de la chambre acétabulaire.
 - r₁. Muscles circulaires au fond de la ventouse.
 - t. Muscles transversaux de la chambre acétabulaire.
 - sp. Sphincter.
 - u. Muscles accessoires du sphincter.
 - sf. Muscles sous-infundibulaires.
 - w. Fibres longitudinales de la paroi capsulaire.
- cæ-ex.** Sachets contenant des cellules fusiformes.
- vs. Vaisseaux sanguins.
- Fig. 6.** Cercle corné d'une petite ventouse du bras tentaculaire (*Loligo vulgaris*).
- Fig. 7.** Cercle corné d'une ventouse de l'*Enoploteuthis Oweni*.
- Fig. 8.** *Enoploteuthis Oweni*; ventouse du bras tentaculaire.
- Fig. 9.** *Enoploteuthis Oweni*; ventouse du bras sessile.
- Fig. 10.** *Enoploteuthis Oweni*; ventouse du bras sessile. $\times 50$.
- l. Muscles longitudinaux du pédoncule.
 - r. Muscles radiaires.
 - n. Nerf.
 - v. Vaisseau sanguin.
 - h. Muscles longitudinaux du piston.
- cc₁c₂.** Muscles annulaires.
- ca. Prolongement de la cavité acétabulaire dans le pédoncule.
 - f. Fibres longitudinales sous-infundibulaires.
 - w. Fibres circulaires sous-infundibulaires.
 - dt. Denticules infundibulaires.
 - a. Anneau corné.
- Fig. 11. A.** Extrémité du bras tentaculaire gauche. $\times 2$.
- cr₁. Rangée de crochets longs.
 - cr₂. Rangée de crochets courts.
 - pa. Plaque acétabulaire terminale.
 - pl. Plaque acétabulaire basale.
 - m. Mamelon dermal.
 - mn. Crête natatoire.
- B.** Plaque acétabulaire basale du bras droit.
- v. Ventouse correspondant au mamelon (m) de la plaque basale du bras gauche.
- Fig. 12.** *Onychoteuthis Lichtensteini*. Partie cornée d'un crochet de la rangée cr₂ (Fig. 11).
- ca. Cavité interne (acétabulaire).
 - s. Sillon médian résultant de la fusion d'une partie de l'ouverture acétabulaire.
 - i. Lame cornée correspondant à l'infundibulum.
 - e. Échancrure latérale servant de passage pour le système sanguin et nerveux.
- Fig. 13.** Partie cornée basale d'un crochet. Signification des lettres la même que dans la figure précédente.
- Fig. 14.** Une partie de la plaque acétabulaire terminale de l'*Onychoteuthis Lichtensteini*.





EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

Fig. 1. *Onychoteuthis Lichtensteinii*. Ventouse de la plaque acétabulaire terminale. $\times 67$.

- t. Muscles transversaux de l'extrémité du bras aplati (muscles radiaires).
- ms. Muscles hypodermaux (muscles circulaires).
- li. Muscles longitudinaux des bras.
- n. Nerf axial du bras.
- c. Fibres circulaires au fond de la ventouse.
- r. Faisceaux dilatateurs de la ventouse.
- f. Fibres sous-infundibulaires.
- s. Vaisseaux sanguins.
- ep. Epithélium du piston acétabulaire.
- a. Anneau corné.
- d. Denticules infundibulaires.

Fig. 2. *Sepioteuthis sepioïdea*. Coupe à travers le pédoncule d'une ventouse. $\times 170$.

- l. Muscles longitudinaux.
- r. Fibres radiaires se transformant en fibres circulaires.
- v. Vaisseaux sanguins.
- n. Nerf axial.

Fig. 3. *Onychoteuthis Lichtensteinii*. Ventouse du bras sessile. $\times 38$.

- l. Muscles longitudinaux.
- e. Muscles radiaires.
- n. Nerf axial.
- ci. Fibres circulaires inférieures.
- cs-cs₁. Fibres circulaires supérieures.
- c. Muscles circulaires du pédoncule.
- aa₁. Fibres circulaires sous-infundibulaires.
- tt₁. Fibres longitudinales du piston (muscles dilatateurs).
- p. Faisceaux transversaux du piston.
- ep. Epithélium cératogène (le cercle corné est enlevé).

Fig. 4. *Onychoteuthis Lichtensteinii*. Partie basale d'un crochet long. $\times 35$.

- br. Muscles longitudinaux du bras.
- bs. Couche conjonctive du bras.
- r. Fibres radiaires du bras.
- p. Muscles circulaires du bras.
- ms. Muscles appartenant au système radiaire.
- l. Fibres longitudinales du piston.
- ss₁. Fibres appartenant au système circulaire.
- tr. Fibres longitudinales sous-infundibulaires.
- f. Extrémités des muscles latéraux du pédoncule.
- a. Anneau corné.
- e. Epithélium cératogène.
- s. Muscles du bourrelet antérieur (sphincter).
- c. Tissu conjonctif du piston.
- cr. Crochet.

Fig. 5. Trois cellules épithéliales sous l'anneau corné.

- t. Tissu conjonctif.
- e. Cellules cératogènes.
- a. Anneau corné.

Fig. 6. *Echeneis remora*. Partie moyenne du disque de fixation dorsal. $\times 4$.

- a. Os interspinaux.
 - b. Os trabéculaires.
 - l. Lobe externe } des os trabéculaires.
 - h. Lobe interne }
 - c. Porte-dent.
 - ci. Prolongements dorsaux des porte-dents.
 - f,d,h. Muscles redresseurs des porte-dents.
 - i. Muscles rotateurs des os trabéculaires.
 - e. Muscles secondaires de la lame conjonctive intermédiaire.
 - k. Muscles marginaux.
 - s. Vaisseaux sanguins principaux.
- Fig. 7. *Lepadogaster Gouanii*. Disque acétabulaire ventral. $\times 2 \frac{1}{2}$.
- br. Rebord antérieur.
 - bph. L'excavation entre le rebord antérieur et la ventouse principale dorsale.
 - h. Muscles marginaux antérieurs (muscles extenseurs des rayons ptérygiens).
 - o.c.d. Muscles ptérygiens ventraux.
 - l. Faisceaux médians réunissant la crête autour du squelette des nageoires ventrales aux os radiocubitiaux.
 - 1-5. Rayons ptérygiens de la nageoire ventrale.
 - e. Muscle marginal antérieur de la ventouse.
 - q. Muscle marginal postérieur de la ventouse.
 - v. Excavation de la ventouse.
 - f. Sillon latéral.
 - r. Lamme tégumentaire marginale.
 - p. Lamme osseuse de la ventouse.
 - f. Muscles rétracteurs des lames osseuses.
 - a. Muscles moteurs de la lamme osseuse accessoire.
 - b. Faisceau commissural entre la lamme acétabulaire et le squelette des nageoires ventrales.
 - l. Muscle rétracteur du bord antérieur de la ventouse.
 - g. Muscle rétracteur du bord postérieur de la ventouse.
 - i. Muscles sous-mandibulaires.
 - n. Vaisseaux sanguins.
- Fig. 8. *Lepadogaster Gouanii*. Squelette du disque acétabulaire avec la disposition de la musculature de la ventouse proprement dite (un peu schématique).
- sc. Os scapulaire.
 - v. Squelette des nageoires pectorales.
 - yx. Squelette des nageoires ventrales.
 - 1-5. Rayons ptérygiens des nageoires ventrales.
 - ut. Ouvertures servant de passage aux muscles ptérygiens.
 - p. Lames osseuses de la ventouse proprement dite.
 - k. Lames accessoires.
 - w. L'os médian de la ventouse.
 - a. Muscles moteurs de la lamme accessoire.
 - b. Faisceau commissural entre la lamme acétabulaire et le squelette des nageoires ventrales.
 - l. Muscles rétracteurs du bord antérieur de la plaque osseuse p.
 - g. Muscles rétracteurs du bord postérieur de la ventouse.
 - e. Muscles marginaux antérieurs de la ventouse.
 - g. Muscle marginal postérieur de la ventouse.
 - sf. Muscles rétracteurs de la lamme acétabulaire.

2

4

5

1

d

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

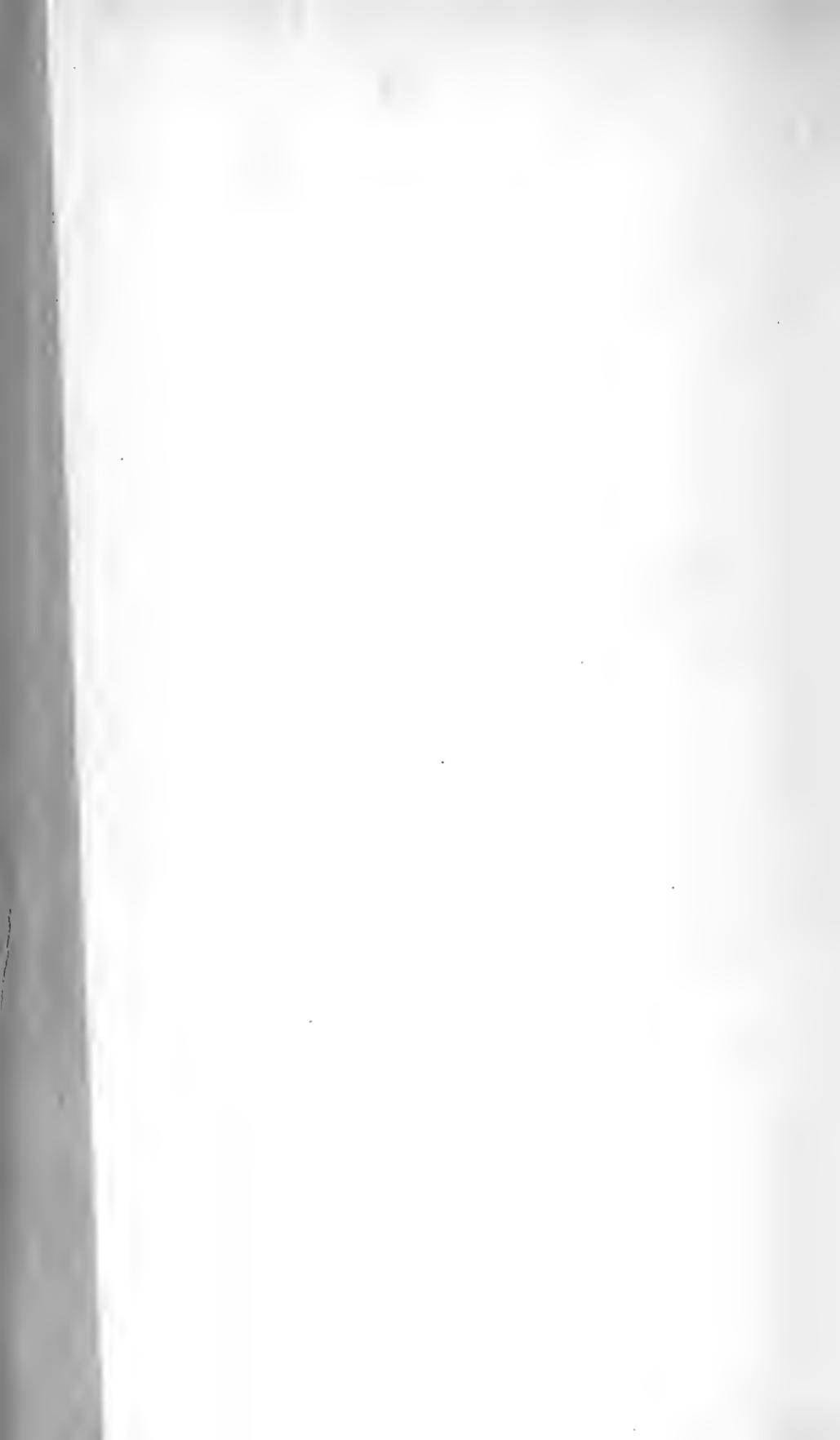
1

1

1

1







ERKLÄRUNG DER TAFEL VI

Die Figuren stellen einige unserer wichtigsten Arten aus der Gruppe der ächten Spinnen dar, welche ihres forstlichen Nutzens wegen hervorgehoben zu werden verdienen.

Fig. 1. Tetragnatha extensa.

Fig. 2. Linyphia montana.

Fig. 3. Micryphantes rubripes.

Fig. 4. Thomisus calycinus.

Fig. 5. Clubiona holosericea.

Die natürliche Grösse ist neben jeder Figur angegeben.

Fig. 2.

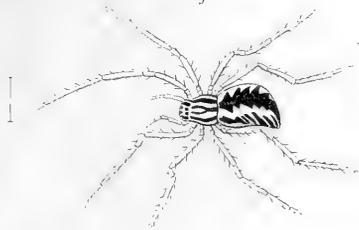


Fig. 1

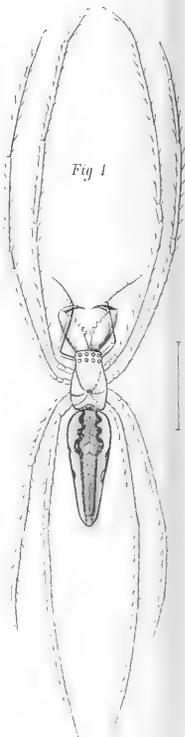


Fig. 4.

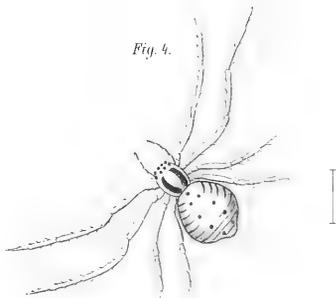


Fig. 5.

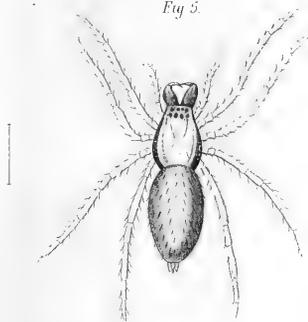
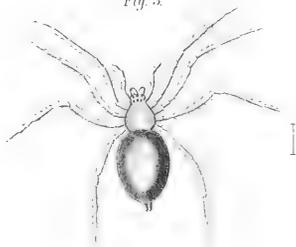
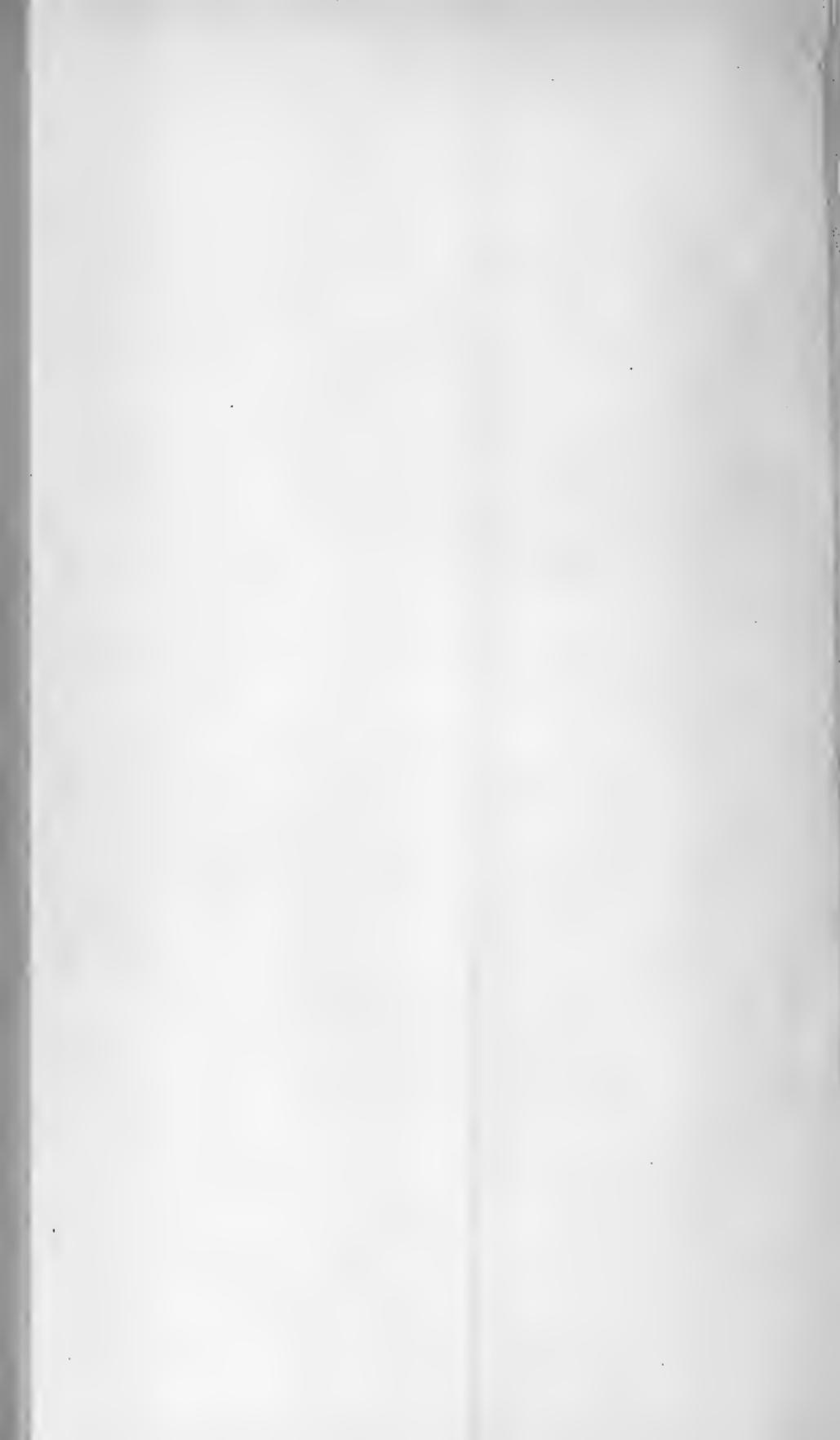
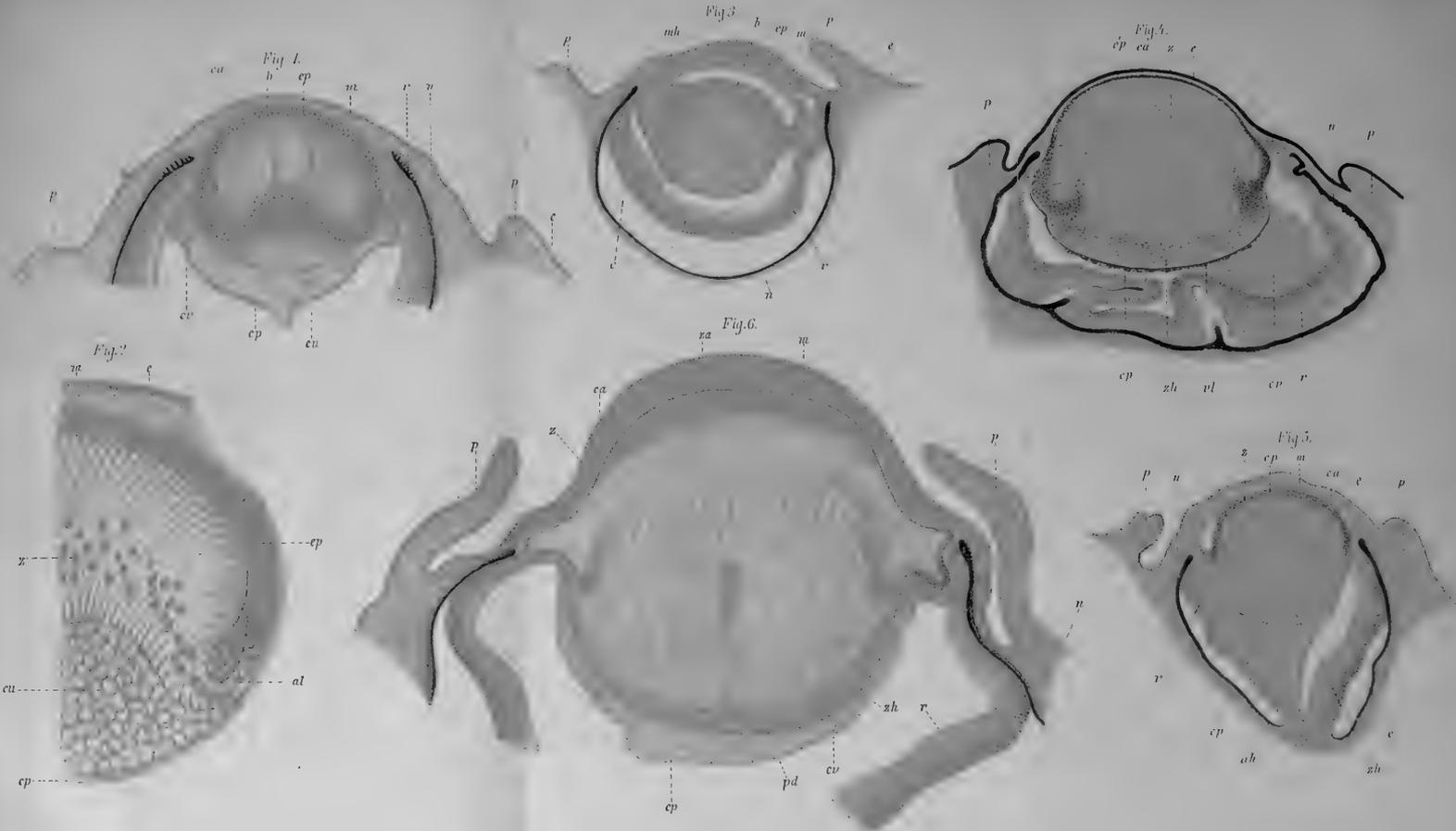
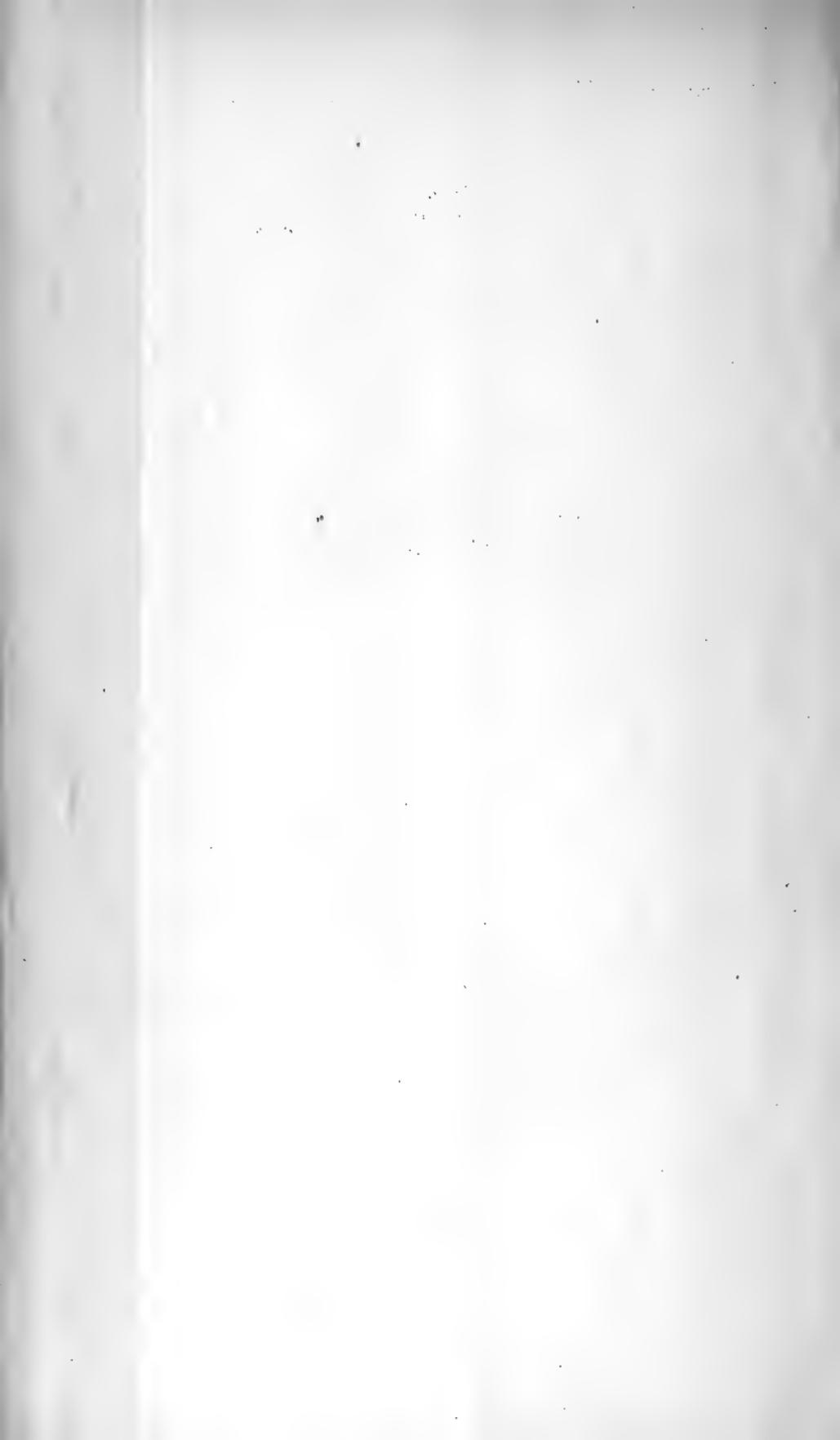


Fig. 3.









EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII

Fig. 7. (Embryon de porc de 125 mm. de longueur). Fragment de la capsule du cristallin. *v*, capillaires de la *vasculosa lentis*; *b*, tissu aréolaire; *c*, capsule du cristallin. — Gross. : 250 fois.

Fig. 8. (Cristallin d'un embryon de porc de 135 mm. de longueur). *ca*, capsule du cristallin; *ep*, épithélium antérieur; *z*, zone des noyaux (des fibres); *t*, tourbillon du cristallin; *et*, espace annulaire équatorial; *zh*, zone homogène postérieure; *cl*, vaisseaux de la capsule vasculaire, coupés en travers; *ba* et *bp*, branches antérieures et postérieures de l'axe de l'étoile; *n*, *n*, noyau du cristallin. — Gross. : 35 fois.

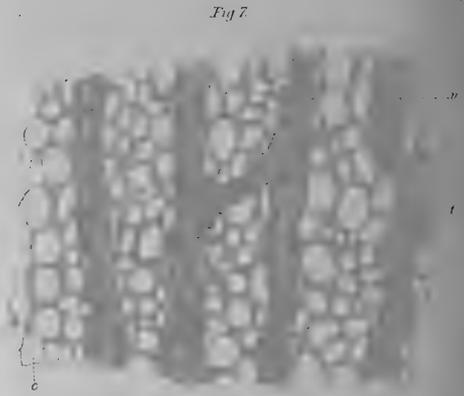
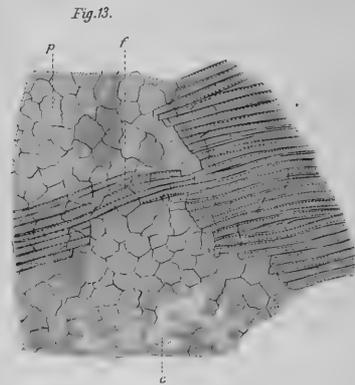
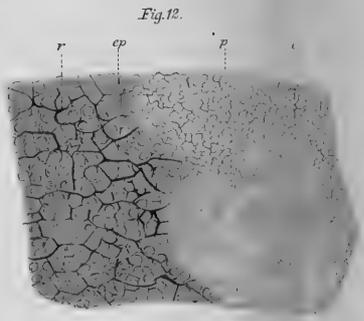
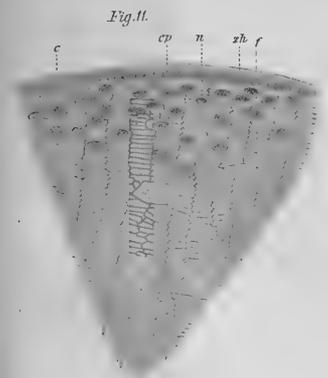
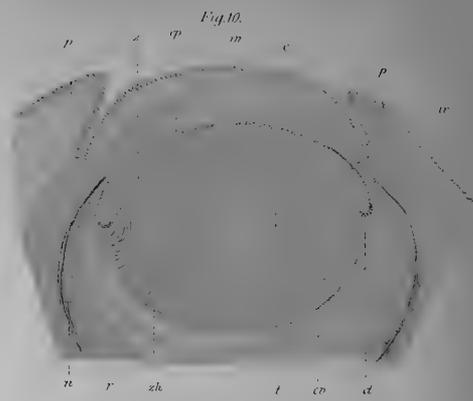
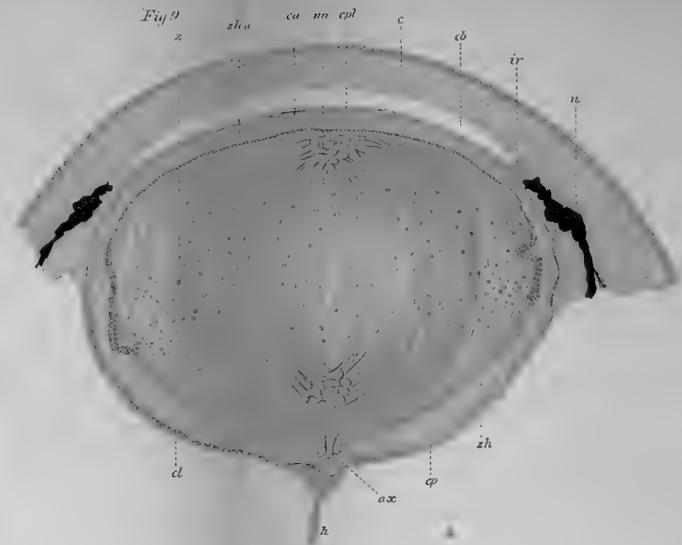
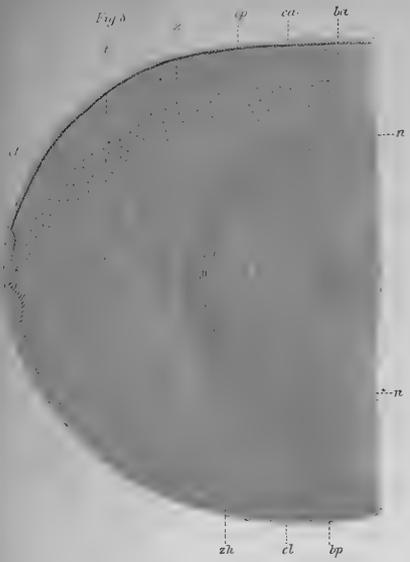
Fig. 9. (OEil d'un embryon humain de 3 mois). *c*, cornée; *cb*, chambre antérieure; *cpl*, membrane capsulo-pupillaire; *zha*, zone homogène antérieure; *ir*, rudiment de l'iris; *nm*, noyau du cristallin; *ax*, commencement de l'axe postérieur de l'étoile; *h*, filament de l'artère hyaloïde. Les autres lettres comme dans les figures précédentes. — Gross. : 70 fois.

Fig. 10. (OEil d'un embryon de mouton de 40 mm. de longueur). Lettres comme dans les figures précédentes. *et*, espace triangulaire. — Gross. : 35 fois.

Fig. 11. (Segment d'une coupe équatoriale du cristallin d'un nouveau-né). *c*, capsule; *zh*, zone homogène; *ep*, épithélium antérieur; *n*, noyaux de fibres; *f*, fibre de grandes dimensions. — Gross. : 250 fois.

Fig. 12. (Fragment de la capsule antérieure du cristallin d'un porc adulte; imprégnation d'argent). *c*, capsule; *p*, plaques épithélioïdes; *ep*, épithélium antérieur, *r*, réseau sous-épithélial. — Gross. : 250 fois.

Fig. 13. (Fragment de la capsule postérieure du cristallin d'un porc adulte; imprégnation d'argent). *c*, capsule du cristallin; *p*, plaques épithélioïdes; *f*, fibres cristalliniennes. — Gross. : 200 fois.





EXPLICATION DE LA PLANCHE IX

Fig. 1. Reconstruction des canaux de l'organe central d'un Rataire mesurant 0^{mm}, 62. AB = tronc principal. CDEFGH = autres troncs. O = ouverture des canaux qui vont déboucher dans le gastérozoïde central. *p* = parties du tronc principal qui ne présentent pas de lumen.

Fig. 2. Coupe transversale de l'organe central d'un Rataire mesurant 0^{mm}, 62. Grossissement 491 diamètres. *in* = couche cellulaire qui tapisse le pneumatophore. *cs* = canal supérieur. *cb* = amas de cnidoblastes. *gp* = paroi du gastérozoïde central.

Fig. 3. Formation de la crête du pneumatocyste, d'après une coupe horizontale de Rataire mesurant 5^{mm} de longueur et 4^{mm} de hauteur. Grossissement 56 diamètres.

Fig. 4. Figure schématique montrant la formation du pneumatocyste chez un jeune Rataire. 1 = chambre centrale du pneumatocyste. Les autres numéros indiquent les chambres d'après leur ordre d'apparition.

Fig. 5. Coupe horizontale d'un Rataire mesurant 2^{mm}, 2 de longueur et 3^{mm}, 5 de hauteur. Grossissement 56 diamètres. *oc* = organe central. *af* = canaux aérifères. *a* = cordons cellulaires. *d*¹ à *d*⁴ = prolongements en forme d'arête de la paroi du pneumatophore. *c* = canaux du pneumatophore. *m* = canaux du plancher. *pc* = pneumatocyste. *in* = couche cellulaire qui tapisse le pneumatophore. *ec* = ectoderme. — La coupe étant légèrement inclinée traverse à gauche le pneumatophore, à droite le plancher et le limbe.

Fig. 6. Partie d'une coupe horizontale d'un Rataire mesurant 4^{mm} de longueur et 2^{mm} de hauteur. Grossissement 384 diamètres. *ls* = lamelle de soutien. *pl* = prolongements latéraux de la lamelle de soutien. *r* = repli du pneumatocyste. Les autres lettres comme dans la figure précédente.

Fig. 7. ABC = trois grosses cellules des canaux supérieurs de l'organe central d'une Vélle adulte. Grossissement 615 diamètres. *n* = noyau de la cellule. *p* = corpuscules foncés en voie de formation. *b* = corpuscules foncés complètement formés. *v* = vacuole. *s* = corps ovoïde.

Fig. 8. Cellules des canaux du limbe d'une Vélle adulte. Grossissement 615 diamètres. *am* = amas protoplasmiques foncés. *n* = noyau.

Fig. 9. Partie d'un canal du limbe d'un Rataire mesurant 1^{mm} de longueur et 2^{mm} de hauteur. Grossissement 615 diamètres. *n* = noyau. *g* = granulations foncées. *f* = tissu amorphe enveloppant les canaux.

Fig. 10. Partie d'un canal supérieur de l'organe central d'un Rataire mesurant 4^{mm} de longueur. Grossissement 615 diamètres. *n* = noyau. *g* = granulations foncées. *h* = gaine du canal.



EXPLICATION DE LA PLANCHE X.

Le grossissement est de 300 en diamètre pour les 6 premières figures; de 120 en diamètre pour les 10 dernières.

Fig. 1. Fragment d'un jeune ovaire dessiné à l'état frais et traitement par l'acide acétique. *a.b.b'c.* noyaux contenus dans le syncytium.

Fig. 2. Jeune ovule provenant d'un ovaire traité par l'acide chromique (0,5 %) et coloré au carmin aluné.

Fig. 3. Ovule provenant du même ovaire.

Fig. 4. Coupe d'un jeune ovule fixé par l'acide chromique et coloré au carmin boracique.

Fig. 5. Coupes d'un ovule plus âgé traité de la même façon.

Fig. 6. Vésicule germinative d'un œuf presque mûr traité par l'acide chromique et coloré au carmin aluné.

Fig. 7. Coupe d'un œuf fécondé traité par l'alcool, l'acide picrique et coloré au picrocarminate.

Fig. 8. Partie périphérique de la coupe d'un œuf dont le vitellus formatif s'est segmenté. Traitement par l'acide chromique, coloration au carmin boracique.

Fig. 9. Premières cellules embryonnaires, vues d'en haut : *a.* cellules centrales. *b.* cellules latérales.

Fig. 10. Partie périphérique de la coupe d'un œuf plus développé.

Fig. 11. Partie périphérique de la coupe d'un œuf. *ec. ec.* cellules de l'ectoderme, *m. m. en* du mésoderme en voie de division.

Fig. 12. Coupe d'un œuf montrant l'étendue de l'épaississement formé par les trois feuilletts primitifs.

Fig. 13. Coupe longitudinale d'un œuf, montrant la disposition de la bandelette ventrale.

Fig. 14. Coupe transversale et antéro-postérieure d'un jeune embryon, la bandelette centrale a été rencontrée deux fois par la coupe.

Fig. 15. Coupe longitudinale médiane d'un embryon plus âgé, elle montre une dépression dorsale *d.* au-devant de laquelle se trouve l'amas cellulaire dorsal *a. c.*

Fig. 16. Coupe transversale d'un embryon encore plus âgé. *s. v.* sillon ventral.

EXPLICATION DES LETTRES QUI SE RAPPORTENT A TOUTES
LES FIGURES.

- n.* nucléole.
 - v.g.* vésicule germinative.
 - n.f.* noyaux des cellules folliculaires.
 - v.* vitellus.
 - c.* chorion.
 - g.v.* globules vitellins.
 - l.* lamelles de protoplasme.
 - v.f.* vitellus formatif.
 - v.n.* vitellus nutritif.
 - ec.* ectoderme.
 - m.* mésoderme.
 - en.* endoderme.
 - c.b.* cuticule blastodermique.
 - v.* vacuoles.
 - en'* cellules endodermiques intravitellines.
 - e.i.* éléments intravitellins.
 - d.* sillon dorsal.
 - a.c.* amas cellulaire dorsal.
-



EXPLICATION DE LA PLANCHE XI

Fig. 1-4. Individus de grande taille d'*Anoplophrya circulans*, traités par une solution d'acide osmique au centième. *n*, nucléus, présentant chez l'individu de la figure 2 une striation longitudinale très fine. *v, v*, vésicules contractiles formant une série parallèle au bord correspondant du corps. On en voit cinq chez les individus des figures 1 et 4, et une seule, la vésicule postérieure, chez les deux autres. Le réactif a rendu très apparentes les stries longitudinales qui correspondent aux rangées de cils vibratiles. Gross. 300.

Fig. 5, 6. Grands individus en voie de division.

Fig. 7. Individus de taille moyenne, dont l'un, *c*, en voie de division. Gross. 300.

Fig. 8. Individus de petite taille, dont trois, *d, e, f*, présentent une division plus ou moins avancée. Chez celui de la figure *f*, les deux moitiés se sont rabattues l'une contre l'autre, de manière à simuler une division longitudinale. *n*, nucléus ; *v*, vésicule contractile. Gross. 500.

Fig. 9. Globules du sang d'*Asellus aquaticus*. Gross. 500.

Fig. 10. Portion terminale d'une antenne de la seconde paire ou longue antenne. *a, a*, artère de l'antenne renfermant des parasites. La direction des flèches placées sur les côtés de la figure indique le sens du courant sanguin. La petite flèche recourbée qu'on voit dans le dernier article de l'antenne indique le point où le courant afférent devient courant efférent. Au point *x*, l'artère présente un orifice, percé dans sa paroi, par lequel un parasite quitte l'artère pour suivre un trajet rétrograde.

Fig. 11. Portion initiale du filet terminal d'une longue antenne. *a, a*, artère de l'antenne avec de nombreux parasites dans son intérieur et quelques globules sanguins, *g, g*. Les flèches indiquent la direction du courant. Au point *x* existe un orifice dans la paroi de l'artère, par lequel un certain nombre de parasites et de globules sanguins passent de l'artère dans la lacune veineuse de l'antenne, et reviennent en arrière avec le courant efférent. Dans la lacune veineuse, *lv, lv*, se trouvent quelques parasites de grande taille, dont l'un est attaché par son extrémité antérieure à la paroi externe de l'artère.

Fig. 12. Quatrième article de la portion basilaire de la longue antenne gauche, grossie 110 fois. *a, a*, artère ; *lv, lv*, lacune veineuse ; elles renferment l'une et l'autre un grand nombre de para-

sites, qui sont entraînés en sens opposé par les courants afférent et efférent.

Fig. 13. Portion terminale d'une antenne de la première paire ou courte antenne, grossie 110 fois. Elle est remplie de parasites de grande taille, qui ont arrêté le cours du sang dans son intérieur; *po, po*, papilles olfactives de l'antenne. *pa*, poils auditifs.

Fig. 14. Patte thoracique d'*Asellus aquaticus*, séparée par dilacération du corps, grossie 40 fois. Tous ses articles renferment des masses de parasites, dont quelques-uns de grande taille se voient dans les derniers articles de la patte.

Fig. 15. Appendice externe foliacé d'une fausse patte branchiale, grossi 60 fois. Dans sa cavité intérieure aplatie se voient de nombreux parasites qui se meuvent le long des bords de la lamelle.

Fig. 16. Portion du filet terminal d'une longue antenne rompue à son extrémité. Les parasites renfermés dans l'artère *a, a*, s'échappent par le bout rompu; les uns meurent immédiatement et se décomposent au contact de l'eau; les autres résistent à l'action de ce liquide et s'éloignent en nageant.

Fig. 17. Extrémité rompue d'une antenne, par laquelle sort un tube formé par l'hypoderme resté en place, *h*, et contenant lui-même le bout central de l'artère, *a*, dans lequel se trouvent quelques parasites.

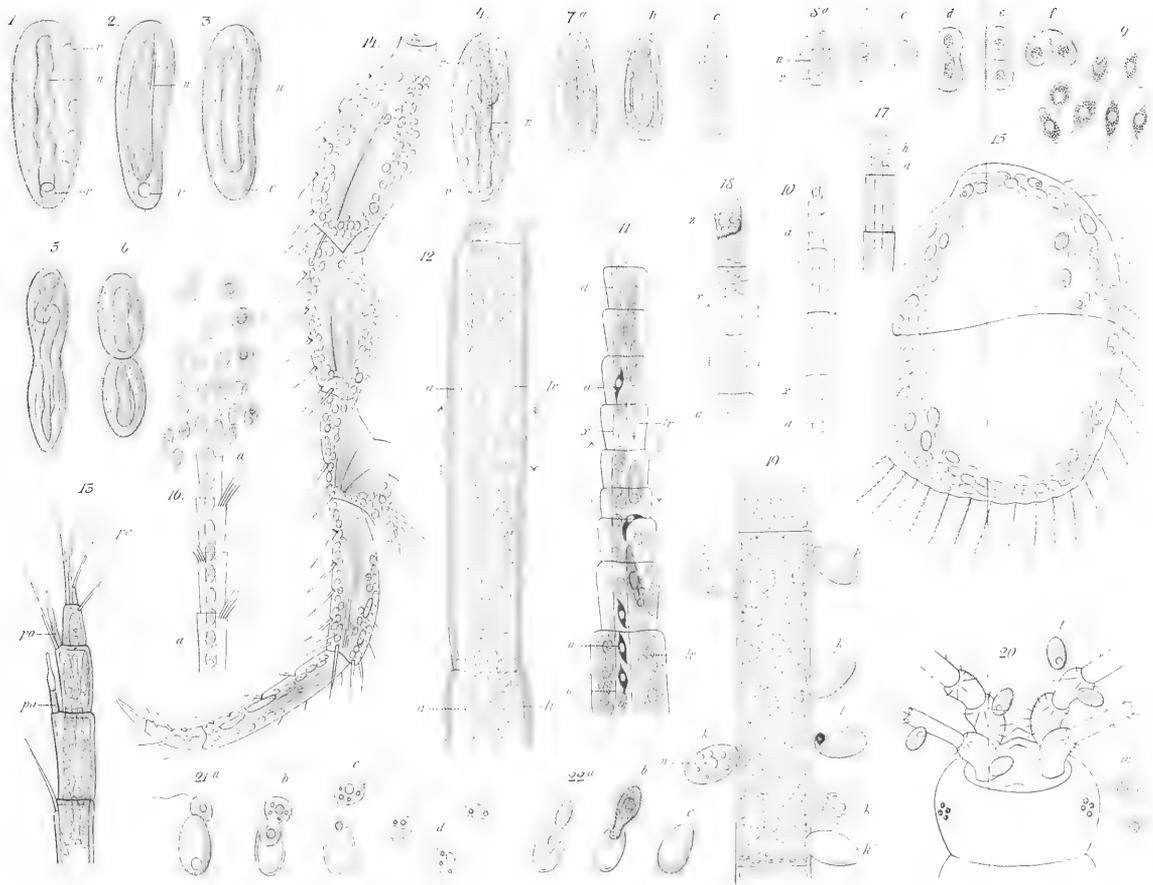
Fig. 18. Extrémité d'une antenne, dans laquelle s'est formé un bouchon cicatriciel, *z*, qui arrête la sortie des parasites. Au-dessous du bouchon la cavité de l'antenne contient une masse formée de parasites serrés les uns contre les autres et déformés par pression réciproque. Le sang artériel, arrêté dans son cours par cette masse, termine son circuit au point *x*, et passe dans la lacune veineuse par un orifice latéral de l'artère.

Fig. 19. Portion d'un filament de *Cladophora* sur laquelle se sont fixés quelques kystes d'*Anoplophrya circulans*. *k, k*, kystes récents et vivants; *k', k'', k'''*, kystes dont le contenu est plus ou moins altéré; *k''''*, kyste vide de son contenu; *l*, individu agile cherchant une place pour s'enkyster; *n*, nucléus d'un kyste altéré.

Fig. 20. Tête d'une Aselle avec la partie initiale des deux paires d'antennes, vue par la face dorsale. Quelques kystes d'*A. circulans* sont fixés sur les antennes; *l*, individu agile s'approchant d'une antenne; *m*, individus morts et altérés par imbibition aqueuse avant d'avoir pu s'enkyster.

Fig. 21. Kyste dont le contenu est dévoré par une Monade. Les figures *a, b, c*, montrent les phases successives de l'absorption du contenu du kyste par la Monade. *d*, Monade à l'état amiboïde.

Fig. 22. *a, b*, individu d'*A. circulans* sortant de son kyste et reprenant sa première forme; *c*, le kyste vide.





EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE XII.

Toutes les figures sont dessinées d'après des préparations de la haltère de *Calliphora vomitoria*. Toutes les préparations sont des coupes montées dans le Baume, à l'exception de fig. 7 et 8.

1. Coupe longitudinale de la base du balancier. *n.* nerf haltérien. *Pl. b.* plaque basale. *Pl. sc.*, *Pl. sc.*, les deux plaques scapales. *O. ch.* organe chordotonal. $\times 300$.

2. Coupe transversale de la base du balancier. *Pl. b.*, plaque basale. *O. ch.* organe chordotonal. $\times 300$.

3. Stylet chordotonal « à tête ronde » de *Leydig*. Baume du Canada. *tL.*, « tête » de *Leydig*. Image illusoire. $\times 900$.

4. Autres stylets de la même préparation. Le contour distal de la « tête » de *Leydig* a disparu. Image imparfaite. $\times 900$.

5. Autres stylets de la même préparation. On entrevoit la vraie tête au centre de la tête de *Leydig*. *tL.* tête de *Leydig*, *T.* vraie tête. $\times 900$.

6. Stylet de la même préparation. La vraie tête, *T*, nettement définie. *Ch. d.*, chorde distale, s'insérant sur les « épaulés » du stylet. $\times 900$.

7. Stylet dans le sirop de chloral. La tête (*T*) à lumen dilaté. *Ax.* fibre axiale (Axenfaser). La gaine apicale, qui était visible à l'état frais, n'est plus démontrée. $\times 900$.

8. Un autre stylet dans le sirop de chloral, représentant la « forme » à tête acuminée de *Leydig*. On reconnaît qu'il ne diffère de l'autre « forme » qu'en ce que les parois de la chorde distale embrassent étroitement la tête, dont les contours sont à peine visibles. *T*, tête. *Ch. d.* chorde distale, = contour de la « tête » de *Leydig*. $\times 900$.

9. Dômes de trois papilles d'une plaque basale, dessinés à trois mises au point. *a.*, plan supérieur. *b.*, plan moyen. *c.*, plan inférieur. Dessin fait d'après une coupe tangentielle qui n'a intéressé que les dômes des papilles; le fond des papilles avec la cuticule en place se trouve dans la coupe suivante, fig. 10. $\times 900$.

10. Coupe suivante, montrant les fonds des mêmes papilles, soit les pores, avec la cuticule en place. Au centre des pores se voit la coupe du fond du bourrelet. $\times 900$.

11. Coupe verticale pour montrer le profil de l'entonnoir. La

préparation n'ayant pas été suffisamment colorée, le bourrelet n'est pas démontré. $\times 900$.

12. Trois papilles de profil, en coupe optique. *p*, petit poil. $\times 900$.

13. Plaque scapale. Deux papilles et trois disques interpapillaires, vus de surface, à trois mises au point. *a*, plan supérieur. *b*, plan moyen. *c*, plan inférieur. *d*, disque. *p*, les papilles, dont on ne voit que les lèvres de la fente en *a*; tandis qu'en *b*, on voit le contour de l'entonnoir, et en *c*, le bourrelet. $\times 900$.

14. Trois papilles et trois disques interpapillaires vus de côté. Les papilles n'ayant pas été divisées par la coupe, mais restées entières, on ne voit pas l'entonnoir, qui est caché par les lèvres opaques (*l.p*) de la papille. $\times 900$.

(14ⁱ.) Deux disques isolés. *a*, vu de face. *b*, vu de dessous; on constate que chaque disque est composé de deux coquilles. $\times 900$.

15. Quatre papilles, quatre disques, et un demi-disque qui termine la série à gauche. Coupe verticale, transversale à l'axe de la fente papillaire. (Coupe réelle, les coupes optiques de papilles intactes ne permettent pas de découvrir l'entonnoir). *l.p*, lèvres papillaires en coupe. *d.d*, demi-disque ou coquille terminale. *l*, la « languette. » $\times 900$.

16. Trois papilles isolées (c'est-à-dire séparées des disques), dessinées sur une coupe verticale menée parallèlement à l'axe de la fente papillaire. En *c*, on voit le bourrelet coiffé d'un petit poil en glaive. $\times 900$.

17. Une papille et deux moitiés de disques prises dans la série dessinée en fig. 15. Petit poil visible dans l'entonnoir, qui est peu profond. *c.i*, côte interne du disque. *c.e*, côte externe. *f*, coupe de la fosse en fer à cheval. $\times 2700$.

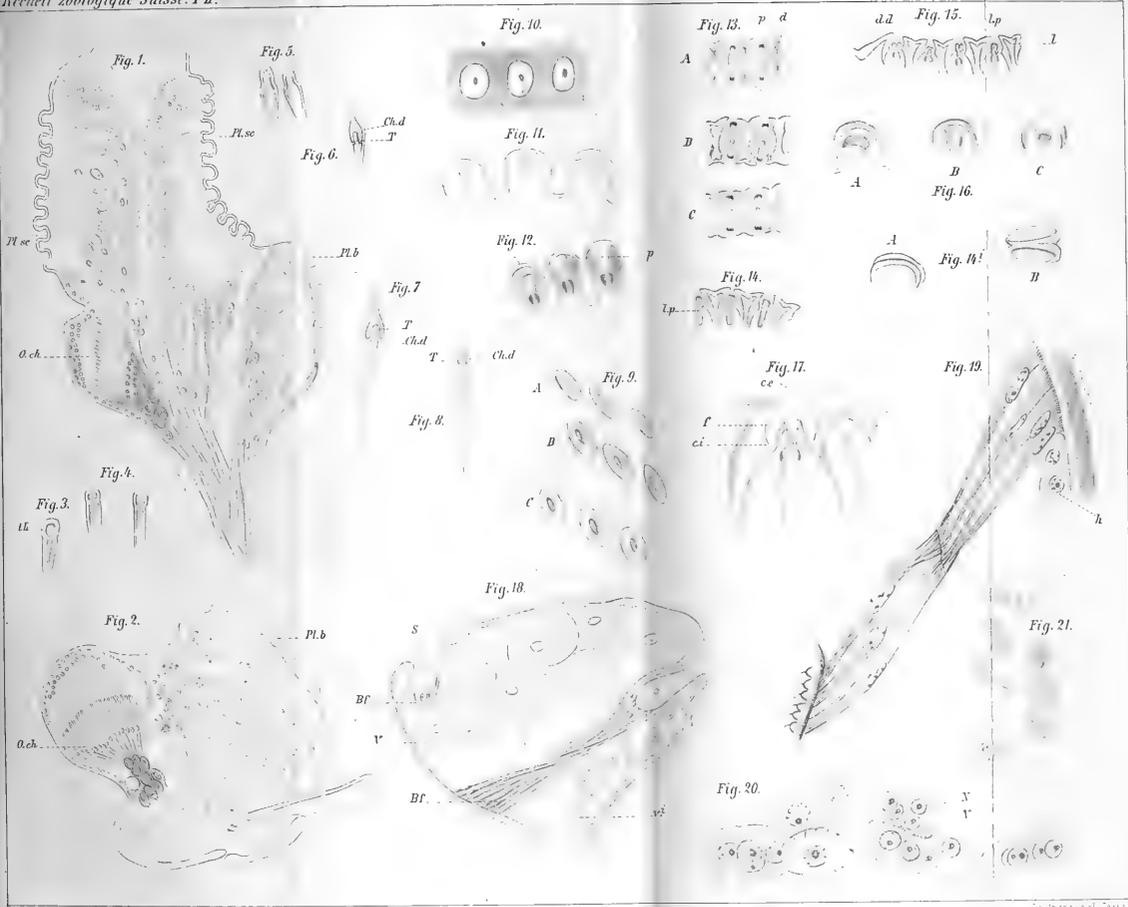
(Diamètre du bourrelet, $1,5\mu$; diamètre du poil, moins de $0,25\mu$.)

18. Bouton (*capitulus*) du balancier. Coupe horizontale. *Bf.*, *Bf.*, bande fibreuse hélicoïde. *V*, cellules vésiculeuses dans la chambre supérieure. *v*ⁱ, cellules sphéroïdales de la chambre inférieure. $\times 250$.

19. Partie de la bande fibreuse. Coupe faite sur un sujet plus jeune. La membrane basilaire (basement membrane) se voit encore sur la ligne médiane de la bande. Cellules fibreuses à stries longitudinales. *h*, cellules hypodermiques non modifiées. $\times 600$.

20. Cellules vésiculeuses de la chambre supérieure d'un sujet jeune, subissant la transformation adipeuse. *V*, leurs vacuoles remplies de graisse. *N*, noyaux, en général au nombre de quatre. $\times 500$.

21. Cellules sphéroïdales de la chambre inférieure. Quelques-unes ont deux noyaux, et quelques-unes commencent à se vacuoler. $\times 500$.





EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII.

Fig. 1. Chien (I) avec lésion spinale entre la 2^{me} et la 3^{me} paire cervicale. Coupe faite au niveau de la cicatrice et montée dans la glycérine ; gross. 3 1/2 fois. G., moitié gauche ; D., droite ; r. an., racines antérieures ; s. p., portion ascendante du n. spinal ; l. d., ligament dentelé ; ar., arachnoïde ; d. m., dure-mère ; t. cic., tissu cicatriciel.

Fig. 2. Le même. 3^{mm} au-dessous de la cicatrice, dans le voisinage de la 3^{me} paire cervicale ; f., foyer circonscrit dans les cordons postérieurs.

Fig. 3a et 3b. Le même. Taches de la dégénération descendante dans les cordons latéraux au niveau de la 4^{me} paire cervicale et dans la partie supérieure de la région dorsale. Grandeur naturelle.

Fig. 4a. Le même. Entre la 3^{me} et la 4^{me} paire cervicale. D. d., dégénération descendante.

Fig. 4b. Le même. Entre la 6^{me} et la 7^{me} paire dorsale.

Fig. 4c. Entre la 1^{re} et la 2^{me} paire lombaire.

Fig. 5a et 5b. Chien (II) avec lésion spinale entre la 5^{me} et la 6^{me} paire cervicale ; et avec l'extirpation corticale dans l'hémisphère gauche pour laquelle v. Pl. II, fig. 6. — Taches de dégénération descendante dans les parties supérieure et moyenne de la région dorsale. Grandeur naturelle.

Fig. 5c. Le même. Taches de dégénération ascendante dans les cordons postérieurs et latéraux.

Fig. 6a. Le même. Au niveau de la 1^{re} paire cervicale. Dégénération ascendante.

Fig. 6b. Le même. Entre la 1^{re} et la 2^{me} paire cervicales. Dégénération ascendante ; en plus d. dc., dégénération descendante d'origine corticale.

Fig. 6c. Le même. Entre la 3^{me} et la 4^{me} paire cervicale.

Fig. 6d. Le même. Au niveau de la 6^{me} paire cervicale ; au-dessous de la cicatrice ; dégénération descendante. Pour le reste v. le texte.

Fig. 6e. Le même. Entre la 3^{me} et la 4^{me} paire dorsale.

Fig. 7a. Chien (III) avec lésion spinale au niveau de la 1^{re} paire cervicale. 8^{mm} au-dessous de la cicatrice, dans le voisinage de la 2^{me} paire cervicale. Dégénération descendante.

Fig. 7b. Le même. Entre la 3^{me} et la 4^{me} paire cervicale.

Fig. 8. Chien (IV) avec lésion spinale entre la 4^{me} et la 5^{me} paire cervicale. Trou dans la moitié droite de la moelle à 1^{mm} au-dessus de la cicatrice.

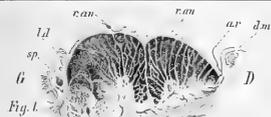


Fig. 1.

Fig. 2. *l.c.c.*



Fig. 8.



Fig. 5 c



Fig. 3 a



Fig. 3 b



Fig. 5 a



Fig. 5 b



Fig. 6 d

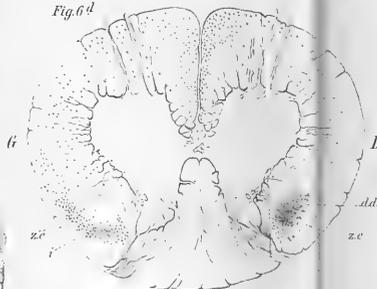


Fig. 6 b

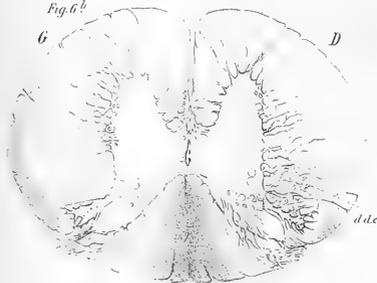


Fig. 7 b

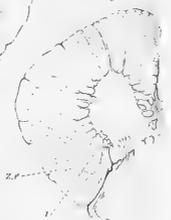


Fig. 6 a



Fig. 7 a



Fig. 4 a



Fig. 4 b

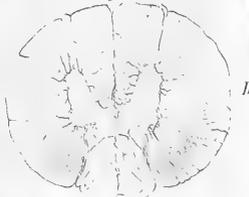


Fig. 6 e

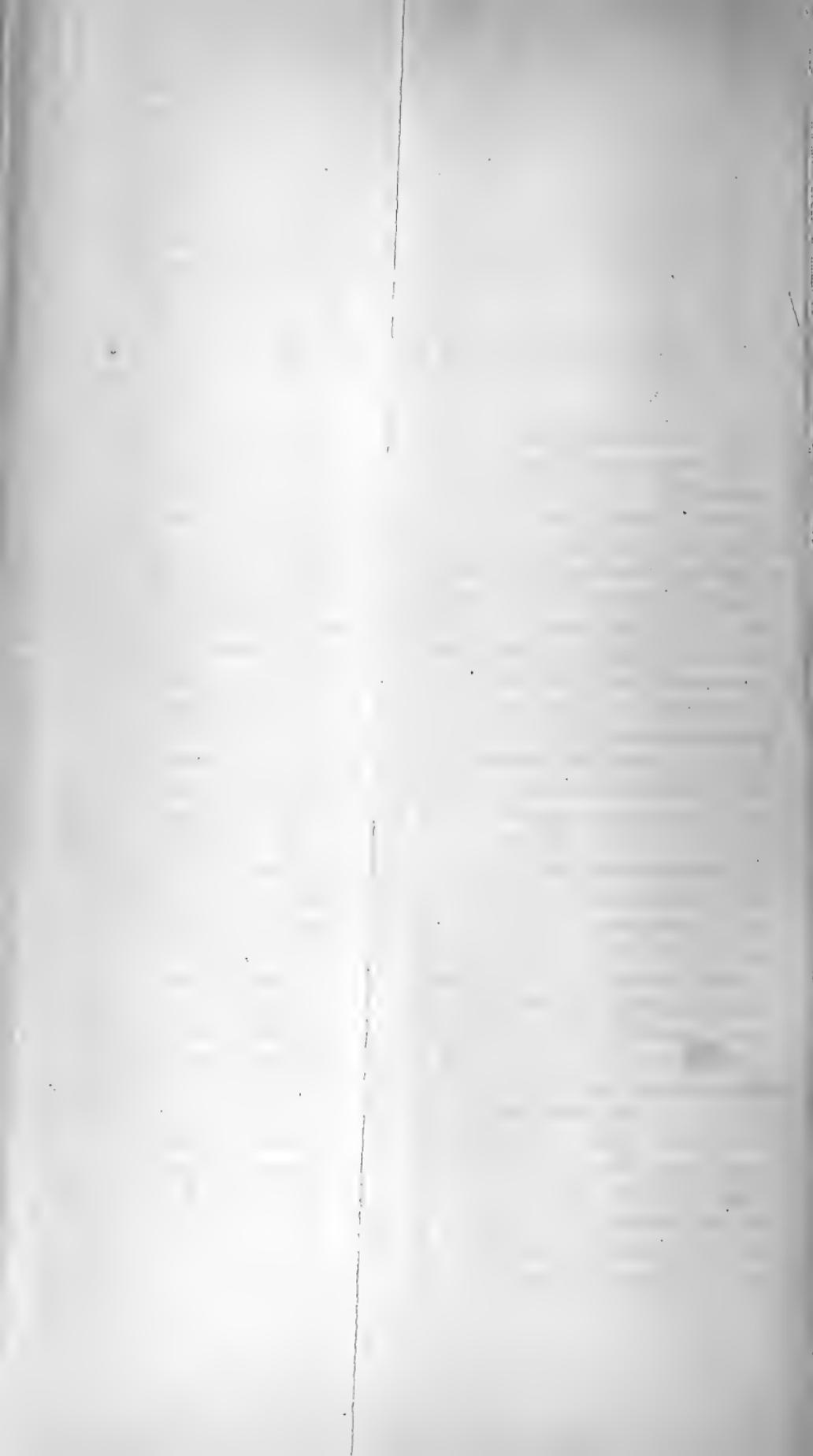


Fig. 6 c



Fig. 4 c





EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV.

Fig. 1. Coupe perpendiculaire frontale du cerveau d'un chien qui a subi une extirpation étendue de la région excitable du côté gauche depuis 9 semaines. Dessinée d'après nature après le durcissement dans le bichromate de potasse. Grandeur naturelle. La coupe est faite à 5^{mm} en arrière du sillon crucial du côté non opéré; à 3 1/2^{mm} en arrière du genou du corps calleux et à 5^{mm} en avant du chiasma des nerfs optiques. G., hémisphère gauche; D., hémisphère droit; *t. cic.*, tissu cicatriciel adhérent à l'hémisphère gauche. Les signes symboliques indiquant les sillons et les circonvolutions sont ceux qui ont été adoptés dans l'ouvrage de Langley cité dans le texte. *Sillons* : *c. r.*, sillon crucial; *p. cr.*, post-crucial; *cor.*, coronaire; *a. s. sy.*, sillon qui forme la limite inférieure de la 3^{me} circonvolution externe antérieure de Leuret (anterior supra-sylvian, Langley); *a. e. sy.*, sillon qui forme la limite inférieure de la 2^{me} circonvolution externe antérieure de Leuret (anterior ecto-sylvian, Langley); *rh.*, sillon du lobe olfactif (rhinal, Langley). Du côté droit la coupe tombe juste au niveau de l'entrecroisement entre le sillon « sus-orbitaire » et celui du lobe olfactif; du côté gauche elle tombe un petit peu en avant de cet entrecroisement. *s. or.*, sillon sus-orbitaire (supra-orbital, Langley.) *Circonvolutions* : P.S.G. Région du gyrus sigmoïde située en arrière du sillon crucial (p. limb. of sigm. gyrus) C.O.R., partie antérieure de la 3^{me} circonvolution externe (coronal) A.E.Sy. Partie antérieure de la 2^{me} circonvolution d'après Leuret (ant. e. sylv.). A.C. Circonvolution qui longe la partie inférieure du sillon « sus-orbitaire » (anterior composite). O.R. Circonvolution orbitaire (sus) de Leuret. Oh., lobe olfactif.

Fig. 2a-2e. Taches de la dégénération secondaire descendante dans la moelle épinière du chien dont la lésion cérébrale est représentée dans la fig. 1. Entre la 1^{re} et la 2^{me} paire cervicale; 4^{me}-5^{me} paire cervicale; 7^{me}-8^{me} paire cervicale; entre la 2^{me} et la 3^{me} paire dorsale; 6^{me}-7^{me} dorsale.

Fig. 3. Dégénération sec. descendante de 11 mois chez un chien

avec extirpation étendue de l'écorce excitable du cerveau. Entre la 5^{me} et la 6^{me} paire cervicale.

Fig. 4a. Chien avec extirpation profonde dans l'hémisphère gauche faite en avant du sillon crucial. Coupe perpendiculaire frontale à 8^{mm} en avant du chiasma des nerfs optiques.

Fig. 4b. Le même. Coupe perpendiculaire frontale faite en arrière de la précédente, à 6^{mm} de distance en avant du sillon crucial du côté opéré et à 8^{mm} en avant du même sillon du côté non lésé. Le plan de la coupe est un peu oblique de haut en bas et d'avant en arrière, de sorte que la base du cerveau est coupée au niveau du chiasma des nerfs optiques. P.R., circonvolution qui longe la grande scissure interhémisphérique (prorean). A.S.G. Région du gyrus sigmoïde située en avant du sillon crucial (a. limb of sigm. gyrus). Tous les autres symboles ont la même signification que dans la figure 1. Le sillon *a. s. sy.*, avance dans ce cas jusqu'à arriver en contact avec le sillon *s. or.*

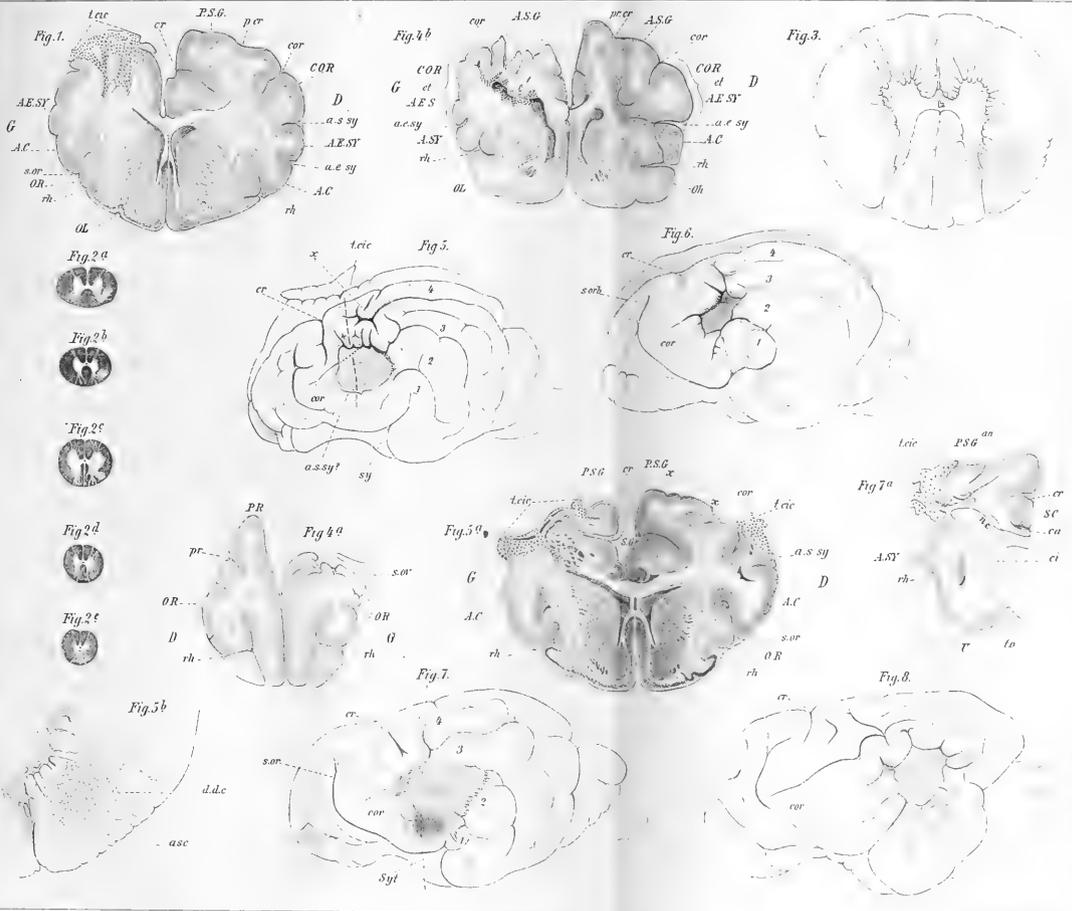
Fig. 5. Chien opéré au cerveau de deux côtés. La figure représente le siège d'extirpation dans l'hémisphère droit. On voit en même temps une partie du tissu cicatriciel qui est resté adhérent au niveau de l'extirpation du côté gauche. La région extirpée est ombragée par des traits parallèles. Les chiffres 1, 2, 3, 4 indiquent les circonvolutions d'après Leuret.

Fig. 5a. Coupe frontale du même cerveau faite à 6^{1/2}^{mm} en arrière du sillon crucial droit, à 4^{mm} en avant du chiasma des nerfs optiques, à 3^{1/2}^{mm} en arrière du genou du corps calleux. Les différents points de la surface de l'hémisphère droit par lesquels la coupe a été conduite sont indiqués dans la figure précédente par une ligne à traits interrompus. Les symboles ont la même signification que dans les figures précédentes. S.C., circonvolution qui longe le corps calleux (supra-callosal).

Fig. 5b. Le même chien. Segment postérieur du cordon latéral droit. *d. dc.*, Dégénération sec. descendante de 10 semaines entre la 3^{me} et la 4^{me} paire cervicale. *asc.*, faisceau cérébelleux.

Les figures 6, 7 et 8 représentent l'hémisphère gauche de trois autres chiens, qui ont subi des extirpations décrites dans le texte.

Fig. 7a. Coupe frontale de l'hémisphère gauche du cerveau, représenté dans la fig. 7. Le plan de la coupe est indiqué dans cette dernière figure par une ligne à traits rapprochés. La base du cerveau est divisée juste à la limite entre le chiasma et la bandelette optique. U., lobe d'hippocampe. A.SY. Partie antérieure de la circonvolution sylvienne (anterior sylvian). *t. o.*, entre le chiasma et la bandelette optique. *c. a.*, corps calleux; *c. i.*, capsule interne; *n. c.*, noyau caudé.





EXPLICATION DE LA PLANCHE XV.

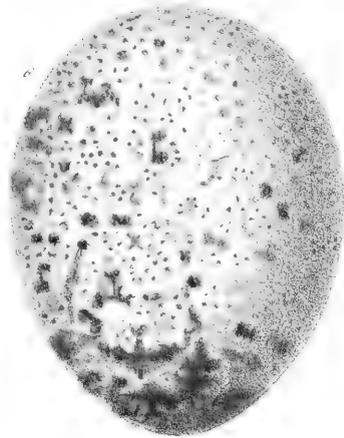
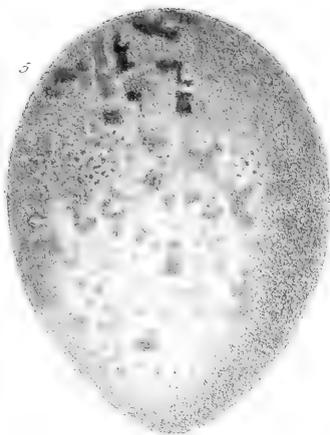
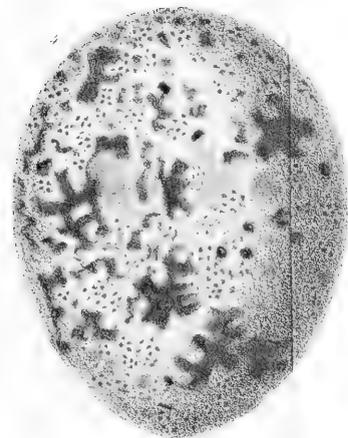
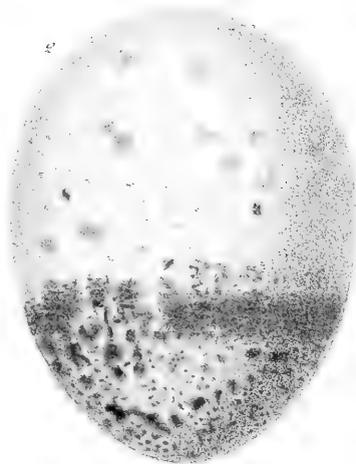
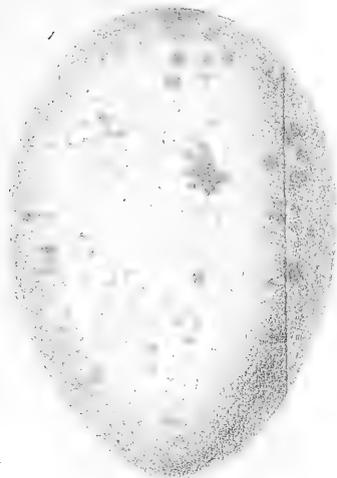
OEufs du vautour moine (*Vultur Monachus* LINNÉ).

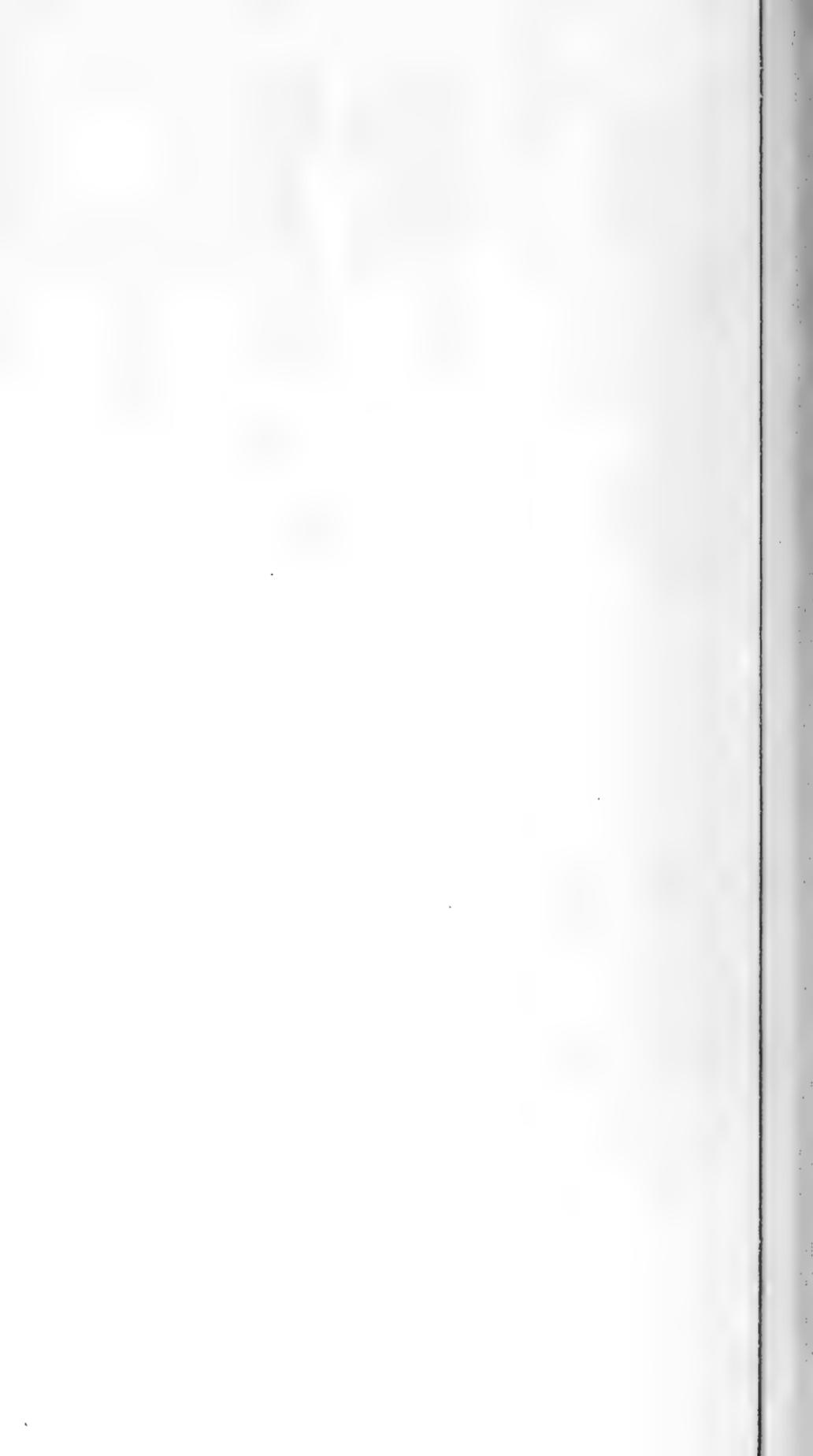
Fig. 1 à 6. Diverses variétés $\frac{2}{3}$ de grandeur naturelle.

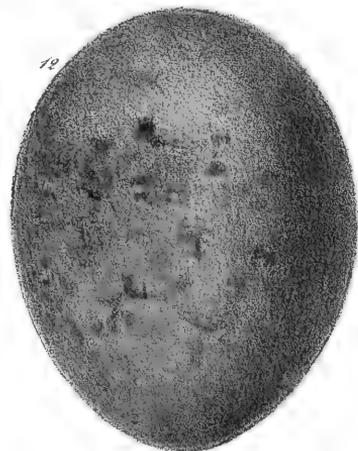
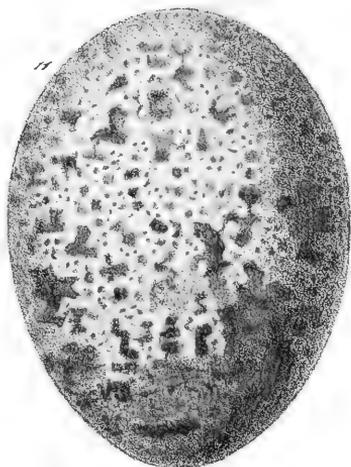
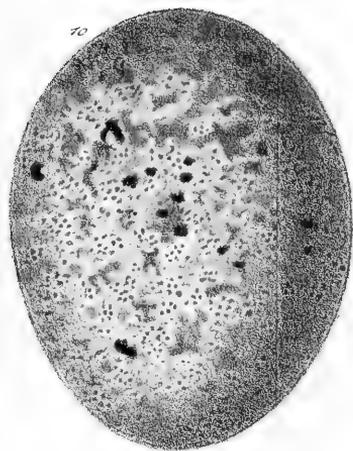
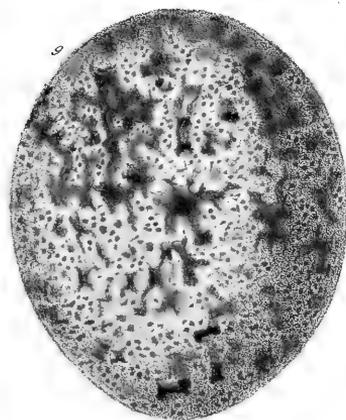
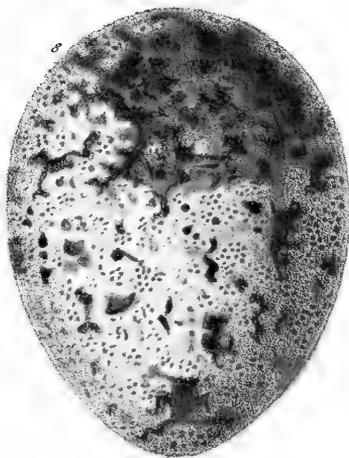
EXPLICATION DE LA PLANCHE XVI.

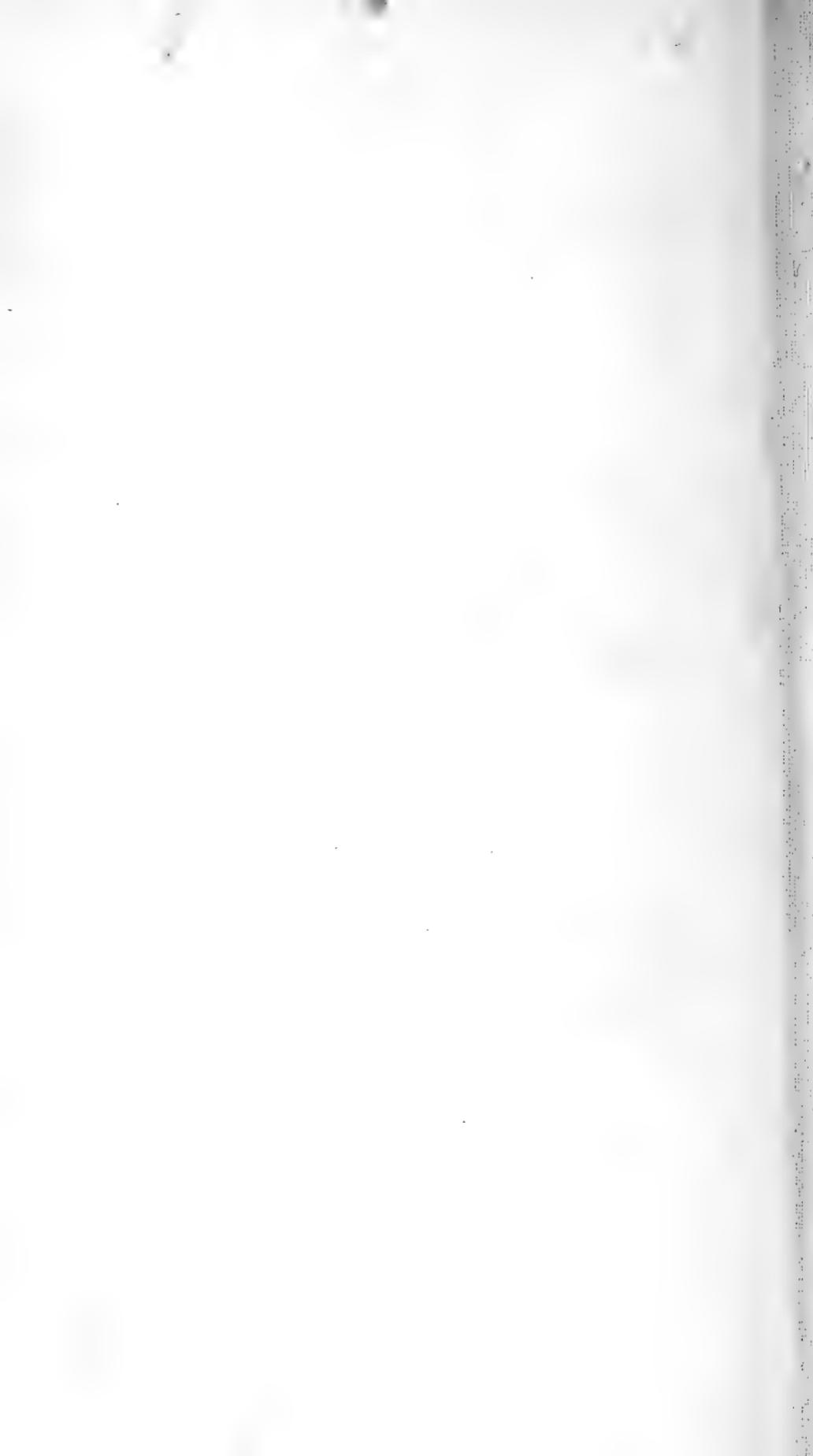
OEufs du vautour moine (*Vultur Monachus* LINNÉ).

Fig. 7 à 12. Diverses variétés $\frac{2}{3}$ de grandeur naturelle.









EXPLICATION DE LA PLANCHE XVI bis ¹.

Fig. 1. Oeuf de *Chironomus* sp. immédiatement après la ponte, à l'état vivant. Le vitellus est déjà divisé en une couche corticale claire et homogène, couche plasmique primaire (blastème germinatif de WEISMANN) et une masse centrale granuleuse.

Fig. 2 à 5. Oeufs pendant la formation des globules polaires et cellules sexuelles primitives, CS. On observe presque toujours, à cette période, aux deux pôles de l'oeuf, des gouttelettes plasmiques, gp, exprimées du vitellus par l'effet de sa contraction.

Fig. 6. Les huit cellules sexuelles primitives sont complètement formées au pôle postérieur. Quelques gouttelettes plasmiques sont encore visibles auprès de ces cellules, et il en existe aussi quelques-unes au pôle antérieur. A ce pôle, la couche plasmique primaire commence à présenter à sa surface un aspect légèrement onduleux, premier indice de la formation du blastoderme.

Fig. 7. Phase plus avancée de la formation du blastoderme. Le vitellus commence à s'allonger de nouveau à ses deux extrémités, refoulant le groupe des cellules sexuelles contre la membrane d'enveloppe, au pôle postérieur. Au pôle antérieur, les gouttelettes plasmiques ont disparu, laissant à leur place des amas de fines granulations.

Fig. 8. Le vitellus occupe de nouveau toute la cavité de la membrane d'enveloppe et présente sur toute sa surface un blastoderme régulier, mais formé de cellules encore courtes. Au pôle postérieur, l'amas des cellules sexuelles commence à s'élever au-dessus du bord du blastoderme pour pénétrer dans le vitellus.

Fig. 9. Une nouvelle couche de plasma vitellin, couche plasmique secondaire (blastème germinatif interne de WEISMANN), s'est formée entre le blastoderme et le vitellus granuleux. L'oeuf, éclairci au pôle postérieur par le retrait des granulations vitellines, laisse apercevoir nettement l'amas formé par les cellules polaires.

Fig. 10 et 11. Portion fortement grossie de la surface de l'oeuf montrant l'allongement progressif des cellules blastodermiques vers le vitellus par la pénétration des sillons qui les séparent dans la couche plasmique secondaire. Les lignes courbes ponctuées qu'on

¹ Toutes les figures de cette planche et de la suivante représentant l'embryon dans l'oeuf ont été dessinées à la chambre claire, à un grossissement de 180 diamètres. Pour les autres figures, le grossissement varie et se trouve indiqué dans l'explication de la figure.

En raison du peu d'importance que les membranes embryonnaires (enveloppe séreuse et amnios) présentent pour le sujet traité dans le Mémoire, on ne s'est pas attaché à les représenter dans toute leur étendue; elles sont même entièrement omises dans quelques oeufs (fig. 16, 20, 21).

voit dans la figure 10 à l'intérieur de la couche plasmique indiquent schématiquement les progrès de cette pénétration.

Fig. 12. Le blastoderme complètement formé se compose de longues cellules prismatiques étendues jusqu'à la surface du vitellus granuleux. Au pôle postérieur, on voit le groupe des cellules sexuelles placé dans une petite excavation du blastoderme.

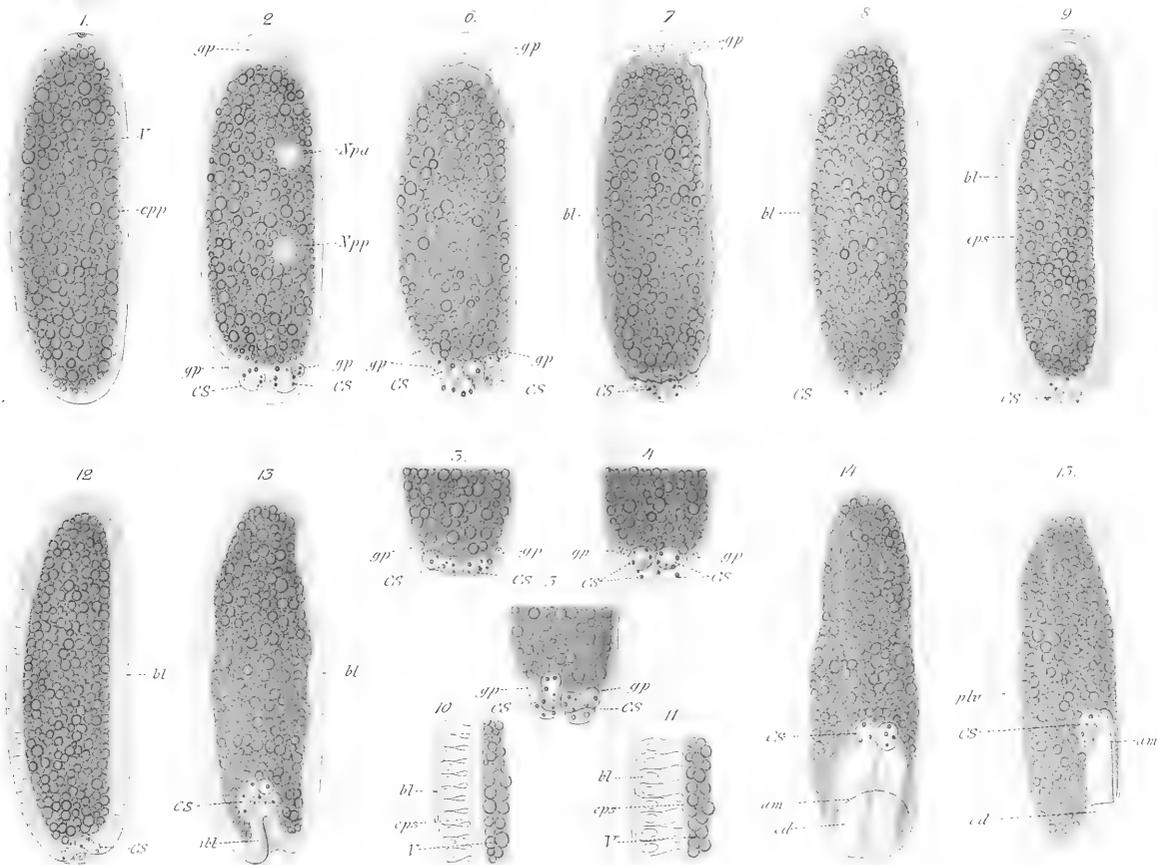
Fig. 13. L'excavation blastodermique du pôle postérieur s'est accrue et s'élève sous forme d'une saillie à l'intérieur du vitellus ; son sommet est surmonté des cellules sexuelles, rapprochées, sans se comprimer, en un amas arrondi. On aperçoit au bord convexe ou ventral de l'œuf une constriction semi-circulaire du blastoderme, qui disparaît dans la suite du développement.

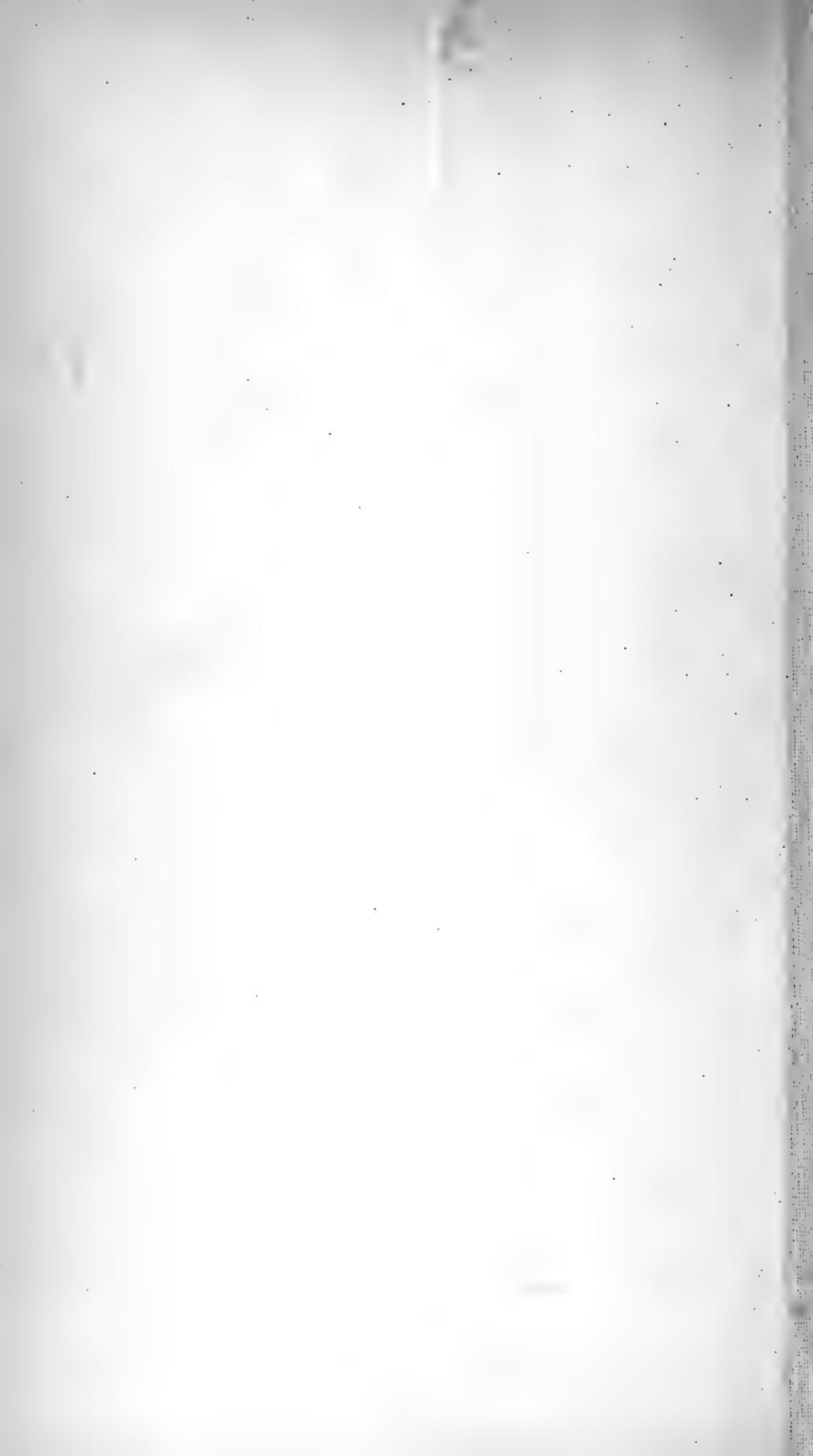
Fig. 14. Oëuf vu par la face dorsale.

Fig. 15. — Le même vu de profil. La partie invaginée du blastoderme au pôle postérieur s'est élevée jusqu'au tiers environ de la longueur de l'œuf en remontant le long de la face dorsale. Sa lame antérieure épaissie, *cd*, forme le rudiment caudal de l'embryon, représenté encore par une simple plaque ventrale, *plv* ; sa lame postérieure amincie, *am*, constitue le repli caudal de l'amnios. La masse formée par les cellules sexuelles, *CS*, s'est divisée en deux masses secondaires, placées symétriquement de chaque côté de la ligne médiane de l'extrémité caudale de l'embryon, à la face interne de cette extrémité. Chacune des masses sexuelles secondaires est formée de deux cellules seulement, par fusion binaire des huit cellules polaires primitives. La ligne de séparation des deux cellules de chaque masse n'est pas visible dans les deux figures.

Dans toutes les figures, les lettres suivantes désignent :

<i>a.</i> anus.	<i>gls.</i> glandes salivaires.
<i>am.</i> amnios.	<i>Gls.</i> glandes sexuelles.
<i>apa.</i> appendices anaux.	<i>gp.</i> gouttelettes plasmiques.
<i>at.</i> antenne.	<i>ibl.</i> invagination blastodermiq.
<i>bl.</i> blastoderme.	<i>Im.</i> intestin moyen.
<i>bvm.</i> bande vitelline médiane.	<i>Ip.</i> Intestin postérieur.
<i>c.</i> cerveau.	<i>ls.</i> lèvre supérieure ou labre.
<i>cd.</i> portion caudale de l'embryon.	<i>m.</i> tubes de Malpighi.
<i>cph.</i> plaques céphaliques.	<i>md.</i> mandibule.
<i>cpp.</i> couche plasmique primaire.	<i>mx¹.</i> 1 ^{er} maxillaire.
<i>cps.</i> couche plasmique secondaire.	<i>mx².</i> 2 ^{me} maxillaire (lèvre infér.)
<i>CS.</i> cellules sexuelles (globules polaires).	<i>Npa.</i> noyau polaire antérieur.
<i>fp¹.</i> fausses pattes antérieures.	<i>Npp.</i> noyau polaire postérieur.
<i>fp².</i> fausses pattes postérieures.	<i>œ.</i> œsophage (intestin antér.).
<i>g¹.</i> 1 ^{er} ganglion ventral.	<i>pceph.</i> procephale.
<i>g².</i> 2 ^{me} ganglion ventral.	<i>plv.</i> plaque ventrale.
	<i>s.</i> enveloppe séreuse.
	<i>sv.</i> sac vitellin.
	<i>V.</i> vitellus.





EXPLICATION DE LA PLANCHE XVII.

Fig. 16 et 17. Embryon au stade où le rudiment caudal s'est allongé jusqu'à toucher par son extrémité le bord postérieur des plaques céphaliques. Dans la figure 16, l'embryon est vu par la face dorsale ; dans la figure 17 il est vu de profil. On voit, vers l'extrémité de la queue, les deux groupes de cellules sexuelles placées symétriquement de chaque côté de la ligne médiane, et composés chacun de deux cellules, qui se montrent ici distinctement séparées. Dans la vue dorsale de l'embryon, ces deux groupes sont aperçus par transparence à travers le rudiment caudal, à la face interne duquel ils sont placés ; dans la vue de profil, on les voit sous la partie recourbée de la queue, et plongés au sein de la masse vitelline.

Fig. 18. Stade plus avancé. La contraction de la plaque ventrale a ramené la queue vers le pôle postérieur qu'elle n'a pas encore complètement atteint. Les cellules sexuelles de chaque glande paraissent confondues en une seule masse, leur ligne de séparation n'étant pas visible chez cet embryon. Ces cellules se sont placées au-dessus de l'extrémité recourbée de la queue, dans laquelle s'est formé le canal, terminé en cul-de-sac, qui représente l'intestin postérieur. A l'extrémité antérieure de l'embryon, on voit un canal semblable, mais plus long, formé par l'intestin antérieur ou œsophage, *œ*. La majeure partie du vitellus s'est séparée du reste pour constituer le sac vitellin, *sv*, rudiment de l'intestin moyen. Une autre portion du vitellus forme la bande vitelline médiane, *bvm*, dont l'extrémité postérieure cache en partie les cellules sexuelles, *CS*. Cette extrémité a été omise dans la figure pour montrer plus distinctement ces dernières.

Fig. 19. La queue contractée de l'embryon est arrivée tout à fait au pôle postérieur et constitue l'extrémité postérieure de l'abdomen, où l'on aperçoit le cul-de-sac rectal s'ouvrant au dehors par l'anus. Dans l'espace compris entre le cul-de-sac rectal, le sac vitellin, *sv*, et la bande vitelline médiane, *bvm*, se voient les masses sexuelles, *CS*, en partie cachées encore sous les granulations vitellines, omises ici pour la même raison que dans la figure précédente. La paroi antérieure du sac vitellin s'est épaissie pour former la paroi ventrale de l'intestin moyen, *Im*. Les segments ventraux s'allongent par-dessus le sac vitellin pour constituer, en se rejoignant d'un côté à l'autre, le dos de l'embryon, et emprisonnent le sac vitellin dans la cavité du corps.

Fig. 20. Stade plus avancé. Embryon vu par la face ventrale. Les trois portions du tube digestif se sont placées dans le prolongement l'une de l'autre, dans l'axe longitudinal du corps, mais ne communiquent pas encore par leurs cavités. On voit de chaque côté les deux masses sexuelles séparées l'une de l'autre par l'extrémité antérieure de l'intestin terminal. Chaque masse se montrait, chez cet embryon, distinctement composée de deux cellules placées l'une devant l'autre, rapprochées et aplaties à leur surface de contact.

Fig. 21. Stade précédant immédiatement l'éclosion. Le corps est tordu en spirale pour pouvoir se loger dans la cavité de l'œuf. Dans cette situation, les glandes sexuelles et la plupart des autres organes internes sont cachés sous les tours de spire du corps, et ne peuvent être examinés qu'après isolement de l'embryon.

Fig. 22. Extrémité postérieure d'un embryon au stade précédent, isolé et déroulé, la face dorsale dirigée en haut. On aperçoit de chaque côté, au niveau de la réunion de l'intestin moyen avec l'intestin postérieur, les glandes sexuelles, *CS*, rapprochées de la paroi dorsale du corps et placées près de l'origine des tubes de Malpighi, *m*, qu'elles recouvrent en partie.

Fig. 23. Jeune larve de *Chironomus* âgée de cinq jours, vue par la face dorsale et grossie 95 fois. Pour ne pas compliquer inutilement la figure, on a représenté seulement, outre les glandes sexuelles, le tube digestif avec ses annexes glandulaires et le cerveau. Les glandes sexuelles *Gls*, forment deux petites masses allongées suivant l'axe longitudinal du corps, situées dans le neuvième segment, au niveau du point d'union de l'intestin moyen et de l'intestin postérieur. Chacune d'elles est distinctement composée de deux cellules placées l'une devant l'autre et aplaties à leur surface de contact. De chaque extrémité de la glande part un filament grêle, dont l'antérieur est le ligament suspenseur et le postérieur le conduit excréteur futur. L'aspect étroit et allongé que présentent ici les glandes sexuelles indique que ce sont proba-

blement des testicules. La question ne peut être décidée d'une manière certaine que par l'emploi des réactifs (voy. fig. 28 et suiv.). — Malgré le temps qui s'est déjà écoulé depuis l'éclosion, et bien que toute la masse vitelline que contenait l'intestin moyen ait été résorbée, on remarquera qu'il ne s'est pas encore établi de communication entre la cavité de ce dernier et celle de l'intestin postérieur, et que les deux intestins sont simplement adossés à leurs extrémités.

Fig. 24. Les quatre cellules sexuelles d'un embryon au stade représenté par la figure 16, où on les voit dans leur position naturelle. Après avoir été isolées avec l'embryon, elles ont été traitées par l'acide acétique. Dans chaque cellule, les noyaux se sont multipliés par division, et le protoplasma s'arrondit autour des nouveaux noyaux, premier indice de sa division. Les petits globules foncés qu'on aperçoit dans le protoplasma sont les granulations vitellines qui ont pénétré dans les cellules polaires au moment de leur formation (comp. la fig. 2, CS).

Fig. 25 et 26. Glandes génitales de jeunes larves quelques instants après l'éclosion, avec leur aspect à l'état vivant. Leur forme plus large et plus ovulaire semble indiquer que ce sont des ovaires. L'une d'elles montre distinctement les deux cellules composantes de la glande sexuelle ; dans l'autre, cette composition n'apparaît pas à l'état frais. Gross. 250.

Fig. 27 à 30. Glandes génitales de jeunes larves aux deux premiers jours qui suivent l'éclosion, après traitement par l'acide acétique. Le réactif a mis en évidence l'enveloppe épithéliale et le contenu formé de petits noyaux plongés dans le protoplasma des deux cellules sexuelles primitives plus ou moins distinctement séparées. Le grand nombre et la petitesse des noyaux indiquent que les glandes sont des testicules.

Fig. 31. Glande sexuelle femelle d'une larve âgée de trois jours, à l'état frais. Les taches intérieures claires et arrondies correspondent aux noyaux des cellules-filles formées par génération endogène. La couche protoplasmique distincte entourant chaque noyau ne devient visible que sous l'influence des réactifs. Gross. 250.

Fig. 32 à 34. Glandes sexuelles femelles de jeunes larves écloses depuis quelques jours, traitées par l'acide acétique. Elles renferment des cellules-filles beaucoup plus grosses et moins nombreuses que celles contenues dans la glande mâle au même âge.

Fig. 35. Glande sexuelle (femelle?) d'une larve éclos depuis onze jours, traitée par l'acide acétique. Le contenu est divisé en trois segments triangulaires, dont chacun renferme de petits noyaux plongés dans un protoplasma commun pour chaque segment. Gross. 250.

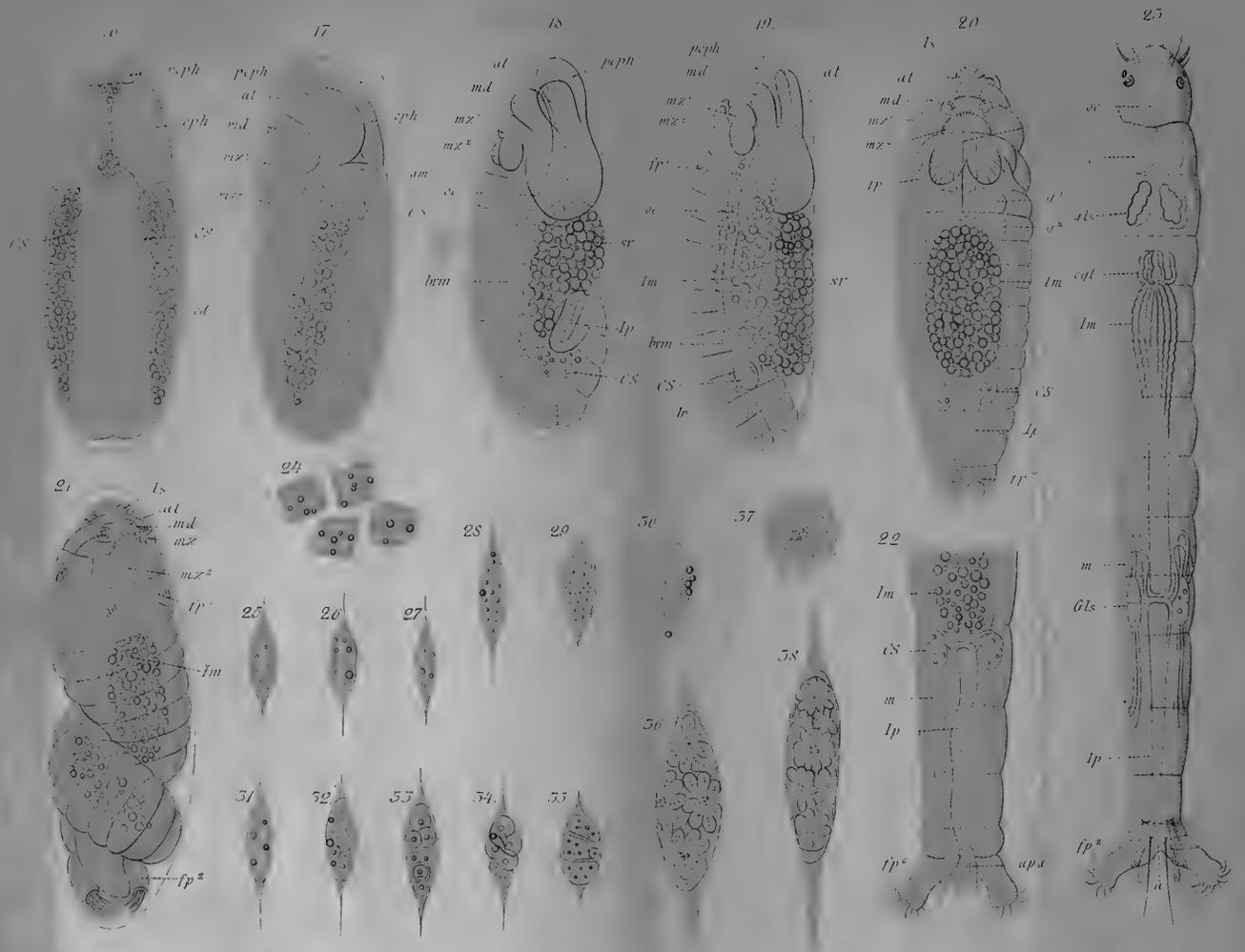
Fig. 36. Ovaire d'une larve longue de cinq millimètres. Le contenu est formé par des amas de cellules piriformes, disposées en rayonnant autour d'une masse centrale granuleuse. Cette disposition est due probablement à un bourgeonnement périphérique de cellules-filles autour des cellules-mères renfermées dans la glande plus jeune (comp. les fig. 32 à 34). Gross. 250.

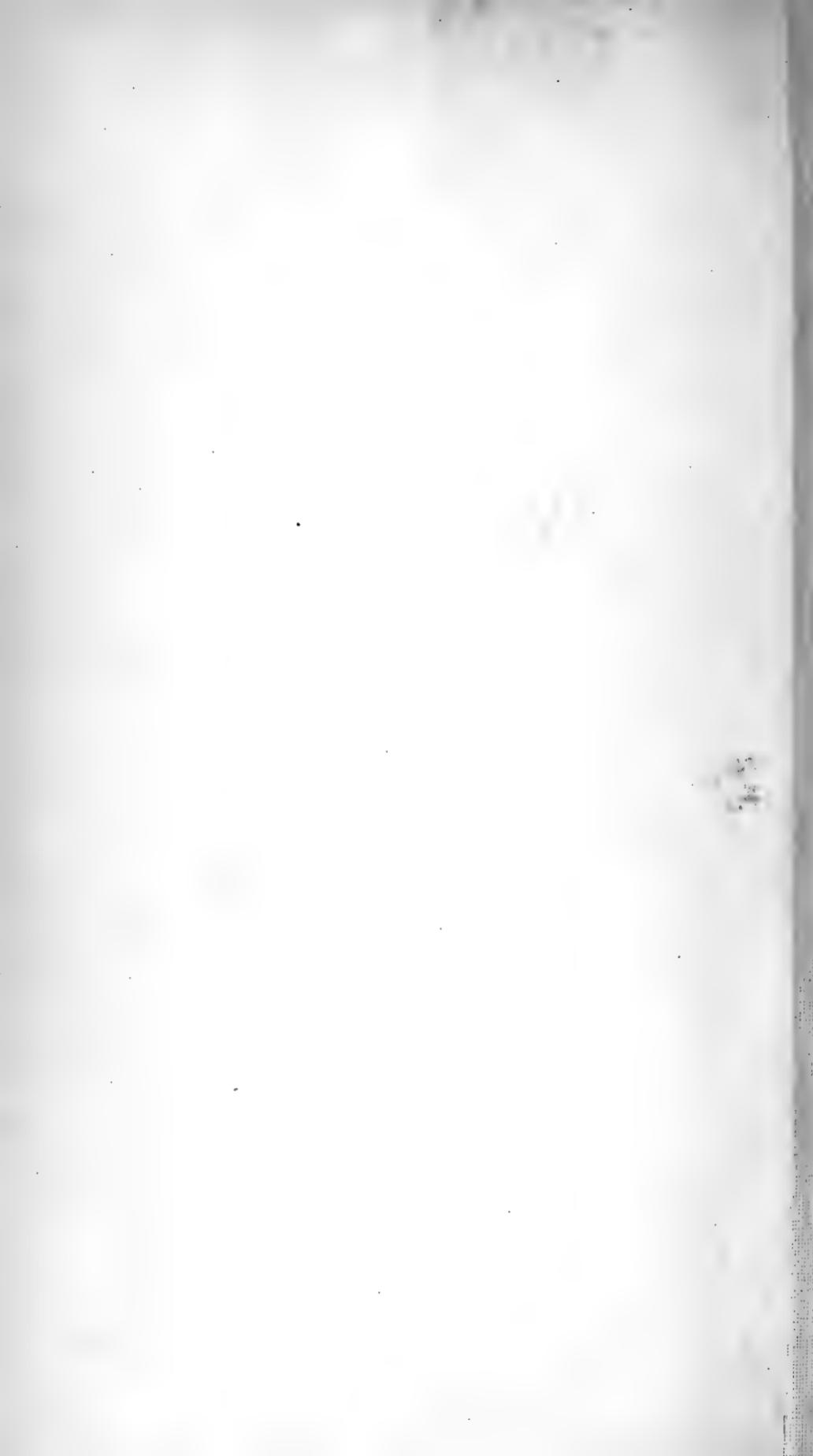
Fig. 37. Un des amas de cellules radiées de l'ovaire précédent, plus grossi.

Fig. 38. Testicule d'une larve de même âge que celle dont l'ovaire est représenté dans la fig. 36. Le contenu est formé, comme celui de la glande femelle, d'amas rayonnants de petites cellules, seulement ces amas sont plus petits et plus nombreux dans le testicule que dans l'ovaire, caractères distinctifs analogues à ceux qui existent dans le contenu de ces glandes chez les larves plus jeunes (comp. les fig. 30 et 33). Gross. 250.

Dans toutes les figures; les lettres suivantes désignent :

<i>a.</i> anus.	<i>gls.</i> glandes salivaires.
<i>am.</i> amnios.	<i>Gls.</i> glandes sexuelles.
<i>apa.</i> appendices anaux.	<i>gp.</i> gouttelettes plasmiques.
<i>at.</i> antenne.	<i>ibl.</i> invagination blastodermiq.
<i>bl.</i> blastoderme.	<i>Im.</i> intestin moyen.
<i>bvm.</i> bande vitelline médiane.	<i>Ip.</i> intestin postérieur.
<i>c.</i> cerveau.	<i>ls.</i> lèvre supérieure ou labre.
<i>cd.</i> portion caudale de l'embryon.	<i>m.</i> tubes de Malpighi.
<i>cph.</i> plaques céphaliques.	<i>md.</i> mandibule.
<i>cpp.</i> couche plasmique primaire.	<i>mx¹.</i> 1 ^{er} maxillaire.
<i>cps.</i> couche plasmique secondaire.	<i>mx².</i> 2 ^{me} maxillaire (lèvre infér.).
<i>CS.</i> cellules sexuelles (globules polaires).	<i>Npa.</i> noyau polaire antérieur.
<i>fp¹.</i> fausses pattes antérieures.	<i>Npp.</i> noyau polaire postérieur.
<i>fp².</i> fausses pattes postérieures.	<i>œ.</i> œsophage (intestin antér.).
<i>g¹.</i> 1 ^{er} ganglion ventral.	<i>pcph.</i> procéphale.
<i>g².</i> 2 ^{me} ganglion ventral.	<i>plv.</i> plaque ventrale.
	<i>s.</i> enveloppe séreuse.
	<i>sv.</i> sac vitellin.
	<i>V.</i> vitellus.





EXPLICATION DE LA PLANCHE XVIII.

Fig. 1. *Tænia cœnurus.* Reconstruction schématique du système nerveux du scolex. *A.* Origine commune d'un faisceau nerveux latéral et d'une branche de la commissure polygonale inférieure. *B.* Point de départ des branches susganglionnaires.

Fig. 2. *Tænia elliptica.* Reconstruction schématique du système nerveux dans le scolex (les lignes pointillées désignent des nerfs non observés, mais supposés par analogie avec les autres espèces).

Fig. 3. *Tænia serrata.* Reconstruction schématique du système nerveux dans le scolex (dessiné seulement la moitié antérieure du système entier).

Fig. 4-10. *Tænia cœnurus.* Quelques coupes de la série faites à travers le scolex.

Fig. 11-22. *Tænia serrata.* Quelques coupes de la série faites à travers le scolex.

Explication des lettres pour toutes les figures des planches XVIII, XIX, XX, XXI.

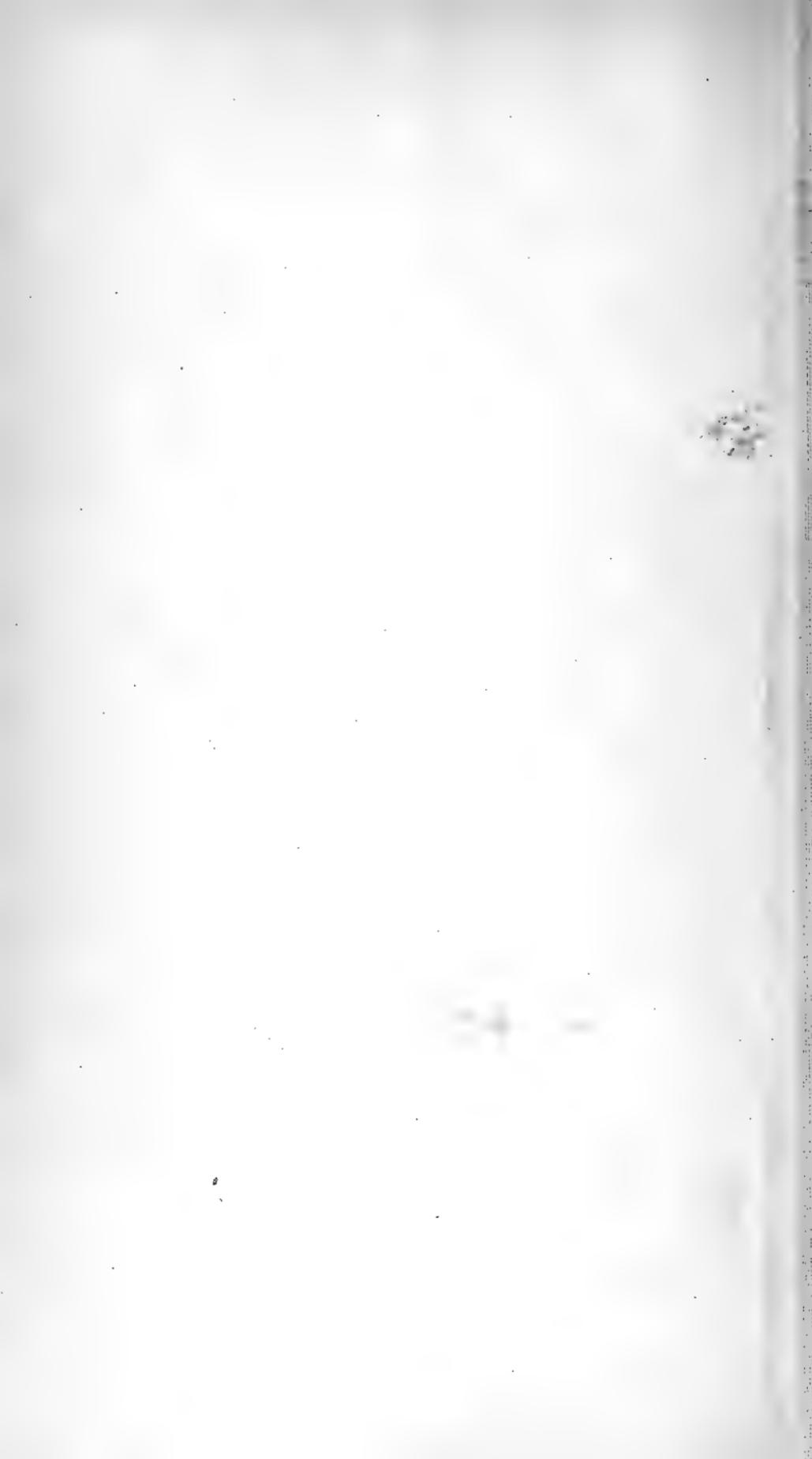
- an.* anneau nerveux.
 - brct, bct.* branches de la commissure transversale.
 - brl.* branches latérales accompagnant le cordon nerveux principal.
 - brs.* branches nerveuses susganglionnaires.
 - ci. ci.* commissure polygonale inférieure.
 - cnp, cpp.* cordon nerveux principal.
 - cp.* commissure principale.
 - cs. cs.* commissure polygonale supérieure.
 - ctr.* commissure transversale.
 - F.* parties supérieures des faisceaux secondaires.
 - fn.* filaments nerveux partant de l'anneau pour se rendre dans la musculature des crochets.
 - fns.* faisceaux nerveux secondaires.
 - ga.* renflements de l'anneau nerveux.
 - Gc.* ganglion central.
 - G1, G.* ganglions latéraux.
 - N₁ N₂.* renflements des nerfs secondaires.
 - na. na₁. na₂. na₃.* nerfs acétabulaires.
-

2

4

5





EXPLICATION DE LA PLANCHE XIX.

Fig. 1. Tænia cœnurus. Coupe longitudinale du scolex.

Cr.Cri. crochets.

- l.* poche membraneuse des crochets.
- cr.* prolongement postérieur du crochet.
- cs.* couche cuticulaire de la partie antérieure du scolex.
- f.* fibres musculaires verticales des crochets.
- frs.* fibres musculaires circulaires sous la base des crochets.
- fr.* fibres musculaires circulaires du scolex.
- mcr.* fibres musculaires croisées des crochets.
- ml.* fibres musculaires longitudinales des crochets.
- ma.ma.* fibres musculaires extérieures des ventouses.
- ve.* vaisseaux excréteurs.
- c.* cuticule.
- p.* éléments parenchymateux.
- cc.* corpuscules calcaires.
- pm.* prolongement de la masse ganglionnaire.

(Pour le système nerveux voir l'explication des lettres à la légende de la Pl. XVIII).

Fig. 2. Tænia cœnurus. Coupe transversale du scolex au niveau de la commissure principale et transversale.

- fr.* fibres radiaires des ventouses.
- l.* couche cuticulaire à l'intérieur de la cavité acétabulaire.
- fl.* coupes transversales des fibres musculaires longitudinales se rendant aux crochets.
- fm.* fibres musculaires extérieures des ventouses.
- sp.* fibres en sphincters des ventouses.
- ve.* vaisseaux excréteurs.

Fig. 3. Une partie d'une coupe transversale d'un proglottide.

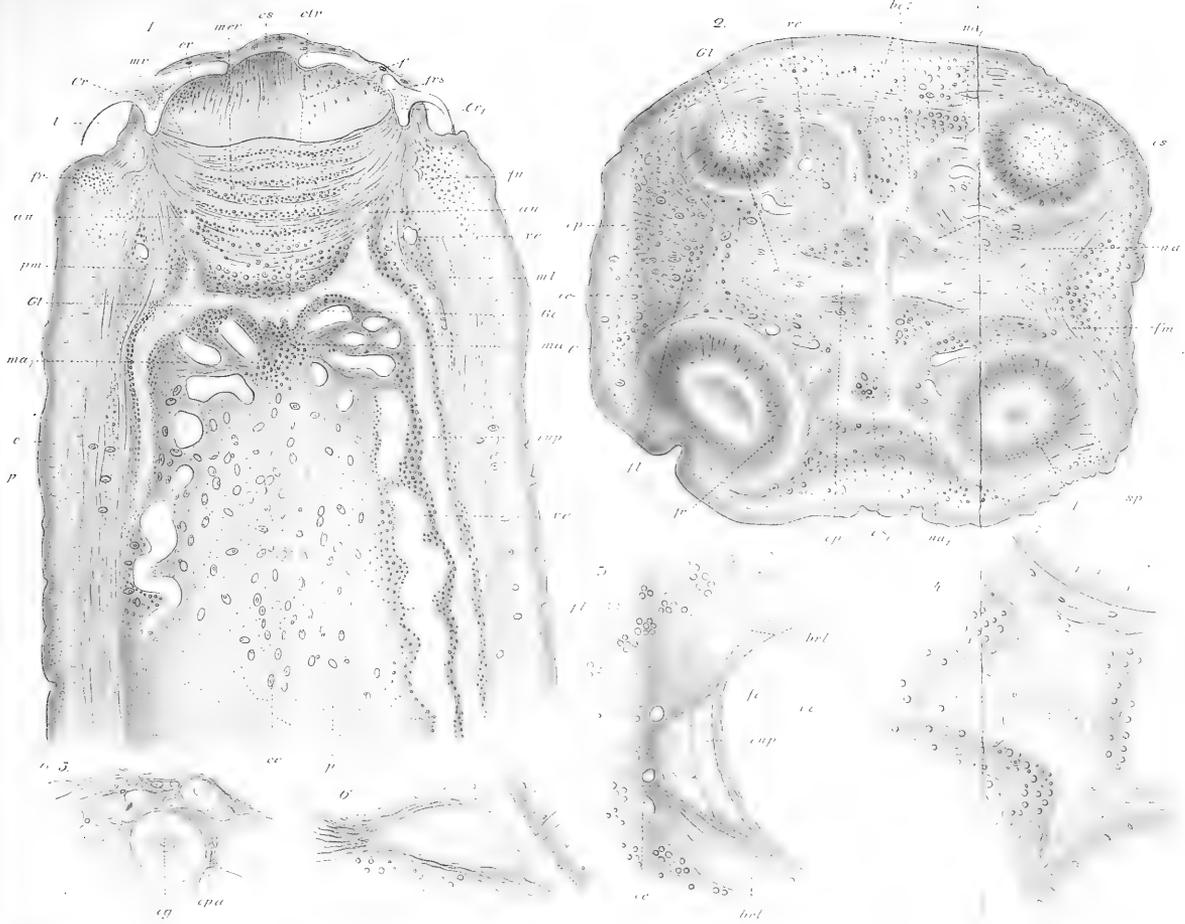
- cnp.* cordon nerveux principal.
- brl.* branches latérales accompagnant le cordon principal.
- fc.* fibres circulaires.
- fl.* fibres longitudinales.
- cc.* corpuscules calcaires.

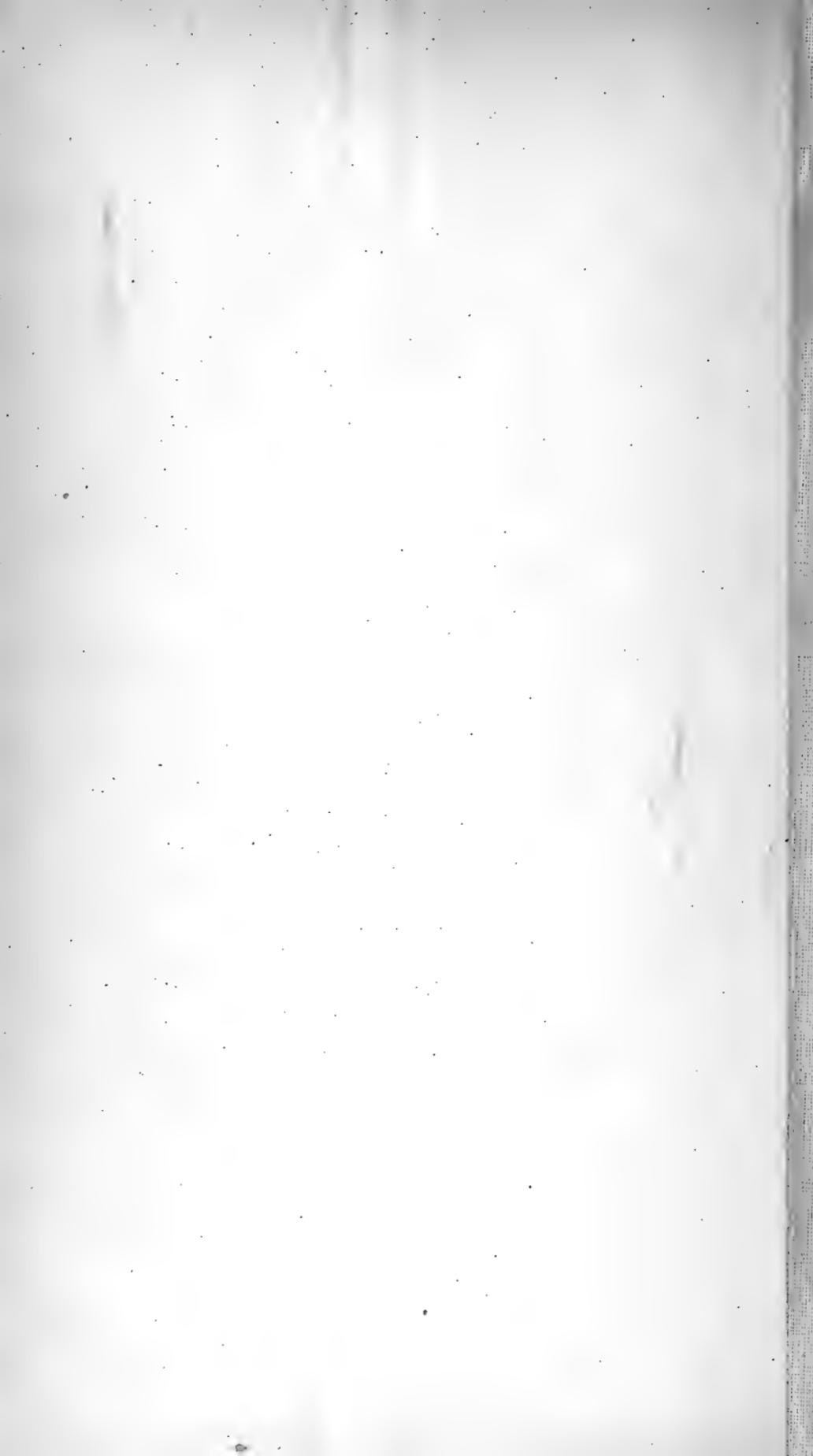
Fig. 4. Tænia serrata. Coupe à travers un ganglional téral duquel partent des branches acétabulaires.

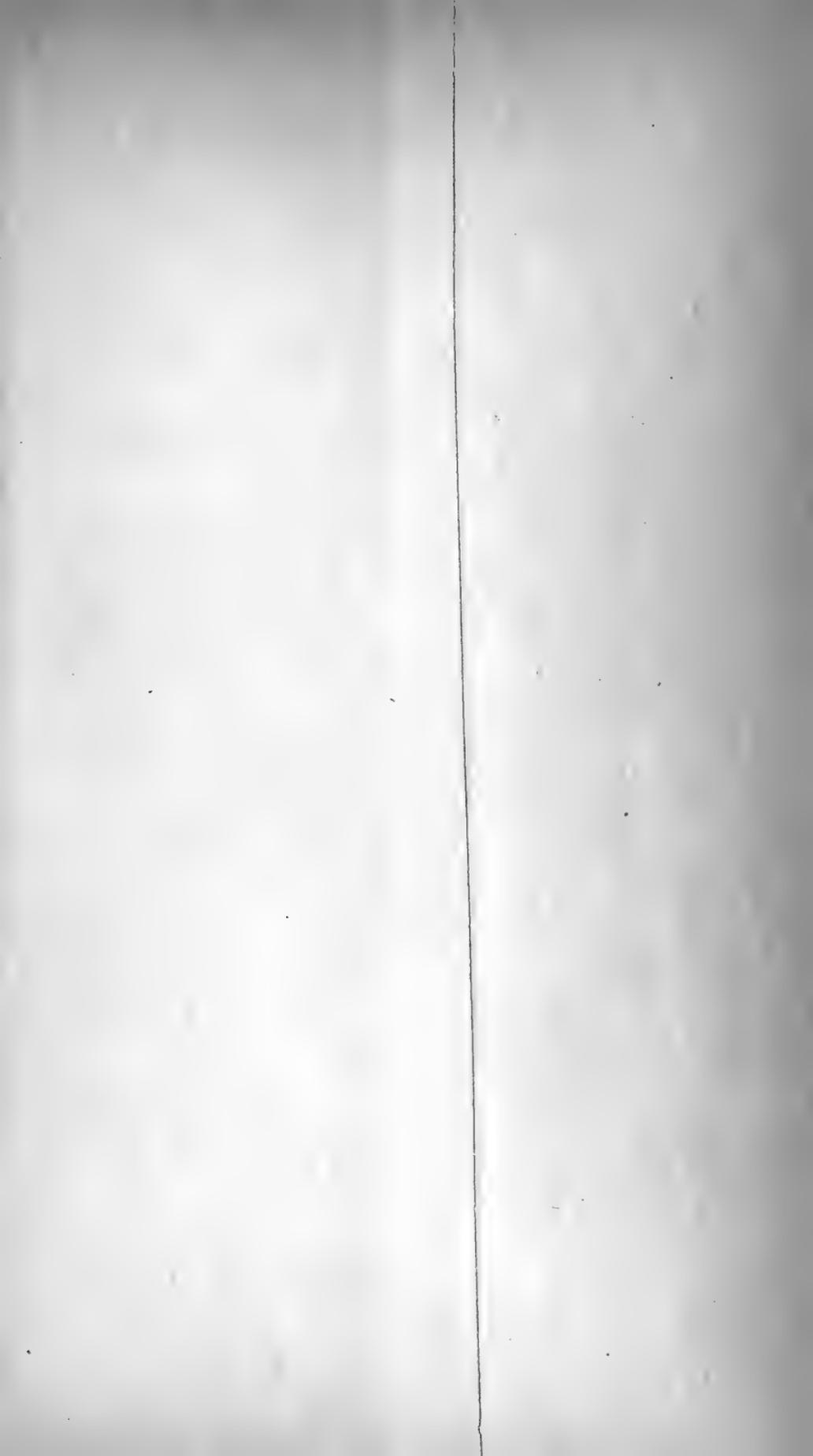
Fig. 5. Tænia serrata. Une partie du ganglion central.

- cg.* Cellule ganglionnaire. Son prolongement polaire étant perpendiculaire au plan de la coupe est enlevé artificiellement.
- cpa.* Cellule appartenant au parenchyme.

Fig. 6. Tænia serrata. Renflement d'un nerf descendant secondaire.







EXPLICATION DE LA PLANCHE XX.

Fig. 1. Tænia cœvus. Coupe longitudinale passant par le plan des nerfs descendantsecondaires.

(Signification des lettres comme dans les figures précédentes.)

Fig. 2. Tænia mucanellata. Coupe transversale du scolex.

Gl. gangli latéral.

cp. commissure principale.

ci.ci. nerfs qui par la contraction des muscles sont ramenés au même plan, et qui semblent former une commissure polygonale.

cs. faisceaux fibrillaires (nerveux?) observés dans un scolex.

Gc. gangli central.

ctr. commissure transversale.

na. nerf étabulaire.

fm. fibres musculaires extérieures des ventouses.

ve. vaisseaux excréteurs.

Fig. 3. Tænia srata. Coupe transversale du scolex au-dessous de l'anneau nerveux

Fig. 4. Tænia leptica. Coupe longitudinale du scolex faite dans la direction de la ligne *ab* indiquée sur la figure 1, pl. XXI.

g. bases des crochets.

mo. muscles obliques du rostellum rétracté.

mr. muscles circulaires du rostellum rétracté.

pv. paroi d'une ventouse coupée obliquement.

(Pour le reste comme dans les figures précédentes.)

Fig. 5. Tænia optica. Coupe longitudinale d'un proglottide.

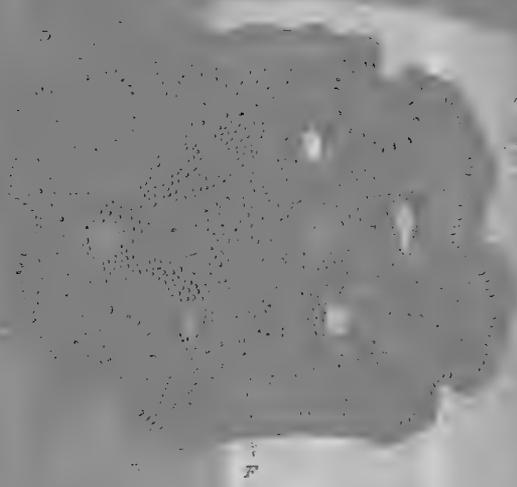
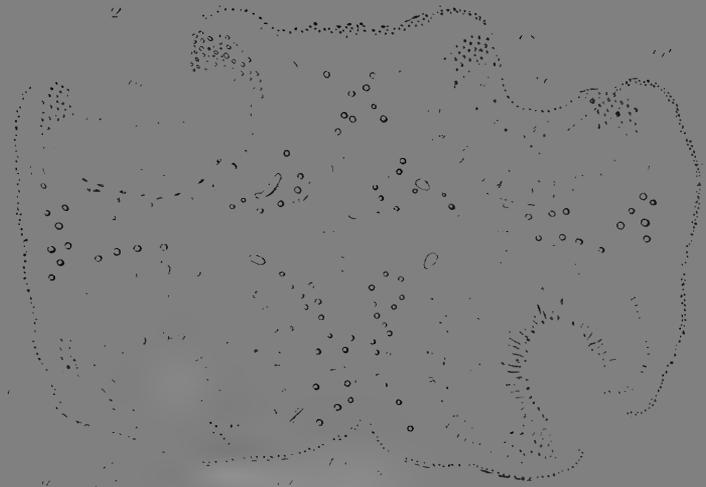
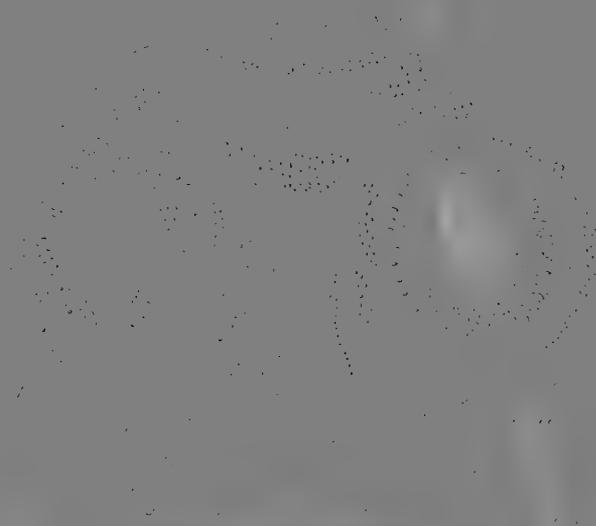
fn. faisceaux nerveux secondaires.

cnp. cordons nerveux principal.

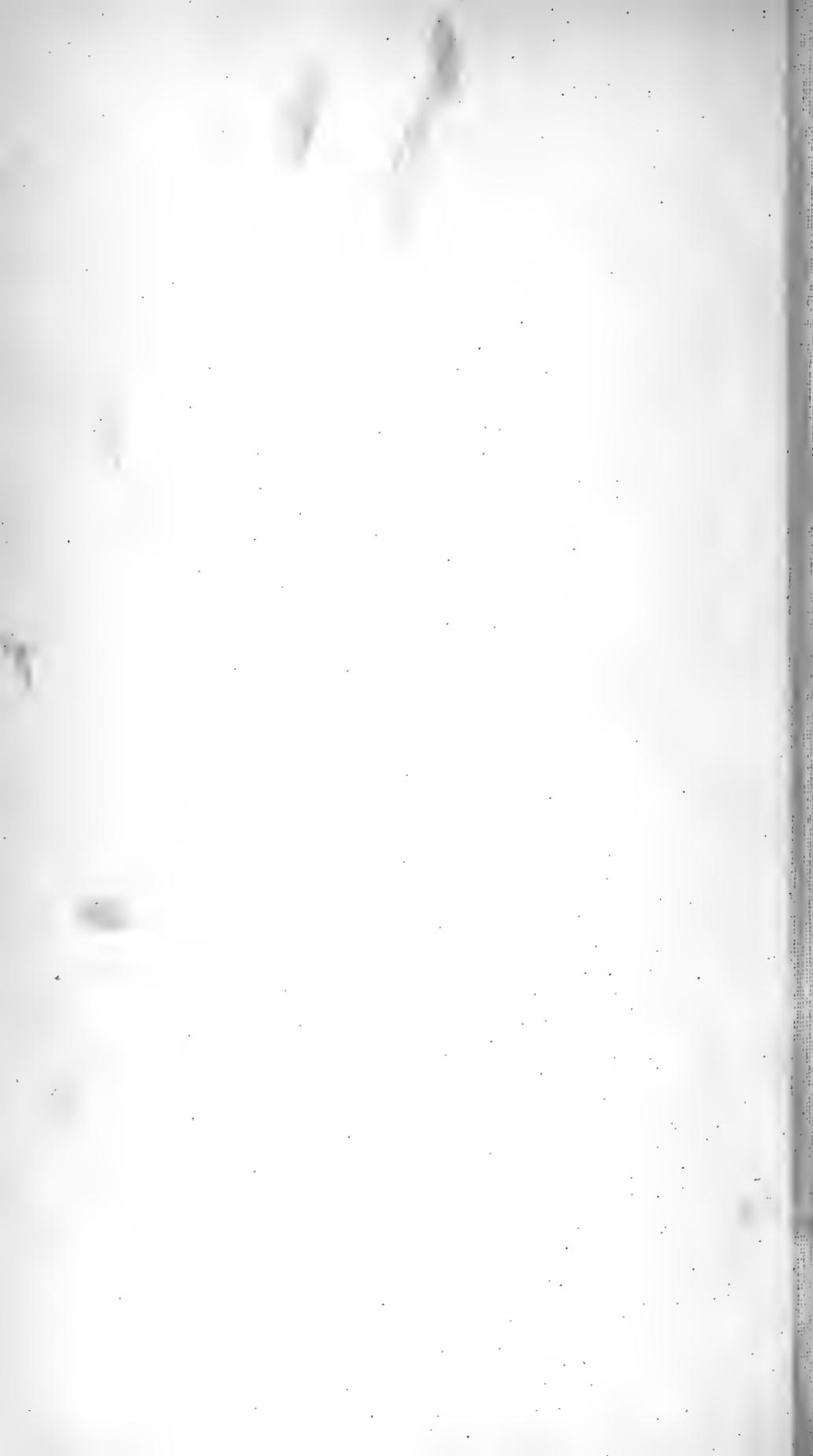
ve. vaisseau excréteur.

cc. corpuscules calcaires.

rs. endroits où les faisceaux nerveux secondaires envoient des fibres très fines dans le tissu avoisinant.



F



EXPLICATION DE LA PLANCHE XXI.

Fig. 1. Tænia elliptica. Coupe transversale du scolex au-dessus de la commissure principale.

- bc.* bases des crochets du rostre rétracté.
- mo.* couche des fibres musculaires circulaires.
- mr.* fibres musculaires obliques.
- G.* ganglions latéraux (partie supérieure).
- cs.* branches correspondant aux nerfs analogues de la commissure polygonale supérieure chez les autres espèces.

Fig. 2. Tænia cænurus. Coupe longitudinale à travers un ganglion latéral et les branches susganglionnaires.

Fig. 3. Tænia cænurus. Ganglion central sur une coupe longitudinale du scolex.

- pr.* proéminences du ganglion central.
- ctr.* commissure transversale passant à travers le ganglion central.
- cp.* commissure principale.

Fig. 4. Tænia cænurus. Ganglion central sur une coupe transversale du scolex.

- br,ctr.* traînées plasmiques de la commissure transversale.
- ma ma,fv.* fibres musculaires acétabulaires extérieures.

Fig. 5. Tænia cænurus. Ganglion latéral avec une branche nerveuse acétabulaire.

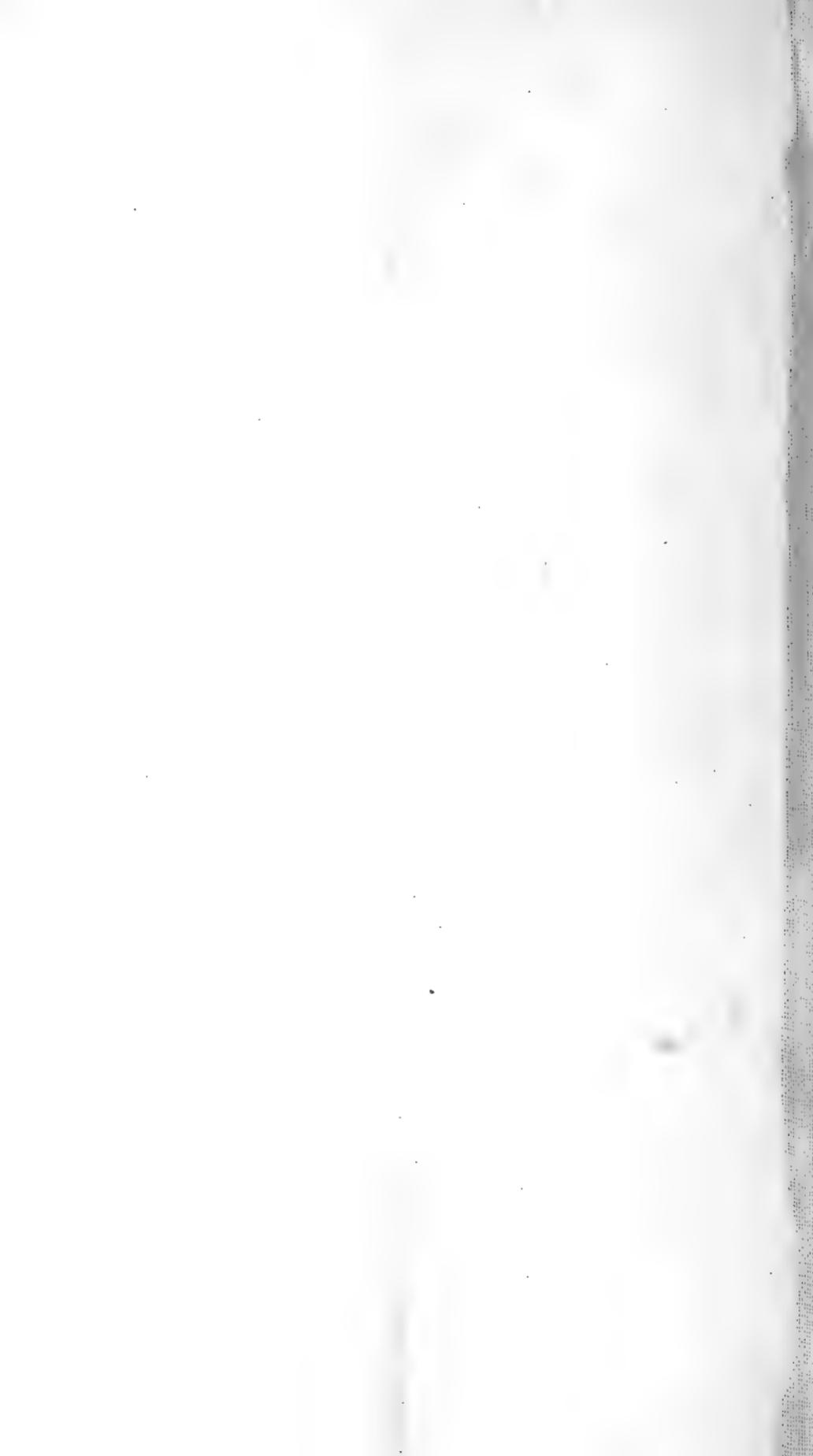
Fig. 6. Tænia cænurus. Un quart d'une coupe à travers le scolex, un peu au-dessous du niveau de l'anneau nerveux.

Fig. 7. Tænia cænurus. Une partie d'une coupe longitudinale d'un proglottide.

Fig. 8. Tænia mediocanellata. Cellules ganglionnaires avec des éléments parenchymateux du ganglion central (sous un fort grossissement).

Fig. 9. Tænia mediocanellata. Une branche nerveuse du plan horizontal (au fond d'une ventouse).





1. Le *C. Wartmanni*, Blaufelchen du lac de Constance, se présente sous deux formes : l'une *a*, plus allongée, l'autre *b*, moins élancée, faisant transition au *Dolosus-Blauling* (*pars*), du lac de Zurich.

2. Peut-être une partie de ces *Albeli* doit-elle, dans le *Restrictus*, être rapprochée des *Gangfisch* et *Hægling*?

3. Une communauté de conditions de frai entraîne la création de nombreux bâtards entre cette fraction du Blauling ou *Blaalig* du lac de Zurich, plus voisine du Blaufelchen *b* (*C. dispersus, pars*) et l'autre fraction du dit *Blaalig* du même lac, plus voisine de la Féra (*C. balleus, pars*). — C'est même à la confusion de formes qui résulte de ce mélange continuels qu'il faut attribuer le fait que ces deux espèces, confondues sous le même nom, n'ont pas été jusqu'ici distinguées.

4. Même supposition que ci-dessus (n° 2), à propos de ces *Albeli* à frai tardif du lac de Zoug?

5. La plupart des pêcheurs confondent cette forme du *C. dispersus* avec la jeune Palée, qu'elle rappelle assez extérieurement, sous le nom commun de *Balch-Pfærrit*. Cette dénomination locale ne peut donc s'appliquer qu'indirectement ou en partie à ce poisson, bien moins abondant et connu que la Palée ou la Bondelle.

6. Même observation que ci-dessus (n° 5), pour les noms de Petite Palée et Gibbion. — Tandis que les pêcheurs de Morat distinguent nettement le *Pfærrig* de la Palée (ils n'ont pas de Bondelles), les pêcheurs de Neuchâtel, comme ceux de Bienne, confondent généralement notre poisson, plus rare, avec les jeunes Palées, plus abondantes, auxquelles il se mêle continuellement.

7. Une communauté de conditions de frai entraîne encore ici (comme pour le *C. disp. dolosus*) la création, avec la *Palée de fond*, de bâtards qui, en établissant comme des transitions, contribuent à augmenter la confusion entre les deux espèces.

8. Si j'ai dû rapprocher des formes plus grandes, à titre de simples jeunes, la plupart des petits Corégones de nos lacs, généralement connus sous le nom d'*Albeli* (*false Albula*), je crois pouvoir cependant grouper, sous le nom de *Restrictus*, comme formes réduites ou cadettes des trois premières *cognatae* de mon *C. dispersus*, quelques-unes de ces petites formes qui semblent conserver à l'état adulte des proportions moindres, et se distinguer assez constamment, à taille égale, par certains caractères d'importance secondaire, des dits jeunes avec lesquels elles sont d'ordinaire confondues dans chaque groupe.

9. J'ai réuni, sous le nom de *Marænoides a-b*, deux formes du Blauling (*Blaalig*) de Zurich, non seulement bien différentes du *C. disp. dolosus* (*Blauling, pars*), mais encore toujours assez distinctes l'une de l'autre; cela, parce que j'ai trouvé, comme je l'ai dit, entre les individus du *C. Maræna* (Bloch), qui m'ont été envoyés ensemble des lacs du nord de la Prusse, les deux mêmes formes, avec les mêmes caractères différentiels.

10. Le poisson du lac de Neuchâtel attribué au *C. Wartmanni* par Agassiz et plusieurs auteurs après lui, n'était que la *Palée* qui, parfois avec des formes assez élancées, rappelle assez extérieurement ce Corégone du lac de Constance.

11. Certains individus mélangés au *Confusus*, avec une tête plus forte et une dorsale plus acuminée, pourraient bien peut-être provenir aussi d'un croisement accidentel de la Palée de fond avec la Bondelle.

Subtypi lacustres.

I. Species.

COREGONUS DISPERSUS (mihl).

Lacs.

	Cognatae	subspecies	variatae et	formae intermediae	(Alt. 375—565m ^a /m.)
A. WARTMANNI (Bloch)	1. acutirostris	a	Blaufelchen (pars)	b ⁴	CONSTANCE.
			juv. Gangfisch (pars)	b	»
				juv. Blaufelchen (pars)	CONSTANCE.
				juv. Gangfisch (pars)	»
	2. dolosus	c	Blauling (pars)	c ⁴ Felchen	ZÜRICH.
			juv. Albeli (pars) ²		WALLENSTADT.
			† bâtards fréquents avec Marænoïdes (Schinzii, Blauling pars) ³		ZÜRICH-W.
B. CRASSIROSTRIS	3. nobilis (Haack)	d	Albock		»
			juv. Brienzling et Kropflein (pars)		THUN-BRIENZ.
				e Edelfisch	Br. Th.
				juv. Weissfisch (pars)	QUATRE-CANTONS.
	4. compactus	f	Albock		»
			juv. Albeli (pars) ⁴		ZOUG.
C. ANNECTUS	5. confusus	g	Pferrig (pars)		»
			g ¹ Balch-Pferrit (Braeter?) (pars) ⁵		MORAT.
			g ² Petite Palée ou Féra, Gibbion (pars) ⁶		BIENNE.
			juv. Bondelle et Pferrit (pars)		NEUCHÂTEL.
			†" bâtards fréquents avec (Schinzii Palea, Palée de fond) ⁷		Neuch. Bienné.
	6. halleoides	h	Ballen	h ¹ Ballen	»
			juv. Albeli		BALDEGG.
			i Kropfer = Pferrig ou Férit (pars)		HALLWYL.
D. RESTRICTUS ⁸	7. Feritus	i	Kropfer = Pferrig ou Férit (pars)		Bald. Hallw.
	8. Nüsslini	k	Hagling		MORAT.
				l Gangfisch (pars Steckb.?)	ZÜRICH.
				l ¹ Weissfisch (pars)	CONSTANCE.
				l ² Brienzling (pars)	QUATRE-CANTONS.
	9. Bondella	m	Bondelle (pars)		BRIENZ.
			m ¹ Pferrit (volontiers mélangé avec Confusus juv.)		NEUCHÂTEL.
					BIENNE.

Compositæ.

I. C. SUIDTERI (mihl)

a Ballen b. SEMPACH.

II. C. HIEMALIS (Jurine)

a Gravenche a'. LÉMAN.

II. Species

COREGONUS BALLEUS (mihl).

A. ASPERI	1. marænoïdes	a	Blauling = Bratfisch (pars)	b ⁹	ZÜRICH.
				b	»
			† bâtards fréquents avec Dolosus (Wartm. Blauling pars)		»
	2. Sulzeri (Nüsslin)	c	Albeli		PFEFFIKON.
	3. dispar	d	Albeli		GREIFEN.
B. SCHINZII	4. alpinus	e	Balchen		THUN-BRIENZ.
			e ¹ Balchen		ZOUG.
			e ² Balchen		QUATRE-CANTONS.
				f Sandfelchen	CONSTANCE.
				f ¹ Weissfelchen	»
	5. Palea ¹⁰ (Cuv. et Val.)	g	Palée de bord (blanche)		NEUCHÂTEL.
			Palchen		BIENNE.
				h Palée de fond (noire)	NEUCHÂTEL.
				Palée	MORAT.
			juv. Petite Palée (pars), Balch-Pferrit (pars)		Neuch. Bienné.
			† bâtards fréquents avec Ann. confusus (Pferrig pars); parfois avec Rest. Bondella? ¹¹		»
	6. Fera (Jurine)	i	Féra		LÉMAN.
			i ¹ Féra		»
C. ACRONIUS (Rapp.)	7. Kilchen	k	Kilchen		CONSTANCE.

V. FATIO.

ERRATUM : à Wartmanni, 2. dolosus, | - bâtards..... au lieu de (Schinzii, Blauling pars), lisez (Asperi, Blauling pars).

Typus marinus ignotus.

Typus marinus : S. LAVARETUS (Liane) pars.

OBSERVATIONS RELATIVES AU TABLEAU II

Les barres de frai les plus longues embrassent des données extrêmes, quand celles-ci sont reliées par des observations personnelles.

1. Le LAVARET du *Bourget* (*Coreg. dispersus pars*) fraye, au fond, de mi-novembre à mi-décembre.

2. Epoque très hâtive, exceptionnelle.

3. Ce prolongement douteux de la ligne repose sur les données différentes de quelques pêcheurs. Cela provient peut-être des conditions différentes des diverses parties du lac, ou peut-être aussi d'une confusion avec de jeunes Balchen.

4. Le prolongement douteux de la ligne repose sur les données de quelques pêcheurs et ne s'applique guère qu'à des individus relativement petits. Il peut y avoir là, comme dans d'autres lacs, une question d'âge; ou bien, ainsi que je l'ai déjà supposé, peut-être y a-t-il un mélange avec des représentants de la forme réduite (*Nuslinii*), ou avec de jeunes Balchen.

5. En grande partie jeunes du Albock.

6. Cette ligne pointée est plutôt hypothétiquement tracée, par analogie avec les observations de Morat; les pêcheurs de Neuchâtel n'ayant pas de données précises sur cette forme moyenne qu'ils confondent généralement tantôt avec la Palée, tantôt avec la Bondelle.

7. Même hésitation qu'au lac de Neuchâtel, quant à l'époque de frai, les pêcheurs de Bienne confondant généralement cette forme, selon sa taille, avec la Palchen ou le Pfærrit.

↖ signifie opérant des déplacements importants dans le même lac, vers l'époque de frai.

↕ signifie remontant d'un lac à l'autre et vice-versa. Le *Albock* passe, par l'Aare, du lac de Thun à celui de Brienz et vice versa. — Une partie des Palchen (= Palée) de Bienne vient (par la Thièle) frayer dans le lac de Neuchâtel; de même, depuis la correction des eaux de la Broye, devenues par là plus pures et plus claires, la Palée remonte aussi frayer jusque dans le lac de Morat.

CORÉOGES SUISSES. Époques et conditions de frai des Coréoges suisses¹, rangés par ordre de tailles décroissantes dans chaque lac. (Les mois divisés en décades à partir d'août.) Tab. II.

Lacs.	Noms vulgaires.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Conditions de frai.
CONSTANCE.	Sandfelchen.....						—					Bord : sable et gravier. contre le Mont : herbes. Fond grand : milieu du lac. Fond : limon (date variable). Rhin : Untersee ↘
	Weissfelchen.....						—	—				
	Blaufelchen.....						—	—	—			
	Kilchen.....						—	—	—			
	Gangfisch.....						—	—	—			
ZURICH.	Blauling (Boden. pars)...							—	—			Fond ou mi-fond : hauts Monts. Fond grand : sable ou limon. Fond : sable, Obersee. ↘ Propagation inconnue, devient très rare.
	Blauling (Schweb. pars)...							—	—			
	Albeli.....							—	—	—		
	Haegling.....							—	—	—		
WALLENSTADT.	Felchen.....						—	—			Fond ?	
PFEFFIKON.	Albeli.....						—	—			Mi-fond : sable et gravier.	
GREIFEN.	Albeli.....						—	—			Mi-fond-bord : sable et gravier.	
QUATRE-CANTONS.	Balchen.....							—	—			Bord : pierres. Fond grand : sable ou limon. Mi-fond ?
	Edelfisch.....	2		—	—	—					3	
	Weissfisch.....				—	—						
Zoug.	Balchen.....							—	—			Bord : pierres. Fond grand : limon. Fond : limon.
	Albock.....				—	—					4	
	Albeli.....							—	—			
BRIENZ.	Balchen.....							—	—			Bord : pierres. Fond : sable ou limon ^{Br.} _↘ Mi-fond-bord (pars, Aare) ^{Br.} _↘
	Albock.....				—	—						
	Brienzing.....					—						
THUN.	Balchen.....								—			Bord : pierres. Fond : sable ou limon ^{Br.} _↘ Fond ?
	Albock.....				—	—						
	Kropflein.....					—					5	
SEMPACH.	Ballen.....						—	—			Fond ou mi-fond, hauts Monts : herbes.	
BALDEGG.	Ballen.....							—	—		Bord : pierres et gravier.	
HALLWYL.	Ballen.....							—	—		Bord : pierres et gravier.	
MORAT.	Palée.....								—	—		haut du Mont : sable ou herbes ^{Nch.} _↘ Fond. hauts Monts : sable. Fond. hauts Monts : sable.
	Pfärrig.....								—	—		
	Kropfer.....								—	—		
NEUCHÂTEL.	Palée de bord.....						—	—	—			Bord : gravier. ^{Mt.} _↘ Mont-Fond : herbes. Fond ou mi-fond ? Fond grand : sable ou limon.
	Palée de fond.....							—	—	—		
	Petite Palée, Gibbion (pars)							—	—	—	6	
	Bondelle.....								—	—		
BIENNE.	Palchen.....						—	—	—			Bord : gravier. ^{Nch.} _↘ Fond ou mi-fond ? Fond : sable.
	Balch-Pfärrit (pars).....							—	—	—	7	
	Pfärrit.....								—	—		
LÉMAN.	Féra.....								—	—	Fond et Mont : herbes.	
	Gravenche.....									—		Bord : gravier.

0538
 Fev. 4. 1885

RECUEIL ZOOLOGIQUE SUISSE

COMPRENANT

L'EMBRYOLOGIE, L'ANATOMIE ET L'HISTOLOGIE COMPARÉES,
 LA PHYSIOLOGIE, L'ÉTHOLOGIE,
 LA CLASSIFICATION DES ANIMAUX VIVANTS OU FOSSILES

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DU

D^r HERMANN FOL

Directeur du Laboratoire d'embryologie.
 Professeur ordinaire à l'Université de Genève.

AVEC LA COLLABORATION DE

MM. Maurice BEDOT, E. BÉRANECK, Henri BLANC, A. BROT,
 Ed. BUGNION, Victor FATIO, Max FLESCHE, F.-A. FOREL, E. GASSER,
 Aloïs HUMBERT, Conrad KELLER, J. KOLLMANN, A. Bolles LEE,
 P. de LORIOL, B. LUCHSINGER, Godefroy LUNEL,
 F. MIESCHER-RUSCH, Pietro PAVESI, H. de SAUSSURE,
 Maurice SCHIFF et Th. STUDER

TOME SECOND

N° 1

Sorti de presse le 28 janvier 1885

GENÈVE-BALE

H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR

MAISON A. LYON

TABLE DES MATIÈRES

Jean NIEMIEC. — Recherches morphologiques sur les ventouses dans le règne animal, avec les planches I à V.....	1
Conrad KELLER. — Untersuchungen über die forstliche Bedeutung der Spinnen, avec la planche VI.....	149
Maurice BEDOT. — Sur l'histologie de la <i>Porpita mediterranea</i> ...	189
Louis ROULE. — Sur le développement des enveloppes ovulaires chez les Tuniciers.....	195

Pour les conditions de souscription, voir à la 3^{me} page de la couverture.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Rodolphe RUBATTEL. — Recherches sur le développement du cristallin chez l'homme et quelques animaux supérieurs, avec les planches VII et VIII, suivi de remarques par E. BUGNION	203
Maurice BEDOT. — Contribution à l'étude des Vélèles, avec la planche IX.	237
Henri BLANC. — Développement de l'œuf et formation des feuillets primitifs chez la <i>Cuma Rathkii</i> (Kröyer), avec la planche X.	253
E.-G. BALBIANI. — Sur un infusoire parasite du sang de l'Aselle aquatique (<i>Anoplophrya circulans</i>), avec la planche XI.	277
Hermann FOL et Stanislas WARYNSKI. — Sur la méthode en téra-togénie, en réponse à un article de DARESTE.	305
Maurice SCHIFF. — Remarques sur l'innervation des cœurs lymphatiques des Batraciens anoures. 2 ^{me} partie, action réflexe . . .	327
Edmond PERRIER. — Sur les ambulacres des Échinodermes, en réponse à un mémoire de NIEMIEC	357

Pour les conditions de souscription, voir à la 3^{me} page de la couverture.

4555

Aug. 6. 1885

RECUEIL ZOOLOGIQUE SUISSE

COMPRENANT

L'EMBRYOLOGIE, L'ANATOMIE ET L'HISTOLOGIE COMPARÉES,
LA PHYSIOLOGIE, L'ÉTHOLOGIE,
LA CLASSIFICATION DES ANIMAUX VIVANTS OU FOSSILES

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE

Dr HERMANN FOL

Directeur du Laboratoire d'embryologie,
Professeur ordinaire à l'Université de Genève

AVEC LA COLLABORATION DE

MM. Maurice BÉDOT, E. BÉRANECK, Henri BLANC, A. BROT,
Ed. BUGNION, Victor FATIÒ, Max FLESCH, F.-A. FOREL, E. GASSER,
Alois HUMBERT, Conrad KELLER, J. KOLLMANN, A. Bolles LEE,
P. de LORIOL, B. LUCHSINGER, Godefroy LUNEL,
F. MIESCHER-RUSCH, Pietro PAVESI, H. de SAUSSURE,
Maurice SCHIFF et Th. STUDER

TOME SECOND

N° 3

Sorti de presse le 29 juin 1885

GENÈVE-BALE

H. GEORG LIBRAIRE-ÉDITEUR

MAISON-A LYON

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Arthur BOLLES LEE. — Les balanciers des diptères, leurs organes sensifères et leur histologie, avec la planche XII	363
Nathan LÆWENTHAL. — Des dégénéralions secondaires de la moelle épinière conséculives aux lésions expérimentales médullaires et corticales, avec les planches XIII et XIV	393
Godefroy LUNEL. — Sur la variation dans les œufs du Vautour moine, avec les planches XV et XVI	507
J. NIEMIEC. — Encore un mot sur les ambulacres des Échinodermes	521

Pour les conditions de souscription, voir à la 3^{me} page de la couverture.

1538
+
Dec. 1885

RECUEIL ZOOLOGIQUE SUISSE

COMPRENANT

L'EMBRYOLOGIE, L'ANATOMIE ET L'HISTOLOGIE COMPARÉES,
LA PHYSIOLOGIE, L'ÉTHOLOGIE,
LA CLASSIFICATION DES ANIMAUX VIVANTS OU FOSSILES

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DU

Dr HERMANN FOL

Directeur du Laboratoire de Morphologie,
Professeur ordinaire à l'Université de Genève.

AVEC LA COLLABORATION DE

MM. Maurice **BEDOT**, E. **BÉRANECK**, Henri **BLANC**, A. **BROT**,
Ed. **BUGNION**, Victor **FATIO**, Max **FLESCH**, F.-A. **FOREL**, E. **GASSER**,
Aloïs **HUMBERT**, Conrad **KELLER**, J. **KOLLMANN**, A. Boiles **LEE**,
P. de **LORIOU**, B. **LUCHSINGER**, Godefroy **LUNEL**,
F. **MIESCHER-RUSCH**, Pietro **PAVESI**, H. de **SAUSSURE**,
Maurice **SCHIFF** et Th. **STUDER**

TOME SECOND

N° 4

Sorti de presse le 3 octobre 1885



GENÈVE-BALE

H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR

MAISON A LYON

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
E.-G. BALBIANI. — Contribution à l'étude de la formation des organes sexuels chez les insectes, avec les planches XVI <i>bis</i> et XVII, et deux gravures dans le texte.....	527
J. NIEMIEC. — Recherches sur le système nerveux des Ténias, avec les planches XVIII, XIX, XX et XXI, et deux gravures dans le texte.....	589
V. FATIO. — Les Corégones de la Suisse (classification et conditions de frai), avec deux tableaux (Pl. XXII et XXIII).....	649

Pour les conditions de souscription, voir à la 3^{me} page de la couverture.

Rebound November, 1968





3 2044 106 276 405

Date Due

~~JUN 31 1991~~

