QL
430.5
.C84G23
1887
MOLL

JOHN BROOKS HENDERSON

I GARNAUT.

430.5
284623
1887
Moll.
RECHERCHES ANATOMIQUES ET HISTOLOGIQUES

SUR LE

CYCLOSTOMA ELEGANS.

PAR

M. Paul GARNAULT.

Division of Mollusks
Section of Mollusks

Avant-propos.

Les recherches que je publie sur l'anatomie et l'histologie du *Cyclostoma elegans*, ont été entreprises, il y a plus de trois ans, au laboratoire de zoologie de la Faculté des Sciences de Bordeaux. En abordant un travail de cette nature, je ne pouvais compter, assurément, sur de très grandes découvertes. Mais il m'a paru qu'une monographie complète, et aussi exacte que possible, est toujours un travail utile, même quand il s'agit d'un type fort connu. Si j'avais, d'ailleurs, à m'excuser d'avoir entrepris une telle étude, je pouvais m'abriter sous l'autorité de savants considérables.

Il y a peu d'années, d'illustres naturalistes élevaient la voix pour encourager les chercheurs à abandonner momentanément la voie séduisante, mais périlleuse, de la généralisation scientifique, où tant d'auteurs mal préparés ont fait pour leurs débuts des chutes si rudes, et à consacrer tous leurs efforts à des études de détail. L'avenir utilisera ces matériaux, mais c'est en vain qu'on tenterait aujourd'hui d'édifier des généralisations précipitées, fondées sur des données incomplètes, que le premier fait nouveau peut renverser. « Nous sommes, a dit M. de Lacaze-Duthiers, à la période des monographies »; et encore : « On ne sait jamais trop de choses sur un même objet. » Pénétré de la vérité de ces paroles, je me suis restreint à l'étude du Cyclostome

Bordeaux 1887

élégant; mais ce travail n'est, dans mon esprit, qu'une introduction à des recherches plus étendues, que j'ai l'intention de poursuivre dans le groupe auquel appartient cet animal.

Il y aurait le plus grand intérêt, comme le dit Simroth, dans un article paru récemment dans le *Zoologischer Anzeiger*, à rechercher les formes de transition qu'on trouverait peut-être dans les nombreuses espèces de *Cyclostoma* des tropiques, entre les animaux parfaitement adaptés, comme l'*elegans*, à la vie terrestre et à la respiration aérienne, et leurs ancêtres aquatiques, fluviatiles et marins. J'ai déjà fait quelques démarches pour arriver à me procurer ces animaux. Je fais ici appel à l'obligeance de tous ceux entre les mains de qui pourrait tomber ce travail, et qui seraient en mesure de m'envoyer des espèces quelconques.

J'aurais désiré présenter en même temps, l'étude de l'adulte et celle de l'embryon. Il y a, en effet, quand on en a le loisir, un grand intérêt à étudier simultanément l'organisme adulte et les différentes phases de son développement. Mais, si l'on veut faire des études embryologiques, consciencieuses et complètes; si l'on veut suivre attentivement l'enchaînement des états successifs, condition essentielle pour résoudre les nombreuses questions qui se posent devant l'embryologiste, un tel travail peut entraîner bien loin, et exiger de longues années. Une difficulté d'un autre ordre contribua encore à me détourner de présenter, dans ce premier mémoire, l'embryologie du Cyclostome. Ne pouvant observer d'une façon continue l'animal dans ses conditions naturelles, je ne parvins pas, dans mes premières recherches, à découvrir les œufs et les embryons du Cyclostome. Moquin-Tandon et Claparède n'ont pas été plus heureux. J'ai cru devoir concentrer tous mes efforts sur l'anatomie de l'adulte, comptant bien reprendre, dès que cela serait en mon pouvoir, mes recherches sur la ponte et l'embryogénie du Cyclostome.

J'ai pu réunir tous les matériaux bibliographiques nécessaires à mon travail, à l'exception des travaux anciens de Lister et de Berkeley qui, vu l'époque à laquelle ils ont été publiés, ne présentent probablement pas un très grand intérêt. Le genre Cyclostome n'a pas été l'objet de nombreuses études anatomiques, on ne peut guère citer que les recherches de Moquin-

Tandon (1) et celles de Claparède (2), mais ces deux travaux, et surtout le premier, sont fort incomplets et bien souvent inexacts. Depuis cette époque, le *Cyclostoma elegans* a été étudié à plusieurs reprises, mais à des points de vue très spéciaux, par divers observateurs; ces travaux seront indiqués et analysés dans le texte et à leur véritable place.

Si j'ai pu rassembler et consulter tous les travaux concernant immédiatement l'anatomie du Cyclostome, je n'ai point négligé l'étude de toutes les questions qui se posent pour les mollusques en général et dont le Cyclostome pouvait me fournir la solution. Ces recherches ont été faites avec la plus grande conscience. J'ai essayé de donner à cette monographie la portée générale qui lui manque peut-être au point de vue morphologique, comme à la plupart des travaux analogues, en développant mes recherches au point de vue de l'anatomie générale. Il m'a fallu, dans ce but, consulter des travaux fort nombreux. Mais, dans les questions de ce genre, les plus récents possèdent seuls de la valeur. Je me suis, le plus souvent, borné à citer ces derniers, voulant être complet sans devenir trop long. J'ai fait mon possible pour atteindre ce résultat.

Les procédés que j'ai employés sont indiqués dans le texte, je décrirai seulement ici la méthode dont je me suis servi pour faire mes coupes.

Les objets, fixés par des procédés très divers, sont toujours colorés en masse, ordinairement par le carmin aluné et le carmin boraté. On les porte, après lavage à l'eau ou à l'alcool à 50°. suivant les objets, dans des alcools de plus en plus concentrés, jusque dans l'alcool absolu; le séjour dans ces divers liquides doit varier beaucoup, suivant la taille et la nature des objets, et ne peut être indiqué que par l'expérience personnelle. De l'alcool absolu, les objets sont portés dans un mélange d'alcool 3/4, chloroforme 1/4, puis enfin, dans le chloroforme pur, en employant deux autres mélanges intermédiaires. Les objets sont alors mis dans une solution saturée de paraffine dans le chloroforme. On

(1) Moquin-Tandon. — *Histoire naturelle des mollusques terrestres et fluviatiles de France*. Paris, 1855.

(2) Claparède. — *Beitrag zur Anatomie des Cyclostoma elegans*. Müller's, Archiv 1858.

les y laisse quelque temps, puis on les porte dans une couveuse d'Arsonval froide, réglée pour 42°, qu'on allume au moment où l'on y place la préparation; on laisse de dix à quarante-huit heures, suivant la taille, et l'on porte dans quatre paraffines successives, dont le point de fusion est échelonné entre 42° et 60°. Si l'objet est caverneux et de grosse taille, il faut le laisser au moins une heure dans chacune de ces paraffines, auxquelles on a ajouté deux ou trois gouttes d'essence de térébenthine, qui assure la pénétration. J'ai fait construire, par M. Gendron, une petite étuve qui peut remplacer la couveuse d'Arsonval. Cette étuve ressemble à celle du laboratoire de Naples, que je ne connaissais pas à l'époque où j'ai fait faire la mienne.

C'est une petite marmite portée sur trois pieds. Elle est munie latéralement d'un robinet qui permet l'écoulement de l'eau; deux robinets placés beaucoup plus haut apportent, l'un de l'eau froide, l'autre de l'eau bouillante; un tube latéral coudé montre constamment le niveau de l'eau. Un couvercle recouvre la marmite; une tubulure pratiquée dans ce couvercle permet de plonger dans l'eau un thermomètre, dont la colonne est toujours sous les yeux de l'observateur. Une petite cheminée laisse échapper la vapeur; le couvercle est encore creusé de plusieurs trous destinés à recevoir des vases en cuivre qui plongent dans le liquide, dont on peut modifier à volonté la température.

Avec cet instrument, il est possible de faire très facilement des inclusions en orientant les objets sous la loupe après avoir, au préalable, enduit les cuvettes de glycérine, pour empêcher l'adhérence de la paraffine. Il est nécessaire de faire refroidir brusquement la paraffine pour qu'elle soit homogène, car elle prendrait une structure cristalline qui ne permet pas d'y faire des coupes.

Les masses de paraffine refroidies brusquement prennent, au bout de quelques mois la structure cristalline. Il suffit, pour éviter cet inconvénient, de les faire fondre et de les refroidir de nouveau.

J'ai monté toutes mes préparations dans le baume de Canada qui m'a donné des résultats excellents. Je possède des préparations très anciennes qui n'ont presque pas pâli. Je dois dire, cependant, que j'ai essayé tous les autres procédés indiqués dans ces derniers temps, mais j'ai cru devoir m'en tenir à celui-là.

Pour monter les coupes, je me suis servi de la méthode suivante : Les lames porte-objets sont recouvertes d'une couche de gomme laque dissoute dans l'alcool absolu, puis d'une couche mince d'essence de girofle et mieux de bergamote, qu'on étale au moyen d'une baguette de verre. On dépose alors les coupes, et les lames sont portées dans l'étuve à 50° ou sur le couvercle de ma petite marmite. On les laisse vingt-cinq à trente minutes, elles sont alors passées dans un bain d'essence de térébenthine, jusqu'à ce que la paraffine soit entièrement dissoute, puis, montées dans le baume de Canada. Il peut se faire que, malgré toutes les précautions, les coupes se déplacent; on évite cet inconvénient en laissant quelques instants, dans l'étuve, les coupes imbibées d'essence de térébenthine; souvent, dans ce cas, il reste quelques bulles d'air, mais elles disparaissent bientôt. En employant l'essence de térébenthine à la place du chloroforme, comme véhicule de la paraffine, et l'essence de pétrole à la place de l'essence de térébenthine pour laver les coupes, la fixation sur la lame est beaucoup plus sûre, mais la contraction des objets est un peu plus forte. Toutes mes coupes ont été faites avec le microtome de Rivet, construit par Verick.

Mes descriptions se rapportent toutes à des animaux qui ont été orientés dans la position adoptée par de Lacaze-Duthiers la bouche en haut, le pied en avant, la cavité palléale en arrière et le tortillon en bas.

Qu'il me soit permis d'adresser ici mes remerciements à tous ceux qui, à des titres divers, m'ont aidé pendant le cours de ce long travail; et particulièrement à mon excellent maître, M. le Professeur Pérez, à qui je dois mon instruction zoologique tout entière, à M. le Professeur Gayon, à mon excellent ami Cagnieul. Je dois enfin rendre un hommage tout particulier à la mémoire de mon regretté collègue Dupetit, dont l'aide et les conseils m'ont été si précieux.

La Coquille.

Il est d'usage, au début de la monographie d'un mollusque, de commencer par l'étude de la coquille et de l'opercule, je me conforme à cette habitude.

L'opercule vient d'être étudié, avec soin, par M. Houssay (1), et je n'ai pas cru devoir reprendre ce travail.

Quant à la coquille, il ne reste rien à dire sur sa forme et ses nombreuses variations, que les conchyliologistes ont suffisamment décrites. Mais son étude micrographique est encore à faire, car elle n'a pas été étudiée par les coupes, à ma connaissance du moins, et bien que les résultats que ce procédé m'a fournis ressemblent beaucoup à ceux donnés par les autres mollusques, j'ai cru cependant devoir les faire connaître.

M. le Dr Fischer, supposant que peut-être la coquille présentait des pores à travers lesquels se faisaient les échanges gazeux pendant le repos hibernant, m'avait engagé à en rechercher l'existence. J'ai fait, dans ce but, l'expérience suivante : un tube de verre fut fixé, avec du mastic, dans la bouche de coquilles, les unes fraîches les autres sèches ; j'introduisais alors du sulfate de peroxyde de fer par l'orifice du tube, qui fut relié à un appareil permettant d'exercer une pression définie. La coquille fut plongée dans un bain de cyanoferrure de potassium et y fut laissée vingt-quatre heures, pendant qu'elle subissait une pression interne d'une atmosphère ; jamais dans ces conditions il ne s'est produit de bleu de Prusse à sa surface. De plus, j'ai exercé cette même pression sur des coquilles contenant du bleu de Prusse, finement pulvérisé, en suspension dans l'eau et je n'ai jamais pu distinguer, dans les coupes de ces coquilles, de canalicules, soit vides, soit injectés de matière colorante.

(1) F. Houssay, *Opércule et glandes du pied des gastéropodes*, Arch. de zool. expér. 2^e, sér. t. II.

Sur une section suffisamment mince (fig. 4), on peut distinguer trois couches : une externe, *a*, pigmentée, composée de plusieurs strates successives; une moyenne, *b*, dans laquelle on peut distinguer deux parties : l'une externe, nettement cristalline, et une interne, de couleur jaunâtre, dans laquelle on aperçoit souvent les mêmes stries, moins nettes et souvent masquées par la matière organique déposée en grande abondance et fortement colorée. Il y a enfin une dernière couche calcaire, *c*, composée d'un petit nombre de couches emboîtées, se recouvrant successivement, dans chacune d'elles, on peut voir un très grand nombre de stries, les unes parallèles, les autres normales à la surface de la coquille; c'est la couche de nacre, formée tardivement par les cellules épithéliales de la peau, et non par les glandules du bord du manteau, comme la couche moyenne. La couche de nacre est donc, sur une coquille qui vient de terminer son accroissement, beaucoup plus mince dans le dernier tour que dans les précédents. L'importance relative de la couche moyenne est bien moins variable. Dans chaque tour, la couche de nacre est beaucoup plus épaisse vers la région externe que vers la région interne; elle diminue jusqu'à devenir nulle, au niveau de la columelle, fortement épaissie aux dépens de la couche moyenne. La figure 3 montre une partie de ces détails, ainsi que l'emboîtement des couches plus visible dans le dernier tour. Il y a déjà dans cette région une mince couche d'émail très fragile, qui se détache facilement du reste de la coquille. On peut voir, en *b*, le renforcement des couches au niveau de la suture.

La couche moyenne et la couche interne restent brillantes pendant l'extinction quand on les observe à la lumière polarisée; on y distingue des teintes rouges et vertes. Ces phénomènes, ainsi que la présence des stries, indiquent dans ces deux couches et surtout dans la première, l'état cristallin du carbonate de chaux qui les compose.

Le Système digestif.

La partie supérieure du corps, fort allongée, à l'extrémité de laquelle se trouve l'orifice buccal et qui, chez le Cyclostome, comme chez les autres mollusques, porte le nom de *mufle*, a été décrite dans sa forme extérieure par divers auteurs. On a signalé la façon dont l'animal s'en sert pour la marche, on a décrit son échancrure antérieure; il nous reste seulement à dire quelques mots de sa structure histologique.

La surface plane qui termine cet organe est recouverte d'une très épaisse cuticule. Le tissu du mufle tout entier, et surtout celui des lèvres, est creusé d'un nombre considérable de fines lacunes. Ces lacunes donnent aux coupes du mufle un aspect tout à fait comparable à celui des organes érectiles du Cyclostome, de la verge et du tentacule, par exemple. Cette disposition montre aussi quelle doit être l'importance des actions produites par l'afflux du sang dans cet organe si mobile, et dont l'animal peut transformer l'extrémité en ventouse.

La cavité buccale est un tube dont la paroi est renforcée par de nombreux faisceaux musculaires (fig. 8,₁), les uns longitudinaux, les autres annulaires, et tapissée par une couche d'épithélium cylindrique revêtue d'une épaisse cuticule.

Ce tube n'est pas cylindrique, mais comprimé latéralement. On voit, sur les coupes, que les parois sont plissées longitudinalement; ces replis forment des bourrelets proéminent dans l'intérieur du canal. L'épithélium qui tapisse la cavité buccale, de même que celui qui recouvre la surface terminale du mufle, est composée de cellules cylindriques, parmi lesquelles se trouvent en grand nombre des cellules terminales nerveuses, dont quelques-unes seulement paraissent surmontées d'un filament (fig. 7). Je n'ai jamais pu, dans les coupes les plus minces d'objets préparés par les procédés les plus variés, apercevoir ce filament plongé dans l'intérieur de la cuticule. Nous aurons à revenir sur cette question et nous donnerons, en faisant l'étude

du tégument, les raisons pour lesquelles ces cellules paraissent devoir être considérées comme nerveuses et probablement, dans cette région de l'organisme, comme gustatives.

Lorsqu'on ouvre un animal mort dans l'eau et qu'on l'étale, le bulbe buccal frappe immédiatement les yeux (fig. 1,¹ et 8,²). Dans la figure 1, le bulbe a été ramené en haut et en avant, de telle sorte que l'on ne peut voir le tube buccal. C'est une masse volumineuse de couleur grisâtre, située au-dessous et à la suite de la bouche; elle est recouverte par le tube œsophagien et par les canaux excréteurs des glandes salivaires qui s'ouvrent dans la bouche au niveau où commence le renflement bulbaire.

Si on ouvre la paroi dorsale de l'œsophage, par une incision se continuant jusqu'aux lèvres du mufle, on voit très nettement que le canal qui se trouve dans le bulbe et qui se continue dans le sac de la radula peut être considéré comme un diverticule de la paroi antérieure de l'œsophage. La radula logée dans ce canal, étant destinée à se déplacer, des masses musculaires puissantes se sont développées au niveau de sa partie antérieure, en même temps que des cartilages, organes de soutien pour la râpe qui leur adhère. Les muscles s'insèrent sur ces noyaux cartilagineux, et c'est par leur intermédiaire qu'ils agissent sur l'organe de la mastication. Ainsi s'est constituée, vers la région antérieure de la radula, une masse en partie musculaire, en partie squelettique, d'autant plus développée que les mouvements de cet organe doivent être plus énergiques; cet organe est le bulbe buccal. Il présente en bas une échancrure, par où sort un tube aplati, de couleur blanchâtre, qui se porte au-dessous de l'œsophage, passe avec lui sous la commissure des ganglions cérébroïdes (cependant je l'ai rencontré une fois au-dessus), et s'enroule, vers son extrémité, autour de sa face postérieure. On voit, à sa partie terminale, deux petits lobules latéraux, limitant une échancrure moyenne peu profonde (fig. 8,³). Ce tube est le sac de la radula, renfermant la lame chitineuse dont nous avons parlé.

Le bulbe est entouré d'une enveloppe musculieuse très complexe qui ne peut être étudiée que par la méthode des coupes. Les muscles du bulbe peuvent être divisés en deux groupes : les muscles extrinsèques et les muscles intrinsèques. Les muscles extrinsèques s'insèrent d'une part sur les parois du corps, d'autre part sur le bulbe qu'ils déplacent tout entier. On trouve deux

paires de muscles extrinsèques : 1^o les muscles latéraux, constitués par deux fortes lames triangulaires (fig. 1,¹ et 6,⁴), qui s'insèrent par leur sommet sur les cartilages du bulbe dans sa partie inférieure, et par leur base sur le pourtour des lèvres du mufle. En raison de leur taille et de leur direction, ils doivent être considérés comme des agents très énergiques de la protraction du bulbe; ils doivent encore être suppléés dans cette tâche par les faisceaux longitudinaux contenus dans les parois du tube buccal; 2^o les muscles rétracteurs postérieurs, représentés par deux rubans musculaires très minces et très étroits qui s'insèrent à la face antérieure du bulbe sur le sommet des cartilages supérieurs; ils se dirigent en divergeant sous un angle très faible vers le collier œsophagien qu'ils traversent et vont se perdre au milieu des faisceaux postérieurs du pied, se confondant avec le muscle columellaire. Ces rubans musculaires ne sont pas simples, au niveau de la partie inférieure du bulbe, chacun d'eux reçoit un faisceau qui naît en haut du rebord labial (fig. 1,² et 6,¹). Un troisième faisceau musculaire, plus grêle que les précédents et auquel est accolée une petite artère, se sépare de la radula au point où il sort du bulbe et suit la même direction que les rétracteurs postérieurs entre lesquels on l'aperçoit (fig. 1,³).

La radula est une lame chitineuse, longue de sept à huit millimètres, sur laquelle s'implantent les dents, dont Claparède a donné une description fort exacte aussi ne reviendrons-nous pas sur ce sujet. Quant au développement des dents, nous pensons qu'il ne peut que gagner à être étudié, ainsi que toutes les questions d'histogenèse, en même temps que l'embryogénie de l'animal. Cette question vient d'ailleurs d'être étudiée dans un travail récent et consciencieux de Richard Rössler (1). Une section transversale du sac de la radula, montre que la lame qui porte les dents est repliée dans le tube, de façon que les dents qui deviendront latérales, quand la membrane sera étalée, sont séparées, sur la lame médiane dorsale, par un bourgeon épithélial qui émane de cette paroi et qui s'avance dans la lumière du tube.

(1) *Die Bildung der Radula bei den Cephalophoren Mollusken.* Zeits. f. wiss. Zool. t. XLI.

Vers la partie moyenne des cartilages supérieurs, le sac de la radula s'ouvre dans une cavité faisant suite au tube buccal et dont la paroi antérieure représente la paroi antérieure du sac. Elle est revêtue, comme elle, de petites cellules épithéliales, auxquelles la grande lame antérieure de la radula est adhérente. On sait que la lame basale qui porte les dents, de même que ces dents elles-mêmes, se forment constamment à l'extrémité du tube radulaire et sont repoussées, au fur et à mesure de leur formation, vers la bouche où elles sont constamment détruites. En arrivant dans la grande cavité, la lame radulaire s'étale et se munit latéralement de larges expansions chitineuses, que l'on doit considérer, de même que toutes les autres parties de la radula, comme des produits cuticulaires des membranes avec lesquelles elles sont en rapport.

La paroi dorsale de cette large cavité présente, sur les coupes transversales, une gouttière médiane profonde et sinueuse, ouverte en avant, qui continue le tube buccal, dont elle a la structure, et conduit directement à l'œsophage. La paroi dorsale du sac de la radula forme une sorte d'éperon saillant dans la cavité buccale, et se continue avec la paroi antérieure de l'œsophage. La surface de cet éperon présente plusieurs plis, on voit (fig. 5, 2) la coupe de son extrémité supérieure.

De chaque côté de la gouttière médiane, les parois latérales de la cavité commune sont revêtues d'un épithélium cylindrique très développé, dont les cellules fortement granuleuses sécrètent une salive buccale qui sert évidemment à favoriser la mastication, et qui jouit peut-être aussi de propriétés chimiques, utilisées dans la digestion. Les amas de ces cellules forment des trainées blanchâtres que l'on voit facilement à l'œil nu à la surface du bulbe.

Les cartilages du bulbe sont au nombre de six. On peut avoir une idée de leur forme en comparant les sections représentées dans les figures 2, 5, 6. On peut voir dans la coupe 6, que les cartilages inférieurs BB', d'où naît le muscle latéral 1, donnent en dehors insertion à des fibres 2, qui se portent vers les cartilages supérieurs AA'. Ceux-ci peuvent peut-être, sous l'action de ces muscles, basculer en dehors, mais le rôle principal de ces puissants faisceaux est de rapprocher les cartilages A et B. D'autres faisceaux, qui peuvent être considérés comme faisant

partie de la paroi du bulbe, naissent encore de la partie externe des cartilages supérieurs 3 et vont s'insérer aux parois de la membrane soutenant la lame radulaire. D'autres encore se confondent avec les faisceaux longitudinaux du tube buccal. De la partie interne du cartilage B part un gros faisceau musculaire qui s'insère au fourreau de la radula et à la face interne du cartilage A. Lorsque, par l'action des muscles extrinsèques protracteurs, le sac tout entier est soulevé en haut, les fibres placées dans la membrane du tube buccal et qui s'insèrent sur la paroi antérieure de la cavité radulaire, projettent encore les dents hors de la bouche; alors les muscles 2, 3, 4, se contractant simultanément, assurent d'abord l'immobilité de tout l'appareil et ensuite entraînent vivement en arrière l'appareil radulaire tout entier. Ces masses musculaires très puissantes doivent donner à ces mouvements une énergie considérable.

On peut, en se rapportant à l'explication des planches, comparer les coupes 2 et 5 qui complètent la précédente. La coupe 5 montre que les muscles rétracteurs de la radula, entourent presque complètement les cartilages supérieurs.

Un autre appareil musculaire que nous montre la figure 2, sert à faire basculer latéralement les cartilages AA'. Le muscle *a* les relie et les fait basculer en dehors, et, par suite, la partie supérieure de la radula et sa large lame de soutien s'étalent. Le muscle *b*, au contraire, déplace le petit noyau cartilagineux *c*, qui est adhérent à la membrane de la lame et replie la radula.

Le muscle *c*, qui adhère en dehors au même noyau, et dont l'autre extrémité s'insère à la face externe du cartilage A par une de ses portions, tandis que l'autre va se perdre dans les parois du bulbe, peut être considéré comme l'antagoniste du précédent. Le déploiement de la radula, qui doit se faire en même temps que sa protraction, est produit par des faisceaux musculaires importants, tandis que le mouvement inverse paraît accompagner naturellement la rétraction du bulbe et de la radula.

La structure des cartilages a été maintes fois décrite. Nous nous contenterons de dire que l'on peut constater d'une façon très nette, sur le petit noyau adhérent à la lame radulaire, que ses cellules sont des éléments fibreux modifiés, revêtus d'une épaisse membrane.

L'œsophage (fig. 1, ³, ⁴, 5, ³, 8, ⁴, 9, ¹, 10, ¹ et 16, ¹) est un tube qui, au premier abord, paraît à peu près cylindrique. Il se continue vers le haut avec la gouttière de la paroi dorsale de la cavité buccale et se porte directement en bas vers l'estomac. Il passe à travers le collier œsophagien, est croisé en dessous par le connectif qui unit le ganglion pleural au ganglion sus-intestinal, et en dessous par le connectif qui unit le ganglion latéral gauche au ganglion sous-intestinal. Il passe sous l'aorte antérieure, s'engage dans ce canal étroit qui met la portion supérieure de la cavité générale en communication avec la portion inférieure, s'accole à la paroi ventrale du corps, plonge au milieu des lobules de la glande à concrétions et du lobe supérieur du foie, et pénètre enfin dans l'estomac.

Les parois de l'œsophage présentent de nombreux plis longitudinaux, qui lui permettent de se distendre considérablement.

On trouve aussi, sur le trajet de ce tube, plusieurs dilatations qui doivent concourir au même but. On peut distinguer, dans la paroi de l'œsophage, trois couches : 1^o la couche conjonctive, constituée par des éléments conjonctifs pigmentés et des cellules de Leydig, plus ou moins volumineuses, plus ou moins chargées de calcaire; 2^o une couche musculaire, dans laquelle on peut distinguer une couche de fibres longitudinales et une couche de fibres annulaires; 3^o enfin, une tunique interne épithéliale constituée par une couche simple d'épithélium, dont les cellules sont les unes cylindriques, avec un plateau et des cils puissants, les autres caliciformes, avec un long goulot, surmonté d'un bouchon de mucus.

Les glandes salivaires sont constituées par deux masses glandulaires en forme de massue (fig. 1, ² et 8, ²) accolées à l'œsophage et qui pénètrent dans la cavité buccale, à peu près au même niveau que lui. Les canaux excréteurs sont tapissés par un épithélium cylindrique très régulier, dont les cellules contiennent un noyau, entouré de nombreuses granulations très fines. Sur le tube principal, naissent en grand nombre des tubes de second et de troisième ordre, terminés par des culs-de-sac constituant des lobules peu distincts. Tous ces canaux sont tapissés par des cellules granuleuses, qui abandonnent leur paroi, et constituent, par leurs débris, le liquide salivaire. J'ai recherché avec soin l'existence des cils vibratiles, et je n'en ai jamais ren-

contré dans aucune portion de la glande. Le liquide sécrété s'écoule donc à l'extérieur par la seule pression des tubes glandulaires. On rencontre toujours dans l'intérieur de la glande, quelques bacilles. Dans deux cas, bien que les animaux fussent frais et parussent en bon état, les glandes salivaires en étaient absolument bourrées. Je signale simplement ces faits, sans vouloir en tirer, en raison de leur inconstance, aucune conclusion. La réaction des glandes salivaires est nettement alcaline.

L'estomac (fig. 1,¹⁰, 8, 9 et 10) est une sorte de poche, comprimée d'avant en arrière, dont la partie inférieure se voit sous la peau du dos (fig. 1,¹⁰), tandis que la partie supérieure, difficile à distinguer de l'intestin, s'enfonce au milieu des lobules de la glande à concrétions. L'œsophage s'ouvre dans la partie gauche de la cavité stomacale, au niveau d'une ligne horizontale, passant entre les deux orifices excréteurs de la glande digestive situés plus à droite. Au-dessous du point d'implantation de ces canaux, l'estomac présente (fig. 9) des bosselures et des sillons peu marqués, qui aboutissent à une gouttière longitudinale faisant saillie dans la cavité de l'estomac. Cette gouttière se continue à l'extrémité de l'organe avec un autre sillon qui se dirige un peu obliquement sur la face dorsale, et qui vient se perdre en se divisant au milieu des bosselures de la région supérieure. La face dorsale tout entière présente de nombreuses bosselures. Celles qui se trouvent à l'extrémité supérieure de l'estomac, séparées des autres par un sillon transversal très net, auquel aboutit le grand sillon longitudinal, sont plus volumineuses et appartiennent à un organe conique, à base tournée du côté de l'estomac, qui établit la transition entre l'estomac et l'intestin.

Les deux gouttières longitudinales qui se trouvent l'une sur la face dorsale, l'autre sur la face ventrale de l'estomac, proéminent dans sa cavité, qu'elles divisent en deux couloirs, presque complètement séparés, mais communiquant librement au fond du cul-de-sac stomacal, où ses replis sont le moins saillants et presque nuls. Les aliments qui pénètrent dans l'estomac doivent s'écouler dans le compartiment gauche et, arrivés au fond de la poche, passer dans le compartiment droit et de là dans l'intestin. Je n'entends point établir une distinction anatomique absolue entre les deux régions de l'estomac, qui ont d'ailleurs la même structure. Pendant la digestion, sous l'influence de la nourriture.

accumulée, les replis doivent avoir une tendance à s'effacer, et il est possible qu'alors une partie des aliments puisse passer directement d'un côté à l'autre.

L'étude microscopique de l'estomac, faite d'après des dissociations et des coupes, montre qu'il y a une tunique externe conjonctive bien développée, dans laquelle se trouvent de nombreux vaisseaux; une couche moyenne musculaire, formée de deux plans de fibres, les unes longitudinales, les autres annulaires; enfin, une couche interne épithéliale, composée d'éléments cylindriques surmontés d'une cuticule. L'épaisseur de cette cuticule n'est peut-être pas la même dans tous les points de l'estomac; mais les variations qu'elle présente à cet égard sont de très faible importance. On peut dissocier facilement cette membrane épithéliale par le sérum iodé. Les cellules (fig. 12) contiennent de nombreuses granulations et un noyau bien développé placé vers leur tiers inférieur. Un grand nombre de cellules restent coiffées du lambeau de membrane cuticulaire qui les recouvrait. Cette cuticule présente une striation fine, qui ne peut se voir qu'à l'aide de grossissements très puissants. Cet aspect strié est dû à la présence, dans la cuticule, de canalicules très déliés, par lesquels s'écoulent dans l'estomac les produits de la sécrétion des cellules. Celles-ci ne portent jamais de cils vibratiles.

La figure 11 représente le point où l'épithélium de l'estomac passe à l'épithélium de la glande digestive. Cette transformation est brusque et se fait sans transition. Il en est de même au point où l'œsophage s'ouvre dans l'estomac. Du côté de l'intestin, au contraire, dans ce tube conoïde dont nous avons déjà dit un mot, les cellules qui constituent l'épithélium de revêtement, tiennent à la fois de celles de l'estomac et de celles de l'intestin, partageant ainsi le caractère d'ambiguïté de l'organe qu'elles revêtent.

Nous avons étudié la réaction de l'estomac, sur un animal à jeun depuis quelque jours, et sur un animal en pleine digestion venant d'être capturé. Nous avons pris tout l'estomac avec l'organe conoïde; après avoir broyé le tout, nous avons fait plusieurs lots, qui ont été essayés sur du papier de tournesol bleu et rouge. Le papier bleu ne revient jamais au rouge, quelle que soit sa sensibilité, mais le rouge vire au bleu d'une manière évidente et bien plus sensible, que sous l'action de la glande digestive

elle-même, et surtout que sous celle de l'intestin. Craignant que les parties supérieures de l'estomac, que l'on pourrait à la rigueur considérer comme appartenant à l'intestin, ne modifiassent la réaction, nous avons recommencé cette expérience en liant l'estomac au niveau de son tiers supérieur et sectionnant l'organe immédiatement au-dessus de la ligature. Puis, ce sac fermé a été lavé à l'eau distillée et porté sur du papier de tournesol fortement rougi. Le sac a été alors ouvert et la réaction du liquide qui s'écoulait s'est montrée dans tous les cas nettement alcaline. Je laissais le papier de tournesol absorber tout le liquide suintant à la surface de ce lambeau d'estomac, que je transportais sur un autre point du papier. Si on l'écrasait alors, il se produisait une nouvelle tache d'un bleu plus intense que la précédente. Il est donc bien certain que le liquide contenu dans l'estomac est alcalin, et que les cellules des parois ont aussi une réaction très nettement alcaline.

Quand l'animal est en pleine digestion, on trouve dans son estomac des débris de feuilles mortes et de bois pourri, qui constituent sa nourriture ordinaire. La dureté de ces substances semble nécessiter la présence d'une cuticule sur les parois de l'estomac, organe où, malgré l'action de la radula, doit encore se faire une certaine trituration des matériaux ingérés. Lorsque l'estomac ne renferme plus d'aliments, il contient un liquide brun, sécrété probablement, en partie par ses propres parois, en partie par la glande digestive, dont le suc, peut refluer dans l'estomac. Cependant, je dois dire que, malgré cette coloration du suc gastrique, on ne trouve jamais dans la cavité de l'estomac les boules brunes caractéristiques venant de la glande, tandis qu'on les retrouve entières dans l'intestin.

Ce fait pourrait peut-être s'expliquer de la façon suivante : les boules entraînées par les aliments pendant la digestion, moment où la sécrétion de la glande digestive doit être plus active, ne se détruiraient pas dans l'intestin ; dans l'intervalle des digestions, elles tomberaient dans l'estomac, se dissoudraient dans le suc gastrique et lui donneraient sa coloration. Mais c'est là une hypothèse difficile à vérifier.

La cellulose, qui compose en grande partie les feuilles mortes et les débris de bois qui servent à l'alimentation du Cyclostome, semble être digérée, au moins partiellement. On voit déjà, dans

l'intestin conoïde, et mieux encore dans les masses fécales logées dans le rectum, les aliments réduits en minimes particules, et souvent les éléments anatomiques qui les composent, dissociés. La cuticule des feuilles n'est jamais attaquée; on en trouve souvent des lambeaux dont les dimensions sont considérables. Ce fait ne permet pas d'attribuer la dissociation si complète des aliments à l'action triturante de la radula, mais bien aux sucs contenus dans le tube digestif.

Comme il paraîtrait que, chez les ruminants, la digestion de la cellulose résulterait de l'action de certains microbes, il eût été intéressant de faire à ce point de vue quelques recherches sur la digestion du Cyclostome. Mais je n'ai pu, au cours d'un travail d'anatomie pure, songer à entreprendre de telles recherches.

L'intestin est un canal à peu-près cylindrique, qui se rattache à l'estomac par l'organe conique dont nous avons parlé. L'intestin proprement dit est capable de se dilater considérablement. Il s'ouvre à droite dans la cavité respiratoire; sa longueur totale est d'environ cinq centimètres. La portion conique, profondément située, s'enfonce sous la face antérieure de la moitié inférieure du corps de Bojanus, en se dirigeant de bas en haut; puis, à une faible distance du fond de la cavité respiratoire, commence la partie cylindrique, qui décrit deux ou trois sinuosités profondes, au milieu des lobules de la glande à concrétions (fig. 1,¹³). Elle se porte de là vers la face dorsale du corps, au-dessous de l'organe de Bojanus. A partir de ce point jusqu'au rectum, l'intestin reste placé sous la peau, où on peut l'apercevoir, lorsque la glande à concrétions est peu développée. Il décrit ensuite plusieurs sinuosités, en se dirigeant en bas vers l'estomac; revient en haut et à droite par un trajet sinueux, et arrive sous le bord droit du corps de Bojanus. Chez le mâle, il croise la vésicule dite séminale (fig. 1,¹⁴) et s'ouvre à une faible distance en arrière de la racine du pénis. Chez la femelle, il s'accole à l'utérus, et se termine un peu au-dessus de l'extrémité supérieure de cet organe. L'intestin, entouré par les lobules de la glande à concrétions, jusqu'au point où il rejoint le corps de Bojanus, mérite alors le nom de rectum. Cette portion se trouve placée dans une sorte de fourreau (fig. 16, 2, 3, 4), qui n'est autre chose qu'un sinus communiquant latéralement avec le vaisseau d'où partent la

plupart des troncs vasculaires destinés à la voûte de la cavité respiratoire. Ce sinus communique également avec les lacunes qui entourent les organes génitaux, et en bas avec la cavité générale.

Lorsqu'on ouvre la partie conique de l'intestin, on voit qu'elle est remplie, pendant la digestion, d'aliments broyés, mélangés au liquide brun dont il a été question. Si on examine ce même organe chez des animaux soumis au jeûne depuis quelques jours, on voit qu'il est rempli par un cylindre d'un blanc grisâtre, de consistance gélatineuse, qui se termine brusquement au point où commence l'intestin cylindrique, et qui se prolonge par un filament grêle et court du côté de l'estomac. Ce bouchon paraît surtout constitué par les produits de la sécrétion de la glande digestive. Il est en effet constitué par un coagulum semblable à celui que l'on trouve, après l'action des réactifs fixateurs, dans les canaux excréteurs de cet organe.

A une faible distance du point d'origine de l'intestin cylindrique, commencent à se former les boulettes ovoïdes de matière fécale, que l'on trouve en très grand nombre dans l'intestin des animaux capturés à la suite d'une période d'humidité chaude. Ces boules peuvent s'accumuler en certains points et distendre notablement l'intestin, surtout la première portion du rectum. Lorsqu'elles sont peu nombreuses, ce qui arrive chez les animaux à jeun, ces masses sont entourées d'une enveloppe de mucosités, qui se termine à chaque pôle par des sortes de chalazes. C'est cette matière muqueuse, provenant de la sécrétion des parois intestinales, qui agglutine les débris d'aliments avec les concrétions brunes provenant de la glande digestive. Elle donne aux masses fécales leur cohésion, et plus tard, lorsqu'elles sont rejetées, elle sèche et les rend dures et cassantes.

Nous pouvons aussi distinguer, d'après la structure de l'épithélium, trois régions dans l'intestin. La première est la région conique. Elle est revêtue d'un épithélium qui a la plus grande ressemblance avec celui de l'estomac, et qui porte des cils vibratiles. La seconde comprend tout l'intestin cylindrique, jusqu'au rectum. Dans celle-ci, les cellules de revêtement (fig. 15) sont cylindriques, bourrées dans leur partie moyenne de granulations, jaunâtres à la lumière transmise; leur extrémité tournée

du côté de la lumière du tube est hyaline. Cette extrémité, comme la région basale, dans laquelle se trouve contenu un noyau allongé, absorbe les réactifs colorants. Ces cellules ne présentent ni cuticule, ni cils vibratiles. L'examen microscopique de l'intestin étalé, montre, ainsi que les coupes de cet organe, que la surface de cet épithélium n'est pas plane, mais constituée par de nombreux monticules plus ou moins saillants, séparés par de profonds sillons. Les coupes font voir que ces villosités sont simplement constituées par des épithéliums de plus grande taille; la couche musculo-conjonctive ne prend aucune part à leur constitution. La troisième portion de l'intestin, le rectum, est tapissée par des cellules cylindriques, à granulations grisâtres, surmontées de cils vibratiles. Au milieu de ces éléments, on trouve des cellules mucipares caliciformes, avec un goulot béant. L'épithélium rectal forme des bourrelets longitudinaux, qui font saillie sur les bords de l'orifice anal. Une de ces saillies (fig. 1,¹⁵), plus développée que les autres, surplombe, chez le vivant, l'orifice de l'anus. La réaction de l'intestin est nettement, mais faiblement alcaline.

C'est dans l'intestin proprement dit, dans les sillons qui séparent les épaisissements épithéliaux, que se trouve le séjour d'élection de la *Trichodinopsis paradoxa*, signalée par Claparède, dans son mémoire sur le Cyclostome, et décrite dans son livre sur les infusoires, fait en collaboration avec Lachmann. J'ai fait sur ce curieux animal de nombreuses et intéressantes observations, que je réserve pour l'époque où je pourrai publier son histoire complète. Je dirai seulement que j'ai observé, à plusieurs reprises, des boules brunes de la glande digestive dans le corps de la *Trichodinopsis*; malheureusement je n'ai pu suivre leur sort.

La glande digestive (fig. 1, 8, 9, 10, 11, 13 et 14) remplit entièrement, avec les organes génitaux, les premiers tours du tortillon. Chez la femelle, la portion de ces organes qui se trouve dans cette région, n'a en tout temps qu'un volume très faible. Mais chez le mâle, le testicule, dont les lobules sont intimement mêlés à ceux de la glande digestive, prend, à partir de la fin de l'hiver, un développement tel, qu'il est quelquefois difficile d'extraire, sans déchirure, l'animal de sa coquille. Aussi, les premiers tours de spire, au lieu d'être alors constitués par une

masse brune à peu près homogène, sillonnée par des vaisseaux blancs parallèles à la direction de la spire, montrent, comme le dit Claparède, « les îlots bruns du foie au milieu de la mer jaune du testicule, » sur laquelle, les vaisseaux se voient à peine.

Mais je ne crois pas que, ainsi qu'il l'affirme, le développement des deux organes soit inverse suivant la saison. Il paraît en effet peu rationnel d'admettre que, pendant la période d'activité du Cyclostome, qui se manifeste aussi bien par le fonctionnement très actif de ses organes digestifs que de ses organes reproducteurs, la glande digestive s'atrophie. Des mesures effectives montrent qu'il y a là plutôt diminution relative qu'atrophie réelle. L'estomac, avons-nous dit, est immédiatement accolé à la peau de la région dorsale; mais sa partie inférieure est enchaînée dans la glande digestive, qui se creuse légèrement pour le recevoir. Chez le mâle, il repose par sa face ventrale sur un coussinet formé par la portion supérieure de la glande digestive et par le testicule.

La glande digestive est composée de petits acini de couleur grisâtre, marqués de taches brunes, dont l'aspect à un faible grossissement, a été exactement représenté par Claparède. Ils forment, en définitive, par leur réunion, deux glandes indépendantes, qui s'ouvrent dans la région pylorique de l'intestin par deux orifices distincts.

Le lobe inférieur, beaucoup plus développé que l'autre, aboutit à un canal situé sur la face columellaire, sous la peau, à côté du conduit génital, et accompagné de nombreux vaisseaux. Au niveau du cul-de-sac stomacal, il se dégage complètement des lobules qui l'entourent, et se présente alors à peu près isolé. Quelques acini simples sont implantés directement sur cette portion du canal, qui reçoit, immédiatement avant de pénétrer dans l'estomac, un conduit assez volumineux venant d'un lobule important (fig. 9). Le canal excréteur principal rejoint le tube digestif immédiatement au-dessus de l'étranglement qui sépare l'estomac de l'intestin conoïde. Cet abouchement se produit au fond d'une sorte d'ampoule peu marquée sur l'estomac simplement ouvert et étalé (fig. 10), mais très nette dans la coupe représentée (fig. 11). Le lobe supérieur, beaucoup moins important

que le précédent, s'ouvre, à un niveau un peu supérieur, au fond d'une très petite ampoule.

Claparède n'a étudié la structure de la glande digestive que par la dissociation. Je n'ai point négligé ce procédé sur l'organe frais et après l'action du sérum iodé, mais ce n'est que par les coupes qu'on peut se faire une idée exacte de sa texture. L'aspect des coupes peut différer un peu, suivant les animaux, et beaucoup selon la méthode de préparation. Il est donc nécessaire d'employer plusieurs procédés pour faire une étude complète. Si l'on emploie l'acide osmique et l'alcool, les coupes du lobule se montrent avec l'aspect représenté fig. 14. C'est le dessin d'une section faite suivant le grand axe d'un lobule, mais un peu obliquement. Les cellules qui tapissent la membrane sont, dans le fond du lobule, coupées suivant leur axe; pour les autres, la coupe est oblique ou normale. L'action de l'acide osmique a été beaucoup plus énergique sur les cellules du fond. Les limites des cellules sont assez nettes, mais leurs noyaux sont invisibles. Elles sont bourrées de globules parfaitement sphériques et très réfringents, qui disparaissent dans la partie voisine du canal. De fines granulations noires se trouvent placées entre les globules; de plus, des grains d'une substance solide, dont les teintes varient entre le jaune brun et le brun verdâtre, se voient dans des vacuoles, dont les rapports avec les éléments cellulaires, sont difficiles à définir dans les préparations faites par ce procédé.

Si on prépare l'organe destiné à être coupé par le réactif de Kleinenberg et l'alcool, ou par l'alcool seul et le carmin aluné, les vésicules réfringentes disparaissent complètement, les membranes des cellules deviennent très nettes, leurs noyaux sont vivement colorés en rouge. On voit dans chaque cellule un réseau coloré en rose, dans l'intérieur duquel les globules réfringents étaient renfermés. Quelques-unes montrent, en outre, les vacuoles qui contenaient les globules bruns; les unes sont restées vides, les autres renferment encore des traces de leur contenu.

Les cellules qui tapissent la membrane du foie se rapprochent du type cylindrique dans les canaux excréteurs; mais dans les acini elles sont plutôt claviformes et deviennent sphériques, dans les dilacérations de l'organe frais. Les canaux excréteurs

sont revêtus d'une couche unique de cellules, qui ne portent pas de cils; j'ai vérifié soigneusement ce fait, indiqué déjà par Claparède. Mais cet anatomiste prétend que les cellules des acini en possèdent; je n'en ai jamais rencontré dans mes préparations. Les cellules appliquées sur la paroi des tubes excréteurs (fig. 11) renferment des granulations réfringentes dans leur partie basale; les vésicules contenant les grains bruns se rencontrent dans la partie moyenne; enfin, la partie tournée vers la lumière des tubes renferme un contenu finement granuleux, où l'on ne voit plus aucun globule réfringent. Il ressort très clairement de cet examen que les tubes excréteurs sont en même temps sécréteurs; et que les boules brunes et les vésicules qui les contiennent sont, contrairement à l'opinion de Claparède, renfermées dans les mêmes cellules que les globules réfringents.

Si maintenant nous étudions les coupes des follicules (fig. 13), nous voyons qu'il s'est fait, dans les couches multiples de cellules qui les revêtent, une différenciation correspondant à celle que nous venons de décrire dans les cellules en couche unique des tubes excréteurs. Les cellules placées près de la membrane contiennent des globules sphériques et des grains colorés, qui en sont généralement assez éloignés. Celles qui sont plus rapprochées du centre du tube contiennent des granulations fines, ont une forme en massue et paraissent en train de se détacher. On voit, dans la figure 14, que cette couche de cellules est beaucoup moins épaisse. Il en était de même dans toutes les coupes qui ont été pratiquées sur le même sujet. Je ne puis trouver d'autre explication à ces différences si marquées, que dans les alternatives d'activité et de repos que doit subir l'organe, en même temps que l'animal tout entier.

L'étude de la structure du lobule de la glande digestive et de ses canaux excréteurs nous conduit à expliquer le mode de fonctionnement de la glande digestive de la façon suivante : les granulations réfringentes perdent peu à peu leur individualité et constituent les débris granuleux qu'on trouve dans les cellules en massue. Celles-ci tombent dans le tube et s'y dissolvent, mettant en liberté les grains bruns qu'elles contiennent. Ces corpuscules se déposent dans des vacuoles situées au milieu des grains réfringents. Dans quelques cas, ces vésicules se développent beaucoup et finissent par remplir à peu près complètement la

cellule. On voit d'abord de petits grains bruns nager isolés dans la vésicule, et ces centres distincts sont entourés ultérieurement d'une enveloppe commune, qui peut dissimuler, au premier abord, leur structure complexe. Quelquefois de petits grains se forment à côté des gros, et s'y soudent tardivement. Ce sont là les seuls éléments que j'ai pu rencontrer dans la glande digestive. Je suppose que le troisième élément décrit par Claparède, quoique son dessin ne justifie peut-être pas très bien cette manière de voir, n'est autre chose que le noyau des cellules mis en liberté.

La réaction de la glande digestive est nettement alcaline. Je n'ai pas fait sur son contenu de recherches, au point de vue chimique ou physiologique ; je me suis borné à répéter les réactions de Claparède déjà vérifiées par Barfurth. Mais elles sont absolument banales, et ne nous font guère avancer dans la connaissance des substances contenues dans la glande, et de leur rôle dans la digestion. Nous renvoyons aux travaux de Plateau, de Krukenberg, de Frédéricq et de Bourquelot sur la digestion des Mollusques. Krukenberg a pu établir une analogie entre la bile des vertébrés et les granulations brunes contenues dans la glande digestive des Mollusques. Le fait déjà signalé, que ces granulations se retrouvent entières dans le rectum, au milieu des boules fécales, vient confirmer cette opinion, que ce sont des produits exclusivement excrémentiels.

L'appareil circulatoire.

L'appareil circulatoire se compose, comme chez les autres Mollusques, d'un organe d'impulsion, le cœur, placé sur le trajet du sang artériel, de vaisseaux artériels aboutissant à des sinus, qui se confondent avec la cavité générale, s'endiguent dans le manteau et le corps de Bojanus, et forment un système de veines qui ramènent le sang au cœur.

Le cœur (fig. 1,^{18,19}) est formé de deux cavités : l'oreillette et le ventricule. Il est placé à gauche dans la cavité péricardique, logée entre les deux feuillets du manteau, et qui se voit, ouverte et étalée dans la figure 1,²². Cette cavité, qui sera étudiée à propos de l'organe de Bojanus, dans lequel elle s'ouvre, ne présente certainement aucune communication avec le système circulatoire, comme on l'a dit autrefois pour la Paludine et pour les autres Céphalophores.

L'axe du cœur est orienté un peu obliquement par rapport à celui du corps. L'oreillette, beaucoup moins volumineuse que le ventricule, est placée au-dessus de lui. Elle reçoit un vaisseau unique, dont le principal affluent débouche très près du renflement qui marque son origine. La paroi de l'oreillette est mince, constituée par des fibres musculaires richement ramifiées et finement granuleuses, plongées dans du tissu conjonctif. Le tout est recouvert par un endothélium interne, que j'ai pu déceler par des imprégnations au nitrate d'argent. L'aspect des parois étalées et colorées au carmin ou traitées par le chlorure d'or est d'une grande beauté. Je n'ai jamais pu voir, quelle qu'ait été la méthode employée, la moindre trace d'un réseau nerveux ou de terminaisons nerveuses au milieu des fibres musculaires rameuses de la paroi de l'oreillette. L'oreillette, séparée du ventricule par un étranglement bien marqué, ne communique avec lui que par un orifice étroit (fig. 1,^{18,19}).

Le ventricule possède une paroi relativement très épaisse, constituée surtout par du tissu musculaire. La teinte brune que présente cet organe est due aux granulations pigmentaires, qui se trouvent contenues dans les fibres musculaires du cœur tout

entier. La teinte du ventricule n'est plus sombre que celle de l'oreillette, qu'en raison de la plus grande épaisseur de ses parois. Ces granulations sont plus nombreuses encore dans le cœur que dans les muscles du bulbe buccal.

Il m'a été impossible de reconnaître les deux valvules, que que tant d'auteurs, après Cuvier, ont décrites à l'entrée de l'orifice auriculo-ventriculaire chez les Mollusques. J'ai vu, en ouvrant le ventricule, de nombreuses colonnes charnues, qui m'ont paru présenter, avec les muscles papillaires des Vertébrés une grande analogie, et qui doivent fonctionner de la même façon. La pointe du ventricule vient se placer sous le corps de Bojanus, et se transforme, au sortir du péricarde, en l'aorte primitive. Ce vaisseau se divise presque immédiatement en deux branches : l'aorte antérieure et l'aorte postérieure des auteurs, aorte supérieure et aorte inférieure.

L'aorte antérieure (fig. 1,²⁰) se porte en haut, passant par dessus la commissure qui unit le ganglion sus-intestinal au ganglion génito-cardiaque, passe également sur l'œsophage et la commissure qui unit le ganglion latéral gauche au ganglion sus-intestinal, puis elle pénètre entre les brides qui séparent en deux étages la partie supérieure de la cavité générale. Ces brides ont été en partie enlevées dans la figure 1, pour montrer les organes logés dans la portion antérieure de la cavité, c'est-à-dire dans le sinus pédieux. On retrouve l'artère aorte antérieure au-dessus des ganglions pédieux; c'est là qu'elle se divise en deux branches : l'artère buccale et l'artère pédieuse. Dans ce trajet, l'artère aorte antérieure fournit, dans les deux sexes, à une faible distance de son point d'origine, un rameau volumineux, l'artère récurrente, qui se porte à gauche, en se plaçant immédiatement sous la peau. Cette branche se divise en deux troncs principaux, que l'on voit sur la face convexe ou dorsale de l'estomac (fig. 1,²¹), et qui se continuent jusqu'à l'extrémité du tortillon. Leur trajet et celui de leurs ramifications est facile à suivre, grâce aux grosses cellules à granulations calcaires réunies en grand nombre dans leur membrane externe. Chez le mâle, l'aorte antérieure fournit encore, après avoir croisé l'œsophage, un rameau qui se rend au pénis.

L'artère aorte postérieure passe sous le corps de Bojanus, et fournit des rameaux à l'intestin et à la glande à concrétions. Les

branches de cette artère constituent, sur la face ventrale de l'intestin conoïde et de l'estomac, un très riche plexus. Ce plexus est intimement uni à celui qui, émané des artères dorsales, recouvre la face correspondante de l'estomac. L'artère aorte postérieure fournit à droite une branche importante, qui, chez le mâle, se rend à la vésicule séminale, et, chez la femelle, se distribue à l'utérus. L'artère aorte postérieure se continue jusqu'à l'extrémité du tortillon. Dans tout ce trajet, elle occupe la face ventrale ou columellaire de l'animal et reste accolée aux conduits génitaux et au canal excréteur de la glande digestive.

L'histologie des artères a été maintes fois étudiée, et les notions auxquelles on est arrivé sur leur structure paraissent à peu près définitives. D'ailleurs, pour reprendre cette étude comme je l'aurais désiré, il eût été nécessaire de faire, avec facilité, des injections parfaites de réactifs divers, dans les vaisseaux de l'animal, ce qui n'est guère possible à cause de leur petit calibre. J'ai pu cependant constater la présence de trois couches, qui sont, de dedans en dehors : 1^o une couche endothéliale; 2^o une couche musculaire; 3^o une couche conjonctive, formée en grande partie par les grosses cellules de Leydig.

Je n'ai fait aucune observation intéressante sur les deux premières couches; quant à la dernière, elle se montre très inégalement développée, suivant les points où on l'étudie, et aussi, dans ces mêmes points, suivant les individus. La couche externe possède sa plus grande épaisseur autour de l'aorte antérieure, entre le point où ce vaisseau croise le connectif qui unit le ganglion sus-intestinal au ganglion génito-cardiaque, et le point où il pénètre dans la cavité pédieuse. Elle remplit quelquefois entièrement cette portion de la cavité générale. Les grandes cellules claires qui constituent cette couche, sont aptes à se charger de matière calcaire. Celles qui accompagnent les artères dorsales en sont presque toujours remplies; c'est grâce à elles que le trajet de ces vaisseaux se trouve ordinairement coloré en blanc. Lorsqu'elles contiennent des granulations calcaires, ces cellules se colorent entièrement en rose tendre par le carmin, tandis que, lorsqu'elles n'en contiennent pas, leur noyau seul, qui est de petite taille, absorbe les matières colorantes. Chez un Cyclostome qui a séjourné quelques heures dans l'eau, on constate que le réseau artériel blanc de la région dorsale a

disparu ; et il faut y regarder de très près, pour arriver à en reconnaître les traces. Le même phénomène se produit si on prend, sur un animal frais, un lambeau de membrane contenant des vaisseaux, et qu'on le plonge dans l'eau ; les granulations perdent leur réfringence et leur individualité, bien qu'on puisse encore les distinguer. En cet état, ces cellules font encore effervescence par les acides et se colorent entièrement par le carmin. Ces cellules ne se rencontrent pas seulement dans la membrane externe des vaisseaux ; on les trouve aussi, en quantité plus ou moins considérable, sur les parois de la cavité générale, dans les masses musculaires du pied et au voisinage des sinus. On trouve aussi dans la paroi externe des artères, les cellules pigmentées, avec ou sans prolongements, qui appartiennent, comme les cellules de Leydig, au tissu conjonctif. Dans la profondeur des tissus, et quelquefois même au milieu de la cavité générale, la membrane externe des artères, ne peut être séparée du tissu conjonctif environnant. La membrane externe ou adventive, n'a donc pas une véritable individualité, et doit être considérée simplement comme une couche de tissu conjonctif ambiant, condensée autour des vaisseaux.

Je n'ai point fait de recherches sur le mode de terminaison des artères. Mais j'admettrai, avec tous les auteurs, qu'elles communiquent avec le système des sinus, qui sont tous, en définitive, des diverticules plus ou moins profonds de la cavité générale, avec laquelle on peut dire qu'ils se confondent. Je n'ai jamais pu voir, par l'imprégnation au nitrate d'argent, de revêtement endothélial sur les faisceaux musculaires ou conjonctifs qui limitent cette cavité ou qui s'y trouvent plongés.

La partie supérieure de la cavité générale est divisée en deux cavités secondaires par un plancher à claires-voies multiples, constitué par de nombreux faisceaux musculaires. Ces muscles s'étendent transversalement d'une paroi à l'autre. De la portion dorsale ou postérieure de la cavité générale, partent des prolongements, qui accompagnent les nerfs dans leur trajet, et dont les principaux sont ceux du tentacule et du mufle. La portion ventrale ou antérieure, qu'on pourrait appeler le grand sinus pédieux (fig. 2), au milieu de laquelle sont plongés les ganglions nerveux et les glandes pédieuses, est une vaste cavité qui s'étend d'un bout à l'autre du pied. Il en part de très nombreux prolon-

gements, limités par les faisceaux musculaires qui constituent cet organe érectile. Dans les principaux on voit des nerfs et les extrémités des tubes de la glande pédieuse (fig. 2). Je n'ai jamais pu constater l'existence du sinus médian et des deux sinus latéraux, qui ont été reconnus chez un grand nombre de Mollusques par d'autres observateurs. Le réseau des lacunes m'a toujours paru très irrégulier. Les injections de la cavité générale, qui avaient été faites avec le plus grand soin, étaient cependant très bien réussies. J'ai procédé de la façon suivante : l'animal étant tué par des vapeurs de chloroforme, le bulbe buccal est légèrement tiré au dehors avec une pince fine; on le perce; par le trou on introduit une seringue et on passe la ligature sur l'extrémité du mufle. Je me suis servi de la masse à injection au bleu soluble, préparée suivant la méthode de Ranvier et de la masse au carmin indiquée par le même auteur, dans ses leçons sur le foie, reproduites dans le *Journal de Micrographie*.

Au-dessous du pied, le corps se rétrécit sensiblement, et au niveau du point de sortie du muscle columellaire, se termine la portion supérieure de la cavité générale. L'aorte antérieure, les deux connectifs nerveux, l'œsophage, sont comprimés entre la peau de la face ventrale, et celle du plancher de la cavité respiratoire, au milieu de travées conjonctives et musculaires sur lesquelles je n'ai jamais pu voir d'endothélium.

Ces lacunes, sur lesquelles nous aurons à revenir à propos du corps de Bojanus, établissent la communication entre la portion supérieure et la portion inférieure de la cavité générale. De plus, elles conduisent, comme nous le verrons, le sang dans l'organe de Bojanus et le réseau pulmonaire, par l'intermédiaire des lacunes, qui entourent les organes génitaux et le rectum. Tous ces détails sont indiqués dans la figure 16, qui représente une coupe faite un peu au-dessous du point que nous avons eu surtout en vue dans notre description.

Le sang revient au cœur par un système de vaisseaux creusés dans la membrane respiratoire, dont la structure sera indiquée plus loin. Je considère ces vaisseaux, depuis le sinus collecteur jusqu'au cœur, comme de véritables lacunes rétrécies. Les coupes de la membrane palléale (fig. 45, 46 et 47) montrent que ces canaux ont plutôt la structure des lacunes, que celle de véritables vaisseaux.

J'ai représenté, dans la figure 1, les principaux troncs vasculaires qui se trouvent logés dans la paroi de la cavité respiratoire. Ces troncs sont en réalité réunis par un très grand nombre de petits vaisseaux, formant un réseau à mailles serrées. Ils ont une direction transversale par rapport à l'axe du corps. Leur origine est double : les uns viennent de la surface du corps de Bojanus, et constituent par leur réunion la veine afférente secondaire (fig. 1, V²); les autres proviennent du vaisseau collecteur qui suit le trajet du rectum (fig. 1, 16), et dont les rapports avec les organes voisins se voient très nettement dans la figure 16, 1. Dans la partie du manteau voisine du collier, ces vaisseaux prennent une direction parallèle à son bord libre. Nous reviendrons sur cette disposition dans un autre chapitre. Ces canaux constituent en définitive un seul tronc, la veine afférente principale (fig. 1, V¹), qui se trouve à son origine très rapprochée de l'organe de Spengel, et qui rampe ensuite de haut en bas, parallèlement à la ligne de soudure du manteau à la paroi du corps. Ce vaisseau se dirige vers l'oreillette, et reçoit la veine afférente secondaire, au point même où il traverse le péricarde. Un tronc plus volumineux que les autres traverse ordinairement le manteau dans sa région moyenne. La veine afférente secondaire n'est pas uniquement constituée par des vaisseaux venant du corps de Bojanus, car de nombreuses branches issues directement du vaisseau collecteur contribuent à la former.

Le sang doit respirer inégalement, suivant le trajet qu'il parcourt. Il paraît certain que celui qui, parti du vaisseau collecteur, passe dans les parties voisine du collier palléal, doit avoir, dans ce long voyage, le temps de s'hématoser bien plus complètement que celui qui, parti du corps de Bojanus, surtout dans la région voisine du cœur, arrive presque immédiatement dans cet organe. Il se peut que le sang qui a passé dans l'organe dépurateur, organe qui contient peut-être un peu d'air, n'ait pas le même besoin de circuler dans la membrane respiratoire. C'est là, pour le Cyclostome, une simple hypothèse, tandis que, pour certains Mollusques, le rein devient un véritable organe de respiration.

J'ai peu étudié le sang. Je puis dire seulement qu'il a une teinte bleue et contient de nombreux globules, présentant des mouvements amiboïdes. Ils ont été figurés par tant d'auteurs, que je ne crois pas utile d'insister à mon tour.

Le manteau et la cavité palléale.

Le manteau peut être considéré comme une sorte de collerette, formée par un repli de la peau du corps, s'adossant à elle-même. Ce collier est infiniment plus développé dans la région dorsale que dans la région ventrale. Il se soude au corps par son bord inférieur. On comprend très bien, dès lors, que le manteau ventral ne forme qu'un simple repli de la peau, dont on voit la coupe représentée dans la figure 26, 1, s'insérant au-dessus du point de sortie du muscle columellaire, tandis que le manteau dorsal limite une vaste poche à la partie dorsale de l'animal. Son bord supérieur, considérablement épaissi, porte le nom de collier, et se continue latéralement avec le manteau ventral. Une vaste fente, limitée par la paroi du corps et le collier du manteau, et qui s'étend transversalement jusqu'aux flancs de l'animal, sur lesquels court la ligne de soudure du manteau à la peau, établit la communication entre cette poche et l'extérieur.

Le collier palléal présente un bord supérieur tranchant. Il contient un grand nombre de faisceaux musculaires, formés de fibres de grande taille, à contenu parfaitement homogène. Ces faisceaux ont une direction franchement transversale ou oblique, par rapport à l'axe du corps, et vont se perdre dans les régions latérales. Lorsqu'on a fait macérer l'animal dans l'eau, on voit assez nettement le réseau nerveux compliqué qui se trouve plongé dans la couche musculaire. L'épithélium de la face dorsale du collier est constitué par des cellules cylindriques, au milieu desquelles se rencontrent de nombreuses cellules glandulaires. Ces cellules renferment un contenu qui se colore fortement par le carmin, et font effervescence par les acides. Elles forment, sur le fond gris de la membrane palléale, un pointillé blanchâtre, qui se voit à l'œil nu. On les retrouve encore en grand nombre sur la face ventrale du collier, où les dimensions de tous les éléments sont plus considérables. Le contenu de ces cellules glandulaires est constitué en grande partie par des granules de matière cal-

caire, qui perdent leur réfringence par le séjour dans l'eau, comme les cellules de la paroi des vaisseaux. Toutes les parties du corps du Cyclostome font effervescence par l'action de l'acide chlorhydrique, mais le dégagement de gaz qui se produit aux dépens du collier palléal est beaucoup plus abondant que partout ailleurs.

Pour faire l'étude de la cavité palléale, il faut inciser longitudinalement le manteau, et en rabattre les deux lambeaux sur les côtés. On voit alors (fig. 1) l'appareil circulatoire du manteau, tel que nous l'avons décrit. A gauche en OS, l'organe de Spengel qui sera étudié en même temps que le système nerveux, puis le cœur dans son péricarde, et le corps de Bojanus ²⁵, qui occupe le fond de la poche; à droite, les organes génitaux et le rectum. Dans la dissection représentée dans la figure 1, la membrane qui passe du corps de Bojanus sur le rectum et qui tapisse le fond du cul-de-sac de la cavité palléale, c'est-à-dire le feuillet antérieur du manteau, a été coupée, afin de montrer les anses intestinales profondes, ¹³.

La membrane palléale est revêtue d'un épithélium dorsal assez différent de celui du collier. Les cellules, toutes de même nature, sont très minces et polygonales (fig. 20, 45 et 46), tandis que les cellules qui tapissent la face ventrale sont plutôt cylindriques et mêlées à un nombre considérable de cellules glandulaires muquenses (fig. 20, 45 et 46). Il est très facile de constater, dans l'intérieur du manteau, l'existence de deux plans de fibres musculaires très déliées, semblables à celles que l'on trouve dans la peau du tortillon. La partie moyenne est remplie par du tissu conjonctif, avec tous ses éléments : on y voit les grandes cellules de Leydig, qui constituent une sorte de gaine pour les vaisseaux. Autour de ces cellules se trouvent les éléments pigmentés, les grosses cellules sphériques à granulations brunes et les cellules rameuses à granules jaunes ou noirs. Ces dernières sont plus nombreuses au pourtour des vaisseaux, qui apparaissent à la loupe comme des stries claires sur un fond brun, limitées par deux lignes plus foncées. Les cellules qui tapissent le fond de la cavité palléale, au niveau du corps de Bojanus et du péricarde, c'est-à-dire du côté gauche, sont très développées, en forme de massue; leur contenu granuleux absorbe vivement les matières

colorantes. Elles donnent aux régions de la membrane qu'elles revêtent une couleur blanchâtre (fig. 16 et 17).

Le plancher de la cavité palléale est recouvert d'un épithélium qui se continue avec l'épithélium dorsal de la partie supérieure du corps. Mais les cellules qui le constituent ont une épaisseur beaucoup moins considérable.

J'ai négligé jusqu'ici, volontairement, la description d'un organe important, déjà étudié par Moquin-Tandon, qui le décrit en ces termes : « En avant, contre le collier, les vaisseaux s'approchent, s'épaississent et produisent une dizaine de nervures ou rides parallèles, légèrement flexueuses, qui ont été regardées avec raison comme des branchies rudimentaires. » J'ai représenté (fig. 1, 17) cette disposition ; mais je n'ai pu dessiner tous les vaisseaux qui sont, en effet, au nombre de huit à dix, contenus dans des rides parallèles au bord du collier, et qui ne se retrouvent pas dans ce dessin. Ces rides sont difficiles à bien observer, en portant simplement l'objet sous le microscope. J'ai complété cette étude en faisant, sur un certain nombre d'individus, des séries de coupes du manteau, parallèles à l'axe de l'animal, et orientées d'avant en arrière. Ces plis ont un développement très variable, suivant les sujets. J'ai représenté, dans la figure 20, le plus bel exemple que j'aie rencontré. Il est vrai, comme on le voit par le plissement de l'épiderme dorsal, que la contraction musculaire a pu exagérer un peu la saillie des plis de la face antérieure. La comparaison avec d'autres membranes qui ont été fortement étalées sur une lame de liège, avant d'être traitées par le réactif de Kleinenberg et l'alcool, montre cependant que cette influence est très peu considérable. On voit, dans la figure 20, la coupe des lacunes, qui, dans les cinq lames inférieures, se prolongent dans tout l'intérieur du pli. Cette disposition anatomique dans un organe voisin de la fente respiratoire favorise évidemment les phénomènes d'hématose en augmentant la surface respiratoire. Il était intéressant de vérifier la justesse de l'opinion de Moquin-Tandon, qui considère ces replis comme représentant une branchie rudimentaire. J'ai fait, chez la *Bithynia tentaculata*, des coupes de la membrane palléale, dont l'orientation est la même. L'une d'elles, passant un peu à droite de l'axe du corps, est représentée dans la figure 20'. Il suffit d'y

jeter les yeux pour être convaincu que la branchie de la Bithynie et l'organe problématique du Cyclostome sont des organes véritablement homologues. Il y a bien quelques différences entre eux, mais elles sont d'ordre secondaire; ainsi les cellules de revêtement, chez la Bithynie, sont plus développées, ont un contenu granuleux et sont surmontées de cils vibratils nombreux et puissants.

La branchie rudimentaire du Cyclostome, héritage de ses ancêtres aquatiques, n'a pas complètement disparu, parce qu'elle présente encore pour l'animal une certaine utilité en augmentant la surface respiratoire, mais elle s'est fortement modifiée et s'est considérablement réduite. Il faut, en effet, tenir compte dans la comparaison de ces organes, que la figure 20 représente un état de développement exceptionnel. Ces différences de développement très considérables d'un organe chez les individus d'une même espèce ont été indiquées avec raison par Darwin, comme caractéristique des organes rudimentaires en voie de disparition. La branchie du Cyclostome ne peut fonctionner comme branchie, car l'animal a perdu complètement la faculté de vivre dans l'eau. Si on le plonge dans ce milieu, il y périt très rapidement, le corps fortement distendu par le liquide qu'il a absorbé.

Lorsqu'on retire avec précaution l'animal de sa coquille, on trouve toujours une grosse bulle de gaz dans sa cavité respiratoire. Je ne sais comment elle y pénètre, car on ne voit pas très bien par quel mécanisme la poche respiratoire peut se dilater; mais il me paraît certain qu'elle n'est jamais complètement expulsée. C'est cependant aux dépens de cette bulle de gaz, que se font les échanges respiratoires. Mais l'expérience suivante, semble indiquer que de simples phénomènes de diffusion gazeuse, s'effectuent par la fente respiratoire, et que, lorsque l'animal est contracté, l'air peut encore passer par les espaces vides qui existent entre la coquille et les bords de l'opercule.

J'ai pris un entonnoir dont le tube avait été fermé au chalumeau; l'entonnoir rempli de mercure fut renversé sur un bain du même liquide. Un certain nombre de Cyclostomes furent écrasés sous l'entonnoir. Au moment de l'écrasement, une petite bulle de gaz montait au sommet de l'appareil. Le reste de l'opération, qui consistait à analyser les gaz, fut conduit par M. Dupetit. Les gaz furent recueillis dans un tube étroit, pour faciliter

les lectures. Il y avait dix-neuf millimètres de gaz dans le tube; après l'action de la potasse, il n'en restait plus que dix-huit; le volume se réduit à quinze, après l'introduction d'une solution d'acide pyrogallique. Nous avions $\frac{1}{19}$ du volume total d'acide carbonique, et $\frac{1}{6}$ du volume restant était de l'oxygène. Les animaux qui avaient servi à l'expérience étaient restés deux mois dans un endroit très sec, au fond d'une armoire de mon laboratoire, et l'on sait que, dans ces conditions, ils ne sortent guère de leurs coquilles.

Il me paraît impossible de supposer que les phénomènes respiratoires, si peu actifs qu'on les suppose pendant cette période de repos, n'aient pas modifié la nature de la bulle gazeuse dans des proportions plus considérables. Il faut donc admettre qu'il s'est produit, entre l'atmosphère et la bulle d'air, des échanges gazeux tendant à rapprocher sa composition de celle de l'atmosphère. Je n'ai pu constater de véritables mouvements respiratoires; je ne vois pas non plus quel mécanisme pourrait les produire; j'admettrai donc que les phénomènes de diffusion sont les seuls agents de la purification de l'atmosphère confinée dans laquelle respire le Cyclostome. Sous l'influence de l'excitation produite par certains gaz méphitiques, le collier se contracte, s'applique intimement sur le corps et interdit, pour un temps, toute pénétration de ces gaz dans la cavité respiratoire.

Le corps de Bojanus.

Le corps de Bojanus ou rein apparaît sur le corps de l'animal dépouillé de sa coquille, comme une tache vert olive, qui contraste avec les pâleurs grises du manteau situé au-dessus de lui, et l'éclatante blancheur de la glande à concrétions, placée au-dessous. La forme du corps de Bojanus est celle d'une lentille biconvexe; nous pouvons lui décrire une face dorsale et une face ventrale. La membrane qui recouvre la face dorsale présente à peu près la même structure que le reste du tégument du tortillon. Elle est formée extérieurement par un épithélium plat, appliqué sur un feutrage constitué par de très nombreuses fibres musculaires de petit diamètre. On peut voir sans injection se dessiner superficiellement, au-dessous d'elle, un réseau de lacunes, très larges dans la partie centrale, qui prennent à la périphérie l'aspect de véritables vaisseaux. La face ventrale ou antérieure se voit très bien dans la figure 1. L'incision qui divise le manteau passe à droite du corps de Bojanus, entre cette glande et le rectum, et se continue le long de ce dernier organe. La membrane de la face antérieure se confond avec celle qui revêt le fond de la cavité respiratoire; elle a été incisée tout en prenant soin de laisser intact l'orifice rénal. On voit, dans la figure 1, le lambeau qui flotte sur le rein. Sa couleur blanchâtre est due aux cellules granuleuses claviformes qui la revêtent et dont j'ai déjà parlé. Cette incision permet de déjeter complètement le corps de Bojanus à gauche, de montrer sa face antérieure, la vésicule glandulaire, une partie du tube digestif et la glande à concrétions.

Le canal excréteur du rein est représenté vu de face dans la figure 1, 24. La figure 17, 6, en montre une section faite parallèlement à sa direction. On voit, dans la figure 18, 3, une coupe de ce canal faite obliquement et presque perpendiculairement à son axe. Ce canal est étroit, son orifice dans la cavité respiratoire est situé sur un petit mamelon. Il est fort difficile de constater

son existence d'une façon certaine par la dissection ; aussi n'est-il pas étonnant qu'il ait échappé à Claparède, bien que sa position, semblable à celle qu'il occupe chez beaucoup d'autres mollusques, où il est très facile à voir, eût pu lui servir de guide dans cette recherche.

Les cellules qui tapissent ce canal possèdent des cils vibratiles longs et puissants, qui les distinguent, ainsi que leur contenu, formé de granulations brunes à la lumière transmise, des cellules qui revêtent le mamelon. Ces dernières n'ont pas de cils et se colorent entièrement par les divers carmins. Elles s'arrêtent brusquement au sommet du mamelon, et se continuent avec l'épithélium de la cavité respiratoire.

Le canal rénal s'ouvre, d'une part au fond de la poche respiratoire, comme nous l'avons dit, et par l'autre extrémité dans la cavité du corps de Bojanus (fig. 16, c), chambre assez vaste, dans laquelle font saillie de nombreuses lames, parties de la paroi dorsale et de la paroi ventrale de l'organe. Avant de les étudier, je reviendrai sur la structure du péricarde, et je décrirai le canal qui fait communiquer cet organe avec la cavité rénale.

La chambre péricardique, dont la topographie et les rapports ont été naturellement décrits en même temps que le cœur, est un sac allongé, logé entre les deux feuillets qui constituent le manteau. Ce ne sont pas ces membranes tégumentaires qui constituent sa paroi ; il en possède une qui lui est propre, et qui l'entoure complètement, excepté au point où s'ouvre le canal péricardo-bojanien. Cette membrane, dans les parties supérieures du péricarde, est intimement accolée aux feuillets du manteau. Mais, au fur et à mesure qu'on se rapproche du fond de la cavité respiratoire (fig. 17), l'espace qui sépare les deux membranes augmente progressivement. On voit, en ce point, de nombreuses lacunes divisées par des travées conjonctives, qui ne communiquent, dans aucun cas, avec la cavité péricardique. Le péricarde contracte des rapports intimes avec le corps de Bojanus, dans une partie de sa région dorsale. (Voir les figures 16 et 18 et surtout la figure 17). Leurs membranes, fort éloignées dans la région ventriculaire, sont accolées dans la région auriculaire, mais elles sont encore séparées par des lacunes très étroites, qui s'ouvrent dans les petites lames, naissant, sur cette partie du plancher, du corps de Bojanus.

La membrane péricardique (fig. 16, 17 et 18) est doublée d'une couche de cellules continue, qui s'arrête seulement aux points où pénètre la veine branchiale et où sort l'aorte. Les caractères de ces cellules se modifient au voisinage de l'orifice du canal péricardo-bojanien. Ces cellules, dans les points où elles peuvent être soumises aux frottements, forment une couche beaucoup moins épaisse que dans les parties du péricarde qui ne subissent pas le contact du cœur (fig. 16). Dans ces derniers points, elles prennent la forme de massues; leur pied se rétrécit, elles forment même, dans la cavité péricardique, des saillies séparées par des sillons dont on voit la coupe dans la figure 17. Partout ailleurs, ces cellules ont des dimensions beaucoup moins considérables, et se rapprochent de la forme cylindrique. Les cellules du péricarde ont une teinte générale jaune brun à la lumière transmise et renferment de nombreuses granulations d'un brun plus foncé. Leur noyau, de petite taille, est placé très près de l'extrémité du pied de la cellule. On voit toujours, dans les coupes, des cellules libres au milieu de la cavité péricardique. J'ai pu même, dans quelques préparations très rares, les retrouver dans la cavité du corps de Bojanus.

Les coupes en série montrent avec la plus grande netteté l'existence du canal péricardo-rénal, et permettent de reconstituer facilement son trajet. L'orifice péricardique de ce canal (fig. 1, ²⁶) se trouve près de l'extrémité inférieure du péricarde, sur la paroi adossée au corps de Bojanus. La membrane qui tapisse ce canal, et qui se continue avec la membrane péricardique, est recouverte de cellules à contenu granuleux brun. Ces cellules sont surmontées de cils vibratiles longs et puissants, qui se rejoignent presque au milieu du canal (fig. 18, ¹). On voit, sur les coupes transversales, que cet épithélium est légèrement plissé.

La figure 18, ³ montre le point où les cellules en massue du péricarde se transforment brusquement en cellules vibratiles, à l'entrée de l'orifice infundibuliforme du canal, qui se rétrécit ensuite pour se dilater de nouveau. La figure 18 représente une portion de coupe transversale de l'animal, se trouvant à peu près dans l'axe de cette première partie du canal; mais on voit que, du côté du rein, l'extrémité de la section rencontre la paroi; c'est qu'en ce point le canal fait un coude très brusque. Nous pouvons

le suivre sur les coupes suivantes, c'est-à-dire celles qui se rapprochent de l'extrémité inférieure du corps. La section est alors devenue un cercle (fig. 16, 1), et son diamètre, comparé à celui de la première portion, montre que le canal s'est fortement rétréci. Il est très facile de voir dans la série des coupes, qu'il reste, jusqu'à son extrémité ouverte dans la cavité rénale, accolé au plancher du corps de Bojanus. Dans une série de coupes perpendiculaires à l'axe du corps, ayant en moyenne une épaisseur de $\frac{1}{60}$ de millimètre, et à laquelle appartient la figure 16, huit coupes intéressaient le canal. On commençait à trouver la première portion du conduit péricardique; trois coupes avant d'arriver au canai rénal, qui dans ces sections était ordinairement coupé suivant son axe. Dans la figure 18, à cause de l'obliquité des coupes, et surtout du changement de direction du conduit, il se trouve coupé très obliquement. J'ai représenté (fig. 1, 25) le trajet schématique de ce canal que je suppose vu par transparence.

La communication entre la cavité péricardique et la chambre rénale est donc parfaitement établie. Son existence a été reconnue chez tous les Mollusques qui ont été étudiés dans ces derniers temps. Cependant M. Joyeux Laffuie, qui ne l'a pas retrouvé chez l'Oncidie dans ses premières recherches, persiste, malgré les affirmations contraires de M. Bergh, à nier son existence chez cet animal. Les remarquables travaux de M. Grobben ont attaché à cette question, un intérêt considérable. Mes recherches montrent, de plus, que le péricarde est un organe glandulaire, dont la sécrétion est représentée par le contenu des cellules brunes qui en tapissent la paroi. Ces cellules sont rejetées dans la cavité respiratoire par l'intermédiaire du rein. Ainsi on ne peut dire avec Jhering, au moins en ce qui concerne le Cyclostome, que le canal réno-péricardique ne possède qu'une valeur morphologique, sans avoir aucun rôle dans l'économie de l'animal.

Je ne suis jamais arrivé à faire passer une injection au bleu soluble, de la cavité péricardique dans le rein et réciproquement. Je n'attribuerais pas à ce fait, s'il était isolé, une grande importance, à cause de l'incertitude des injections, sur un animal de si petite taille. Mais de nombreux observateurs n'ont pas réussi davantage chez des animaux plus gros. On pourrait expliquer cet insuccès, pour les injections faites du côté du rein, par

le faible diamètre de l'orifice du canal réno-péricardique et son ouverture en bec de flûte. Chez les animaux de la taille du Cyclostome, l'opération en elle-même est toujours très incertaine : mais chez des animaux plus volumineux, malgré le faible diamètre du canal à son extrémité, malgré la taille des cils vibratiles qui l'obstruent, les injections bien faites doivent certainement réussir.

A une époque encore très récente, on admettait l'existence de plusieurs voies de communication entre l'appareil circulatoire des Mollusques et le milieu extérieur. On a dit notamment, que le sang pouvait s'écouler à l'extérieur par la cavité péricardique, qui communiquait d'un côté avec les vaisseaux, de l'autre avec la poche palléale, par le canal péricardo-rénal et l'orifice excréteur du rein. Le corps de Bojanus, lui-même, fut considéré comme une cavité dans laquelle arrivait directement le sang, qui pouvait s'échapper ensuite au dehors par le canal excréteur. Ces affirmations, basées sur des erreurs anatomiques, ont été déjà réfutées par d'autres observateurs. J'ai déjà dit que la cavité péricardique ne communique ni avec les veines branchiales, ni avec le cœur, ni avec les sinus qui l'entourent, car une injection faite par la cavité générale, qui remplit le système des lacunes et le réseau veineux et arrive jusqu'au cœur, ne pénètre jamais dans le péricarde. Dans l'étude que je vais faire du corps de Bojanus, j'espère démontrer aussi que le sang ne peut, par cette voie, s'écouler au dehors.

Il faudrait peut-être avoir suivi pas à pas le développement du corps de Bojanus, pour se faire une idée très exacte, non seulement de la façon dont il s'est constitué comme organe, mais encore pour expliquer les dispositions très complexes, que l'on trouve chez l'animal adulte. Cependant nous croyons être arrivé, par l'étude attentive des séries de coupes, non seulement à une notion très précise de la structure du rein, mais encore à comprendre comment cet organe a pu arriver à un pareil degré de complication.

L'étude de la figure 16, représentant une coupe transversale de l'organe, passant par son canal excréteur, nous permettra de nous rendre compte de la structure du rein. Le canal excréteur s'ouvre, ainsi que le canal péricardo-bojanien, dans une vaste chambre

divisée incomplètement par de très nombreuses lamelles orientées parallèlement à l'axe de l'animal. Les unes partent de la voûte, les autres du plancher, mais sans arriver jusqu'à lui. On voit encore, dans la figure 21, que, dans les régions latérales, en 16 par exemple, il y a un grand nombre de chambres, qui paraissent complètement fermées, et qui sont limitées de tous côtés par des lamelles glandulaires. On reconnaît, immédiatement, que les unes sont formées par la soudure des lames parties de la voûte et des lames parties du plancher, tandis que les autres se sont formées par un autre procédé que nous étudierons plus loin. Nous devons cependant ajouter que toutes ces chambres communiquent avec la chambre moyenne, et peuvent y déverser les produits de leur sécrétion.

Le corps de Bojanus, en effet, est une glande. Ses lamelles sont recouvertes de cellules disposées en plusieurs couches. Dans l'intérieur de chaque cellule se trouve une vacuole renfermant des concrétions verdâtres. Ces cellules ne possèdent pas ordinairement de cils vibratiles; mais on trouve à ce fait de nombreuses exceptions. L'étude du développement de ces cellules et de leurs concrétions a été faite bien des fois. Les travaux de M. de Lacaze-Duthiers ont montré pour la première fois, quelle était la véritable structure et la fonction de l'organe de Bojanus. L'excellent travail de Béla Haller, fait avec l'aide des procédés techniques les plus récents, nous permet de traiter brièvement cette question.

Les cellules qui se développent à la surface de la double membrane qui constitue la charpente des lamelles, sont repoussées au fur et à mesure qu'elles s'accroissent, et finalement tombent dans les chambres rénales, où, comme on le voit (fig. 16), on peut les retrouver; mais elles sont alors réduites à leur vésicule. Leur mince enveloppe protoplasmique et leur noyau ont disparu; on ne trouve ordinairement sur les lamelles que trois ou quatre rangées de cellules, cinq au plus.

Ces cellules sont les seules que l'on rencontre dans la partie dorsale du rein. Lorsque, avec de fins ciseaux, on coupe un lambeau dans cette région, et qu'on le dissocie dans le sang du Cyclostome, on ne voit pas un cil vibratile en mouvement dans tout le champ du microscope. Mais si le fragment est pris dans la région ventrale, surtout au voisinage du canal excréteur, on

voit alors de très nombreuses cellules, semblables à celles que nous avons décrites dans ce canal et dans le couloir péricardo-bojanien, qui se déplacent par l'action de leurs cils, lorsqu'elles sont libres dans le liquide de la préparation. Celles qui restent implantées sur leur membrane font mouvoir très rapidement, lorsqu'elles passent à leur portée, les vésicules à concrétions vertes, qui, sous l'influence du moindre traumatisme, quittent les surfaces qu'elles revêtent. L'étude des coupes (fig. 16 et 18) montre plus nettement encore les points qu'elles occupent : elles rayonnent autour du canal excréteur sur le plancher du rein. A droite, jusqu'aux premières lamelles, et à gauche, jusqu'à l'orifice du canal péricardique, elles sont pures de tout mélange; mais à partir de ces points, on trouve au milieu d'elles des cellules à concrétions vertes, avec ou sans couronne vibratile, sur toutes les parties voisines de la grande chambre centrale du rein.

Le rôle de ces cellules se déduit aisément de leur position. Elles chassent les vésicules à concrétions, tombées des lamelles, vers la grande chambre centrale d'abord, dans la cavité respiratoire ensuite, où on les trouve quelquefois en grand nombre au milieu du mucus qui lubrifie cette cavité. Peut-être finissent-elles par quitter leur paroi, et contribuent-elles par leurs granules à former la sécrétion urinaire.

Les lames rénales, comme on le voit, figures 16, 17, 18 et surtout 19, sont formées de deux membranes adossées l'une à l'autre, limitant une fente qui peut s'élargir considérablement comme dans la figure 16, ¹⁵. Ces fentes communiquent avec les sinus qui entourent l'organe. Les membranes qui les limitent sont constituées par un feutrage d'éléments conjonctifs et musculaires. Elles sont réunies par des travées conjonctives entre lesquelles circule le sang. C'est, en réalité, la structure des lacunes, dont ces fentes ne sont que le prolongement. Pas plus que dans les lacunes, je n'ai pu découvrir, sur les travées conjonctives, la moindre indication d'un endothélium.

Les rapports de l'organe de Bojanus avec l'appareil circulatoire sont assez compliqués. Tout ce qu'on en peut voir sur l'animal sans l'aide des coupes, se trouve représenté dans la figure 1, que nous avons déjà expliquée. On voit, après avoir fait une injection au bleu soluble, dans la cavité générale, un

réseau bleu très élégant se dessiner à la surface dorsale de la glande, avec de grandes taches vers le centre. De nombreux vaisseaux partent du bord supérieur du rein; ils contribuent à former la veine accessoire V². Il faut nécessairement avoir recours aux coupes, pour montrer les rapports des sinus avec l'organe de Bojanus. Je n'ai pu représenter toutes les préparations qui eussent peut-être été nécessaires, pour faire une description claire de ce point délicat de l'anatomie du Cyclostome; mais j'espère arriver, avec l'aide des coupes 17 et 19, à en donner une idée suffisante. On voit (fig. 16, 13) que les lacunes qui servent de trait d'union entre les deux parties de la cavité générale, communiquent latéralement avec le sinus entourant les organes génitaux. Ce sinus est lui-même en rapport, par l'intermédiaire du sinus périrectal, 3, avec le vaisseau collecteur 4. Il y a bien, à gauche, quelques communications avec les sinus périviscéraux, mais elles sont secondaires. Ce système de lacunes s'abouche aussi plus bas avec les sinus péri-intestinaux, de telle sorte que tout le sang de la cavité supérieure suit ces voies compliquées, pour arriver au vaisseau collecteur, mélangé, il est vrai, avec une certaine quantité de sang de la cavité inférieure. Il se dirige de là vers le cœur, sans passer par l'organe de Bojanus. Le corps de Bojanus, comme le montre très nettement la figure 19, est situé, dans sa région inférieure, au milieu des sinus qui le séparent de l'intestin, de la glande digestive et de la glande à concrétions. C'est donc le sang qui a baigné ces organes qui traverse surtout le rein. Ce n'est pas à dire pour cela que le sang de la cavité supérieure ne puisse y pénétrer, car on sait avec quelle facilité le sang passe, chez les Mollusques, d'une portion de la cavité générale dans l'autre; mais il ne peut y arriver avant d'avoir circulé dans les sinus de la région inférieure.

Pour expliquer les rapports de l'appareil circulatoire avec le corps de Bojanus et la formation des chambres secondaires, qu'on nous permette l'hypothèse suivante, dont la valeur réelle ne peut être établie que par l'embryogénie, mais dont nous nous servirons comme d'un simple procédé de démonstration.

Supposons un bourgeon creux, émané du fond de la poche respiratoire, et dont le pédicule, resté perméable, soit représenté par le canal excréteur du rein. Ce sac, se développant de tous côtés, écarte vers le haut les deux lames du manteaux entre

lesquelles il s'insinue, et, vers la partie inférieure, après avoir dépassé le fond du cul-de-sac de la cavité respiratoire, repose sur les viscères, dont il reste séparé par des sinus. Les parois du sac ne sont pas régulières, elles forment de très nombreux replis (fig. 19), qui font saillie vers l'intérieur. Les parties qui séparent les replis, sont attachées par des brides membraneuses aux tissus voisins. De plus la poche se décompose en bas en plusieurs culs-de-sac (fig. 19), un principal 1, d'autres plus petits 2, 3, 4. Ces culs-de-sac sont séparés de leurs voisins par des lacunes qui font communiquer les sinus de la face ventrale, avec ceux de la face dorsale. Ces lacunes sont très larges, séparées par de nombreuses brides, et si plus loin, elles peuvent, par leur forme allongée, prendre l'aspect de fentes vasculaires, leur structure dans les parties périphériques de l'organe, montre bien que ce sont de véritables sinus. Ces culs-de-sac primitifs forment des chambres secondaires, qui s'ouvrent dans la cavité principale. C'est là un des procédés de formation de ces chambres; nous en avons déjà indiqué un autre; ce ne sont pas les seuls.

La figure 19, notamment dans le sac 1, montre des replis de la paroi dorsale du sac, qui se rapprochent et se souderont ensemble sur une certaine longueur. On voit (fig. 16, 16) des chambres formées par ce procédé, ainsi que des replis plus ou moins longs qui se dirigent vers leurs voisins, des lames bifurquées à leur extrémité libre, et qui s'uniront plus tard entre elles, ou bien se souderont à leurs voisines. Nous devons ajouter, pour être complet, que, dans les parties inférieures du corps de Bojanus, les lames partent presque toutes de la région dorsale, tandis que, au-dessus du canal excréteur, de nombreuses lames très fortes, partent du plancher, pour s'unir à celles qui sont venues de la voûte. Elles forment ainsi des chambres secondaires, par le premier procédé que nous avons indiqué.

L'étude anatomique que nous venons de faire du sac rénal nous montre que sa paroi propre est complète; qu'il est entouré de sinus particulièrement développés dans sa région dorsale (fig. 16, 16). Ces sinus communiquent avec les fentes dirigées vers l'intérieur de l'organe et occupant la partie moyenne des replis. Quelquefois les deux lames qui constituent ces replis s'écartent, et limitent des sortes de vaisseaux (fig. 16, 15), qui ne sont, à proprement parler, que des points élargis de la fente

lacunaire. Nous n'avons pas vu qu'en aucun point le sang pût passer dans la cavité du rein.

Il ne peut y avoir dans le rein une circulation régulière. Le sang qui pénètre dans les lames doit y séjourner assez longtemps. Les causes qui le déplacent doivent être les mêmes que celles qui font circuler le sang dans les sinus, et encore ce liquide, arrivé dans les lamelles, éloigné du lit principal de la circulation lacunaire, ne doit-il pas bénéficier beaucoup de l'impulsion produite par la contraction des muscles du corps. Le rôle des éléments contractiles contenus dans la membrane de soutien des lames compense peut-être, dans une large mesure, ce manque d'impulsion. Quoi qu'il en soit, il paraît probable que le sang qui baigne le corps de Bojanus doit y subir une stase d'assez longue durée.

J'ai recherché dans le rein la présence de l'acide urique, par la réaction de la murexide, qui a donné, pour le rein des Mollusques, des résultats positifs entre les mains de nombreux observateurs. Je n'ai pas retrouvé d'acide urique dans ces recherches faites, pour plus de garantie, avec la collaboration de M. Dupetit. Barfurth, de son côté, est arrivé au même résultat négatif, et s'est fondé sur cette observation pour refuser, au corps de Bojanus, la signification d'un rein, au point de vue physiologique. Nous renvoyons la discussion de cette importante question à la fin du chapitre consacré à l'étude de la glande à concrétions, où elle sera mieux à sa place.

On a dit récemment que le rein était l'organe d'excrétion des produits azotés, le péricarde des produits phosphatés. La petite taille du péricarde chez le Clystostome ne nous a pas permis de vérifier ces affirmations.

La glande à concrétions.

Le *Cyclostoma elegans* possède, dans la région dorsale, un organe très remarquable, auquel je conserverai le nom de glande à concrétions, donné par Claparède, le seul auteur qui en ait fait une étude sérieuse, bien que fort incomplète encore. Moquin-Tandon, dans son livre sur les Mollusques de France, confond cet organe, qu'il ne décrit pas d'ailleurs, avec le corps de Bojanus. Il ne se servait pas du microscope, à ce que dit Claparède; cette omission l'a conduit souvent à des erreurs anatomiques très graves, comme celle que je viens de signaler. C'est Brard qui le premier a décrit, mais d'une façon très vague, la glande et ses concrétions, qu'il croyait de nature calcaire. Cet organe, dont le développement est très variable suivant les individus et suivant l'époque à laquelle on l'examine, est situé au-dessous du corps de Bojanus; ses acini forment au tube digestif, un manchon plus ou moins complet, d'une couleur variant entre le blanc éclatant et le blanc grisâtre (1). Lorsque la glande n'est pas très développée, les circonvolutions intestinales paraissent sous la peau, tandis que chez les animaux où elle atteint son plus grand développement, elle forme sur la région dorsale du corps une large bande qui s'étend de l'organe de Bojanus à l'estomac.

La glande à concrétions est composée de tubes fermés à leur extrémité, dont les plus longs peuvent atteindre 2^{mm} et sur lesquels naissent des tubes secondaires plus ou moins nombreux (fig. 21). Ces tubes se réunissent entre eux pour former des petits groupes qui s'étalent sur la lame de verre, en prenant l'aspect de rosaces, lorsqu'on les dissocie dans le sang de l'animal. Ces dissociations ne sont pas très faciles à faire, en raison de la fragilité des parois des tubes et de la résistance des concrétions qu'elles renferment. Les tubes sont reliés entre eux et à l'appareil

(1) Brard, *Histoire naturelle des coquilles terrestres et fluviatiles des environs de Paris*, Paris, 1815.

digestif par un tissu conjonctif lâche, composé de ses éléments ordinaires, au milieu desquels se trouvent de très nombreux vaisseaux, qui se remplissent très facilement lorsqu'on fait une injection générale de l'animal. Par des dissociations bien des fois répétées sous l'excellent microscope à dissection de Nachet, au moyen des coupes en série et d'injections de liquides colorés faites par l'anus, dans le tube digestif lié près de l'estomac, j'ai pu arriver à cette conclusion, que les follicules de la glande à concrétions ne communiquent, ni avec l'intestin, ni avec la cavité palléale; en un mot, que la glande à concrétions ne possède pas de canal excréteur. Ce fait, dont on va voir l'extrême importance, me paraît absolument certain. C'était aussi l'opinion de Claparède.

M. de Lacaze-Duthiers a décrit chez le Pleurobranche orange, une glande dont la position est la même, et qui me paraît, d'après sa description, avoir quelques rapports avec la glande à concrétions du Cyclostome. Le savant anatomiste n'a pu y voir de canal excréteur et considère cet organe comme une sorte de glande vasculaire. Je ne connais dans la bibliographie que cette seule observation qui permette peut-être de supposer que la glande à concrétions du Cyclostome se retrouve dans d'autres groupes de mollusques. Comme je n'ai jamais eu l'occasion de disséquer le Pleurobranche orange, je ne puis affirmer que la *glande indéterminée* de cet animal représente en réalité la glande à concrétions du Cyclostome. Claparède signale cet organe chez le *Cyclostoma costulatum*; moi-même je l'ai retrouvé chez des animaux de cette espèce, qui m'avaient été envoyés d'Algérie par le capitaine Oudry. Claparède l'a cherché en vain dans deux espèces d'Ampullaires et chez le *Pomatias maculatum*. Il repousse toute homologie avec la glande à concrétions des Nérîtes. J'ai recherché la présence de la glande à concrétions chez la plupart des mollusques Gastéropodes que l'on peut rencontrer à Arca-chon; je n'en ai jamais rencontré aucune trace.

La signification morphologique de la glande à concrétions n'est pas connue. Il me paraît probable qu'on arrivera facilement à la déterminer par l'étude du développement; mais l'anatomie seule et l'anatomie comparée me paraissent impuissantes à résoudre ce problème. Claparède, influencé par la découverte, alors récente de O. Schmidt et de Gegenbaur, la compare, à cause de

sa situation, aux organes transitoires indiqués par le premier et décrits par le second sous le nom de *Reins primordiaux* (*Vornieren*). Le peu de ressemblance qui existe entre ces deux organes lui fait cependant émettre de nombreuses réserves sur cette dérivation. Il paraît en effet difficile d'admettre que cette glande sans canal excréteur, composée de nombreux paquets de follicules, bourrés de concrétions qui n'ont aucune ressemblance avec celles que l'on a décrites dans les *Vornieren*, puisse provenir de la transformation de ces tubes simples, ouverts à leurs deux extrémités. Nous serions plutôt porté à voir dans la glande à concrétions une formation mésodermique secondaire. Mais c'est là une simple vue de l'esprit, qui n'a pas une bien grande valeur en l'absence de recherches sur l'embryon.

La structure de la glande à concrétions est fort difficile à étudier; j'ai commencé mes recherches au mois d'octobre 1883. Les résultats de ces premiers travaux furent publiés à la *Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, le 7 février 1884. Depuis cette époque, je n'ai pas perdu de vue cette étude; j'ai pu compléter certains résultats, modifier mes idées sur certains points; mais, je l'avoue, je n'ai pu arriver à résoudre complètement toutes les questions que cette étude soulève.

La présence des concrétions rend les coupes de la glande difficiles à bien réussir. On peut arriver cependant à les dissoudre; mais cette opération altère les autres éléments qui sont très délicats. Je me suis servi, dans mes observations, des deux méthodes suivantes : 1° les follicules, isolés sous le microscope à dissection, ont été traités par l'acide osmique à $\frac{1}{500}$ pendant quelques instants, colorés par le picrocarminate d'ammoniaque, lavés et montés dans la glycérine additionnée d'acide formique; 2° un paquet de follicules étant porté sous le microscope à dissection dans le sang de l'animal, je coupais le pédicule de l'un d'eux avec une aiguille, et faisais sortir, par l'orifice de section, le contenu du follicule, en le comprimant, soit avec une aiguille, soit avec un fragment de lamelle. Je dilacérais quelquefois le follicule, pour que les éléments pussent sortir par la seule élasticité de la membrane, sans avoir subi la moindre compression. On voit alors s'écouler, au milieu des concrétions et des éléments cellulaires que nous allons bientôt décrire, une bouillie grisâtre qui remplit,

dans les tubes, tout l'espace resté libre entre les concrétions. Quel ne fut pas mon étonnement, en constatant que cette masse grise était uniquement composée de bacilles, immobiles par eux-mêmes, mais agités de mouvements browniens. Ce fait n'a pu naturellement être constaté par Claparède; mais, tout récemment, Barfurth, dans une note publiée dans le *Zoologischer Anzeiger* du 1^{er} septembre 1884, n'en dit pas un mot.

Ces bacilles (fig. 25) ont une longueur de 3 à 4 μ et une épaisseur de 1 μ ; mais on en voit souvent d'un peu plus grands et d'autres beaucoup plus petits. Ils se présentent avec des aspects assez divers, ainsi qu'on le voit dans la figure; mais on peut se rendre compte, par la présence de formes de transition, qu'il n'y a en réalité qu'une seule espèce de bacilles. Les uns sont à peu près droits, mais légèrement étranglés dans leur partie moyenne; d'autres sont un peu recourbés; d'autres enfin, très nombreux, ont une forme virgulaire. Ils sont souvent unis deux à deux; et alors ils peuvent se trouver dans le prolongement l'un de l'autre, ou bien former un angle plus ou moins ouvert. On voit souvent, à l'extrémité des bacilles, un renflement qui est peut-être une spore. On voit aussi dans le liquide, de nombreuses granulations qui sont peut-être des spores devenues libres; mais je ne pourrais être absolument affirmatif à ce sujet.

La présence constante et normale de bacilles dans une cavité close, fait sans analogue aujourd'hui (à ma connaissance du moins), excita au plus haut point mon étonnement; j'ai vérifié le fait à maintes reprises et je puis affirmer qu'il est constant et véritablement physiologique. Ayant reçu d'Algérie une cinquantaine d'échantillons du *Cyclostoma costulatum*, dans tous ceux qui ont été examinés j'ai pu constater que, comme chez le *Cyclostoma elegans*, les follicules de la glande à concrétions étaient littéralement bourrés de bacilles. J'ai montré des préparations faites extemporanément à diverses personnes à qui le fait semblait invraisemblable, et j'ai facilement réussi à entraîner leur conviction. Cette découverte pourra d'ailleurs être vérifiée par tous ceux qui voudront bien employer le procédé d'examen très simple que j'ai indiqué plus haut. Ces observations nous conduiront à quelques hypothèses sur le rôle de la glande à concrétions qui seront exposées plus loin. Mais pour qu'une étude physiolo-

gique sérieuse de la glande pût être entreprise avec fruit, il serait nécessaire que l'existence normale de bacilles dans un organe clos fût expliquée. Or, seule, l'embryologie, qui nous ferait assister au premier développement de la glande, pourrait expliquer comment il se fait que l'on trouve des microbes dans un organe qui, chez l'adulte, paraît dépourvu de toute communication avec l'extérieur.

La glande à concrétions, je l'ai déjà dit plus haut, se montre tantôt comme une masse très blanche et très développée autour des circonvolutions intestinales qu'elle cache complètement; tantôt comme une masse grise beaucoup moins considérable, au milieu de laquelle apparaît nettement le tube digestif. Sa couleur est due aux concrétions, qui sont très nombreuses dans le premier cas, très rares dans le second. Il y a donc une relation entre l'état de développement de la glande et le nombre de concrétions qu'elle contient. C'est-à-dire que lorsque les follicules sont très nombreux, les concrétions qu'ils renferment sont très abondantes, tandis qu'elles sont en petit nombre, dans une glande faiblement développée.

On trouve, dans le mémoire de Claparède, une description à peu près suffisante des concrétions arrivées au terme de leur développement; mais cet auteur ne dit rien sur leur mode de formation. Ce sont des granules de taille très diverse. Les plus gros, qui peuvent atteindre 0,2 à 0,3 mill., se trouvent ordinairement placés à l'extrémité des follicules (fig. 21). Ils sont absolument opaques à la lumière transmise, mais d'un blanc éclatant à la lumière réfléchie (fig. 22). La forme des grains les plus gros est, comme on le voit dans ce dessin, presque sphérique; mais on peut déjà distinguer à leur surface de légers sillons qui révèlent à l'extérieur la complexité de leur structure interne. Pour bien les étudier, il faut les traiter par une solution alcaline très étendue, qui les rend, au bout d'un certain temps, tout à fait transparents. On peut en rencontrer quelques-uns, qui se trouvent naturellement en cet état. Ce fait, qui paraît exceptionnel chez le *Cyclostoma elegans*, serait, d'après Claparède, normal chez le *Cyclostoma costulatum*. La figure 23 représente une concrétion naturellement transparente. On voit qu'elle est entourée d'une couche épaisse formée de stries concentriques; sa surface

montre l'indication de sillons, dont nous allons expliquer la présence.

Les concrétions sont loin d'avoir une constitution simple. On voit, dans la coupe optique 23, trois centres de formation, entourés chacun par un système de stries particulier, soudés les uns aux autres et revêtus d'une enveloppe commune. Chacun de ces centres montre encore une structure fort complexe. Ils renferment, en effet, des globules réfringents, placés dans des espaces où les stries concentriques sont peu accusées. Ces globules paraissent avoir servi de point de départ à la formation du système. Il peut arriver qu'on n'en voie qu'un seul, souvent au contraire ils se rencontrent en grand nombre. Ils sont généralement entourés de stries un peu vagues, qui semblent indiquer dans chacun d'eux, une tendance à s'entourer d'un système propre de stries, sans qu'ils aient pu y réussir complètement.

Nous sommes déjà en mesure, d'après cette étude d'une concrétion entièrement développée, de retracer la plus grande partie de son histoire. De petits globules ont pu former, autour d'eux, un système de lamelles concentriques; d'autres, moins heureux, se sont réunis, en nombre plus ou moins grand, pour former des centres comparables aux premiers, auxquels on les trouve souvent accolés; ce sont là les centres primaires. Ces centres, à leur tour, peuvent rester isolés, ou bien, se réunir au nombre de deux à cinq, et se revêtir alors d'une enveloppe plus ou moins épaisse, qui entoure ces groupes de façon à former des centres secondaires, séparés par des sillons profonds. L'enveloppe générale se dépose alors, comble les sillons, dont on voit seulement l'indication à sa surface. Les limites externes de ces diverses séries de couches sont plus réfringentes, et marquent un temps d'arrêt dans le développement de la concrétion. On aperçoit encore, dans les concrétions naturellement transparentes, des stries rayonnantes très peu marquées.

Les figures 21 et 22 représentent des concrétions arrivées à cette phase de leur développement. Je dois ajouter que les petites concrétions, ne possédant encore que leurs centres primaires, présentent une transparence qui disparaît bientôt, au fur et à mesure que se font de nouveaux dépôts.

Il nous reste à étudier l'origine première des concrétions,

c'est-à-dire le mode de formation des centres primaires. Lorsqu'on a préparé les follicules par l'acide osinique et le picro-carmin, on voit, par transparence, de petites cellules placées sous la membrane anhiste de la glande. Mais on peut faire des observations bien plus profitables, en expulsant le contenu du follicule, par le procédé indiqué plus haut et en étudiant ce contenu, soit dans le sang de l'animal, soit dans le sérum de Kronecker. On n'est pas ainsi gêné par les globules sanguins, que l'on ne peut cependant confondre avec aucun autre élément anatomique. On voit alors des paquets de petits éléments cellulaires sphériques, représentés dans la figure 24, *d, f*. Ces cellules présentent un noyau qui se colore en rose vif par le picro-carmin, tandis que le protoplasma reste rose pâle. Les rapports qu'affectent ces cellules entre elles sembleraient indiquer qu'elles proviennent d'une multiplication endogène ou d'un bourgeonnement (fig. 24, *f*). Souvent on rencontre des groupes de quatre cellules qui semblent, au contraire, indiquer une segmentation répétée. Mais, à côté de ces groupes cellulaires, facilement colorables par les réactifs, on en voit d'autres (fig. *f, f'*) qui ne se colorent plus. Une granulation réfringente, qui ressemble beaucoup aux granules centraux des concrétions développées, se voit dans ces cellules, entourée de stries concentriques, vaguement indiquées. Cet état se voit nettement dans la figure 24, *g*.

Nous avons été naturellement porté à considérer ces amas cellulaires et le globule réfringent, contenu dans chaque élément, comme représentant les premiers stades du développement des concrétions. Mais deux difficultés assez graves sont venues à l'encontre de cette manière de voir, sans pouvoir cependant la bannir entièrement de notre esprit.

On voit quelquefois (fig. 24, *g*) de nombreux petits globules réfringents, ressemblant à ceux que renferment les cellules, mais ne paraissant avoir avec elles aucun rapport. Ces globules se seraient-ils formés librement, ou bien auraient-ils perdu de très bonne heure leurs rapports avec les cellules formatrices? On trouve aussi, dans les follicules, des concrétions très jeunes, ne possédant encore que leurs centres primaires; elles sont faciles à étudier lorsqu'elles sont en petit nombre. Il peut arriver que ces centres ne présentent déjà plus aucune apparence cellulaire.

On comprend que ces faits aient pu jeter quelque hésitation dans mon esprit, sur l'origine intra ou extra-cellulaire des concrétions.

On trouve, en outre, dans les follicules de la glande à concrétions, de grosses sphères, qui adhèrent encore moins à la membrane que les groupes cellulaires décrits plus haut. Elles sont constituées par une enveloppe protoplasmique finement granuleuse, dans laquelle se voit une grande vésicule claire, excentriquement placée (fig. 24, *a*, *b*). La première enveloppe crève facilement, dès que les sphères ont été expulsées dans le liquide de la préparation. Ce phénomène s'opère immédiatement dans l'eau, plus lentement dans le sang, le sérum ou la salive. La compression produit le même résultat. La vacuole interne, devenue libre, nage un certain temps dans le liquide, mais ne tarde pas à éclater à son tour. Une ou deux taches grises sont accolées à sa paroi (fig. 24, *a*). Quelquefois, on trouve six à sept masses peu distinctes, plongées dans une substance grisâtre.

Dans le début de mes recherches, l'idée me vint que ces éléments étaient des cellules formatrices dans lesquelles se développait une vacuole, où se déposaient les concrétions, comme cela se voit dans la glande de Bojanus et dans la glande digestive. En effet, ces éléments se trouvaient en grand nombre dans des glandes peu développées, où les concrétions n'étaient pas très abondantes (1). Mais je dus bientôt rejeter cette opinion pour les raisons suivantes. En effet, ce ne sont pas là des cellules; j'ai longtemps cherché sans succès à y constater l'existence d'un noyau. De plus, la découverte des petits amas cellulaires que j'ai déjà décrits, montre quelle est la véritable origine des concrétions. L'absence de transitions entre les états représentés (fig. 24, *a*, *b*) et des états plus avancés du développement de ces corpuscules, ne peut plus permettre de supposer qu'ils se développent dans les éléments sphériques. Mais comme on trouve ces sphères en grand nombre dans les glandes où ces concrétions sont très rares, on ne peut évidemment les considérer que comme des formes de régression de ces concrétions, en train de

(1) Il est difficile d'apprécier exactement le nombre des follicules de la glande; il paraît bien y en avoir un plus grand nombre lorsqu'ils sont bourrés de concrétions, mais c'est justement là, la raison qui les fait paraître plus nombreux.

se résorber. Reste encore une difficulté très grave, c'est que je n'ai pu rencontrer de concrétion aux premiers stades de la résorption; je n'ai jamais vu que les états extrêmes représentés (fig. 24 *a, b*); je considère néanmoins la vésicule claire, avec ses petits centres peu distincts, comme le résidu des centres secondaires, et la vésicule externe, comme représentant les restes de l'enveloppe générale des concrétions, après sa résorption.

Ces données anatomiques sur le développement et la résorption des concrétions, ont, au point de vue physiologique, une importance de premier ordre, car elles serviront de base, en même temps que l'embryogénie, à toute hypothèse sur le rôle physiologique de la glande à concrétions.

Nous avons dû rechercher la composition chimique des concrétions. L'acide chlorhydrique n'a pas d'effet immédiat sur elles, mais il les dissout lentement. L'acide sulfurique pur les dissout entièrement et instantanément, mais sans effervescence. Ces deux réactions prouvent que, contrairement à l'opinion des anciens auteurs, les concrétions ne sont pas formées de carbonate de chaux. Elles en contiennent cependant de faibles quantités, ainsi que du phosphate de chaux. L'acide azotique dissout les concrétions avec une vive effervescence; les solutions d'ammoniaque, de potasse, de soude, rendent les concrétions transparentes et montrent admirablement leur structure. Si on traite les concrétions par l'eau bouillante, elles se dissolvent partiellement; le liquide filtré se trouble en se refroidissant, et abandonne par évaporation une poudre blanche, qui se dissout sans effervescence dans l'acide sulfurique et donne par l'acide azotique un dégagement gazeux très abondant. Si on fait dissoudre la poudre ou les concrétions entières par l'acide azotique, et qu'on traite après avoir évaporé, par l'ammoniaque, on obtient une coloration rouge qui passe au violet par l'action d'une lessive de potasse ou de soude.

Le simple rapprochement de ces diverses réactions prouve que les concrétions sont presque entièrement composées d'acide urique. Je dois dire cependant que lorsqu'on traite les concrétions ou la poudre qu'on en retire, par l'acide azotique, l'ammoniaque et la soude, pour obtenir les réactions de la murexide, les résultats ne sont pas tout à fait les mêmes qu'avec l'acide urique pur.

On voit en effet dans le premier cas, si la réaction est faite sur une lame de verre ou dans une capsule de porcelaine, que les parties qui se déposent les premières au moment où l'on chauffe, restent orangées, et ne deviennent pas pourpres comme dans le second cas; de plus, après l'action de la potasse, ces mêmes parties passent au rouge vineux, mais ne deviennent jamais violettes, comme avec l'acide urique pur.

En traitant les concrétions, ou la poudre qui en provient, par l'acide azotique, il se produit un abondant dégagement gazeux. Les gaz recueillis sur la cuve à mercure et analysés, se trouvent être de l'azote et de l'acide carbonique, à peu près dans les mêmes proportions que dans la réaction de l'acide azotique sur l'acide urique pur. Sous l'influence de l'acide azotique, il s'est formé de l'alloxanthine, de l'alloxane et de l'urée, qui, en présence de l'acide azoteux produit, donne de l'acide carbonique et de l'azote. Ce serait là, s'il était nécessaire, une nouvelle preuve que les concrétions sont composées d'acide urique.

A l'époque où je donnai ma Note à la *Société des Sciences physiques et naturelles* de Bordeaux, je n'avais pas encore reconnu la présence de l'acide urique dans les concrétions; j'étais arrivé cependant à reconnaître qu'elles se résorbaient dans les follicules, et j'avais observé que, d'une façon générale, bien qu'il y ait à ce fait de nombreuses exceptions, la glande était beaucoup plus développée chez les animaux observés à la fin de l'automne, que chez ceux qui avaient passé l'hiver. J'en conclus, avec quelque apparence de raison, que la glande à concrétions était un organe de réserve renfermant des produits nutritifs accumulés pendant la période de vie active de l'animal, et destinés à être repris ensuite pendant les périodes de repos.

Quelque temps après la publication de cette note, je constatai la présence de l'acide urique; puis parut le travail de Barfurth, qui, ayant publié le premier sa découverte, possède en réalité la priorité, bien que j'aie retrouvé l'acide urique avant lui.

Avant d'exposer les hypothèses que nous pouvons faire, en nous servant des données acquises, sur la physiologie de la glande à concrétions, qu'il me soit permis de discuter les affirmations contenues dans la note de Barfurth. Cet auteur, qui ne paraît avoir fait aucune recherche anatomique nouvelle sur la

glande à concrétions, conclut, d'après la présence de l'acide urique dans cette glande et son absence dans le corps de Bojanus, que c'est elle, et non ce dernier organe, qui est le véritable rein.

Peut-on admettre que le corps de Bojanus du Cyclostome, avec sa structure, sa vascularité, son conduit excréteur, ses concrétions rejetées au dehors, ne soit pas un rein, sous prétexte qu'il ne contient ni acide urique, ni guanine, ni xanthine? Cet organe est cependant constitué comme chez les autres Mollusques, où l'analyse a montré ces substances, et tout porte à croire que s'il ne les contient pas, il en renferme d'autres analogues. Un organe n'est pas un rein, uniquement parce qu'il contient de l'acide urique ou des produits analogues, mais parce qu'il sépare de l'organisme des substances qui n'y doivent plus rentrer, ce qui n'est pas le cas de la glande à concrétions. L'hypothèse émise par Claparède sur la dérivation de la glande à concrétions des *Vornieren* de Gegenbaur est, nous l'avons vu, fort peu probable; en tous cas, en l'absence de recherches embryogéniques, il n'y a aucune preuve positive en sa faveur. L'absence du canal excréteur dans la glande à concrétions interdit, à mon avis, de la considérer comme un organe d'excrétion.

La glande à concrétions paraît être une glande vasculaire acquise chez les ancêtres des Cyclostomes, à l'époque où, quittant la vie aquatique, ils se sont adaptés à la vie terrestre. Les fréquentes périodes de repos qui sont imposées à ces animaux par les saisons, pendant l'hiver comme pendant l'été, et qui entravent les fonctions de leur rein pendant des mois entiers, ont dû nécessiter la présence de cet organe de réserve, dans lequel s'accumule l'acide urique destiné à être résorbé pendant les périodes d'activité. Que devient cet acide urique? Il est probablement transformé en d'autres produits d'excrétion qui doivent être éliminés par le rein.

La présence des bacilles dans la glande à concrétions, qui contient une si grande quantité d'acide urique se déposant et se résorbant alternativement, m'a conduit à supposer, que ces micro-organismes doivent jouer un rôle important dans le fonctionnement de cet organe. Je pense qu'il y a là une véritable symbiose, que j'ai eu un instant la pensée d'étudier. Il s'agissait de cultiver le bacille et de rechercher quelles étaient les condi-

tions de son développement. Il fallait voir si, dans des liquides contenant de l'acide urique, cette substance diminuait par sa présence, ou bien s'il pouvait en former, en le cultivant dans des liquides qui n'en contenaient pas. Je crois être arrivé, par le procédé de Koch, à obtenir des cultures pures du bacille; mais les difficultés expérimentales qui s'offraient à moi pour arriver jusqu'au bout de mon programme, m'ont déterminé à différer ces recherches, qui me semblent présenter un grand intérêt.

Je crois avoir tiré de l'étude de la glande à concrétions du Cyclostome adulte tout ce qu'elle pouvait donner. Pour que ce travail fût complet, il serait nécessaire d'étudier le développement de cet organe, et de faire de nouvelles recherches anatomiques chez les genres voisins, et dans d'autres espèces du même genre.

Pendant que ce travail était à l'impression, j'ai trouvé dans le tissu conjonctif péri-intestinal de la *Bithynia tentacula*, des concrétions qui, par leur aspect, rappelaient assez bien celles que nous avons décrites chez le Cyclostome. Leur taille cependant était plus petite. Leur composition chimique est très différente; elles ne sont pas solubles dans les alcalis et font effervescence par les acides sulfurique et chlorhydrique. Ces réactions suffisent à démontrer que ces concrétions ne contiennent pas d'acide urique, et qu'elles sont presque entièrement formées par du carbonate de chaux. Elles se développent dans les cellules de Leydig, qui constituent en grande partie le tissu conjonctif péri-intestinal. Leur aspect et leur situation me portent à les considérer comme homologues des concrétions du Cyclostome, bien qu'elles ne soient pas formées des mêmes substances. Je n'ai pu, chez la *Bithynia*, constater l'existence de bacilles, dans les cellules qui renferment les concrétions.

Cette observation apporte un argument en faveur de l'opinion émise plus haut, que la glande à concrétions du Cyclostome est une formation mésodermique, et ne dérive pas des reins primordiaux.

Les glandes pédieuses.

Les glandes pédieuses des Mollusques Gastéropodes, ont été récemment étudiées par Carrière (1), dans un remarquable travail; mais cet habile histologiste n'a pas fait porter ses recherches sur le *Cyclostoma elegans*. Houssay (2) a fait, dans sa thèse, une étude qui paraît minutieuse, des glandes pédieuses chez cet animal; aussi, pensai-je tout d'abord devoir laisser de côté la description de ces organes. Mais la comparaison de mes préparations avec les dessins de Houssay m'a conduit à reprendre cette étude. Le travail de Claparède, sur ce sujet, mérite à peine une mention. La faute en est aux procédés de recherches très insuffisants qu'il avait seuls à sa disposition. Les dissociations au sérum iodé, et à plus forte raison les dissociations sur le frais, ne peuvent fournir non plus de renseignements précis; nous les avons maintes fois essayées sans succès. Les coupes seules, soit au point de vue anatomique, soit au point de vue histologique, peuvent donner des résultats utiles.

Le pied du Cyclostome, bien connu depuis le travail de Simroth, est divisé en deux lobes par un sillon médian-vertical, dont le fond tranche par sa couleur blanche sur les parties grises environnantes. A l'extrémité supérieure de cette rainure, se trouve un orifice étroit, difficile à voir, même sur des animaux morts dans l'eau et parfaitement étalés. On peut réussir cependant à y faire passer une soie très fine, qui pénètre dans un sac blanc de lait, que l'on aperçoit déjà à travers la peau. Si on ouvre l'animal, soit par le dos, soit par la sole, on voit que ce sac occupe la partie la plus élevée du sinus pédieux (fig. 1, GP, fig. 26). On trouve, au-dessous, les ganglions pédieux placés au

(1) Carrière.— *Die Fussdrüsen der Prosobranchier und das Wassergefäßsystem der Lamellibranchier und Gastropoden*. (Arch. f. mikr. Anat. t. XXI.)

(2) Houssay. — *Opercule et glandes du pied des Gastéropodes*. (Arch. de Zool. exp. t. II, 2^e série.)

milieu d'un enchevêtrement de tubes très complexe. Ces tubes constituent une seconde glande pédieuse absolument indépendante du sac supérieur, contrairement à l'opinion de Claparède, et s'ouvrant à l'extérieur par un orifice particulier.

Pour l'étude du sac supérieur, que nous pouvons appeler, avec les auteurs, glande supra-pédieuse, les coupes parallèles au grand axe de l'animal, et orientées d'avant en arrière dans un plan vertical, sont nécessaires; elles seraient même, à la rigueur, suffisantes. Nous avons eu l'occasion de dessiner, dans la figure 2, une coupe transversale des glandes pédieuses. Bien que notre description soit faite exclusivement d'après les figures 26, 26', 27, 27', nous prions le lecteur de vouloir bien se rapporter à ce dessin, ainsi qu'à l'explication, pour avoir une idée plus complète de l'organe.

La glande supra-pédieuse est une sorte de sac comprimé de haut en bas, qui se recourbe vers le haut. Il s'enroule donc autour d'une de ses faces, qui est concave, tandis que l'autre est convexe. Le petit sinus, limité par la paroi concave, est un diverticule de la cavité générale, avec laquelle il communique librement. Il est, comme elle, tapissé par des éléments du tissu conjonctif, notamment par les cellules pigmentées. On voit, dans cette cavité, la section d'un ou deux faisceaux musculaires, dont la direction est transversale, et qui vont s'insérer sur les parois latérales du corps. On rencontre encore, accolés à la face convexe, d'autres faisceaux dont la direction est la même (fig. 26, a). Tous ces faisceaux musculaires doivent, par leur jeu, comprimer l'organe et faciliter ainsi l'expulsion des produits sécrétés par une glande, dont les parois sont entièrement dépourvus d'éléments contractiles intrinsèques.

La coloration des éléments glandulaires contenus dans les parois se fait difficilement dans les divers carmins, d'après Carrière et Houssay. Le premier de ces auteurs a employé, comme colorant, la teinture de cochenille; le second, le vert de méthyle. Dans mes colorations en masse des animaux destinés à être coupés, faites, soit avec le carmin aluné, soit avec le carmin boraté, j'ai obtenu des colorations très convenables pour l'étude des cellules glandulaires. La teinture de cochenille, que j'ai employée dans ces derniers temps, ne m'a pas donné des résultats supérieurs à ceux fournis par ces substances.

Par ces procédés, les glandes du pied, loin de trancher en gris sur le fond plus coloré des organes environnants, présentent, au contraire, une coloration vive au milieu d'un fond clair. On constate, il est vrai, par un examen attentif, que le contenu des cellules, surtout dans la paroi convexe, se colore peu, tandis que les noyaux montrent une teinte assez vive, brun rouge pour la paroi convexe, carminée pour la paroi concave.

La structure des deux parois est fort différente. La paroi convexe, qui se continue avec le sillon glandulaire du pied, est recouverte d'un épithélium formé de cellules cylindriques, entre lesquelles débouchent les orifices de grandes cellules en forme de bouteille (fig. 26, c, 26', a, 27, a), remplies de grosses granulations décrites par Claparède et Houssay. Je me suis même demandé si les petites cellules cylindriques ne représentaient pas une section plus ou moins oblique du canal des grosses cellules. La présence de noyaux dans ces éléments ne permet pas d'accepter cette interprétation. L'épithélium de cette paroi ne présente jamais de cils vibratiles.

La paroi concave est beaucoup plus épaisse que l'autre; elle présente une structure fort différente. La ligne de séparation de ces deux parois est très nette (fig. 26, s'); mais elle ne part pas, comme on aurait pu le supposer, du fond du cul-de-sac de la glande. Elle se trouve placée à une certaine distance au-dessus, au niveau de l'orifice du sinus formé par l'adossement de la paroi concave. Ce qui tendrait à faire supposer que la disparité, dans la structure des parois, est due aux conditions différentes qui leur sont créées par l'adossement de la paroi concave à elle-même, car elles dérivent probablement d'un bourgeon ectodermique primitivement homogène.

Les cellules qui constituent cette paroi sont polyédriques; elles renferment un noyau et de fines granulations; celles qui limitent immédiatement le canal excréteur se rapprochent de la forme cylindrique, et présentent des cils vibratiles, dont l'existence n'a pas été reconnue par Houssay. Toutes ces cellules sont entourées par un réseau de canalicules, figurés par le même auteur, mais d'une façon inexacte.

Cet anatomiste s'est d'ailleurs complètement mépris sur leur signification. D'après son dessin, ces canaux ont leur plus grande dimension au voisinage du canal excréteur, dans lequel ils débou-

chent, et s'effilent au fur et à mesure qu'ils se rapprochent de la limite extérieure, où ils se terminent en cul-de-sac. Il les considère comme des diverticules du canal excréteur de la glande, pénétrant dans la paroi concave, pour recueillir les produits de la sécrétion des cellules, et les conduire dans le canal central. Les vrais diverticules du canal excréteur sont fort différents; ce sont, à proprement parler, des anfractuosités du canal excréteur. On en voit un sur chacune des parois de la glande dans la figure 26'. Les canalicules qui se trouvent dans la paroi concave n'ont jamais, au voisinage du canal excréteur, la taille que Houssay leur assigne. Il faut même en ce point, employer un grossissement considérable, pour reconnaître leur véritable nature canaliculaire. De plus, leur calibre ne va pas en diminuant du canal excréteur vers la périphérie de la glande, mais c'est exactement le contraire. C'est là un fait qui se constate avec une grande netteté dans les figures 26' et 27', qui sont la représentation très fidèle de préparations que je possède. Les canalicules s'ouvrent dans le petit sinus, limité par l'adossement de la paroi concave à elle-même, c'est-à-dire dans la cavité générale, par des fentes assez larges. Ils forment, à partir de ces origines, un réseau fort complexe, représenté dans une partie de la fig. 26', et plus nettement dans la fig. 27'. Ce réseau enlace les cellules glandulaires, et se termine, par des canalicules très étroits de 1μ de diamètre, dans le canal excréteur. On rencontre assez fréquemment, le long de ces canaux, des dilatations lacunaires (fig. 27', c, c), où l'on voit souvent très nettement, une ou plusieurs cellules pigmentées du tissu conjonctif.

Il résulte de ces données anatomiques, que le sang de l'animal peut s'écouler à l'extérieur par l'intermédiaire du canal excréteur de la glande suprapédieuse, qui communique directement avec la cavité générale. J'ai essayé de démontrer ce fait expérimentalement, par des injections faites sur l'animal vivant; mais les résultats ont été négatifs, car, malgré une pression de 8 à 10 centimètres de mercure exercée pendant plusieurs heures, la contraction de l'animal suffit pour empêcher la pénétration des substances dans le sinus pédieux. J'ai fait mes injections au bleu soluble et au carmin, suivant la méthode de Ranvier, sur des animaux tués par la fumée de tabac ou plongés dans une atmosphère saturée de vapeurs de chloroforme. La matière à injection

pénétrait alors dans les fentes principales, mais je ne pouvais jamais obtenir une injection complète du réseau. Dans ces conditions, le tissu de la glande se montrait, sur les coupes, complètement désorganisé.

Que peut-on conclure de cet insuccès des injections? Celles qui sont faites sur l'animal vivant n'ont aucune valeur, puisque le liquide injecté n'arrive même pas au contact de la glande. Chez les animaux morts, le faible diamètre des canalicules et l'altération rapide du tissu de la glande, nous donnent la raison pour laquelle l'injection reste incomplète. L'insuccès des injections suffit-il pour faire rejeter l'existence de la communication entre le canal excréteur de la glande supra-pédieuse et la cavité générale? Je ne le crois pas, à cause de l'incertitude de ce procédé, surtout dans le cas qui nous occupe. Les coupes, dans les tissus convenablement fixés, ne peuvent-elles pas, à elles seules, permettre de reconnaître l'existence de canalicules lorsqu'ils existent? Dans le cas présent, l'examen des préparations ne saurait prêter au moindre doute, et l'on peut, avec un grossissement convenable, suivre les canaux, depuis leur origine dans la cavité générale, jusqu'au canal excréteur de la glande; on voit de plus que, même en ces derniers points, ce ne sont pas de simples stries, mais qu'ils possèdent une lumière centrale. Un seul fait m'étonne, c'est que Houssay (1) qui les a vus dans leur partie la plus étroite, dont il exagère même les dimensions sur sa figure, ne les ait pas indiqués dans la partie voisine de la cavité générale, où leurs dimensions sont infiniment plus considérables.

M. Houssay a vu, chez le *Vermetus triqueter*, au milieu de la glande qu'il considère comme homologue de la glande supra-pédieuse du Cyclostome, une lacune sanguine qui communique nettement avec la cavité générale; mais il ne peut affirmer la communication de cette lacune avec le canal excréteur de la

(1) Les figures 3 et 7, pl. xiii de M. Houssay, diffèrent absolument de tout ce que j'ai pu voir, en employant les procédés de préparations les plus divers. Il est absolument certain que les canalicules n'ont pas la disposition qu'il indique; de plus, je n'ai jamais pu arriver à voir les limites des cellules de la paroi concave, avec la netteté qu'elles possèdent dans sa figure 3. Je suis donc porté à considérer les dessins de M. Houssay comme purement schématiques.

glande. M. de Lacaze-Duthiers avait pu autrefois faire pénétrer des injections dans cet organe; mais lui-même émet quelques doutes sur la réalité de ses observations, parce qu'elles ont été faites sur des animaux conservés dans la glycérine. Quoi qu'il en soit de ce dernier fait, il y a loin de ces étroites communications de la cavité générale avec l'extérieur, à ces larges orifices que l'on a pu décrire autrefois chez divers mollusques.

Nous avons déjà dit, à propos du corps de Bojanus, que les communications autrefois décrites entre le milieu sanguin et l'extérieur, par l'intermédiaire de cet organe, n'existaient pas. Carrière est arrivé aux mêmes conclusions pour les glandes du pied, chez les Gastéropodes, et Barrois chez les Lamellibranches. Il ne reste donc parmi les Gastropodes, que le *Cyclostoma elegans* chez lequel ces communications soient démontrées histologiquement. Chez le Dentale, les observations de M. de Lacaze-Duthiers devraient être reprises. Chez le Pleurobranche orange, Gibbs-Bourne affirme que ces coupes lui ont montré que le canal admis par M. de Lacaze-Duthiers, à la suite de ses injections, était l'orifice d'une glande en cul-de-sac, complètement fermée.

La quantité de sang qui pénètre dans le canal excréteur de la glande supra-pédieuse ne peut être que très faible. Ce liquide entraîne les produits de la sécrétion des cellules de la paroi concave, qui limitent le réseau canaliculaire décrit plus haut. Il est difficile d'indiquer la portée morphologique de cette communication; il faudrait faire dans ce but des recherches spéciales; mais au point de vue physiologique, ces observations présentent un grand intérêt.

La paroi convexe se continue avec l'épithélium glandulaire du fond du sillon pédieux, qui doit son aspect blanc à des cellules polyédriques, disposées sur deux ou trois couches. Ces cellules contiennent des granulations fines et paraissent contribuer à lubrifier la surface du pied.

Sur la même coupe (fig. 26), nous voyons, au fond d'un des replis qui se sont produits sur la surface du pied, par la contraction de l'animal, l'orifice de la glande tubuleuse que nous avons déjà indiqué. Le point où cet organe débouche à l'extérieur se trouve en réalité situé au niveau du tiers supérieur du sillon pédieux. Les tubes qui constituent cette seconde

glande sont pelotonnés dans le sinus pédieux, comme le montrent les figures 2 et 26, entre les nombreux filets nerveux issus des ganglions antérieurs. Ils n'ont pas été représentés dans ces deux dessins, afin de ne pas trop les compliquer. Leur développement est très variable suivant les individus. On trouve quelquefois, sur les coupes, les extrémités de ces tubes se présentant avec un très petit calibre, au milieu des lacunes du pied (fig. 2, a). Lors même qu'ils sont moins nombreux, et qu'ils ne pénètrent pas aussi profondément dans les lacunes secondaires du pied, leur extrême fragilité et leur situation au milieu des nerfs et des muscles, font que toujours par la dissection ces tubes se brisent, et qu'il devient impossible de savoir s'ils sont ouverts dans le sinus pédieux, comme on a pu le supposer. Je me hâte de dire qu'il n'y a aucune preuve en faveur de cette opinion, d'ailleurs fort invraisemblable en soi.

Les tubes de la glande pédieuse n'ont pas sur toute leur longueur, la même structure. A une certaine distance de l'orifice excréteur, leur calibre se rétrécit progressivement; les cellules qui les tapissent présentent une striation perpendiculaire à la paroi, due, comme le dit Houssay, à des granulations disposées à la file (fig. 27, b.) Le noyau se trouve logé dans l'extrémité de la cellule tournée vers la lumière du tube, ce qui me paraît être un fait exceptionnel. Houssay n'a pu voir, dans ses coupes, des cils vibratiles sur les cellules qui tapissent la paroi de ces tubes, mais il a pu constater leur présence sur des tubes frais observés dans le sang de l'animal. Quant à moi, je n'ai pas observé non plus la présence de ces cils vibratiles dans mes coupes; mais je ne les ai pas vus davantage sur les tubes frais, bien que, en raison de l'affirmation catégorique de l'auteur que je viens de citer, j'aie maintes fois répété ces investigations.

Ces tubes, qui occupent les parties périphériques du sinus pédieux, aboutissent à d'autres canaux (fig. 2, a, 26, a, 27, c.) qui n'ont plus la même structure. Les cellules qui les tapissent prennent l'aspect de cellules de revêtement; elles sont beaucoup moins épaisses. Ces tubes sont toujours remplis de nombreux débris cellulaires, qui paraissent provenir de la région où se trouvent les cellules striées; leur diamètre est beaucoup plus considérable que dans les autres régions, leurs parois sont toujours plissées et ratatinées. Je pense qu'on doit les considérer comme des dilata-

tions sacciformes, servant de réservoir pour les produits sécrétés. Mais, chose curieuse, les caractères des cellules qui tapissent le canal excréteur (fig. 26, *r*) sont redevenus les mêmes que ceux des portions sécrétrices de la glande.

J'ai rencontré plusieurs fois dans les coupes une masse granuleuse, analogue à celle que contenaient les tubes, remplissant la cavité pédieuse. Je ne puis expliquer ce fait exceptionnel, qu'en supposant une rupture accidentelle de la glande, causée probablement par l'extrême contraction de l'animal sous l'influence des réactifs.

La fonction des deux glandes pédieuses paraît être la même. Elles sécrètent un liquide muqueux, qui lubrifie la surface du pied et les objets sur lesquels rampe l'animal, et facilite sa marche.

Le système nerveux.

Le système nerveux du Cyclostome est d'une dissection extrêmement facile, du moins dans le plus grand nombre de ses parties, et, malgré la petite taille de l'animal, c'est un objet d'études que l'on pourrait considérer comme classique; ganglions et filets nerveux se trouvent naturellement isolés. Ils tranchent par leur couleur blanche sur les tissus qui les entourent, et, sans autre manipulation qu'une simple macération dans l'eau, on peut arriver, excepté pour les filets émanés du ganglion génito-cardiaque, à les suivre jusqu'à leur extrémité.

La partie du travail de Claparède qui se rapporte au système nerveux du Cyclostome est en bien des points inexacte et très incomplète. M. de Lacaze-Duthiers, dans son mémoire sur le système nerveux des Mollusques (1), a donné une description et une figure excellentes du système nerveux de notre animal; il relève quelques-unes des erreurs de son prédécesseur, mais son travail, comme son dessin, sont destinés surtout à montrer quelques points particuliers, plutôt qu'à faire connaître l'ensemble de ce système. Il en est de même du travail de Simroth. Nous avons donc cru devoir reprendre avec quelque utilité l'étude complète de cet appareil, tout en tenant compte des résultats acquis par nos devanciers.

Nous diviserons l'étude du système nerveux en deux parties : dans la première, nous en ferons l'anatomie macroscopique; dans la seconde, nous en étudierons l'histologie, réservant pour un chapitre spécial, l'exposé de nos recherches sur les organes des sens.

Le système nerveux du *Cyclostoma elegans*, comme celui des autres Gastéropodes, se compose de centres ou ganglions, d'où partent de nombreux filets, renfermant eux-mêmes des cellules

(1) Arch. de zool. expér., 1^{re} série, t. 1.

fort nombreuses; ces cellules se réunissent en amas, et forment en maint endroit, de petits ganglions, dont l'origine secondaire est évidente. La classification que l'on peut faire des ganglions des Mollusques doit être évidemment basée sur leur origine. Nous ne voulons pas émettre une opinion dans cette question si controversée; cependant, nous admettrons, nous basant sur les belles recherches de Kowalewski sur le Dentale et le Chiton (1), que, seuls, les ganglions cérébroïdes ou centres postérieurs, ont une valeur primordiale, car, d'après lui, ce sont les seuls qui se développent aux dépens de l'ectoderme. Tous les autres ganglions, d'origine mésodermique, formant les centres stomatogastriques ou supérieurs, pédieux ou antérieurs, palléo-splanchniques ou viscéraux ou inférieurs, se rattachant tous aux centres cérébroïdes par des connectifs, doivent probablement être considérés comme des formations secondaires.

Les rapports des organes varient considérablement chez les Mollusques, suivant l'état de contraction dans lequel se trouve l'animal. Mes descriptions et mes dessins se rapportent à des animaux qui ont été tués par immersion dans l'eau et qui y ont quelquefois macéré. On peut, à la rigueur, faire avec un seul animal toute la dissection; il suffit, lorsqu'il est étalé, comme dans la figure 1, de couper avec précaution le tube digestif, en arrière du point où se croisent les connectifs des ganglions viscéraux. On tire alors avec précaution vers le haut le bout supérieur de l'œsophage, en le saisissant au-dessous du bulbe; il glisse à travers le collier œsophagien, entraînant avec lui les glandes salivaires. Après avoir coupé le sac de la radula, on fixe l'œsophage vers le haut, mais un peu latéralement, de façon à faire basculer le bulbe et à montrer d'un côté tous les nerfs qui partent du ganglion cérébroïde. On enlève avec des pinces l'aorte antérieure et le tissu conjonctif qui lui adhère, et l'on a, sans autre dissection, presque tous les organes nerveux que l'on voit dans la planche 1, tranchant par leur éclatante blancheur, sur le fond grisâtre constitué par les muscles et le tissu conjonctif.

Les ganglions cérébroïdes ou centres postérieurs, réunis l'un à l'autre par une commissure assez longue, se trouvent à cheval

(1) *Annales du musée de Marseille*, t. I.

sur l'œsophage. Ils occupent, chez l'animal allongé, à peu près la situation dans laquelle ils ont été représentés dans la figure 1. Mais, chez l'animal contracté, ils peuvent être reportés jusque sur le bulbe. Il m'est arrivé de rencontrer, sur la même section transversale, les ganglions cérébroïdes et les ganglions stomato-gastriques, chez des animaux qui avaient été traités directement par l'alcool ou par des mélanges d'alcool et d'acide osmique.

Les deux ganglions cérébroïdes, symétriques et à peu près égaux, sont de forme irrégulièrement ovoïde, un peu aplatis. Leur grosse extrémité est tournée en dedans et en bas; leur grand axe a une direction oblique, se rapprochant de la perpendiculaire à l'axe du corps. On peut leur décrire deux faces, deux bords et deux extrémités. L'extrémité externe, ou petite extrémité, dirigée en haut et en dehors, ne présente rien de particulier; la grosse extrémité donne naissance à la commissure, qui relie les ganglions cérébroïdes entre eux. Le bord supérieur, à part les origines des nerfs, sur lesquelles nous reviendrons plus loin, ne présente de remarquable qu'une légère échancrure, qui se continue sur la face postérieure et se retrouve sur le bord inférieur. Le bord inférieur donne naissance à deux connectifs de taille différente. L'un, plus petit, naissant de la partie externe, se rend aux centres antérieurs, c'est le connectif postéro-antérieur ou cérébro-pédieux, qui plonge dans le sinus pédieux, et s'unit à la portion postérieure des ganglions antérieurs. L'autre, né de la partie interne, plus volumineux, réunit le ganglion cérébroïde au premier ganglion viscéral. A distance à peu près égale des deux connectifs, se trouve l'échancrure correspondant à celle du bord supérieur. En dedans de cette échancrure, naissent le nerf optique (fig. 1, ³⁵) et le nerf acoustique (fig. 1, ³⁶, 28 et 29). La face postérieure est divisée en deux lobules par le sillon que nous avons déjà indiqué; l'interne, beaucoup plus volumineux que l'autre, a été nommé par de Lacaze-Duthiers, lobule de la sensibilité spéciale. C'est, en effet, de là que partent les nerfs des organes des sens. Le nerf tentaculaire s'implante sur ce lobule, comme le montrent les figures 1, ³⁷, 28 et 29, NT. Les nerfs acoustique et optique ont la même origine; mais j'ai toujours vu ce dernier naître un peu plus bas que ne le figure Lacaze-Duthiers. La face antérieure est divisée, comme la face postérieure, par un sillon très superficiel; les lobules qu'il limite

sont naturellement beaucoup moins accentués. Les nerfs qui se portent des ganglions cérébroïdes vers les parties supérieures du corps, et que nous avons déjà indiqués comme partant de leur bord supérieur, naissent, en réalité, de la région la plus élevée de la face antérieure. Ces nerfs se dirigent en droite ligne vers le mufle. Mais, dans la figure 1, après avoir fait une incision dorsale longitudinale, j'ai étalé les parois du corps, et les nerfs prennent alors une disposition nouvelle, qui se trouve bien indiquée dans la moitié droite de la figure 1, dont nous nous servirons pour la description.

Les nerfs partis de la face antérieure sont au nombre de quatre; ils viennent tous se perdre dans le pourtour du mufle. Il me paraîtrait prématuré de désigner ces nerfs par des termes tirés de leurs fonctions probables. Je crois qu'il serait aussi difficile de leur créer des noms d'après leur distribution anatomique. Il est plus prudent et plus simple de les désigner provisoirement par des numéros d'ordre. On peut se rapporter, pour suivre leur description, aux figures 1, 28 et 29.

Le nerf I naît un peu en dedans de l'échancrure interlobulaire; il se porte vers la partie dorsale du mufle, donne un filet important qui se recourbe vers le bas et se distribue à la peau du dos et des côtés du mufle. C'est naturellement, dans notre figure 1, le nerf le plus superficiel.

Le nerf II, plus grêle, né du fond de l'échancrure, innerve les parties latérales du mufle.

Le nerf III, à peu près de même taille que le précédent, naît en dehors de lui, sur le ganglion cérébroïde, et comme il innerve des parties du mufle plus internes que le nerf II, il s'ensuit que, chez l'animal vivant, il croise ce nerf en passant au-dessous de lui, comme dans la figure 1, mais sous un angle bien plus aigu.

Le nerf IV, beaucoup plus volumineux que les deux précédents, naît de la partie la plus externe de la face antérieure, se porte en dedans, passant sous les trois autres nerfs, et se divise plus ou moins haut en deux branches. L'une d'elles se porte en haut, croise obliquement, en passant au-devant de lui, le muscle protracteur du bulbe, et se distribue à la partie antéro-supérieure du mufle. L'autre branche se porte en dedans, croise obliquement le même muscle, mais passe en arrière de lui, arrive au contact du bulbe, qu'elle aborde par sa face profonde, contourne sa face

latérale, dans l'intérieur de ses tissus, mais en restant superficielle et même visible, et se renfle sur la face dorsale du même organe, pour former le ganglion stomato-gastrique correspondant.

Le nerf du tentacule naît du lobule de la sensibilité spéciale (fig. 1, ³⁷, 28 et 29, NT). Il se porte directement en dehors, pénètre dans le sinus du tentacule, et se renfle en un ganglion que l'on peut faire rentrer dans la cavité générale, en opérant sur le nerf une légère traction. Lorsqu'on a ouvert et étalé le Cyclostome, il suffit, pour apercevoir ce ganglion, d'écarter les lèvres de la boutonnière musculaire qui le sépare de cette cavité. De ce ganglion part un gros filet destiné au tentacule, ainsi qu'un nombre variable de petits filets, qui se distribuent à la région du corps sur laquelle s'implante cet organe. Le nerf tentaculaire ne fournit pas un seul filet avant d'arriver à ce premier ganglion.

Le nerf optique, dont nous avons décrit l'origine, descend un peu obliquement dans le triangle latéral, se porte en dehors, croise le connectif cérébro-pédieux, et s'enfonce dans les tissus, un peu au-dessous du ganglion basal du tentacule. Ce nerf, de sensibilité si spéciale, ne fournit aucun rameau. Le dessin donné par M. de Lacaze-Duthiers, montre un petit filet partant du nerf optique, et cependant l'auteur dit formellement, dans son mémoire, que, dans tous les cas où le nerf optique semblait fournir des filets, une observation minutieuse lui a montré qu'il s'agissait d'un simple accollement.

Le nerf auditif naît un peu en dedans du précédent; il se dirige en avant au milieu du tissu conjonctif qui remplit le triangle latéral, traverse la claire-voie musculaire qui divise la cavité générale, pénètre dans le sinus pédieux, s'écarte un peu du triangle et se termine dans l'otocyste, qui se trouve, chez l'animal vivant et étalé, un peu en dehors et à un millimètre au-dessous des ganglions pédieux (fig. 1, ³⁶ et 30). Dans la figure 1, les rapports naturels sont un peu modifiés, à cause de la disposition que j'ai été obligé de donner au système nerveux, afin de montrer, dans un même dessin, le plus de choses possible.

Je n'insiste pas sur la description du trajet du nerf acoustique, dont les véritables rapports ont été indiqués par Lacaze-Duthiers. Comme il le dit, la dissection en est relativement facile chez le *Cyclostoma elegans*. On peut employer, comme il le conseille,

l'acide oxalique, pour mettre l'otocyste en évidence; mais avec un peu d'habitude, cela n'est pas nécessaire. Sur un animal placé dans l'eau la veille, on peut aller chercher à coup sûr l'otocyste dans le sinus pédieux ouvert, et disséquer rapidement le nerf, soit en portant tout le triangle latéral sous le microscope à dissection, soit dans l'eau avec une simple loupe. J'ai pu faire (fig. 30) avec la loupe à chambre claire de Nachet, le croquis d'une préparation, montrant combien il eût été aisé à Claparède d'éviter l'erreur qu'il a commise, en rattachant les otocystes aux ganglions pédieux. Cette erreur ne s'explique guère que par l'influence qu'avaient sur son esprit, les idées fausses généralement admises à cette époque sur ce sujet. Il perdit là une occasion facile de les réfuter.

Les connectifs cérébro-pédieux ne présentent rien de bien remarquable. Ils sont plus petits que les connectifs postéro-inférieurs, et ne fournissent presque jamais de rameaux nerveux. Cependant, j'en ai représenté un à droite, que j'ai vu une fois (fig. 1), mais le fait est exceptionnel.

Les deux connectifs postéro-inférieurs, qui relient les ganglions cérébroïdes ou postérieurs aux deux ganglions latéraux, c'est-à-dire aux deux premiers ganglions du système inférieur, sont inégaux en taille et en longueur; le droit est un peu plus gros et beaucoup plus long que le gauche.

Les centres pédieux ou antérieurs ont été décrits d'une façon exacte et minutieuse, dans un mémoire fait à un point de vue très spécial par Simroth (1). Ce mémoire contient un excellent dessin de ces ganglions et des nerfs qui en partent. J'ai cru cependant devoir donner dans ce travail une description anatomique de ces organes, faite uniquement d'après mes recherches, qui s'accordent heureusement avec celles de Simroth. La figure 30 a été faite à la chambre claire, d'après une dissection; le pied a été étalé; sa face plantaire, qui était en avant, a été disséquée avec précautions, de façon à pouvoir étudier les nerfs qui s'y rendent; les ganglions sont donc vus par leur face antérieure.

Les ganglions pédieux sont constitués par deux masses ner-

(1) Simroth.— *Ueber die Bewegung und das Bewegungsorgan des Cyclostoma elegans, und der einheimischen Schnecken überhaupt.* Zeit. f. wis. Zool. 1882.

veuses suspendues dans le sinus pédieux, chacune par deux connectifs qui partent, l'un du ganglion cérébroïde, l'autre du ganglion latéral correspondant, et se dirigent un peu obliquement en bas (fig. 1). Chez l'animal étalé, la face antérieure des ganglions fait avec la verticale un angle de 45° , tandis qu'elle lui devient perpendiculaire sur un animal contracté. Les deux ganglions sont réunis l'un à l'autre par deux commissures, l'une supéro-postérieure, très courte et très volumineuse (fig. 30 et 32); l'autre antéro-inférieure, plus longue et beaucoup plus grêle (fig. 30 et 32), dont l'existence est à peu près constante. Il ne m'est arrivé que deux fois, parmi les nombreuses dissections que j'ai faites, de ne pas la rencontrer.

L'extrémité supérieure des ganglions pédieux, qui devient postérieure lorsque l'animal est contracté, reçoit les deux connectifs dont nous avons parlé. L'extrémité inférieure se termine de chaque côté par deux gros filets, qui longent le sillon médian du pied, et se perdent dans la partie inférieure de cet organe. Comme tous les autres nerfs partant du ganglion pédieux, ces nerfs peuvent présenter des renflements ganglionnaires, qui sont, chez eux, exceptionnellement développés. On sait quel développement prennent ces nerfs chez les Mollusques dont le pied est très volumineux; il s'y forme des commissures en plus ou moins grand nombre et l'on a pu, bien à tort, considérer d'après son aspect, cette chaîne nerveuse, comme l'homologue de la chaîne ventrale des Arthropodes. Le développement des nerfs postérieurs, leurs petits ganglions et ce fait, que la commissure grêle paraît quelquefois partir, non du bord interne des ganglions, mais des nerfs inférieurs, sont les seuls vestiges qui rappellent, chez le Cyclostome, le développement bien plus considérable que devait avoir le système nerveux du pied chez ses ancêtres marins. La commissure pédieuse supérieure ne fournit jamais aucun nerf. La commissure inférieure n'en présente pas non plus d'ordinaire; elle donne exceptionnellement deux filets de petite taille, qui se perdent sur les bords du sillon plantaire. La face postérieure donne naissance à un ou deux filets nerveux, qui se perdent dans les claires-voies musculaires, qui séparent la cavité générale en deux étages. La face antérieure, appliquée sur la paroi convexe de la glande pédieuse, fournit cinq ou six filets formant deux groupes plus ou moins voisins, et qui se distribuent

à la partie moyenne du pied. Du bord externe partent des filets nombreux et vigoureux, qui se perdent dans les parties latérales du pied. On peut classer les nerfs qui partent des ganglions pédieux en trois groupes, antérieur, postérieur et latéral; mais cette division ne me paraît avoir d'autre avantage que de faciliter l'étude des nerfs.

Des deux connectifs qui relient les centres pédieux aux autres ganglions nerveux, l'un, le connectif cérébro-pédieux, a été décrit; l'autre, c'est-à-dire le connectif antéro-inférieur, qui unit de chaque côté le ganglion pédieux au premier ganglion du système inférieur, va l'être à son tour. Son diamètre, à peu près égal des deux côtés, est aussi le même que celui du connectif antéro-postérieur; mais le droit est beaucoup plus long que le gauche. On n'a qu'à jeter un regard sur la figure 1, pour en comprendre la raison. Le connectif cérébro-inférieur gauche étant beaucoup plus long que l'autre, le ganglion latéral de ce côté se trouve plus rapproché que son congénère du ganglion pédieux correspondant. Le connectif antéro-inférieur fournit de chaque côté, au point où il traverse la claire-voie musculieuse, un petit filet peu important; mais, avant de s'unir au ganglion pédieux, il donne à droite et à gauche un rameau volumineux. Ce nerf naît à gauche, dans les deux sexes, par une seule racine. Il est difficile de savoir si c'est du connectif antéro-inférieur ou du ganglion pédieux lui-même, car on ne peut dire exactement où commence le ganglion, où finit le connectif; puis il se porte en bas et en dehors en décrivant une courbe à concavité supérieure, arrive jusqu'au tégument, sans avoir fourni d'autre branche qu'une anastomose avec le nerf de l'organe de Spengel, et se distribue à la partie supérieure gauche du collier palléal. A droite, ce nerf, chez la femelle, est tout à fait symétrique du précédent; il naît au même point, par une seule racine, se porte en dehors, fournit une anastomose au nerf palléal droit, et se perd dans la paroi latérale du corps. Il est plus petit que le rameau né du côté gauche. Sur une coupe longitudinale du connectif antéro-inférieur, passant par la racine de ce nerf (fig. 32), on peut voir que le plus grand nombre de ses fibres, se dirigent vers le pied, les autres vers le ganglion latéral. Nous pouvons appeler ce nerf, chez le mâle, nerf génital, ou plutôt nerf pénial. Chez la femelle, il ne contracte aucun rapport avec

l'appareil de la génération. Sa puissance y est aussi beaucoup moins considérable. Le nerf pénial naît par deux racines, l'une, racine supérieure, plus grêle, plonge de bas en haut dans le connectif; ses fibres, comme je m'en suis assuré plusieurs fois par des coupes, se dirigent presque tous dans le haut; l'autre, racine inférieure, plus volumineuse, naît en réalité du ganglion pédieux, dans lequel plongent la plupart de ses fibres. Le nerf pénial se porte en bas et en dehors, fournit quelques filets qui se dirigent vers le haut, s'unit par une forte anastomose au nerf palléal gauche, qu'il croise en passant en arrière de lui et s'anastomose avec un filet nerveux né du ganglion sous-intestinal. Nous décrirons en faisant l'étude de ce dernier, leur distribution commune dans l'organe de la copulation.

Les ganglions qui constituent les centres inférieurs ou viscéraux, ou palléo-splanchniques, ou asymétriques (ce sont les différents noms qu'on leur donne), sont au nombre de cinq, distribués dans la cavité générale, reliés aux ganglions cérébro-pédieux par des connectifs déjà décrits et, entre eux, par des longues commissures. Nous n'avons pas à prendre parti dans la discussion qui s'est élevée à propos de la valeur morphologique des ganglions qui constituent les centres inférieurs; notre rôle consiste seulement à les décrire.

Les deux premiers ganglions du système inférieur sont les deux ganglions latéraux, droit et gauche (fig. 1, LD, LG). Le ganglion latéral droit a une forme et un volume constants (fig. 1), tandis que le ganglion gauche est extrêmement variable dans son aspect. Il peut être encore plus allongé que dans mon dessin, et il n'y a plus alors à proprement parler de ganglion distinct, mais un simple renflement au point ou d'autres fois se trouve un ganglion ventru, qui ressemble au ganglion latéral droit, comme dans le dessin de Lacaze-Duthiers. Nous avons décrit plus haut les connectifs qui relient les ganglions latéraux aux centres postérieurs et antérieurs; il nous reste à dire que le connectif cérébro-inférieur fournit de chaque côté un filet qui s'accolle au nerf optique, sans cependant se confondre avec lui en aucun point; ce filet naît du côté gauche par deux racines. Le connectif gauche donne encore naissance, un peu plus bas, à un petit nerf qui va se perdre dans les tissus. Un petit filet semblable naît à droite, mais ordinairement du ganglion latéral (fig. 1).

Les deux ganglions latéraux sont unis aux autres ganglions du système inférieur par deux longues commissures, qui se croisent à peu près au point où elles rencontrent l'œsophage. Celle qui relie le ganglion latéral droit au second ganglion, que je désignerai sous le nom de ganglion sus-intestinal, se dirige obliquement en bas et à gauche, et rencontre, avant d'arriver à moitié chemin, le tube digestif en arrière duquel elle passe. Du ganglion latéral gauche part une commissure, à peu près de même taille et de même longueur, qui se porte obliquement en bas et à gauche, passe en avant de l'œsophage et de l'aorte antérieure et aboutit au ganglion sous-intestinal. Ces deux commissures ne m'ont jamais paru fournir aucun filet nerveux.

Le ganglion sus-intestinal (fig. 1, *ei*) présente la forme d'un triangle isocèle. Son sommet se continue avec la commissure déjà décrite. Il donne, par un de ses angles, naissance à un filet volumineux, qui pénètre dans le collier du manteau, après avoir reçu une anastomose que nous avons indiquée plus haut. Quelquefois, mais rarement, on rencontre en ce point un petit ganglion, puis le nerf se bifurque, une branche se rend à l'organe de Spengel, où la façon dont elle se distribue et se termine fera l'objet d'une description spéciale; l'autre branche passe au-dessus de ce même organe, sans contracter d'union avec lui, et se termine d'une façon très élégante dans le collier palléal, formant un réseau dont chaque nœud renferme un petit amas ganglionnaire. La branche qui part de l'angle inférieur du ganglion sus-intestinal est une commissure qui se rend au ganglion génito-cardiaque. Elle chemine au milieu des lacunes qui mettent en communication les deux grandes régions de la cavité générale, parallèlement à l'œsophage. Elle passe sous l'aorte antérieure, qu'elle croise sous un angle d'environ 40°, et ne donne aucun filet nerveux. Je dois dire, cependant, qu'une seule fois j'en ai rencontré un, qui se perdait, après un trajet très court, dans le tissu musculaire du corps; mais ce fait exceptionnel me paraît sans intérêt.

Le ganglion sous-intestinal (fig. 1, *ni*), à peu près de même volume que le précédent, a une forme comparable. Il se relie au ganglion latéral gauche, au moyen de la commissure partie de son sommet. Une seconde commissure, sur laquelle naît exceptionnellement un petit nerf, le relie au ganglion génito-cardia-

que. Le trajet de cette commissure est tout à fait comparable à celle de son homologue du côté opposé; mais elle ne contracte aucun rapport avec l'aorte antérieure. De l'angle externe du ganglion sous-intestinal part un rameau volumineux, le nerf palléal, qui se porte en dehors, reçoit un filet du nerf pénial, gagne le collier du manteau, en passant, chez le mâle, au-dessus de la racine de la verge, et se distribue, comme son congénère de gauche, avec lequel il s'anastomose. De la base du ganglion sous-intestinal, part, chez le mâle, un filet important, qui, après avoir fourni quelques rameaux destinés à la paroi du corps et se dirigeant tous vers le bas, s'anastomose avec le nerf parti du ganglion pédieux. Les deux filets qui résultent de cette union se rendent dans la verge, et forment, au milieu des lacunes de cet organe, un riche plexus à mailles allongées dans le sens de son grand diamètre, que l'on peut suivre jusqu'à l'extrémité. Ce plexus est plus riche sur le bord gauche du pénis. On voit constamment de petits amas ganglionnaires aux points nœuds du réseau.

Il arrive souvent que le nerf correspondant n'existe pas chez la femelle. Quand il s'y trouve, il est toujours très petit, ne présente aucune anastomose et se perd bientôt dans les muscles. J'ai vu, chez une femelle, un petit filet partir du bord interne du ganglion sous-intestinal et se perdre aussitôt dans les tissus.

Le cinquième ganglion, ou ganglion impair, ou ganglion génito-cardiaque est relié, par ses deux commissures, aux ganglions sus et sous-intestinal. Il se trouve placé au milieu du système d'étroites lacunes dont nous avons déjà parlé, et repose sur l'œsophage. Il est toujours composé de deux centres, réunis par une courte commissure contenant toujours de nombreuses cellules ganglionnaires, souvent assez nombreuses pour constituer un petit renflement à égale distance des deux précédents.

L'étude complète des nerfs qui partent du cinquième ganglion du système inférieur est tellement difficile, qu'après bien des efforts, j'ai dû y renoncer. On peut, il est vrai, en portant cette région sous un microscope à dissection, arriver, surtout après macération, à isoler facilement les racines des nerfs; mais il faut renoncer à les suivre très loin; d'ailleurs le nombre de ces nerfs, ainsi que leur point d'origine, m'ont paru assez variables. Ma description, comme mon dessin, ne peuvent donc avoir la pré-

tention d'exprimer des dispositions anatomiques absolues, mais seulement les plus ordinaires.

Le centre droit donne naissance à un petit filet principal, qui passe entre la peau et la surface postérieure de la vésicule glandulaire, et se perd bientôt dans ses parois. Deux autres filets, nés du même centre, disparaissent bientôt au milieu des lobules de la glande à concrétions et des circonvolutions profondes de l'intestin. Du renflement qui se trouve sur la petite commissure part un filet qui se porte vers l'aorte primitive, se divise en deux branches, dont l'une rampe sur la face antérieure du corps de Bojanus, et l'autre se distribue au péricarde. Il envoie probablement des filets dans le ventricule et les aortes; un petit filet, parti du centre gauche, présente la même direction et se perd aussi sur le péricarde.

Un dernier filet, parti du même centre, croise l'aorte antérieure, aborde le péricarde dans la région auriculaire, et pénètre probablement dans l'oreillette, en s'accolant à la veine branchiale. Je n'ai pas besoin d'insister, pour montrer combien ce centre mérite le nom de génito-cardiaque. Les filets qui en sortent vont-ils jusque dans le tube digestif et la glande digestive? C'est probable, mais je n'ai pu les suivre jusque-là.

Le système stomato-gastrique ou supérieur est constitué par deux ganglions ovoïdes, réunis par une commissure assez grêle, reposant sur la face postérieure du bulbe buccal (fig. 1, ³³). Nous avons dit, en décrivant les nerfs qui partent du ganglion cérébroïde, que le nerf IV fournit un filet qui se rend dans le ganglion stomato-gastrique. Il eût peut-être été plus rationnel de décrire à ce moment les ganglions stomato-gastriques, qui ne sont autre chose, en réalité, qu'un renflement ganglionnaire de ce filet. Là, comme dans tous les cas analogues, une forte commissure s'est développée entre les deux ganglions, pour assurer la synergie dans les organes symétriques qu'ils innervent. Mais nous avons sacrifié à la coutume, car il devient quelquefois difficile, en pratique, de distinguer des centres en secondaires et primordiaux.

Si on relève l'œsophage, comme dans la fig. 1, on voit deux filets partir du bord supérieur des ganglions; l'interne, qui est aussi le plus gros, fournit à l'œsophage et à la glande salivaire; l'externe se distribue dans les muscles si complexes de la partie

supérieure du bulbe. Les autres filets qui partent du bord inférieur sont très difficiles à disséquer, à cause de leur petite taille. Pour y arriver, j'ai procédé de la façon suivante : sur des animaux macérés depuis quelques jours dans l'eau ou dans le sérum iodé, j'enlève la face postérieure du sac buccal, je balaie soigneusement avec un pinceau les deux faces de la membrane et monte dans la glycérine picro-carminée, la face postérieure en haut. Au bout de quelques heures, tous les filets paraissent très nettement et on voit partir, du bord inférieur de chaque ganglion, plusieurs filets de petite taille, qui se perdent dans la paroi du bulbe. Deux d'entre eux sont un peu plus distincts ; l'un se rend aux muscles, l'autre, qui naît quelquefois de la commissure, se perd dans les parois du sac de la radula.

Structure des ganglions nerveux.— Les nombreuses recherches que j'ai faites sur la topographie des centres nerveux, et en particulier des ganglions cérébroïdes, ne m'ont pas fourni des résultats en rapport avec la peine que j'ai prise. Cet insuccès relatif ne me paraît pas devoir être attribué aux méthodes dont je me suis servi. J'ai pu facilement faire de nombreuses séries de coupes au $\frac{1}{200}$ mill. dans toutes les directions, mais cette étude est tellement compliquée, la direction des faisceaux nerveux dans les ganglions, leurs rapports avec les cellules et les nerfs sont tellement difficiles à élucider, que j'ai dû abandonner ce travail, que l'on pourrait peut-être reprendre avec fruit, sur quelque animal beaucoup plus gros. Ce n'est pas à dire pour cela que je n'aie tiré aucun fruit de ces investigations. Je vais exposer les résultats auxquels je suis arrivé, qui se rapportent plutôt à l'histologie générale qu'à la topographie des centres nerveux.

Je renvoie, pour la bibliographie, aux intéressantes recherches de Vignal (1), et surtout au magnifique travail de Bela Haller (2). Ce mémoire, extrêmement consciencieux et très détaillé, est accompagné d'un très grand nombre de planches et paraît être

(1) Vignal. — *Recherches histologiques sur les centres nerveux de quelques invertébrés*. Arch. de Zool., exp. 2^e série, t. 1.

(2) Bela Haller. — *Untersuchungen über marine Rhipidoglossen textur der Central-nervensysteme und seiner Hüllen*. Morphol Jahrbuch, 1885.

de beaucoup le meilleur et le plus complet qui ait été consacré à l'anatomie fine du système nerveux des Mollusques.

J'ai employé pour l'étude du système nerveux, un très grand nombre de procédés. J'ai pu obtenir de belles dissociations, au moyen du sérum iodé, préparé suivant la méthode de Frey. J'ai fait les plus belles coupes, en traitant des ganglions isolés par un mélange à parties égales d'alcool absolu et d'acide osmique à 1 %, pendant trente à quarante minutes, puis par l'alcool à 80, 90 et absolu. Les coupes doivent être très fines, pour permettre une étude complète des éléments histologiques et de leurs rapports. Il se produit, dans ces conditions, une modification des éléments anatomiques extrêmement favorable pour l'observation : les cellules et les fibres se contractent légèrement, mais très régulièrement, de façon à devenir distinctes les unes des autres, mais sans qu'il y ait déformation. Les éléments qui composent le réseau fibrillaire lui-même deviennent extrêmement distincts, surtout dans les intervalles des cellules qui se trouvent à la périphérie des ganglions. Les fibrilles étant peu nombreuses en ces points, ce sont les endroits les plus favorables pour les étudier sur place.

J'ai représenté (fig. 33 et 34) un certain nombre des éléments nerveux que j'ai pu obtenir par la dissociation. Les formes sont nombreuses et diverses, mais on verra combien il est difficile d'en faire la classification, et surtout de leur assigner une fonction probable. Y a-t-il des cellules apolaires ? Bien que j'en aie figuré (fig. 34, *a*), je ne suis rien moins que sûr de leur existence réelle. Il est en tous cas certain qu'elles sont très rares, et je serais même porté à croire qu'elles ne doivent leur existence qu'à un accident de préparation. Quelques auteurs ont pu tenter une classification physiologique des cellules nerveuses, d'après les formes qu'elles présentent. La seule classification que je croie pouvoir me permettre, et encore ne suis-je pas porté à m'en exagérer la valeur, est la suivante : 1° cellules à granulations distinctes, avec un, deux ou trois prolongements volumineux, occupant toujours la périphérie des ganglions (fig. 33, *b*, *d*, *e*); 2° cellules petites à contenu très finement granuleux, à prolongements fins et nombreux, situées entre les précédentes, ou bien au milieu du ganglion, entre les fibres, et dans l'intérieur des nerfs. Ce sont les cellules araignées, considérées longtemps comme des

éléments conjonctifs, plongés au milieu des éléments nerveux, et représentant, disent les auteurs, la névroglie des Vertébrés (fig. 33, *a*, *c''*, *f'''* et 34, *d*). Ces cellules semblent être d'un type très distinct de celles de la première catégorie; la différence la plus tranchée consiste dans l'absence complète de grosses granulations et de prolongements volumineux.

Rien ne peut, chez le Cyclostome, me porter à croire que les ganglions nerveux renferment, comme le prétend Vignal pour d'autres Mollusques, des matières alimentaires de réserve, contenues dans les cellules sous forme de grosses granulations paraissant jaunes à la lumière transmise, après l'action du sérum iodé. Le système nerveux, comme on l'a montré chez les Mammifères, ne subit par le jeûne que des pertes insensibles, et je n'ai jamais vu aucune différence anatomique ou histologique, au point de vue du système nerveux, entre les Cyclostomes étudiés à la fin de la belle saison, et ceux qui venaient de sortir d'un long hivernage. Je suis donc porté à considérer ces granulations comme essentielles à la cellule nerveuse.

Divers observateurs, et récemment encore M. Bela Haller, ont décrit et figuré les connexions qui existeraient entre l'un des prolongements nerveux et le noyau de la cellule d'où elle émane. Bien que mon attention fût éveillée sur ce point et que je l'aie recherché avec l'aide des plus forts grossissements, je n'ai jamais pu, d'accord en cela avec M. Vignal, constater ce fait. J'ai toujours vu, au contraire, les prolongements partir du protoplasma de la cellule. Beaucoup d'auteurs ont décrit une striation fibrillaire occupant les portions périphériques du protoplasma cellulaire, et se prolongeant dans les gros filaments nerveux; j'ai observé maintes fois des cellules nerveuses dans les conditions indiquées, avec des grossissements suffisants, et je n'ai jamais rien vu de semblable. Les cellules nerveuses possèdent une membrane peu distincte, mais qui peut cependant devenir assez nette dans certains cas, par exemple, chez les cellules unipolaires, lorsque le fond de la cellule se crève et que le contenu s'écoule en dehors; on en voit alors facilement les lambeaux. Cette membrane, qui existe encore sur les gros prolongements cellulaires, bien qu'elle y devienne moins distincte, disparaît complètement sur les fibrilles nerveuses auxquelles ils donnent naissance.

La taille des cellules nerveuses à gros prolongements est très variable; les plus volumineuses se trouvent dans les ganglions stomato-gastriques (la cellule *d*, fig. 33, est la plus forte que j'aie pu rencontrer). Bien qu'on trouve souvent dans ces organes des cellules de petite taille, c'est là que les cellules ganglionnaires se présentent avec le plus grand volume moyen; puis viennent les cellules des ganglions pédieux, qui sont plus uniformes dans leurs dimensions, puis les cellules des centres inférieurs. Le ganglion cérébroïde, enfin, possède des cellules fort petites, au niveau du lobule de la sensibilité spéciale, tandis que, dans le lobule externe, leur taille peut atteindre celle des cellules moyennes du stomato-gastrique.

La forme des cellules nerveuses est en rapport avec le nombre de leurs prolongements; celles qui n'en ont qu'un seul ressemblent à des massues; celles qui en ont deux sont fusiformes; celles qui en ont trois ont une section triangulaire (fig. 33, 34). Je n'ai jamais vu les gros prolongements partir en plus grand nombre d'une même cellule.

La distinction que nous avons établie entre les prolongements gros et petits des cellules nerveuses est-elle fondamentale? La fig. 33, *b* suffirait à prouver le contraire, et par suite l'opinion qui tend à considérer les gros prolongements comme des tubes de Deiters, est inadmissible. On peut, entre les gros et les petits prolongements, trouver bien des intermédiaires; de plus, leur mode de distribution et de terminaison ne permet pas de les séparer complètement. Loin d'aboutir invariablement à des nerfs, les gros prolongements peuvent, comme le montre la fig. 33, se transformer brusquement et entièrement en fibrilles, tandis que, d'autres fois, soit par les dissociations, soit par les coupes, on peut suivre les gros prolongements beaucoup plus loin. Tantôt ils se divisent progressivement et complètement dans le ganglion; tantôt ils arrivent jusqu'aux nerfs avec un volume relativement considérable, et se dissocient ensuite probablement dans ces organes en nombreuses fibrilles, parallèles entre elles et à la direction du nerf. Ces différentes dispositions histologiques sont comparables à celles que l'on observe dans la moëlle des Vertébrés, et l'on peut très facilement passer des unes aux autres. Le tube de Deiters est un gros prolongement qui finit bien aussi par se diviser dans les nerfs. Les gros prolongements ne

s'anastomosent jamais entre eux directement, mais par l'intermédiaire du réseau fibrillaire.

Les fibrilles émanées directement des cellules, ou parties des gros prolongements, sont finement granuleuses et se résolvent souvent dans les dissociations avec la plus grande facilité, en débris granuleux. Elles s'anastomosent fréquemment les unes avec les autres; les points nodaux du réseau sont un peu renflés et se colorent un peu plus vivement que le reste de la fibrille par les divers carmins.

Il est nécessaire, pour compléter l'étude des éléments nerveux dans les ganglions, de faire des coupes très minces sur des objets traités par l'acide osmique et l'alcool, comme nous l'avons dit plus haut. On voit sur ces coupes, que, dans tous les ganglions, les cellules à gros prolongements occupent la périphérie. Pour les ganglions cérébroïdes, la couche cellulaire est plus épaisse sur la face dorsale que sur la face ventrale. Les parties centrales des ganglions sont remplies par des faisceaux de gros prolongements qui, partant des îlots cellulaires, se dirigent vers les autres cellules, les connectifs, les commissures et les nerfs. L'enchevêtrement de ces faisceaux est d'une extrême complication et défie presque toute description. La masse granuleuse qu'on trouve dans l'intervalle (la substance ponctuée de Leydig) est constituée en réalité comme on le voit admirablement sur des coupes très minces, à un grossissement de 300 à 400 diamètres, par le réseau des fibrilles, dont nous avons décrit les origines et la signification.

On trouve, au milieu de ce réseau, de nombreuses cellules araignées, dont les prolongements s'anastomosent avec les fibrilles du réseau, ou bien, comme dans les parties périphériques, avec les prolongements venus des grosses cellules. Les connexions des cellules araignées ne permettent pas d'admettre leur nature conjonctive, comme l'ont fait les auteurs jusqu'à ces derniers temps. Bela Haller est arrivé à reconnaître leur véritable nature. J'ai fait mes préparations et écrit mes notes, sans avoir connaissance de son travail. Je suis heureux de me trouver d'accord avec lui.

Les cellules unipolaires ont toujours leur prolongement tourné vers le centre du ganglion; quelquefois, dans les coupes, les cellules bipolaires et tripolaires montrent un prolongement

tourné vers la périphérie; il est bien facile de comprendre comment ces prolongements peuvent se retourner et revenir dans le ganglion. Les cellules unipolaires peuvent n'être en relations avec le reste du système nerveux que par l'intermédiaire d'une autre cellule, à laquelle les unit un gros prolongement, d'où ne partent pas de fibrilles (fig. 34, *g*). Quelquefois deux cellules sont unies par un prolongement très gros, qui présente des renflements (fig. 34, *f*).

Je ne veux pas essayer, je l'ai déjà dit, de suivre Waldeyer et d'autres auteurs, et de déterminer la fonction probable de toutes les formes de cellules nerveuses. Je pense néanmoins que l'on peut considérer les plus grosses cellules, par exemple, les cellules unipolaires du stomato-gastrique, comme des cellules motrices; les cellules plus petites, bi ou tripolaires du lobule de la sensibilité spéciale, comme des cellules sensibles et peut-être, en ce point particulier, psychiques. Mais je crois devoir m'arrêter là dans ces suppositions. Quant aux cellules araignées, nous pouvons les concevoir comme des sortes de commutateurs placés sur le réseau fibrillaire, produisant des dérivations multiples et très complexes dans les courants qui les traversent. Je n'ai jamais pu voir les travées conjonctives qui, d'après quelques auteurs, partant du tissu conjonctif péri-ganglionnaire, pénétreraient dans les ganglions.

La petite taille des nerfs, chez le *Cyclostoma elegans*, ne permet pas de faire de la structure des nerfs une étude complète. Malgré que j'aie fait de nombreuses recherches, mes résultats ne sont pas très nombreux. Je vais les exposer en peu de mots. Je ne suis pas certain, comme Waldeyer, que les gros prolongements des cellules ganglionnaires ne pénétrant pas dans les nerfs. Je crois au contraire que les nombreuses fibrilles qui constituent les nerfs, proviennent des prolongements des cellules ganglionnaires, considérablement réduits par les fibrilles qu'ils ont fournies, et du réseau fibrillaire des ganglions; je dois ajouter cependant, qu'en pénétrant dans les racines nerveuses, les prolongements cellulaires se ramifient rapidement, tandis qu'on les trouve souvent encore très volumineux dans les commissures et les connectifs.

Les cellules étoilées que l'on rencontre en grand nombre dans

les nerfs sont, à mon avis, de même nature que celles que l'on rencontre dans les ganglions, et contractent, avec le réseau fibrillaire des nerfs, les mêmes rapports que dans ces organes. Je n'ai pu, malgré tous mes soins, arriver à reconnaître, dans l'intérieur des nerfs, les lames conjonctives émanées du péricnèvre, que plusieurs auteurs, notamment Vignal y ont décrites.

Histologie des muscles et terminaisons nerveuses dans les muscles.

Nous ne pouvons consacrer un chapitre spécial à l'étude anatomique des muscles; nous les avons décrits au fur et à mesure que nous les avons rencontrés. Quant à leur histologie, nous sommes loin de prétendre la donner complète; nous nous bornons à indiquer quelques points intéressants de nos recherches.

On peut dire, d'une façon générale, que les éléments musculaires des Mollusques sont représentés par des cellules plus ou moins allongées et plus ou moins rameuses, sans membrane distincte. Chez le Cyclostome, toutes les fibres musculaires n'ont pas les mêmes caractères. Dans le pied, le collier du manteau, dans ce dernier organe surtout, les fibres sont très volumineuses, et leur contenu est parfaitement homogène. Dans le manteau et le tégument du tortillon, elles sont encore homogènes, mais beaucoup plus grêles. Dans le cœur, elles sont richement ramifiées; leur contenu très granuleux renferme de nombreux grains de pigment. Les fibres qui composent les muscles du sac buccal, sont aussi très granuleuses, mais ne paraissent pas renfermer de pigment.

J'ai fait quelques recherches sur les terminaisons nerveuses dans les muscles; ces observations ont eu surtout pour objet les éléments musculaires du canal efférent. Ce sont d'ailleurs les seules que je viserai dans ma description. Je me suis servi du chlorure d'or à 1/100, seul, après l'action du jus de citron, et du chlorure d'or ayant bouilli avec l'acide formique; puis j'opérais la réduction dans l'acide formique à 1/4, à l'obscurité, suivant la méthode ordinaire. On ouvre le canal efférent traité par ces procédés, il est alors facile d'enlever avec un pinceau la couche d'endothélium qui le tapisse, et l'on voit, dans les points où l'or a été convenablement réduit, qui présentent une teinte violet sombre, le réseau nerveux et même les terminaisons des nerfs dans les muscles. Le réseau nerveux est composé de mailles très nombreuses,

situées entre la couche musculaire et l'endothélium, avec des renflements nodaux et des varicosités nombreuses sur le trajet des nerfs (fig. 36). Dans la partie droite de ce dessin, je n'ai représenté que le réseau superficiel, négligeant les petits filets et les terminaisons nerveuses, qui sont représentés dans la partie gauche. J'ai représenté, dans la fig. 35, une de ces terminaisons nerveuses à un très fort grossissement. On voit le rameau nerveux s'anastomoser avec ses congénères; il fournit plusieurs ramuscules se terminant immédiatement dans le muscle, ou présentant sur leur trajet de nombreuses varicosités. Il résulte de l'examen de ce dessin et de la partie gauche de la fig. 36, que les nerfs se terminent, dans les fibres musculaires, par de fins ramuscules arborescents, qu'une même fibre reçoit ses nerfs de plusieurs rameaux, et qu'un même ramuscule fournit aux différentes fibres qu'il côtoie.

Il me reste à interpréter la nature des renflements et des varicosités que l'on trouve sur les nerfs, et qui ont été considérés comme des éléments cellulaires. La méthode du chlorure d'or, qui est si précieuse pour reconnaître la présence des éléments nerveux, ne permet pas de préciser la véritable nature de ces renflements. Ils sont de taille très diverse, quelques-uns, situés sur les derniers ramuscules, sont si petits, qu'il m'est difficile de supposer qu'ils soient constitués par des éléments cellulaires. Je pense que, dans bien des cas, ces varicosités sont dues simplement à ce que les nerfs placés au milieu de muscles qui se sont contractés par l'action des réactifs, se sont ramassés sur eux-mêmes. La méthode de l'acide osmique et du picro-carmin agissant après l'action de l'eau salée employée avec succès par Ranvier, permettrait peut-être de résoudre cette question; mais l'étroitesse du canal efférent, chez le Cyclostome, y rend les injections impossibles.

Organes des sens.

LE TENTACULE.

Le tentacule est un organe à peu près cylindrique, qui s'implante sur les parties antérieures et latérales du corps. Il se renfle dans sa partie terminale, qui est en même temps légèrement comprimée, et présente en ce point une coloration brune plus foncée que celle du reste de l'organe. La figure 37, faite à la chambre claire, représente un tentacule fraîchement coupé, placé sous le compresseur; elle montre l'ensemble de l'organe, mais dans un état de demi-contraction.

La forme du tentacule, lorsque l'animal est en marche, est fort différente; cet organe est alors beaucoup plus allongé, et mesure 4 à 4,5 millimètres, tandis qu'après la contraction il se réduit à 1 ou à 1,5 millimètre. Le tentacule, en état d'extension, est bien représenté, ainsi que l'animal entier, dans le livre de Moquin-Tandon et le travail de Simroth. L'animal le dirige généralement en avant pour éclairer sa marche; il le tient alors presque parallèle à l'axe du corps. Cependant, si une impression lumineuse très intense le surprend, si surtout quelque odeur vive vient à le frapper, il redresse ses tentacules et exécute avec l'extrémité des mouvements dans tous les sens. Ces organes viennent-ils à rencontrer un objet, le Cyclostome les contracte vivement et les reporte en arrière, surtout si l'objet est rugueux. Lorsque le Cyclostome progresse sur une surface polie, sur une lame de verre, par exemple, les attouchements sont très nombreux, mais le contact est de courte durée. J'ai touché doucement l'extrémité des cornes, avec un fil de platine bien poli, le tentacule se contractait rapidement, mais revenait bientôt à sa position première. J'ai obtenu le même résultat avec une gouttelette d'eau placée sur le fil. J'ai présenté des fragments de la matrice ou de la vésicule glandulaire, pensant qu'il s'en dégagerait une odeur suffisante, pour impressionner un animal chez lequel l'appétit

sexuel est fort développé. Il tournait bien dans quelques cas ses tentacules du côté de l'objet, mais restait le plus souvent indifférent, et, sous cette influence, ne modifiait jamais sa direction. J'ai plongé le fil de platine dans les essences de girofle, de bergamote et de térébenthine, je l'approchais ensuite du tentacule; lorsqu'il restait à l'extrémité une simple gouttelette, l'animal se contractait tout entier, et rentrait dans sa coquille. Mais si je laissais tout d'abord évaporer l'essence, jusqu'à ce que l'odeur devint absolument imperceptible pour moi, je pouvais, en présentant le fil de divers côtés, obtenir une inclinaison correspondante du tentacule, qui semblait venir flairer le fil. Souvent même l'animal changeait de direction, et suivait l'objet de sa curiosité. Les résultats les plus nets ont été obtenus avec l'essence de bergamote.

Les vapeurs d'acide acétique et d'ammoniaque, même en quantité infinitésimale, ont une action très énergique; la sensibilité des tentacules pour cette dernière substance est exquise. En effet, si on approche du tentacule, une gouttelette de picrocarminate d'ammoniaque, qui, essayée, au tournesol, se montrait tout à fait neutre, non seulement l'animal contracte son tentacule, mais se retire même aussitôt dans l'intérieur de sa coquille. Ce n'est pas seulement comme substances odorantes que ces deux matières agissent sur le tentacule; il faut tenir compte de leur action chimique. Mais on peut conclure des expériences précédentes, que le tentacule possède une sensibilité générale exquise.

J'ai expérimenté avec des essences sur des animaux qui avaient eu leurs deux tentacules coupés la veille. Il fallait amener la gouttelette presque au contact du moignon, pour obtenir chez eux une faible réaction. J'ai coupé le tentacule d'un seul côté, et j'ai obtenu de ce côté le même résultat, tandis que le tentacule intact se comportait comme d'ordinaire. Il m'a semblé que, lorsque les Cyclostomes ne possédaient plus qu'une seule corne, ils la dirigeaient dans tous les sens, avec une activité bien plus grande, comme pour suppléer à l'absence de l'organe coupé.

Nous pouvons déjà conclure de ces quelques observations, que le tentacule est un organe d'olfaction, mais qu'il possède également dans son extrémité renflée, histologiquement si différenciée comme nous le verrons bientôt, une sensibilité tactile très délicate.

J'ai étudié le tentacule par les coupes et les dissociations. Pour ce dernier genre de préparations, seul le sérum iodé m'a donné de bons résultats. Les solutions faibles d'alcool, d'acide picrique, chromique et de bichromate de potasse, l'acide osmique et l'eau, ne permettent d'obtenir qu'une dissociation tout à fait incomplète. Je dois dire que la plupart des tissus des Mollusques ne se dissocient facilement que dans le sérum iodé. J'ai été obligé de me servir du sérum préparé suivant la méthode de Frey, n'ayant pu me procurer facilement du liquide amniotique. Ranvier dit dans sa technique, qu'il n'a jamais pu obtenir de bons résultats du liquide de Frey. Bien que, en employant ce liquide frais, mes dissociations aient toujours paru bien réussies, je ne serais pas éloigné d'attribuer à l'insuffisance de ce réactif, l'incertitude et l'inconstance de quelques observations qui seront signalées plus loin.

L'épithélium du tentacule se présente avec des caractères très différents, suivant qu'on l'étudie sur le bouton terminal, ou sur le reste de l'organe. La couche épithéliale qui tapisse le cylindre tentaculaire diffère peu de celles qui revêtent le corps tout entier. Mais les cellules qui revêtent le bouton sont très différentes, quoique l'on puisse facilement concevoir qu'elles proviennent d'une modification de l'épithélium général. Le renflement terminal du tentacule est recouvert d'une calotte dont l'épaisseur, considérable au sommet de l'organe, diminue progressivement, au fur et à mesure qu'on s'en éloigne (fig. 37, 38, 39). Au niveau du premier pli de la peau, l'épithélium modifié se transforme brusquement en épithélium ordinaire, qui conserve à peu près partout la même épaisseur.

Les dissociations permettent de reconnaître que la calotte épithéliale est recouverte par deux catégories d'éléments bien tranchées. On les voit à côté les uns des autres, dans la fig. 40, tels qu'ils apparaissent après l'action du sérum iodé, ayant agi pendant 20 heures environ, et la coloration par le picrocarminate d'ammoniaque. Parmi ces éléments anatomiques, les uns sont de nature épithéliale, les autres sont nerveux. Les cellules épithéliales (fig. 40, *a a*) sont constituées par un corps à peu près cylindrique, rempli de granulations, dont la teinte brune plus ou moins foncée est en rapport avec la pigmentation générale de l'animal. Un peu au-dessous de sa partie moyenne, le corps de la

cellule s'effile, et se termine en se divisant plus ou moins profondément en plusieurs prolongements, qui s'implantent dans la membrane sous-jacente. Le noyau, qui est allongé, a sa grosse extrémité tournée vers l'extérieur; il se trouve placé au point où la cellule commence à se rétrécir; il est plongé au milieu de granulations pigmentaires, qui disparaissent ordinairement au niveau de son extrémité inférieure, où l'on ne trouve plus qu'un protoplasma homogène, colorable en rose pâle par le carmin. Lorsqu'on traite le tentacule par l'alcool, soit seul, soit après l'action du réactif de Kleinenberg, ces granulations pigmentaires perdent leur coloration. Ces cellules possèdent une membrane très mince, et leur surface présente des excavations et des crêtes d'empreinte, résultant de l'impression produite sur elle par les cellules voisines.

Les autres éléments anatomiques que l'on rencontre à la surface du renflement terminal appartiennent tous, il est vrai, à un même type, mais sont loin de présenter l'uniformité des cellules épithéliales. Cependant, on peut y reconnaître une forme dominante, qui est représentée d'après nature en *b* (fig. 40) et schématiquement fig. 41. La partie de la cellule tournée vers l'extérieur est constituée par un renflement olivaire renfermant quelques fines granulations pigmentaires. La cellule s'amincit considérablement et se réduit à un filament très grêle, qui se soude au nodule terminal en un point qui présente dans les coupes, une réfringence considérable (fig. 39 et 41). On trouve souvent, sur la portion effilée, une ou deux petites varicosités, remplies comme elle de protoplasma homogène, puis un renflement fusiforme, beaucoup plus volumineux, situé à une hauteur très variable sur la cellule, et qui renferme des granulations pigmentaires et un noyau volumineux. La cellule se prolonge au-dessous par un filament homogène et très grêle, sur lequel on remarque, dans les dissociations, un nombre très variable de varicosités. On ne retrouve pas ces renflements dans les coupes. Ils sont dus, comme l'a indiqué Ranvier pour des éléments analogues, à l'action des réactifs dissociants sur les fibrilles nerveuses. La longueur du filament radiculaire varie naturellement avec la hauteur du renflement qui contient le noyau et la longueur de la cellule. Il se brise ordinairement au niveau d'une varicosité. Quelquefois, comme dans la figure 40, il se termine

dans un corps protoplasmique homogène, qui ne contient jamais de noyaux, et d'où partent deux ou trois filets variqueux.

A côté de ces formes, que j'appellerai typiques, s'en rencontrent d'autres, qui diffèrent par quelques détails (fig. 42). Celle qui est reproduite en b^3 possède deux filets radiculaires; dans b^4 , le renflement terminal est très gros et renferme quelques granulations; b^5 est une forme du même genre, dans laquelle l'étranglement supérieur n'est plus que vaguement indiqué; il disparaît complètement dans la cellule b^7 . Le noyau, dans ce dernier cas, se trouve très rapproché de la surface de la membrane. On pourrait considérer ces formes variées comme établissant un passage entre les cellules du premier groupe ou épithéliales et celles que nous venons d'étudier, qui sont des cellules terminales nerveuses. La nature de ces deux sortes d'éléments est donc absolument distincte, malgré les rapprochements qu'on pourrait établir entre elles, au point de vue de la forme.

On peut voir, dans les dissociations, que les cellules du renflement terminal sont recouvertes par une cuticule très épaisse, se continuant avec celle qui revêt le reste du tentacule. Elle adhère très fortement aux cellules, et ne s'en sépare que par l'action du sérum iodé.

Il est nécessaire, pour terminer l'étude de l'épithélium du tentacule, surtout pour reconnaître les rapports des éléments entre eux, de faire des coupes longitudinales de l'organe. J'ai employé pour mes préparations les procédés les plus divers : le chlorure d'or, soit seul après l'action du jus de citron, soit mélangé à l'acide formique avec lequel on le fait bouillir; le réactif de Kleinenberg; l'acide osmique à 1/200 à 1/500 et en vapeurs; l'acide chromique à divers titres; le bichromate de potasse; l'alcool au tiers pendant une demi-heure, puis la série des alcools. Les meilleures colorations ont été obtenues par le carmin aluné, le carmin boraté et surtout l'hématoxyline de Bœhmer. Les coupes doivent être extrêmement minces, c'est-à-dire n'avoir pas plus de 1/200 de millimètre, résultat facile à atteindre et même à dépasser pour de si petits objets inclus dans la paraffine fusible à 60°.

Dans la figure 38, qui représente une coupe du tentacule tout entier, passant par son axe, en même temps que par l'œil,

on voit la calotte épithéliale tout entière; la figure 39 nous en montre seulement une partie, dessinée à un grossissement plus considérable; enfin la figure 41 donne une représentation demischématique, à un très fort grossissement, d'une portion de cette même coupe. On voit que la surface est recouverte d'une épaisse cuticule, dont nous avons déjà indiqué l'existence (fig. 39 et 41, *a*), mais dans laquelle on ne peut jamais, même en employant les plus forts grossissements, reconnaître la moindre striation pouvant faire supposer qu'elle est perforée et traversée par des prolongements émanés des cellules sous-jacentes. On rencontre, immédiatement au-dessous de la cuticule, une zone très régulièrement striée, et limitée du côté central par une série de points réfringents, correspondant au point d'union de la partie terminale renflée avec l'autre portion des cellules nerveuses (fig. 39 et 41, *a*). Bien que les renflements terminaux soient séparés par des cellules épithéliales, comme on le voit fig. 41, ils semblent former, quand on observe des coupes un peu épaisses, avec un grossissement moyen, une couche continue. Cette apparence est due à l'extrême minceur et à la forte réfringence des renflements terminaux. On peut arriver, sur des coupes très minces, avec une bonne lumière et avec un objectif 10 ou 12 à immersion homogène de Vérick, à obtenir une image aussi nette que celle qui est représentée dans la figure 41. Les préparations faites par l'acide osmique, colorant en brun les granulations contenues dans les cellules, ne permettent pas d'analyser facilement cette partie si délicate du tentacule. Aucun réactif ne nous a donné pour cette étude des résultats comparables à ceux que nous avons obtenus avec le réactif de Kleinenberg. A peu près à égale distance de la cuticule et de la surface d'implantation des cellules, mais cependant plus près de cette dernière, nous rencontrons une zone d'une régularité parfaite, formée par les noyaux des cellules épithéliales (fig. 39 et 41, *c*). Au-dessus et au-dessous de cette couche, se voient les nombreux noyaux des cellules nerveuses, qui peuvent se rencontrer à peu près à toutes les hauteurs sur ces éléments.

L'étude de l'épithélium général du corps nous montrera des cellules nerveuses terminales, des cellules épithéliales cylindriques et des cellules glandulaires. Nous retrouvons seulement les deux premières catégories dans le revêtement épithélial du

renflement terminal du tentacule. Mais, comme on a pu le voir, elles sont très différenciées, et ressemblent beaucoup aux cellules de l'épithélium olfactif des vertébrés.

En nous appuyant sur ces faits anatomiques, en même temps que sur les expériences que nous avons décrites plus haut, nous concluons que le bouton terminal du tentacule est surtout un organe d'olfaction, mais en même temps un organe de sensibilité tactile. Peut-être pourrait-on supposer que les cellules b^4 , b^5 , b^7 , de la figure 42, qui, sauf la taille, ressemblent beaucoup aux terminaisons tactiles de la peau, auraient conservé leur fonction, tandis que b^1 , b^2 , b^3 , b^6 , plus différenciées, seraient les cellules olfactives proprement dites. Mais les nombreuses formes de transition que l'on rencontre conduisant à admettre l'existence d'une seule sorte de cellules terminales nerveuses, nous en concluons que ce sont les mêmes éléments qui remplissent, chez le Cyclostome, cette double fonction.

Bien que l'on puisse ébaucher par des dissections l'anatomie du tentacule, il est beaucoup plus simple de la faire par des sections parallèles à l'axe de l'organe, qui donnent, sur une seule série bien faite, des résultats que les dissections ne peuvent fournir.

Nous avons vu que le nerf tentaculaire, parti de la face postérieure du lobule de la sensibilité spéciale, se portait vers les parois du corps, pénétrait dans la base du tentacule, et se renflait en un ganglion pyriforme : le ganglion basal. Ce renflement nerveux est séparé de la cavité générale par une boutonnière musculaire, à travers laquelle on peut le faire sortir, en opérant une légère traction sur le bout central. On voit un certain nombre de filets nerveux partir de ce ganglion, pour se distribuer à la peau, tandis qu'un gros filet se dirige, dans l'axe du tentacule, vers le renflement terminal. C'est à ce point que nous reprenons nos recherches. Nous prions le lecteur de vouloir bien se rapporter aux figures 37, 38, 39 et 43. Le ganglion basal (fig. 38, *a*) est constitué par des fibres dans sa partie centrale, par des cellules en petit nombre dans ses parties périphériques. Le nerf axial du tentacule aboutit, au sommet de l'organe, à un gros ganglion ovoïde, le ganglion terminal. Il reste à peu près cylindrique dans tout son trajet, et ne fournit qu'un petit

nombre de rameaux latéraux, ordinairement trois ou quatre, qui naissent de sa partie basale.

Les filets nerveux partis de ces diverses origines pénètrent dans les tissus, auxquels ils abandonnent quelques filets peu nombreux, et se dirigent vers la surface du tentacule, où ils forment, sous l'épithélium, un plexus extrêmement riche. La figure 43 représente ce plexus, d'après une coupe faite sur un tentacule traité par le jus de citron et le chlorure d'or. On voit très bien, sur les coupes longitudinales du tentacule contracté, que les filets nerveux, gros ou petits, ont subi, sous l'influence de la contraction générale de l'organe, un enroulement en tire-bouchon. Quant aux varicosités qu'ils présentent, je n'ajouterai rien à ce que j'en ai dit, en faisant l'étude des terminaisons nerveuses dans les muscles.

Le ganglion terminal a la forme d'un ovoïde dont le gros bout est tourné vers l'extrémité de l'organe. Il en part une trentaine de gros filets nerveux, qui se distribuent tous exclusivement à l'épithélium du bouton terminal. Les parties périphériques du ganglion sont constituées par des cellules de petite taille, disposées sur trois et même quatre rangées dans l'intervalle des points d'émergence des nerfs. Les fibres qui constituent la partie centrale du ganglion présentent un trajet très compliqué, qui défie la description (fig. 39).

Les rameaux qui partent du ganglion terminal présentent une structure remarquable. Leur partie axiale seule est formée par des fibrilles; leur écorce est constituée par des cellules ganglionnaires, disposées sur une seule couche. Chaque rameau se renfle bientôt en un ganglion formé à la périphérie par des cellules nerveuses disposées sur deux ou trois rangées. Un seul rameau part ordinairement de ce ganglion, pour se diviser en plusieurs branches, en approchant du plexus basal. La division se fait même quelquefois au sortir du ganglion. Deux fois sur trente observations environ, j'ai vu les cellules ganglionnaires manquer, ainsi que le ganglion, qui se trouve alors réduit à un filet grêle, dont la division se fait à un niveau variable.

Tous ces ramuscules nerveux se divisent, à la base des cellules épithéliales du bouton terminal, en un réseau extrêmement riche de fibrilles, qui se continuent avec les cellules terminales nerveuses. On peut constater directement ce fait dans les coupes

minces faites sur des tentacules traités par le chlorure d'or et l'acide formique bouillis ensemble, ou par l'acide picro-sulfurique et l'hématoxyline. On voit très nettement, par ce dernier procédé, quelques cellules ganglionnaires au milieu du plexus, et aussi les confluent protoplasmiques, tels que nous les avons représentés dans la figure 40, *b*.

Le ganglion basal du tentacule et le filet qui le surmonte se trouvent logés, comme tous les filets nerveux d'ailleurs, dans une lacune centrale, qui communique avec la cavité générale par la boutonnière musculaire que traverse le nerf tentaculaire. Cette lacune, que nous appellerons le sinus central du tentacule, est très considérable; ses parois sont assez nettes. On trouve encore un très grand nombre de lacunes périphériques allongées dans le sens de l'organe. Leurs parois sont indécises; elles communiquent toutes entre elles et avec le sinus central (fig. 38, 39 et 43). La portion terminale du tentacule montre, sur les coupes, un nombre très considérable de petits espaces lacunaires (fig. 38, 39). Ces lacunes enveloppent immédiatement le ganglion et peuvent être alors considérées comme la terminaison directe du grand sinus central; ou bien elles sont réparties à la périphérie entre les rameaux émanés du ganglion terminal. A la limite des sinus, se trouvent un grand nombre de cellules pigmentées du tissu conjonctif, qui donnent à tout l'organe une coloration brune, plus sombre encore à l'extrémité (fig. 37).

On peut expliquer facilement, par la présence de ces nombreuses lacunes et des fibres musculaires longitudinales et annulaires, tous les mouvements si complexes qui se passent dans le tentacule, que l'on doit considérer comme un véritable organe érectile.

LE TÉGUMENT.

Je présenterai l'étude du tégument, qui contient les organes de la sensibilité tactile, immédiatement après celle du tentacule. Ces deux études ont été faites parallèlement, car la portion basale de cet organe est revêtue d'un épithélium semblable à celui qui recouvre le reste du corps. Les filets nerveux qui se distribuent à la peau forment un plexus, tel que celui que

nous avons décrit et figuré dans le tentacule (fig. 43). C'est donc l'épithélium de cet organe qui nous servira de type. Nous indiquerons ensuite brièvement les modifications principales que l'on trouve dans le tégument des différentes régions du corps.

La surface du tentacule présente, lorsque l'organe est contracté, des plis circulaires formant autant d'anneaux qui l'entourent. Le bouton terminal seul n'est jamais plissé. On voit, sur les coupes (fig. 39), qu'au niveau du premier pli, l'épithélium de la base du tentacule se transforme en épithélium olfactif. La cuticule qui recouvre la partie basale est beaucoup plus mince que celle du bouton terminal. Les cellules épithéliales dissociées par le sérum iodé se montrent avec des formes très diverses, qui peuvent être ramenées à trois types (fig. 44). Les unes sont des cellules nerveuses terminales *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, reliées au plexus sous-jacent par un, deux et même trois prolongements variqueux. Les formes *a*, *b*, *c*, sont les plus communes; la forme *d* est plus rare; la forme *e* absolument exceptionnelle. Je n'ai vu que très rarement, dans ces dissociations, une indication vague d'un cil surmontant la cellule tel que celui qui est représenté dans la figure 7, et qui a déjà été indiqué par d'autres observateurs. Je dois reconnaître qu'il y a, sur ce point, une lacune dans mes observations; peut-être est-elle due à la nature du sérum dont je me suis servi. Quoi qu'il en soit, je n'ai jamais vu ce filament d'une façon très nette sur les cellules de l'épithélium du tégument. Toutes ces cellules ont un contenu finement granuleux, mais ne renferment jamais de pigment, pas plus que les autres éléments épithéliaux. Les cellules représentées en *f* et en *g*, qui sont des cellules épithéliales proprement dites, sont de beaucoup les plus nombreuses; elles sont prismatiques et possèdent des crêtes d'empreinte nombreuses et bien marquées. La troisième catégorie de cellules est représentée par les formes H, I, K, qui sont des cellules glandulaires, dont le contenu finement granuleux se colore vivement en violet dans les préparations au chlorure d'or. Bien que la nature de ces cellules ne puisse être discutée, je n'ai jamais pu voir dans mes coupes, ou sur les lambeaux de cuticule étalés dans les dissociations, des pores ou des canalicules permettant aux produits sécrétés de traverser cette membrane pour s'écouler au dehors.

Lorsqu'on fait une coupe longitudinale du tentacule, on cons-

tate qu'au fond des plis, l'épithélium devient beaucoup moins épais, et qu'il ne s'y trouve ni cellules glandulaires, ni cellules terminales nerveuses (fig. 43, *a*). Il se forme, en raison de l'extrême contractilité de l'organe, des faux plis (fig. 43, *b*); là, l'épithélium conserve tous ses éléments. Le pigment du tissu conjonctif sous-jacent est moins abondant au niveau des plis que dans les intervalles. Tout ce que je viens de dire du tégument du tentacule s'applique à la partie supérieure du corps, qui jouit d'une grande sensibilité. J'ajouterai que la plante du pied est dépourvue de pigment, et que toute la partie du corps qui est renfermée dans la coquille et qui est douée évidemment d'une sensibilité beaucoup moindre, est recouverte d'un épithélium aplati, dans lequel on ne rencontre pas de cellules terminales nerveuses. La pigmentation du tégument est due aux cellules colorées qui se trouvent dans le tissu conjonctif sous-épithélial. Le bouton tentaculaire seul doit sa pigmentation aux granulations des cellules de l'épithélium aussi bien qu'à celles du tissu conjonctif sous-jacent.

ORGANE DU GOUT.

J'ai très peu de chose à dire sur la fonction du goût, qui me paraît problématique, ainsi que sur les organes par lesquels elle s'exerce. J'ai déjà dit, en faisant l'étude de l'appareil digestif, que l'on trouvait dans le tube buccal de nombreuses cellules terminales nerveuses, sous une cuticule très épaisse. C'est probablement par l'intermédiaire de ces cellules, peu différentes de celles du tact, que l'animal peut apprécier, dans une mesure difficile à indiquer, la sapidité des aliments qu'il consomme.

ORGANE DU MANTEAU, ORGANE DE SPENGEL.

L'organe du manteau a été figuré dans le mémoire déjà cité de M. de Lacaze-Duthiers; son étude présente un véritable intérêt, mais, quoique cet organe ait déjà été étudié chez d'autres

animaux, son histologie, chez le Cyclostome, n'a pas été faite. C'est une sorte de fente qui se dirige un peu obliquement de haut en bas et de gauche à droite. Elle est située sur la face antérieure du manteau, du côté gauche, à très peu de distance de la ligne d'attache de cet organe au reste du corps. Elle se termine en haut, non loin de son bord libre, au niveau de la branchie rudimentaire. Sa direction est parallèle à celle de la veine branchiale, qui s'en trouve très voisine dans sa première portion (fig. 1, os). Les bords de la fente (1), surtout l'interne, qui est beaucoup plus épais, présentent une coloration blanchâtre. On peut voir, après une simple macération dans l'eau, un filet nerveux volumineux occuper la base de cette lèvre de l'organe. Je l'ai représenté par un trait noir dans la figure 1. Ce filet est relié au ganglion sous-intestinal par l'intermédiaire d'un rameau qui met aussi en communication l'organe de Spengel, avec le ganglion pédieux gauche, par une anastomose et un nerf déjà décrits. Le rameau qui relie le ganglion sous-intestinal à l'organe du manteau fournit un filet, qui passe au-dessus de son extrémité, et se perd dans le collier palléal.

J'ai étudié l'organe du manteau par les dissociations et par les coupes. Les plus démonstratives ont été faites avec des manteaux étalés sur une lame de liège pour éviter autant que possible la contraction, et traités par le chlorure d'or et l'acide formique bouillis ensemble, ou par le réactif de Kleinenberg et l'alcool, ou bien simplement par l'alcool faible et la série des alcools. Les colorations ont été faites au carmin aluné et à l'hématoxyline. Mes dissociations ont été faites par le sérum iodé soit seul, soit après l'action des vapeurs d'acide osmique.

La structure de l'organe n'est pas exactement la même d'un bout à l'autre. Il est donc nécessaire de l'étudier sur des coupes faites en différents points. La figure 45 représente une coupe faite dans la région inférieure de la fente. La lèvre interne, *b*, est arrondie et saillante, peut-être un peu plus qu'à l'état normal, à cause du plissement inévitable produit par la contraction des

(1) J'appelle bord interne, celui qui renferme le filet nerveux, et qui se trouve le plus près du corps, lorsque le manteau est coupé et étalé comme dans la figure 1.

faisceaux musculaires, logés dans la membrane palléale. Un effet semblable s'est aussi produit du côté opposé. Sur l'animal vivant, la gouttière peut même se fermer complètement, ce qui n'est pas arrivé pour ma préparation, parce que j'avais eu soin d'étaler le manteau.

L'épithélium du bord interne se modifie progressivement, au fur et à mesure qu'il se rapproche de la gouttière. On voit, dans la partie gauche du dessin, que cet épithélium est uniquement formé d'éléments cylindriques, tandis que des cellules caliciformes et nerveuses terminales se rencontrent en assez grand nombre sur la paroi du sillon. Bientôt l'épithélium s'amincit, et sur le fond de la gouttière, ou plutôt encore sur la paroi interne, s'implante un bouquet de cellules, bien distinctes par leur aspect, leur taille et leur coloration. On peut, avec un grossissement suffisant, reconnaître dans les coupes de cette région : 1° une couche profonde, peu nette à cause des cellules pigmentées qui s'y rencontrent, formées par les fibrilles émanées du nerf *a* (fig. 45 et 47); 2° au niveau des cellules de l'épithélium différencié, une première couche de noyaux, représentés trop petits dans la figure 47, qui sont les noyaux des cellules terminales nerveuses; 3° une couche épaisse, qui se colore en rose tendre par le carmin; 4° une couche très régulière de noyaux plus gros que ceux de la couche inférieure, et qui appartiennent aux cellules épithéliales; 5° une couche pigmentée très épaisse, dont la coloration est due à des granules, gris à la lumière réfléchie, mais dont la couleur devient d'un brun jaune à la lumière transmise; 6° enfin la couche des cils vibratiles longs et touffus, qui surmontent ces cellules. Au fond de la gouttière, les cellules de revêtement deviennent brusquement très petites, puis prennent une forme qu'elles conserveront jusqu'au niveau de la lèvre externe, où l'épithélium redevient semblable à celui qui revêt la face antérieure du manteau tout entier. Toutes ces cellules de la paroi externe sont formées par une partie basale, qui se colore en rose, et une partie terminale, qui contient des granulations brunes, mais d'une teinte un peu plus claire que celle des cellules de la paroi interne. A la limite de ces deux parties, se voit une couche assez régulière de noyaux, dont quelques-uns, non figurés dans mes dessins, et appartenant à des cellules nerveuses terminales, se trouvent plus rapprochés de la surface

de la membrane basale. Les cellules présentent des cils vibratiles en petit nombre, et beaucoup moins longs que ceux du bord opposé. On trouve aussi dans la membrane basale quelques cellules ganglionnaires, dont le nombre n'est guère supérieur à celui que l'on peut constater dans la région dépendant du reste du tégument, où on en rencontre toujours.

Nous avons dit que l'on trouvait dans la lèvre interne un gros filet nerveux. On peut voir, sur les coupes (fig. 45, 46, 47, *a*), que ses parties périphériques sont formées par une couche de cellules ganglionnaires. Il paraît avoir à peu près la même taille sur toute sa longueur; mais il présente, de distance en distance, de très légers renflements moniliformes, d'où partent de petits tractus fibreux, qui se rendent à l'épithélium tapissant la fente. La coupe 46 passe par un de ces renflements.

A mesure que l'on remonte vers les parties supérieures de l'organe, l'aspect des coupes se modifie; la structure de la paroi externe change beaucoup moins que celle de la paroi interne; les cellules pigmentées deviennent plus longues, et on les rencontre presque jusqu'au bord de la gouttière.

J'ai pu déterminer exactement, par des dissociations dans le sérum iodé, la nature et la forme des éléments anatomiques qui composent l'épithélium pigmenté de la paroi de la gouttière. On peut réduire les formes très diverses que l'on y observe à deux types : 1^o celui des cellules épithéliales, représenté par *a* et par *b* (fig. 48); 2^o celui des cellules nerveuses terminales, représenté par *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*. La cellule *a* est nettement épithéliale, son pied est caractéristique. On voit que son noyau est situé au point où les granulations pigmentaires commencent à se montrer. L'élément *c* est une cellule du même type, mais moins longue; l'une et l'autre possèdent des cils vibratiles nombreux et puissants. Pour toutes les cellules qui suivent, la forme du pied et la présence du filament terminal variqueux suffisent à établir leur nature nerveuse. *c*, *d*, *e*, présentent des cils moins nombreux, mais plus raides et plus volumineux que ceux des cellules épithéliales. Ces formes, qui appartiennent aux cellules de la paroi externe, sont de véritables exceptions dans les dissociations. Les autres cellules de la figure 48 sont celles que l'on rencontre ordinairement. Toutes présentent un renflement considérable de leur partie inférieure, qui renferme le noyau, et

contient un protoplasma homogène, coloré en rose tendre par le carmin. Cette partie de la cellule est reliée au plexus basilaire par un filament grêle et variqueux, qui aboutit quelquefois à des sortes de confluent protoplasmiques, dans lesquels on ne voit pas de noyaux (fig. 48, *f*). Il peut arriver, bien que le fait soit très rare, qu'une même cellule possède deux prolongements (*g*).

Au-dessus de la partie renflée, la cellule s'effile, puis se renfle de nouveau, pour se terminer par un bouton ou une sorte de massue. Il existe donc des cellules terminales nerveuses ciliées, et d'autres qui sont dépourvues de cils. Si on compare ces dernières à celles que nous avons rencontrées à l'extrémité du tentacule, on est frappé de leur extrême ressemblance, et l'on ne peut s'empêcher de supposer qu'à leurs analogies histologiques correspondent des analogies physiologiques.

Le tentacule est l'organe de l'olfaction à un point de vue tout à fait général; il paraît probable que l'organe de Spengel joue un rôle analogue; mais sa sensibilité, grâce à l'absence de cuticule et à la présence des cils, doit être exquise. Cet organe qui se trouve placé à l'entrée de la chambre respiratoire doit, comme on l'a déjà dit, être appelé à connaître de la nature des gaz qui pénètrent dans cette cavité, et lorsque des gaz méphitiques y arrivent, l'excitation de l'organe de Spengel doit être le premier point de départ des contractions musculaires du collier, qui déterminent la fermeture de la fente respiratoire.

L'OTOCYSTE.

Les otocystes sont deux petites vésicules renfermées dans le sinus pédieux. Leurs rapports avec le système nerveux ganglionnaire, par l'intermédiaire du nerf acoustique, ont été déterminés, pour le Cyclostome aussi bien que pour les autres Mollusques Céphalophores, par M. de Lacaze-Duthiers, dans le travail classique que nous avons déjà cité en décrivant le nerf acoustique. On voit, fig. 30, que les otocystes se trouvent, chez un animal étalé et disséqué après macération dans l'eau, à une distance telle des ganglions pédieux, qu'il devient très difficile de se rendre compte de l'erreur de Claparède, en supposant qu'il ait

fait son étude à l'aide de ce procédé aussi simple que primitif. Les recherches de cet auteur sur l'otocyste, sont très incomplètes. Il n'a vu que le tissu conjonctif qui entoure la capsule, et qui est composé de grosses cellules de Leydig, entremêlées de quelques cellules pigmentées. Le nerf acoustique traverse cette couche et forme, en s'épanouissant, la membrane externe de la capsule uniquement composée de fibrilles, membrane très mince, au milieu de laquelle je n'ai jamais pu reconnaître d'éléments cellulaires. On peut voir, en comprimant l'otocyste ou en le déchirant, que sa membrane est tapissée de cellules. Mais, il est impossible, par ce procédé, le seul dont se soit servi Claparède, d'arriver à aucune notion sur la forme, la structure et la véritable nature des éléments cellulaires. Je n'ai jamais pu réussir à faire de bonnes dissociations, autrement que par le sérum iodé. Les cellules que l'on isole en grand nombre, ont des dimensions et des formes variant dans des limites très étroites. Elles se rapprochent du type cylindrique, mais présentent un étranglement moyen, qui sépare le plateau un peu étalé d'une base un peu renflée. La cellule, surtout du côté de sa partie libre, renferme des vacuoles fines et nombreuses. De la base partent un, deux ou trois filaments très grêles, avec de petits renflements variqueux, qui se perdent au milieu des fibrilles nerveuses de la membrane basale émanée du nerf acoustique. J'ai recherché pendant longtemps des cils sur ces cellules. Je n'ai pu les voir que très rarement, deux ou trois fois à peine. Ils sont en très petit nombre, très grêles. Ils s'implantent sur le plateau qui est généralement déprimé dans les dissociations.

Ceux de ces cils qui sont placés au centre, sont les plus longs et les plus forts. Dois-je expliquer par l'extrême délicatesse de ces éléments protoplasmiques, et par l'imperfection relative des procédés dont je me suis servi pour les rechercher, leur absence ordinaire dans les dissociations? Je n'ai jamais pu observer, dans les dilacérations faites sur le frais, les battements qu'ils auraient dû produire. Aussi, malgré quelques observations positives, ne suis-je pas encore convaincu de leur existence sur toutes les cellules qui tapissent l'otocyste. J'ai représenté, fig. 50, en *a* et *f*, des cellules dont les dimensions sont extrêmes. *b*, *c*, *d*, sont de beaucoup les formes les plus communes, au double point de vue de la taille et de la configuration. Je n'ai rien vu, dans les

dissociations ni dans les coupes, qui me permit de dire d'une façon précise, si les cellules de tailles différentes forment des groupes distincts sur les parois de l'otocyste, comme on l'a indiqué chez d'autres Mollusques.

Les coupes de l'otocyste ont été faites par des procédés divers, parmi lesquels le meilleur est le suivant : on soumet un lambeau contenant l'otocyste et pris sur le vivant, à des vapeurs d'acide osmique pendant une minute; puis on traite par l'alcool à 50° et la série des alcools. On colore par le carmin aluné ou l'hématoxyline. L'étude des coupes nous apprend peu de choses. Je n'ai jamais pu y constater l'existence des cils; de plus le plateau des cellules y est toujours convexe, tandis qu'il est concave sur les mêmes éléments dissociés. Nous verrons, en faisant l'étude de l'œil, un fait analogue, dont nous donnerons alors l'explication.

Il résulte de mes recherches, que la membrane propre de l'otocyste est constituée par un feutrage de fibrilles émanées du nerf acoustique, au milieu desquelles on ne rencontre jamais de cellules nerveuses. Cette membrane est revêtue de cellules, qui sont toutes, comme le montrent leurs prolongements, des cellules terminales nerveuses, sans interposition de cellules épithéliales.

L'otolithe est un corps parfaitement sphérique, qui a la structure des perles. Il montre des stries concentriques et d'autres rayonnantes, qui partent d'un centre fortement réfringent. Il ne présente pas la double réfraction. L'acide chlorhydrique concentré le dissout avec effervescence, et sans laisser de traces. Une solution étendue d'acide acétique le dissout en laissant un squelette membraneux. Le même phénomène se produit, si on place l'otolithe dans une solution faible d'acide chromique. L'otolithe est composé de carbonate de chaux, mêlé à une faible proportion de matière organique, le tout déposé en couches concentriques. Les cellules qui tapissent l'otocyste, dont la structure est si délicate, doivent être fortement excitées par le moindre ébranlement de cette masse relativement énorme.

Les Pomatias, d'après Claparède, possèdent de nombreux petits otolithes, qui, par la moindre pression, s'engagent dans le nerf acoustique. Schmidt en avait conclu à l'existence d'un canal occupant les parois centrales du nerf; il avait même cru voir une communication de ce canal avec l'extérieur. Il n'est pas étonnant

que, lorsque la vésicule auditive est comprimée, les fragments calcaires qu'elle contient fuient à travers les parties centrales du nerf, qui sont très friables, surtout après macération, et qu'elles détruisent. Les coupes montrent très nettement, chez le Cyclostome, que le nerf acoustique est plein, comme tous les autres nerfs.

Quant à la fonction de l'otocyste, elle doit être de recueillir et de transmettre au centre postérieur, les vibrations reçues par toute la surface plantaire, qui mettent en mouvement les otolithes. Quant aux sons proprement dits, il paraît peu probable qu'ils puissent être perçus par l'intermédiaire d'un organe aussi grossier et aussi peu compliqué.

L'ŒIL.

L'œil du *Cyclostoma elegans* est porté sur une saillie reposant par une large base sur la partie postérieure et inférieure du tentacule. Lorsque ce dernier organe est dirigé en avant, comme pendant la marche, son axe regarde très obliquement en dehors. Les figures 37 et 38, donnent une assez bonne idée de la position relative de l'œil et du tentacule.

J'ai étudié la structure de l'œil par les coupes et la dissociation. Pour les premières, j'ai employé les divers procédés indiqués dans l'étude du tentacule. La peau, au niveau de l'œil, présente des modifications particulières : le tissu conjonctif sous-épithélial perd progressivement son pigment, l'épithélium se simplifie, les cellules glandulaires disparaissent à une certaine distance du globe oculaire, la hauteur des cellules devient beaucoup moins considérable, et leur transparence parfaite. La couche épithéliale est doublée par une trame conjonctive, tout à fait semblable à celle qui entoure la région moyenne du globe de l'œil, et qui contient des fibres musculaires en petit nombre, entrecroisées de façon à appliquer la peau sur l'organe de la vision. Cette lame limite extérieurement un sinus placé entre ces deux organes. Ce sinus, qui peut se dilater par l'afflux du sang, communique librement avec les sinus du tentacule. Il est de forme à peu près lenticulaire, et le sang y joue le rôle d'humour aqueuse. Cette couche liquide devient plus épaisse au

moment de l'expansion du tentacule, c'est-à-dire au moment où, généralement, l'œil est appelé à fonctionner.

Un tissu conjonctif, lâche, formé de très fins éléments, entoure le globe de l'œil (fig. 51). Une couche très mince s'applique immédiatement sur lui, et fait suite à la gaine névrilemmatique. On peut la considérer comme la membrane la plus externe de l'œil. En dehors de cette couche se trouve une étroite lacune, communiquant en avant avec le grand sinus antérieur, en arrière avec le sinus péri-nerveux qui entoure le nerf optique et aboutit à la cavité générale. Cette lacune est traversée par de nombreuses brides très minces, qui réunissent la gaine externe de l'œil au tissu conjonctif environnant. Ici, comme partout ailleurs, avec les procédés indiqués, je n'ai vu aucune trace d'un endothélium tapissant les lacunes.

A partir de la région moyenne de l'œil, le tissu conjonctif présente quelques cellules contenant des granulations brunes, et des cellules granuleuses entièrement colorables par le carmin, qui renferment du carbonate de chaux.

Le globe de l'œil est presque sphérique; cependant le diamètre antéro-postérieur est un peu plus long. La face antérieure, sensiblement aplatie, présente un orifice circulaire, la pupille, à travers lequel la face antérieure du cristallin fait légèrement saillie. Au-dessous de la membrane conjonctive dont j'ai déjà parlé, se trouve la première couche de la rétine, formée par les fibrilles nerveuses et les cellules ganglionnaires. Elle revêt le globe de l'œil tout entier, excepté au niveau du point d'entrée du nerf optique. Les cellules ganglionnaires sont disposées sur une couche unique; elles sont toutes semblables à elles-mêmes, à part la taille, qui diminue d'arrière en avant. Dans les dissociations de la rétine, il est difficile de les rencontrer isolés, mais on trouve souvent de minces lambeaux, formés d'un très petit nombre d'éléments, qui permettent de reconnaître leur forme et leurs rapports. Les cellules ganglionnaires sont étoilées et présentent 4 ou 5 prolongements, qui se ramifient très richement. Ces prolongements ne se colorent guère par le carmin; mais j'en ai obtenu une très bonne coloration par l'hématoxyline alunée aqueuse agissant en solution très étendue. Ce procédé est d'ailleurs celui qui m'a donné les meilleurs résultats pour tous les éléments nerveux dissociés par le sérum iodé. Il est nécessaire que le

lavage soit complet. Cette partie de l'œil se voit très bien sur les coupes faites après l'action du réactif de Kleinenberg suivi de l'hématoxyline, du chlorure d'or, des vapeurs d'acide osmique suivies du picro-carmin; aussi suis-je étonné de ne voir cette couche figurée dans aucun des dessins du mémoire récent de Hilger (1).

En dedans, se trouve la couche des cellules pigmentées et des bâtonnets. Les rapports de ces deux sortes d'éléments se voient très bien dans la figure 52, qui représente trois cellules pigmentées, entre lesquelles se trouve placé un bâtonnet. Ces éléments sont enchevêtrés de telle façon, qu'on voit successivement de bas en haut, ou de dehors en dedans, si nous nous rapportons à la situation de ces éléments dans l'œil : 1° les noyaux des bâtonnets formant une première couche; 2° ceux des cellules pigmentées, plus petits, formant la deuxième; 3° les corps des cellules pigmentées, entre lesquelles se trouvent les bâtonnets, formant la troisième; 4° enfin, se voit une dernière couche, constituée par les parties terminales des bâtonnets. Cette description de la rétine ne s'applique qu'à la partie qui tapisse le fond de l'œil. C'est aussi dans cette région, que la rétine présente la plus grande épaisseur; mais au fur et à mesure que l'on se rapproche de la partie antérieure aplatie, elle devient plus mince, d'abord en conservant tous ses éléments, puis les bâtonnets disparaissent, puis vient enfin le tour des cellules pigmentées. La partie antérieure de la rétine n'est plus alors constituée, comme nous l'avons déjà dit, que par la couche des cellules ganglionnaires doublée en dehors de la lame conjonctive.

Le nerf optique, dans la région voisine du globe de l'œil, paraît quelquefois contenir du pigment (fig. 37). Cet état est dû à la compression, qui le fait sortir des cellules de la rétine, et le chasse dans le nerf optique, dont les parties centrales sont très friables. Dans quelques cas, il y avait du pigment au centre du nerf, sans qu'il y ait eu aucune altération préalable; mais n'ayant jamais observé un état pareil sur les coupes d'objets fixés, je dois faire sur cette observation quelques réserves.

Les cellules pigmentées sont représentées fig. 52. Elles sont constituées par un corps cellulaire à peu près cylindrique, rempli

(1) *Morphologisches Jahrbuch*, 1884.

de granulations noires, animées de mouvements browniens très actifs, lorsqu'elles sont sorties de la cellule. Deux fois seulement j'ai pu voir, sur des cellules dissociées, un prolongement filiforme partant de leur sommet; sur les coupes, je n'en ai jamais rencontré aucune trace. Au-dessous de la partie pigmentée, la cellule s'étrangle très légèrement, puis présente un renflement sensible, qui contient un noyau sphérique et granuleux. Au-dessous de ce renflement, la cellule redevient cylindrique, pour se résoudre bientôt en un petit nombre de ramuscules, qui s'anastomosent évidemment avec ceux qui partent des cellules ganglionnaires. Toute la partie inférieure de la cellule est composée d'un protoplasma très finement granuleux, qui se colore mal par le carmin. On a discuté, récemment, la question de savoir si le pigment occupait seulement les parties périphériques de la cellule, et si la partie centrale était composée uniquement de protoplasma. Hilger n'a pas figuré cette disposition dans l'*Helix pomatia*; mais Carrière (1) prétend l'avoir observée chez le même animal. Quant à moi, j'avais déjà résolu la question chez le Cyclostome, dans le même sens que Hilger; mais, après la lecture du travail de Carrière, j'ai revu mes coupes, et ce nouvel examen n'a fait que confirmer ma première opinion. Les cellules pigmentées deviennent moins hautes dans les parties antérieures de la rétine, et comme leur diamètre transversal reste à peu près le même, elles sont en réalité plus trapues dans cette région. Les cellules pigmentées limitent entre elles des espaces que l'on peut voir représentés dans la figure 53, dessinée d'après une coupe tangentielle.

Les autres éléments de la rétine, obtenus par les dissociations faites après l'action du sérum iodé, soit seul, soit après un court séjour de l'œil dans les vapeurs d'acide osmique, sont reproduits dans les figures 54 et 55. On pourrait peut-être distinguer deux sortes d'éléments, *b* et *d* (fig. 54); mais comme ils sont reliés par des formes de transition telles que *a* et *c* (fig. 54), et *b* (fig. 55), je crois qu'en réalité ces diverses formes appartiennent à un même type; ce sont les bâtonnets. Les uns, *c* et *d*, sont des sortes de pyramides tronquées, présentant un sensible étranglement à une faible distance du sommet. Au-dessus de cet étranglement,

(1) Zoologischer Anzeiger, 5 avril 1886.

la cellule s'élargit de nouveau et se termine par un large plateau, d'où partent de larges expansions membraneuses. Dans l'immense majorité des cas, je n'ai pu voir le plateau des cellules dissociées par le sérum iodé, surmonté d'aucun prolongement. Trois ou quatre fois j'ai pu distinguer un prolongement conique (fig. 55, *a*), ou un cil (fig. 55, *b*). Les coupes nous montreront bientôt comment se terminent en réalité les bâtonnets, dont les extrémités délicates, sont toujours détruites ou altérées par les liquides servant à la dissociation. Les bâtonnets de la seconde forme diffèrent des précédents, par leur diamètre beaucoup moins considérable, surtout dans la partie située au-dessus du noyau, partie qui peut devenir filiforme (fig. 55, *b*).

Toutes ces cellules présentent des prolongements basilaires protoplasmiques plus ou moins nombreux. Dans les cellules pyramidales, leur taille et leur nombre peuvent être assez considérables; dans les cellules filiformes, on n'en voit plus qu'un très petit nombre, et ils deviennent très grêles. Ces prolongements s'unissent certainement à ceux qui proviennent des cellules ganglionnaires. La figure 52 montre les rapports des bâtonnets et des cellules pigmentaires, de telle façon qu'il n'est pas besoin d'autres explications. Les grands bâtonnets passent par les grands espaces qui existent entre les cellules pigmentaires (fig. 53); les bâtonnets filiformes par les petits. Je crois donc que même les plus petites fentes laissent passer des bâtonnets. Il est fort difficile de vérifier cette opinion sur les coupes, car les bâtonnets ne se colorent pas facilement par les réactifs; mais elle est cependant très probable et basée sur le nombre relatif des cellules pigmentées et des bâtonnets. En certains points, les cellules pigmentées sont tellement pressées les unes contre les autres, qu'il doit y avoir entre elles une véritable soudure, et qu'on ne peut supposer qu'il y ait entre elles des bâtonnets, même des plus grêles (fig. 53).

La partie terminale des bâtonnets se montre, dans les coupes, avec un aspect très différent de celui qu'elle présente dans les dissociations. Loin d'être aplatie et même excavée, elle présente un renflement en forme de massue, qui se voit très nettement dans les coupes traitées par le chlorure d'or et l'acide formique, et qui dépasse le niveau des cellules pigmentées, formant une couche bien représentée dans la figure 51. Je n'ai pu, dans les

coupes, retrouver, sur les bâtonnets et les cellules pigmentées, les cils que j'avais aperçus, dans les dissociations.

Les transitions que l'on rencontre entre les différentes formes de bâtonnets me portent à les considérer tous comme des cellules terminales nerveuses impressionnables par la lumière.

Quant aux cellules pigmentées, bien qu'elles ne jouent aucun rôle direct dans la perception de la lumière, leur nature nerveuse et leurs rapports avec les cellules ganglionnaires me paraissent indiscutables.

Le cristallin et l'humeur vitrée remplissent complètement le globe de l'œil. Leurs rapports relatifs, se voient très bien dans la figure 56, *a*. Le cristallin est un sphéroïde sensiblement aplati dans sa portion antérieure, anhiste comme l'humeur vitrée, et absorbant énergiquement le carmin. Si on fait agir sur lui une compression légère, il se brise régulièrement en trois fragments, qui se présentent souvent avec le même aspect (fig. 56, *b*) ; mais si la compression est plus énergique, il se fait des fêlures irrégulières dans tous les sens.

L'humeur vitrée se creuse en avant pour recevoir le cristallin. Elle recouvre sa partie antérieure d'une couche mince, facile à voir, lorsqu'on a énucléé l'humeur vitrée et le cristallin, mais qui se voit encore mieux, lorsqu'on les écrase. Dans cette opération, la partie périphérique de l'humeur vitrée, très molle, se plisse et devient très irrégulière, par suite de pertes de substance qui s'y produisent facilement. C'est cette portion qui, sous l'influence de certains réactifs, prend, dans les sections, un aspect strié, et qui a été considérée par les anciens auteurs comme constituant la couche des bâtonnets.

Les couches concentriques représentées dans le cristallin (fig. 51) ne se voient que dans les préparations au chlorure d'or. J'ai cru intéressant de les figurer, bien que je ne puisse en donner l'interprétation.

Le nerf optique prend naissance sur le bord inférieur du ganglion cérébroïde, en dedans de l'échancrure; il se porte d'abord en bas, entre les deux connectifs, puis se recourbe presque à angle droit, et, passant par dessus le connectif cérébro-pédieux, et aboutit au globe de l'œil, sans avoir donné aucun filet.

Les organes génitaux femelles.

Les organes génitaux femelles du *Cyclostoma elegans* ont été décrits et figurés par Moquin-Tandon; mais sa description et son dessin ne méritent guère d'être cités que pour mémoire. Le travail de Claparède est infiniment supérieur; mais, tout en mettant de côté l'étude histologique, qu'il n'a fait qu'effleurer, nous pouvons lui reprocher un certain nombre d'erreurs anatomiques qu'il eût pu éviter.

Nous allons faire tout d'abord une étude macroscopique des organes génitaux; nous reprendrons ensuite avec plus de fruit leur étude méthodique complète. L'ovaire (fig. 57, *a*) est un tube de 4 à 5 millimètres de longueur, sur 0,3 à 0,4 millimètres d'épaisseur. Ce tube peut être simple ou présenter de petits culs-de-sac latéraux, au nombre de 5 à 6, rarement davantage, et se termine ordinairement par une extrémité bilobée. Sa couleur varie entre le jaune orangé, le brun roux et le jaune verdâtre. Il commence à la fin du premier tour de l'animal, et se termine un peu au-dessus du cul-de-sac de l'estomac. Dans tout ce trajet, il reste parallèle au canal excréteur principal de la glande digestive, dont il n'est séparé que par une mince couche de tissu conjonctif lâche. Il reste placé sur la face columellaire ou ventrale de l'animal, et subit le même mouvement de torsion que le tortillon dans lequel il est logé. De plus, il adhère à un gros vaisseau, branche de l'artère aorte postérieure. L'ovaire se rétrécit assez brusquement et se continue avec l'oviducte (fig. 57, *b*) qui, dans sa première portion, est très grêle, et présente une coloration à peu près semblable, mais d'une teinte un peu plus foncée. Dans sa seconde portion, qui est d'un blanc très mat, l'oviducte se renfle progressivement, pour se rétrécir ensuite, avant de pénétrer dans la poche copulatrice. On peut voir, à la surface de cette partie du canal, l'indication des plis que présente sa membrane. L'oviducte se replie souvent sur lui-même, surtout dans sa dernière portion, qui est plongée entre les lobules

de la glande à concrétions, tandis que la première est logée entre la peau et la face concave de l'estomac.

La poche copulatrice (fig. 57, *a*) est un sac pyriforme appliqué sur la concavité de l'utérus. Elle peut être considérée comme une dilatation de l'oviducte, avec lequel elle se continue en bas par son extrémité renflée, et qui se termine en haut par un tube conique, dont l'étude ne peut être faite sans l'aide des coupes en série. Cette poche est quelquefois très gonflée et d'une couleur très blanche; d'autres fois, au contraire, elle est ratatinée, et sa surface est couverte de rides transversales bien marquées; elle possède alors une coloration brune, et ressemble beaucoup au diverticule des Hélices et des Bulimes.

Il nous reste encore à décrire une dernière partie, que nous appellerons provisoirement avec les auteurs, *matrice* ou *utérus*. C'est un organe tubulaire terminé inférieurement en cul-de-sac et présentant latéralement une large fente, la vulve (fig. 57). La matrice est constituée par un tissu glandulaire d'une blancheur éclatante; elle est accolée au manteau et logée dans la partie droite de la cavité palléale. Son développement est extrêmement variable suivant les individus. On y peut distinguer nettement deux parties : la partie supérieure, très blanche, montre à sa surface l'indication de volumineux replis glandulaires transversaux, saillants dans sa cavité, et que l'on aperçoit directement par l'orifice vulvaire. Lorsqu'on dissèque un animal vivant, la contraction des membranes qui enveloppent l'utérus et surtout de celle qui, constituant le fond de la cavité palléale, passe en sautoir sur sa partie moyenne, lui font prendre un aspect réni-forme, et la vulve béante laisse les replis glandulaires saillir au dehors. La partie inférieure de l'utérus, à laquelle est accolée la poche copulatrice, est une poche en cul-de-sac d'un blanc grisâtre, dont les parois très épaisses sont tapissées de la même façon par des replis glandulaires, et dont la cavité paraît, dans les dissections, se continuer avec celle de la portion supérieure. Elle est accolée à la peau par sa face externe, et se trouve en rapport de l'autre côté avec la glande à concrétions. Le rectum longe la face dorsale de l'utérus, et s'ouvre un peu au-dessus de son extrémité supérieure.

L'étude du contenu de l'ovaire, pour être complète, doit se faire par des procédés très divers. Si on dissocie l'ovaire dans le

sang de l'animal, on peut voir nager dans le liquide de la préparation un nombre immense de petites cellules sphériques, à noyau très net, qui contiennent un petit nombre de fines granulations jaunes. On voit encore d'autres cellules, peu nombreuses relativement, mais dont le noyau et le nucléole ont pris un très grand développement proportionnel. Les granulations qu'elles contiennent sont plus volumineuses et plus nombreuses. Ces cellules sont de jeunes œufs en voie de développement. On trouve, entre elles et les œufs complètement développés, toutes les formes de transition désirables, au point de vue de la taille et du développement. Ces derniers, qui ont un volume énorme par rapport aux éléments qui leur ont donné naissance, s'affaissent ordinairement dans le liquide sanguin, et les nombreux granules qu'ils renferment s'échappent de toutes parts. Je puis affirmer, après une étude consciencieuse, que, dans l'œuf ovarien, la couche de protoplasma péri-ovulaire, ne possède pas la signification d'une membrane différenciée.

Il vaut beaucoup mieux étudier l'œuf dans une solution d'acide osmique à 1/500, ou bien d'acide acétique à 2/100. On peut aussi lui faire subir une courte macération de quelques instants, dans les réactifs acéto-osmique ou chromo-acéto-osmique; puis on colore par le picro-carmin, après avoir soigneusement lavé. L'œuf se présente alors avec des formes très diverses, dues à la compression qu'il subit dans l'ovaire, mais qui sont sans importance. Sa structure est toujours, en définitive, celle qui est représentée dans la figure 58. Les parties périphériques sont constituées par une mince couche claire, ne renfermant pas de granules deutolécithiques, et qui se colore très faiblement en rose par le picro-carmin. Au pôle apical, cette couche s'épaissit en un véritable disque, dans lequel le noyau se trouve contenu, et qui ne renferme qu'un très petit nombre de grains de deutolécithe, dont le nombre augmente rapidement dans les parties plus profondes, et dont le reste de l'œuf est entièrement bourré.

Le noyau ou vésicule germinative doit être étudié hors de l'œuf. La petite manœuvre à faire pour l'énucléer est très simple et très facile : on dilacère un ovaire dans le réactif chromo-acéto-osmique, et, par cette simple opération, de nombreuses vésicules germinatives se trouvent libres dans le liquide de la préparation. On peut les étudier, après coloration au picro-carmin, dans la

glycérine formiquée fortement étendue d'eau, après avoir mis une cale en papier sous le couvre-objet. Mais cette précaution ne sert guère qu'à éviter la déformation, car ces noyaux, dont la taille est cependant considérable, ne s'écrasent pas lorsqu'on fait glisser le couvre-objet, alors même que le liquide est en quantité très faible. Ce phénomène est dû à la résistance de la membrane très élastique qui entoure le noyau, membrane qu'il est facile de mettre en évidence, en faisant pénétrer sous la lamelle un liquide renfermant une quantité suffisante de glycérine. On voit bientôt le noyau se contracter, perdre sa sphéricité, et présenter des plis à sa surface. On peut encore constater facilement, sur les coupes, cette membrane, grâce à la réfringence considérable dont elle est douée. On y voit très facilement un double contour.

La vésicule germinative, étudiée dans ces conditions, est finement granuleuse, homogène, dans les œufs jeunes, mais présentant, chez les plus gros, un fin réseau, renfermant un nombre très considérable de petites vacuoles remplies de liquide. Ce réticulum, fixé et coloré par les procédés indiqués ci-dessus, présente ordinairement, dans les gros œufs, l'aspect de la figure 59, c'est-à-dire qu'il existe un amas principal, fortement excentrique, qui renferme le nucléole, et d'où partent les travées limitant les vacuoles. Celles-ci sont d'autant plus nombreuses qu'on se rapproche davantage de la périphérie. Cette disposition du protoplasma de la vésicule germinative ou nucléoplasma, rappelle celle qui a été décrite pour la première fois par Van Beneden et depuis par d'autres observateurs, Flemming, Hertwig, Carnoy, etc., chez divers animaux.

Le nucléole, ou tache germinative, est placé très excentriquement dans le noyau (fig. 58 et 59). Il est constitué, dans les jeunes œufs, par une vésicule à peu près sphérique, qui, dans les œufs plus âgés, présente une bosse plus ou moins saillante, qui peut être aussi développée que celle que Flemming a figurée dans *Anodonta complanata*. Cette partie du nucléole se colore beaucoup plus énergiquement que le reste, par les réactifs colorants. On peut constater dans la figure 58, qui représente l'état le plus ordinaire, que la tache germinative occupe la partie du noyau la plus rapprochée du disque protoplasmique apical, et que sa bosse colorable est aussi tournée de ce côté. En observant le nucléole

dans le sang, immédiatement après sa sortie de l'œuf, j'ai vu quelquefois se former à sa surface de légères saillies, qui m'ont fait supposer qu'il s'y produisait des mouvements amiboïdes. Ces mouvements, difficiles ordinairement à constater, ont été vus par d'excellents observateurs, non seulement dans le nucléole des œufs, mais encore dans celui des cellules les plus diverses : par Lavalette Saint-Georges dans l'œuf d'une Libellule; Metchnikoff, dans les cellules des glandes salivaires des larves de Fourmis; Brandt, dans les œufs de *Periplaneta orientalis*; Hertwig dans les œufs de *Polystomum*, chez les Grégarines, etc. Faut-il voir là des phénomènes physiologiques, ou bien des signes avant-coureurs d'une mort prochaine, c'est ce que je ne saurais décider.

La dissociation suffit à mettre en évidence les résultats qui précèdent; la méthode des coupes fournit des renseignements aussi nombreux qu'intéressants sur la structure de l'ovaire. Le procédé qui m'a donné les meilleurs résultats est le suivant : on prend un animal entier, on le plonge pendant une demi-heure dans un liquide composé d'alcool absolu, 2 parties; acide osmique à 1 %, 1 partie. La coloration ne se fait plus, mais elle est inutile, car, sur les coupes minces, tous les détails de structure sont d'une grande netteté.

Je me suis aussi servi, comme liquide fixateur, de la liqueur chromo-acéto-osmique, qui donne de très bons résultats. J'ai employé concurremment le liquide picro-sulfurique, qui ne produit pas, tant s'en faut, une fixation aussi parfaite des éléments anatomiques, mais qui permet d'employer avec plein succès tous les procédés de coloration.

L'examen des œufs complètement développés (fig. 60) ne nous apprend rien de bien nouveau. L'indécision des contours nous confirme l'absence d'une membrane vitelline, tandis que nous trouvons un argument nouveau en faveur de l'existence de la membrane nucléaire, dans la réfringence et la netteté de la paroi du noyau qui, examinée à l'aide d'un grossissement suffisant, montre un double contour. On peut constater encore que le noyau est complètement entouré de protoplasma formatif, qui pénètre même, comme un coin irrégulier, jusque dans les parties centrales de l'œuf, et que le disque protoplasmique et

le noyau sont toujours tournés du côté de la lumière du canal.

Les cellules qui tapissent la paroi du canal ovarien peuvent être étudiées avec avantage sur des coupes d'objets préparés par l'acide osmique et l'alcool, ou par le réactif chromo-acéto-osmique. Dans ces conditions, leur corps protoplasmique se voit avec une très grande netteté. Ces éléments, qui étaient sphériques dans les dissociations, sont ici cylindriques par pression réciproque.

C'est au milieu d'eux, mais seulement auprès de la paroi, que l'on rencontre des cellules un peu plus volumineuses, dont le noyau est proportionnellement très développé, aussi bien que le nucléole. Bientôt les granulations se montrent en grand nombre au milieu de leur protoplasma, et l'on a des œufs en miniature, se rattachant aux œufs complètement développés par de nombreuses formes intermédiaires, qu'il est facile de rencontrer. Il arrive quelquefois, dans ces œufs jeunes, que le noyau n'est pas toujours excentrique; mais cet état ne persiste pas, et la disposition normale se produit avant que l'œuf n'ait atteint une taille considérable. Les œufs sont quelquefois étirés en forme de larme, et se trouvent pendant un certain temps en rapport avec la paroi par un pédicule grêle, qui disparaît bientôt. Tous les œufs sont alors séparés de la membrane par une couche en général unique de cellules, dans laquelle on ne voit pas ordinairement se former de jeunes œufs; ces derniers se trouvent toujours placés dans l'intervalle des œufs bien développés. Il semble qu'au point où le jeune œuf se développe, les cellules sœurs deviennent capables de proliférer plus activement. Il se forme là d'ordinaire un épais bourgeon qui l'entoure complètement. La calotte cellulaire qui le recouvre du côté du canal s'amincit progressivement et finit par disparaître.

L'œuf ovarien est donc entouré d'une enveloppe cellulaire souvent incomplète, dont nous venons d'étudier l'origine, et qui ne provient pas de l'œuf lui-même, comme cela se passerait, d'après M. Sabatier, chez les Chitons, les Ascidies et chez bien d'autres animaux. Les cellules de ce follicule, qui dérivent comme l'œuf de la couche germinative, se modifient au fur et à mesure qu'elles s'éloignent de leur point d'origine; leur noyau devient plus pâle, leurs limites confuses; elles prennent les caractères de cellules en dégénérescence granuleuse et forment un véritable syncytium à la surface de l'œuf, qui les absorbe probable-

ment par une sorte d'osmose, mais ne les déglutit jamais par un procédé semblable à celui qu'emploient les amibes, et même certains œufs, ceux de quelques Hydraïres, par exemple, et, d'après Ray-Lankester, ceux de la *Sepia*. Toutes les parties de l'ovaire peuvent donner naissance à des œufs, qui se développent sur place, jusqu'à ce que leur enveloppe cellulaire se rompe ou bien soit complètement résorbée; ils tombent alors dans le canal central.

Il importe, à mon avis, avant de quitter cette question de l'origine et du développement de l'œuf, d'être fixé sur la nature des éléments aux dépens desquels il prend naissance. Quelques auteurs ont donné aux cellules parmi lesquelles se développe l'œuf, le nom d'*épithélium germinatif*. Ce terme a été interprété de façons diverses : les uns n'ont vu dans ces cellules que des éléments embryonnaires restés dans l'ovaire et se perpétuant sous cette forme, auxquels ils n'ont donné le nom d'*épithélium* que parce qu'ils tapissent une membrane; les autres ont pu penser que l'on avait affaire à de véritables épithéliums différenciés, qui pouvaient revenir en arrière, reprendre les caractères embryonnaires et devenir des œufs. Cette opinion qui n'est guère philosophique, a de plus le désavantage d'être contraire aux faits. C'est ce que Weismann établit dans son magnifique travail sur les Hydraïres; les fonds des gaines ovigères des Insectes en donnent une preuve encore plus démonstrative. Chez le Cyclostome enfin, nos propres observations ne nous permettent pas de considérer comme épithéliales les cellules qui tapissent l'ovaire. Elles n'ont ni forme bien définie, ni membrane bien arrêtée; ce sont, en un mot, des éléments embryonnaires et non des épithéliums. Si la discussion se réduit à une question de mot, il est facile de s'entendre. Mais si l'on attache au terme *épithélium* le sens précis qu'il doit avoir, nous ne pouvons considérer l'œuf comme dérivé d'un tissu déjà différencié. C'est là une opinion que nous avons entendu maintes fois soutenir par notre savant maître M. Pérez, et que nous acceptons sans réserves.

Je n'ai jamais pu constater aucune influence des saisons sur le contenu de l'ovaire. Je n'ai jamais pu trouver dans cet organe aucune modification qui m'annonçât une ponte prochaine. Jamais

non plus, je n'ai pu rencontrer les œufs dans les autres parties des organes génitaux.

La membrane propre de l'ovaire, qui est indiquée dans la figure 60, d'une façon un peu schématique, est composée d'éléments musculaires et conjonctifs. Son épaisseur est très peu considérable. Elle est entièrement dépourvue de pigment, et c'est uniquement aux granulations de deutolécithe contenues dans les œufs, que l'ovaire doit sa coloration jaune.

La première portion de l'oviducte possède une membrane musculo-conjonctive, un peu plus épaisse que celle de l'ovaire, revêtue d'une couche unique d'épithélium cylindrique. Les cellules qui la composent ne possèdent pas de cils vibratiles, et contiennent des granulations brunes (fig. 64'). Elles limitent un canal de calibre très petit.

Il est extrêmement rare de rencontrer des spermatozoïdes dans cette partie des organes génitaux femelles; et lorsqu'ils s'y rencontrent, c'est toujours en très petit nombre. Peu à peu l'oviducte s'élargit (fig. 61, *a*), ses parois deviennent plus épaisses, et prennent une coloration blanche. On voit à leur surface l'indication des plis longitudinaux qu'elles présentent. Sur les coupes, on retrouve ces plis, qui sont très nets. La couche externe musculo-conjonctive, qui renferme aussi des éléments élastiques, possède une puissance considérable. Elle est revêtue d'un épithélium cylindrique, formé de cellules dépourvues de cils vibratiles, contenant, les unes de fines granulations, les autres de gros globules réfringents, tels que nous en rencontrons plus loin dans les cellules qui tapissent les replis de l'utérus. La coloration blanche que possèdent ces organes est due, dans les deux cas, aux cellules que nous venons d'indiquer. Cette partie de l'oviducte est constamment remplie de spermatozoïdes, qui paraissent toujours en très bon état.

La poche copulatrice, dont nous avons plus haut fait la description, est simplement accolée à l'utérus, dont elle n'est séparée que par une fine lame de tissu conjonctif (fig. 61). Elle se continue en bas avec l'oviducte et en haut avec un canal qui se rétrécit progressivement, mais qui s'ouvre avant d'arriver à la fente vulvaire, de façon à former une gouttière, dont les bords se continuent avec ceux de cet orifice. Le point le plus inférieur de cette fente se trouve au niveau du trait d'union des

deux portions de la matrice, à l'endroit où se réfléchit le feuillet antérieur du manteau, pour constituer le fond de la cavité respiratoire.

Je crois qu'il est absolument impossible, en raison de la petitesse des organes et de la mollesse des tissus, de se rendre compte, sans coupes, de ces dispositions anatomiques, que je puis, grâce à cette méthode, décrire, sans qu'il me reste le moindre doute dans l'esprit.

La couleur blanche de la poche copulatrice et de son canal est due à l'épithélium cilié qui revêt leurs parois. Cet épithélium est composé de cellules remplies, les unes, de granulations très grosses, comme celles des cellules de l'utérus, les autres, de granulations beaucoup plus fines. La poche copulatrice contient souvent des paquets de spermatozoïdes, mais en petite quantité, tandis que le renflement fusiforme de l'oviducte paraît être leur séjour d'élection; on y trouve constamment, en effet, un nombre énorme de spermatozoïdes réunis en gros faisceaux, agglutinés vraisemblablement par les produits de la sécrétion des cellules de la paroi. Ces spermatozoïdes et la matière qui les unit absorbent énergiquement les matières colorantes et forment, dans les coupes, des taches violemment colorées par les divers carmins (fig. 61, *a*). Je suis heureux de me trouver entièrement d'accord sur tous ces points avec M. Pérez qui était arrivé à la suite de ses observations sur le Cyclostome, à des conclusions tout à fait semblables (1).

La portion supérieure de l'utérus ou portion blanche, est tapissée par des bourrelets transversaux, que nous avons déjà indiqués en faisant l'étude microscopique des organes génitaux. On doit, pour se faire une idée exacte de cette région, l'étudier par les dissociations et par les coupes. Lorsqu'on emploie ce dernier procédé, on ne doit pas arriver jusqu'à l'alcool absolu, car l'objet deviendrait trop cassant, et il serait impossible de faire des sections de l'utérus tout entier. Il ne faut donc pas dépasser l'alcool à 90°. On peut faire les dissociations après l'action de l'alcool à 1/4, ou bien on fait agir, sur des fragments de petit volume, une solution à 1% d'acide osmique pendant une

(1) Pérez. — *Recherches sur la génération des Mollusques Gastéropodes*.
Mém. Soc. des sc. phys. et nat. de Bordeaux, 1868.

deux heures et on les laisse ensuite dans l'eau distillée pendant 16 heures environ. J'ai obtenu de bons résultats par l'emploi du carmin osmique, tel que l'a indiqué Delage dans un travail tout récent.

On isole facilement, par ces divers procédés, les éléments cellulaires qui tapissent les bourrelets de l'utérus. Les formes les plus nombreuses et qui frappent surtout les yeux dans un premier examen, peuvent toutes se ramener au type représenté dans la figure 63. Ce sont des cellules de grande taille, à peu près cylindriques, mais un peu effilées dans leur partie basale, qui contiennent un tout petit noyau. Leur corps est bourré de gros globules réfringents, très distincts, séparés les uns des autres par un réseau protoplasmique. Ce réseau se colore seul en rose, ainsi que le noyau, lorsqu'on fait agir le picrocarmin pendant un temps très court sur ces cellules; si l'action se prolonge, les globules finissent eux aussi par se colorer.

Chez les cellules vivantes étudiées dans le sang, ou dissociées après l'action de l'acide osmique, les globules sont aussi nets et aussi distincts que dans mon dessin. Mais dans les préparations à l'alcool faible, les globules, dans la plupart des cellules, se gonflent, s'étalent, perdent leur réfringence et leur individualité. Ce phénomène s'achève rapidement, lorsqu'on porte les fragments dans l'eau pure. Toutes ces cellules possèdent sur leur plateau des cils vibratiles courts, mais très actifs, dont on peut facilement constater l'existence sur le vivant. Dans les dissociations à l'alcool faible, on ne retrouve plus d'ordinaire ni le plateau, ni les cils tandis qu'ils sont toujours très distincts et parfaitement conservés dans les préparations à l'acide osmique. Les globules ont été observés par Claparède, qui a constaté qu'ils se dissolvaient rapidement dans les solutions alcalines, et qu'ils se gonflaient dans l'eau et les solutions d'acide acétique, où ils finissent par se fondre.

On trouve encore d'autres éléments anatomiques, représentés dans la figure 63, 3. Ce sont des cellules dont la partie inférieure est très grêle, mais qui s'élargissent très rapidement vers le haut et présentent un plateau de très grande dimension, d'où partent des prolongements échancrés, qui s'insinuent entre les éléments voisins. Ces cellules sont remplies d'un protoplasma granuleux, et recouvertes de cils vibratiles. Lorsqu'on examine les lames

blanches qui font saillie dans l'utérus, on y voit des champs polygonaux obscurs, correspondant aux plateaux de ces cellules, vus de face. Leur noyau peut se trouver placé dans toutes les régions de la cellule. Leur pied est ordinairement simple, mais peut être constitué par deux ou trois pédicules très grêles, présentant quelques petites varicosités qui pourraient, au premier abord, les faire prendre pour des cellules terminales nerveuses. Malgré cette apparence, il reste encore dans mon esprit des doutes sur leur véritable nature et leurs fonctions. Mais j'espère arriver, par l'histogénèse, à résoudre cette difficulté. Quant aux cellules de la première forme, leur rôle est évidemment de fabriquer les globules qui sortent de la cellule, alors réduite à sa membrane et à ses travées protoplasmiques en partie résorbées. La figure 63, ² représente une cellule en cet état. Tout ce que nous avons dit plus haut de ces globules, montre bien qu'ils sont composés d'albumine pure.

Si on dissocie dans le sang de l'animal un lambeau de la portion inférieure grise de l'utérus, on rencontre un très grand nombre de globules libres ressemblant aux globules du sang de la grenouille, auxquels les compare Claparède. On voit aussi, au milieu du liquide de la préparation, des travées, formant un réticulum informe, qui tombe bientôt, ainsi que les corpuscules eux-mêmes, en déliquium. Si on fait des coupes minces dans cette région, on voit qu'elle est constituée par des replis tapissés d'éléments contenant un petit noyau, qui absorbe plus vivement les réactifs colorants que le reste de la cellule, toujours cependant coloré, lorsque le séjour dans le carmin a une durée suffisante.

En employant les procédés de dissociation indiqués plus haut, on isole des cellules dont le diamètre transversal est très considérable, proportionnellement à leur hauteur. Ces cellules montrent un très petit noyau, contenu dans leur partie inférieure, et des cils vibratiles à leur surface. Dans leur intérieur, on voit un réseau protoplasmique emprisonnant les globules, polyédriques par pression réciproque. La diffuence des globules et des squelettes cellulaires dans cette région, beaucoup plus grande que celle des éléments de la portion supérieure, avait fait supposer à Claparède, que les globules nageaient au milieu d'un liquide remplissant la portion grise de l'utérus. Il lui eût

été facile, en observant avec soin des animaux plongés dans l'eau bouillante, procédé dont il s'est cependant servi, d'éviter cette erreur. J'ai vu dans cette région des cellules cylindriques, chez lesquelles les globules n'étaient pas bien développés; mais je n'ai jamais retrouvé d'éléments semblables à ceux que j'ai décrits dans la portion supérieure de l'utérus et qui ont été représentés fig. 64, 3.

Je ne puis rien indiquer de bien certain sur le rôle de chacune des portions de l'utérus; je ne puis même définir exactement les fonctions de cet organe, n'ayant jamais pu, pas plus du reste que les observateurs qui m'ont précédé, observer la ponte du Cyclostome. Il paraît probable que le rôle des corpuscules sécrétés est de fournir à l'œuf ses enveloppes d'albumine, si le Cyclostome est ovipare, et s'il est ovovivipare de nourrir les embryons.

L'accouplement n'a pas, sur la ponte du Cyclostome, la même influence que chez les Gastéropodes pulmonés. J'ai pu recueillir souvent, à diverses époques de l'année, des Cyclostomes accouplés; je les ai séquestrés dans des conditions convenables, et je n'ai jamais pu recueillir des œufs. J'ai disséqué soigneusement des femelles à toutes les époques de l'année, et je n'ai jamais rencontré d'œufs en dehors du tube ovarien. Il est donc extrêmement probable que, comme chez les *Bithynia*, avec lesquelles les Cyclostomes présentent tant de rapports, le passage dans les organes génitaux des œufs sortis de l'ovaire est très rapide, et qu'ils sont pondus immédiatement. Le nom d'*utérus*, que j'ai conservé jusqu'ici, n'aurait donc plus sa raison d'être, et on pourrait le remplacer par celui d'*organe feuilleté*, qui a l'avantage de ne rien préjuger sur la fonction de cet organe glandulaire.

Les relations anatomiques entre les deux portions de l'organe feuilleté sont assez compliquées, et ne peuvent guère être étudiées que par la méthode des coupes.

Dans les deux figures 61 et 62, tout ce qui appartient à la partie grise est teinté en violet foncé, et tout ce qui dépend de la partie blanche, en violet clair. On voit dans la figure 61, qui représente une coupe faite au niveau de la région inférieure de l'utérus, que la partie grise forme cette région tout entière. Cette partie grise constitue ainsi une poche simple, dans laquelle font

saillie les replis de la paroi épithéliale, qui s'adosse à elle-même pour les former. On trouve, au centre de ces replis, des fentes lacunaires qui communiquent avec un sinus placé entre la lame épithéliale et la paroi conjonctive entourant l'organe tout entier. Des coupes faites à un niveau plus élevé montrent que la poche formée par la substance grise se divise en deux tubes : l'un, plus court et plus étroit (fig. 62, *c*), débouche à gauche au niveau où la gouttière du canal de la poche copulatrice se continue avec la vulve proprement dite; l'autre, plus long et plus considérable, descend plus bas et s'ouvre à droite dans la portion supérieure de la cavité utérine. On peut voir, dans la figure 62, que la portion blanche se prolonge en un bourgeon creux, complètement entouré de tissu conjonctif, et paraissant fermé à son extrémité. Entre les deux tubes de la substance grise, ce bourgeon se trouve, à son sommet, plus rapproché de la paroi antérieure; ce n'est que progressivement et beaucoup plus haut, que les feuillets blancs se rapprochent de la paroi postérieure (fig. 57).

Il n'est pas rare de rencontrer des animaux accouplés, mais il est difficile de constater exactement ce qui se passe dans l'accouplement. Je n'ai pu arriver à tuer instantanément les conjoints. Je me vois donc réduit à faire des suppositions, d'après la structure et la disposition des organes sexuels. La verge doit glisser à plat dans le fourreau constitué par les deux lèvres de la vulve et son extrémité pointue, doit s'insinuer dans la gouttière du tube qui aboutit à la poche copulatrice. Les spermatozoïdes doivent progresser dans ce réservoir, en vertu de leurs mouvements propres et de l'action des cils vibratiles, jusqu'à la région de l'oviducte, où ils auront à séjourner. L'éjaculation est probablement causée par les titillations voluptueuses produites sur les nombreux plis de la verge, par le contact des lèvres de la vulve et de l'anneau du manteau.

Organes génitaux mâles.

Les organes génitaux mâles du *Cyclostoma elegans* ont été décrits par Lister, Prévost, Moquin-Tandon et Claparède; je n'ai pu me procurer à temps les travaux des deux premiers auteurs; mais je suppose que, vu l'époque à laquelle ils ont été écrits, je ne pourrais y trouver des documents utilisables sur la structure intime de ces organes.

Ils se composent du testicule, du canal efférent, de la poche glandulaire, du canal déférent et du pénis.

Le testicule n'a pas été vu par Lister, qui prenait la poche glandulaire pour un testicule. Moquin-Tandon est très bref dans sa description; il le décrit comme une petite grappe irrégulière, jaune, cachée au milieu du foie, dans les premiers tours du tortillon. C'est tout ce qu'il nous dit de cet organe, rien sur sa structure, rien sur les spermatozoïdes. La figure qu'il donne est tout à fait insuffisante. Claparède a étudié le testicule avec beaucoup plus de soin que ses prédécesseurs. Il décrit plus exactement sa situation.

A l'époque de l'année où le testicule est bien développé, il occupe les deux premiers tours du tortillon; les canaux plus ou moins ramifiés et terminés en cul-de-sac qui le composent, sont mêlés aux follicules de la glande digestive, dont on peut les séparer facilement (fig. 65). Les dimensions des deux organes sont inverses, suivant l'époque à laquelle on les observe. En hiver, le testicule, peu développé, n'apparaît que par places à la surface de l'extrémité postérieure du corps, alors extrêmement grêle; mais vers les mois de mai ou de juin, la glande digestive est réduite à de petites taches brunes, clairsemées au milieu de la masse jaune clair ou orangée du testicule. La partie postérieure du corps est alors devenue très volumineuse. Claparède a dessiné (pl. 11, fig. 17) un animal en cet état. Cette règle posée par Claparède souffre bien des exceptions : j'ai vu en plein hiver de nombreux animaux, chez lesquels la glande digestive disparaissait presque complètement sous les masses orangées du tes-

ticule, qui cependant était à l'état de repos; tandis que l'on rencontre, au mois de juin, des animaux chez lesquels les tubes testiculaires, aussi peu nombreux qu'ils le sont au mois de janvier, contiennent des quantités innombrables de spermatozoïdes en voie de développement. Les follicules testiculaires, restent plongés au milieu du foie, et rien ne trahit au dehors l'activité dont ils sont le siège. La partie supérieure du testicule, chez un animal où il est bien développé, embrasse l'extrémité inférieure du cul-de-sac stomacal, et à ce niveau, s'isole le canal efférent, qui fait suite au canal propre du testicule. La distinction entre ces deux canaux peut sembler arbitraire; cependant ils se distinguent nettement l'un de l'autre par leur structure comme nous le verrons plus loin, et par leur coloration : le canal propre du testicule est jaune, le canal efférent est blanc.

Les follicules testiculaires (fig. 66), dont la couleur jaune se présente avec des nuances variées, sont revêtus d'une membrane anhiste, tapissée intérieurement par des cellules contenant des granules pigmentaires (fig. 67), qui donnent à l'organe sa coloration. Ces cellules deviennent parfaitement sphériques dans les dissociations. Leur noyau est caché au milieu de granulations qui ressemblent aux granules deutolécithiques de l'œuf femelle, et qui se colorent comme eux en noir, par l'action de l'acide osmique. On trouve des granulations semblables dans les spermatogonies renfermant plusieurs noyaux. Du fait de leur situation, et encore pour d'autres raisons qui seront exposées plus loin, je conclurai que ces cellules sont de véritables œufs mâles, constituant la couche germinative du testicule, et qui seront le point de départ des phénomènes complexes qui doivent se terminer par la formation du spermatozoïde.

Nous ne suivrons pas Claparède dans son étude sur la spermatogénèse. Ses observations sont très incomplètes; il reproduit l'erreur universellement acceptée de son temps, qui consiste à considérer comme se développant dans l'intérieur d'une cellule mère, des spermatozoïdes qui avaient été enroulés sur eux-mêmes par l'action de l'eau. Mais nous croyons devoir jeter un rapide coup d'œil sur les travaux des auteurs qui se sont

occupés de la spermatogénèse, ainsi que sur les théories qui ont été émises sur la valeur morphologique de l'élément fécondant.

Lorsqu'on étudie la spermatogénèse chez les invertébrés, on est ordinairement frappé par la présence de nombreux amas de cellules, fixées sur un corps granuleux qui renferme ordinairement un ou plusieurs noyaux, mais qui peut en être complètement dépourvu. Nous adopterons dans notre étude, pour désigner ces diverses parties, la terminologie de Lavalette Saint-Georges. La masse centrale est le *cytophore*, entouré par les *spermatocytes* qui se développent aux dépens d'une cellule mère, *spermatogonie*, qu'on peut aussi appeler *ovule mâle*. L'ensemble des spermatocytes et du cytophore est le *spermatogemme*.

H. Meckel(1), considère chez l'*Helix pomatia*, le corps central comme une cellule épithéliale, sur laquelle auraient bourgeonné les spermatocytes. Kölliker(2), en 1847, à la suite d'observations faites sur la même espèce, affirme que le cytophore n'est pas une cellule, mais une masse granuleuse sans membrane et sans noyau. La véritable cellule mère engendre des spermatocytes par division endogène, et le cytophore n'est autre chose que le résidu de la division de la cellule mère. Semper(3) cependant arrive aux mêmes conclusions que Meckel. La même opinion est encore soutenue avec réserves par Keferstein(4) et Balbiani(5).

Plus récemment, Mathias Duval(6) a défendu la même théorie dans deux mémoires sur lesquels nous allons donner quelques dé-

(1) H. Meckel. — *Ueber den Geschlechtsapparat einiger hermaphroditischen Thiere* dans Müller's Archiv. 1844).

(2) Kölliker. — *Die Bildung der Samenthaden in Bläschen, als allgemeines Entwicklungsgesetz*, dans Denkschriften der schweizer. naturf. Gesellsch. Bd VIII, 1846.

(3) Semper. — *Beitr. Z. Anat. u. Phys. der Pulmonaten*, dans Zeits. f. wiss. Zool. 1857.

(4) Keferstein. — Dans Bronn's *Thierreich*.

(5) Balbiani. — *Mémoire sur la génération des Aphides*. Ann. Sciences nat. 5^{ème} sér. t. XI.

(6) Mathias Duval. — *Recherches sur la spermatogénèse chez l'Helix, la Paludine, la Grenouille*. Revue des sciences naturelles de Montpellier.

tails. Dans ses observations sur l'*Helix*, faites au mois de janvier, époque à laquelle les phénomènes initiaux du développement sont plus faciles à observer, à cause de la vacuité du testicule, Duval a vu le noyau des ovules mâles devenir ovale et granuleux; dans le protoplasma se montrent bientôt de petits noyaux; plus tard, chacun de ces noyaux passe dans un bourgeon protoplasmique porté sur la cellule mère, puis ces bourgeons augmentent en nombre et en volume et forment des masses énormes de spermatoblastes (spermatocytes). On voit encore à ce moment le noyau mère, noyau principal. Duval a vu la multiplication des spermatocytes par division endogène; le protoplasma de la cellule mère diminue et le spermatocyte reste en rapport avec son noyau. Dans la *Paludina vivipara*, animal voisin du Cyclostome, la production des spermatozoïdes se fait pendant toute l'année. Une cellule mère, dont le gros noyau (noyau principal) persiste, donnerait naissance à un grand nombre de noyaux qui, en bourgeonnant à la surface de l'énorme cellule mère, forment les spermatoblastes. Dans son travail sur la spermatogénèse chez la Grenouille, Duval revient sur ses anciennes opinions, sans avoir cependant repris ses observations. Il croit que le noyau principal appartient à un nouvel ovule en train de se développer, et indépendamment des spermatoblastes qui l'entourent. C'est à cette opinion que m'ont conduit mes recherches sur le Cyclostome ainsi que des observations sur l'*Helix* qui seront publiées ultérieurement. On ne peut dès lors considérer le corps cytophoral de l'*Helix* comme le résidu de la cellule mère. Nous allons voir ce qu'en dit Bloomfield.

Bloomfield (1) a publié en 1880 deux mémoires importants, dans lesquels il apporte un nouveau renfort aux idées de Kölliker, ébranlées par Duval. Chez le Lombric, le contenu de la cellule mère s'étant incomplètement divisé, le cytophore n'est autre chose que le résidu du protoplasma de la spermatogonie. Chez l'Hélice, le cytophore contient un noyau plus gros que ceux des spermatocytes, mais plus petit que celui des spermatogonies; ce serait une des cellules provenant de la division de ces dernières,

(1) Bloomfield. — *The development of the spermatozoa. Lumbricus. Helix. Rana.* Quart. Journ. of micr. sc., 1880.

qui subirait la dégénérescence granuleuse, et servirait de support aux spermatocytes. Bloomfield croit qu'ici comme ailleurs le cytophore peut jouer un rôle physiologique, mais qu'il n'a aucune signification morphologique. Jensen (1) dans son excellent travail sur la spermatogénèse, est arrivé aux mêmes résultats.

M. Sabatier est arrivé, à la suite de travaux considérables, à des conclusions qu'il est difficile d'analyser, et que l'on me saura peut-être gré de reproduire ici, telles qu'il les a formulées :

« 1^o Un élément cellulaire, appartenant au tissu de la prétendue glande mâle (et non d'une manière spéciale une cellule épithéliale), grossit et acquiert une zone plus épaisse de protoplasma; cette première différenciation constitue la cellule reproductrice primitive;

» 2^o Cette cellule se multiplie par division du noyau et du protoplasma;

» 3^o Il résulte de là une agglomération, un groupe de cellules, qui forment les tubes de Pflüger mâles ou nids d'ovules mâles primitifs ou polyblastés;

» 4^o Cette première génération de cellules, ou protospérmoblastes, devenues plus ou moins indépendantes, peut donner naissance à son tour à une ou plusieurs générations successives de protospérmoblastes. De là résultent des polyblastés, ou nids d'ovules mâles, dans lesquels le volume des éléments cellulaires du même nid décroît, à mesure que leur nombre augmente;

» 5^o Ensuite chacun de ces éléments cellulaires, qui sont les ovules mâles définitifs, acquiert une atmosphère plus épaisse de protoplasma, et dans la zone qui est en contact immédiat avec le noyau, naissent, par voie de concentration et de différenciation, c'est-à-dire par voie de genèse vraie, des corpuscules homogènes, hyalins, qui se différencient progressivement, et peuvent se multiplier par division simple. Ces corpuscules une fois formés, prennent une direction centrifuge et se portent à la périphérie de l'ovule, pour faire saillie et s'organiser en spermatozoïdes. Par

(1) Jensen. — *Recherches sur la spermatogénèse*. Arch. de biologie t. VI.

(2) Sabatier. — *La spermatogénèse chez les Annélides et les Vertébrés*. Comptes-rendus, 1882, p. 172 et 1097.

là, est formé le polyblaste terminal ou deutopolyblaste, constitué par l'ovule mâle, à la surface duquel se sont éliminés les deutospérmoblastes. Ces derniers s'organisent en spermatozoïdes et trouvent pour cela des éléments de nutrition dans le noyau et le protoplasma de l'ovule mâle. Quand ils auront atteint leur développement complet, ils se détacheront, deviendront libres, et seront susceptibles de jouer le rôle d'éléments fécondateurs. Le noyau de l'ovule, épuisé et dépouillé d'éléments nutritifs, a pâli, s'est amoindri et aplati, et tend à se désagréger entièrement dans le liquide spermatique, où ses débris peuvent encore servir d'éléments de nutrition. »

Il nous reste encore à citer un passage extrait d'un autre travail du savant professeur de Montpellier, qui contient l'exposé de ses idées sur la signification morphologique de ces phénomènes et du spermatozoïde lui-même, qui en est le dernier résultat :

« Dans tout élément cellulaire il y a antagonisme ou polarité différente, entre les portions centrales, composées du noyau et de la couche de protoplasma qui le recouvre directement d'une part, et les couches périphériques du protoplasma d'autre part.

» Ces polarités sont de nature sexuelle, la polarité centrale correspondant à l'élément femelle et la polarité périphérique à l'élément mâle. Ces deux polarités de nom contraire ont de l'attraction l'une pour l'autre; toute cellule dans laquelle les deux polarités sont maintenues en équilibre, est une cellule neutre. C'est un élément complet, dans lequel rien ne fait défaut, et qui est capable de se reproduire, pourvu qu'il soit assez jeune et ait une provision suffisante de principes nutritifs. Mais toute cellule dans laquelle, par suite de la disparition partielle ou totale de l'un des éléments polaires, l'équilibre est rompu, acquiert une polarité prédominante, et devient par cela même sexuée. Il suffit pour cela d'une modification de sa nutrition et de son développement, qui subordonne un des éléments polaires à l'autre, mette en évidence et en activité une polarité sexuelle, que neutralisent la polarité sexuelle opposée.

» Il résulte de là, que toute cellule dans laquelle l'élément central se désagrège et disparaît, devient par cela même un élément sexué mâle, et que toute cellule dans laquelle l'élément central devient prédominant, et dans laquelle l'élément péri-

phérique est détruit ou rejeté, devient un élément sexuel femelle. »

Les conclusions de Sabatier peuvent s'appuyer aussi bien sur ses observations propres, que sur celles de Mathias Duval. De même que ce dernier, Sabatier peut être considéré comme se rattachant aux idées de Meckel. Mais il les a si bien développées, l'étendue et la portée de ses considérations et de ses recherches est si considérable, qu'il est beaucoup plus juste, à notre avis, de le considérer comme un initiateur, que comme un continuateur de ceux que nous avons nommés plus haut. Nous sommes loin cependant de nous ranger à son avis sur l'interprétation des phénomènes de la spermatogénèse. Nous acceptons la manière de voir de Kölliker, renouvelée par Jensen, dans un travail fort remarquable déjà cité, qui établit l'identité des processus dans tous les groupes animaux. Ce travail a été dernièrement confirmé par celui de Swaen et Masquelin (1), qui a rectifié les erreurs de Semper. Nous croyons, d'après nos recherches sur les phénomènes de la spermatogénèse chez le Cyclostome et d'après d'autres observations faites sur divers animaux, que le spermatozoïde provient de la segmentation répétée des spermatogonies ou ovules mâles; que le cytophore, dont l'existence n'est pas constante et dont l'origine est variable, n'est autre chose, quand il n'est pas nucléé, que le résidu du protoplasma de la spermatogonie, tandis que, lorsqu'il possède un noyau, il provient des cellules centrales du spermatogemme qui, à cause de leur situation, ne peuvent se développer, subissent la dégénérescence granulo-graisseuse, et servent à nourrir les spermatocytes. Le spermatogemme peut donc être considéré comme une morula mâle plus ou moins modifiée. Le spermatozoïde peut alors être regardé comme une sphère de segmentation de l'œuf mâle. C'est à cette idée, déjà ancienne, mais fortement battue en brèche par Meckel, Duval, Sabatier, que les faits observés chez le *Cyclostoma elegans* nous ont conduit.

Pour arriver à faire une étude complète du développement des spermatozoïdes, il est nécessaire d'employer concurremment la

(1) Swaen et Masquelin. — *Étude sur la spermatogénèse*. Arch. de biologie, T. IV.

méthode des dissociations et celle des coupes. Les dissociations peuvent être faites sur des organes frais, dans le sang de l'animal, dans la salive, ou dans le sérum de Kronecker, et surtout en laissant des fragments de testicule dans une solution d'acide osmique à 1 % pendant douze heures, puis dans l'eau distillée pendant douze autres heures. Les éléments durcis, mais cependant très bien fixés, se dissocient facilement par ce procédé, qui est très supérieur à tous les autres. Il est possible d'arriver à toute la perfection désirable, sans aucune contraction ni déformation des objets, en les étudiant sur des coupes à la paraffine, pourvu que la méthode d'inclusion soit appliquée avec la plus grande rigueur. Dans ces conditions, si les fragments sont très petits, l'excellent microtome de Rivet fournit des coupes qui ont $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$ de division, c'est-à-dire de $\frac{1}{300}$ à $\frac{1}{500}$ de millimètre. Après de nombreux tâtonnements, j'ai obtenu les meilleurs résultats, pour la fixation des objets, avec un mélange à parties égales d'acide osmique à 1/100 et d'alcool absolu. Les petits fragments de testicule doivent séjourner dans ce liquide 10 minutes environ (1). On trouve dans ces préparations les follicules tout à fait extérieurs trop noirs, d'autres au centre mal fixés; entre ces deux extrêmes, quelques culs-de-sac sont exactement au point désiré. Il faut encore, pour éviter toute contraction et toute déformation, que les transitions soient bien ménagées entre le liquide fixateur et l'alcool absolu, entre ce dernier et le chloroforme, et que l'on arrive à la paraffine fusible à 60°, qui permet de faire des coupes très minces, en employant trois paraffines de moins en moins fusibles.

Il est nécessaire aussi d'étudier le testicule aux différentes époques de l'année. Cet organe ne se trouve jamais vide pendant l'hiver, mais son fonctionnement paraît, en cette saison, sinon suspendu, au moins très atténué. Dès le mois de mars, les phénomènes de développement reprennent avec une nouvelle intensité. Nous supposons que notre étude débute à ce moment.

Dès la fin de février, on voit apparaître, dans la couche des cel-

(1) Dans ces derniers temps, j'ai obtenu, dans des testicules de Mollusques, des résultats très supérieurs, quant à l'étude du noyau, par l'emploi de l'acide azotique à 3 1/2 0/0 et la coloration à l'hématoxyline.

lules pigmentées de la paroi, une activité qui ne fera que s'accroître jusqu'au mois de juin et de juillet, pour diminuer ensuite.

On trouve, il est vrai, dès le printemps, dans les parties centrales des tubes folliculaires, des spermatozoïdes complètement développés, ou bien arrivés aux dernières phases de leurs transformations. Mais il n'y a aucune transition entre ces derniers et les premières formes dérivées immédiatement de la spermatogonie. On doit conclure de ces faits, que les spermatozoïdes qui ont passé l'hiver dans le testicule, proviennent de la poussée germinative de l'année précédente. Surpris par les conditions nouvelles dans lesquelles les plaçait la mauvaise saison et l'hibernation de l'animal, ils ont terminé, plus ou moins lentement, leur évolution vers leur forme définitive, que quelques-uns ne sont même pas parvenus à atteindre avant la fin de l'hiver. Du côté des ovules mâles, rien ne s'est produit; et, jusqu'à la fin de l'hiver, ils ne renferment, au milieu de leur protoplasma bourré de granulations deutolécithiques, qu'un ou deux, rarement quatre noyaux. Mais, dès lors, de nombreux phénomènes, nettement indiqués sur les coupes, se passeront dans le testicule.

La couche germinative est composée de petites cellules à un seul noyau, avec des granulations jaunes très fines dans le protoplasma (fig. 67, 69). En se développant, elles donnent naissance aux grosses cellules multinucléées, dont nous avons déjà parlé. On les trouve dans les dissociations sur le frais; mais il faut se servir des dissociations à l'acide osmique, et des coupes, si on veut se faire une idée exacte de leur forme et de leur situation. Ces cellules, que nous appellerons désormais les spermatogonies, peuvent être polyédriques et disposées sur plusieurs couches (fig. 69); mais un certain nombre d'entre elles peuvent être entraînées dans la cavité du follicule, où elles subiront les phases ultérieures de leur développement et revêtiront des formes très diverses (fig. 68, 70). Quant à celles qui restent près de la paroi, elles deviennent claviformes, avec un pied souvent très grêle et très allongé. J'ai réuni, dans la figure 71. des formes de spermatogonies très diverses. On voit que toutes possèdent un protoplasma granuleux, contenant souvent de nombreux granules de deutolécithe, d'autres n'en contenant plus du tout. Ces

cellules n'ont pas de membrane d'enveloppe; leur protoplasma peut s'étirer en longs filaments. Elles sont quelquefois disposées en éventail, comme en *c*, ce qui a pu donner lieu à l'interprétation de Mathias Duval, qui les considère comme résultant d'un bourgeonnement. Le noyau central qu'il indique à leur base, chez la Paludine, et qu'il considère comme le noyau mère, n'existe pas chez le Cyclostome d'une façon constante; lorsqu'il s'y trouve, il doit être considéré comme appartenant à un jeune ovule mâle, qui n'a d'autres rapports que ceux de la contiguïté avec les cellules qui l'entourent. Les noyaux des spermatogonies sont volumineux; lorsqu'on les étudie dans les préparations à l'acide osmique, leur contour paraît net et leur contenu finement granuleux; ils renferment un nucléole central, ou bien deux, plus ou moins éloignés l'un de l'autre. Mais l'acide osmique est un mauvais réactif du noyau, car, si on emploie l'acide azotique à 3 1/2 0/0 et l'hématoxyline, on met le réseau de nucléine en évidence et l'on ne voit plus de nucléole. Les noyaux contenus dans les spermatogonies proviennent toujours de segmentations successives du noyau initial, et il n'y a pas lieu d'admettre la formation de noyaux par bourgeonnement, aux dépens d'un noyau mère, pas plus qu'une formation intra-protoplasmique par condensation de chromatine, telle que l'admet Sabatier. Le protoplasma de la spermatogonie peut rester un certain temps indivis; mais bientôt il s'étrangle, et ainsi se forment les groupes tels que celui qui est représenté figure 71, et celui, beaucoup plus compliqué, de la figure 68, obtenu par dissociation dans le sang de l'animal, et fixation immédiate par l'action des vapeurs d'acide osmique. Ces groupes, que nous pouvons appeler des spermatogemmes, sont formés d'éléments de valeur très différente. Les uns (fig. 68; 70, *b*; 71, *d*), représentent des colonies de spermatogonies de second ordre, dans l'intérieur desquelles le noyau se segmente, sans entraîner immédiatement la division du protoplasma. Ces ovules mâles secondaires sont réunis les uns aux autres par un cytophore protoplasmique, qui n'est jamais nucléé. Ils peuvent terminer leur évolution de deux manières : 1^o ils peuvent, comme les ovules primordiaux, tomber au centre du follicule, comme on le voit dans la figure 70, et peut-être peuvent-ils encore donner, comme eux, naissance à un nouveau spermatogemme, semblable

à celui dont ils sont tombés; peut-être peuvent-ils aussi se transformer directement en spermatocytes; 2° ils peuvent rester fixés à la paroi par leur cytophore protoplasmique et se transformer, après une série de segmentations, dont le nombre est difficile à préciser, en spermatocytes (fig. 70, *b*; 72; 72').

Les phénomènes que nous venons d'indiquer ressemblent peut-être à ceux que Sabatier a décrits; mais il nous paraît difficile, en présence de leur complexité, de caractériser nettement les deux phases qu'il reconnaît dans tous les cas, la formation des protospermogemmes, et celle des deutospermogemmes.

Les spermatocytes, enfin, peuvent subir leurs transformations définitives en spermatozoïdes, soit en restant isolés, soit en restant unis par groupes de deux, ce qui est assez fréquent (fig. 74, *3*, *12*), soit en restant fixés sur leur cytophore (fig. 70, *d*), qui finit par se résorber (fig. 74, *16*). Au fur et à mesure qu'elles se divisent, pour se transformer en spermatocytes, les spermatogonies se modifient beaucoup. Leur noyau devient énorme par rapport au contenu de la cellule; ses nucléoles disparaissent, le réseau de nucléine devient plus net et se colore plus violemment par l'hématoxyline. Ces noyaux possèdent une membrane peu distincte, et sont entourés par une très mince couche de protoplasma. J'ai pu étudier la division des spermatocytes, soit sur des cellules groupées, soit sur des cellules détachées du cytophore. La plaque nucléaire, formée par la réunion des bâtonnets de nucléine, se sépare en deux parties réunies par des filaments achromatiques; le protoplasma cellulaire s'étrangle, mais ne se divise pas complètement, car les cellules resteront unies jusqu'à leur transformation (fig. 73). La petite taille des spermatocytes ne permet de voir rien de plus dans ces phénomènes délicats.

Quelles sont les transformations que subit le spermatocyte, pour se changer en spermatozoïde? On admet, généralement, depuis les travaux de von Ebner, que le noyau prend une part importante à la formation du spermatozoïde, et cependant, sa disparition pure et simple a été affirmée par de nombreux auteurs: Frey et Leuckart, chez la *Mysis*; Zenker, chez l'*Asellus aquaticus*; Leydig, chez la *Paludina vivipara*; Max Schultze, chez le *Microstomum lineare*, et Salensky, chez l'*Amphilinea*. D'autres auteurs ont observé, à côté du noyau en voie de disparition, un petit corpuscule particulier, qui prendrait naissance

dans le corps cellulaire, et qui aurait, dans la formation du spermatozoïde, la signification qu'on attribue d'ordinaire au noyau. Keferstein, chez l'*Helix pomatia*; Balbiani, chez les Aphides; Metschnikoff, chez l'Écrevisse et la Mouche; Mathias Duval, chez l'*Helix*, et peut-être chez la Paludine, ont signalé ce petit corpuscule.

De la Valette-Saint-Georges, qui ne doute pas de la participation du noyau à la formation du spermatozoïde, n'a pu se convaincre de sa persistance chez l'*Helix* et la *Clausilia*. D'après Flemming, chez la Salamandre, non pas le noyau tout entier, mais seulement la chromatine, interviendrait dans la formation de la tête du spermatozoïde; Jensen se range à l'opinion de Flemming.

C'est seulement au mois de juin, que les spermatozoïdes développés pendant l'année atteignent leur état définitif, et ce n'est que vers le milieu du même mois que l'on rencontre des formes telles que ¹², ¹³, ¹⁴ de la figure 74. Les spermatozoïdes, avons-nous dit, peuvent provenir des spermatocytes réunis en spermatogemmes, ou bien simplement accouplés, et même complètement isolés dans le tube testiculaire.

La queue du spermatozoïde atteint presque toute sa longueur, avant que le noyau ait commencé à s'allonger (fig. 74, ¹), mais il s'est déjà modifié, et s'est décomposé en plusieurs amas plus ou moins distincts. Il n'existe à ce moment aucune trace d'un prolongement, unissant la queue au noyau. La masse nucléaire principale s'arrondit, devient homogène. Au point d'union de cette masse avec la queue, on voit un corps réfringent, dont l'existence n'est pas constante, et, vers l'autre pôle de la cellule, un petit amas granuleux qui a été rejeté du noyau, mais que je n'ai pas vu sortir du protoplasma, au milieu duquel il persiste longtemps, sous forme de granulations plus ou moins distinctes. Le noyau s'allonge, et arrive à former la tête, par une succession de changements qui sont représentés dans la figure 74, et qui ne laissent aucun doute sur le rôle de l'élément nucléaire dans la formation de la tête du spermatozoïde. Le protoplasma se résorbe peu à peu, et contribue à l'accroissement de la queue, qui s'allonge encore, et probablement aussi à la nutrition de la tête elle-même. Je n'ai jamais

pu voir, le long de la queue, les gouttelettes protoplasmiques qui ont été décrites dans d'autres espèces, pas plus que le manchon protoplasmique et la calotte de même substance qui, chez de nombreux animaux, entoure la tête des éléments fécondants. On voit, fig. 74,¹⁵, un spermatozoïde complètement développé : la tête est très allongée, cylindrique, d'un diamètre un peu supérieur à celui de la queue, homogène et très réfringente et ne présente plus aucune trace du protoplasma cellulaire, qui l'entourait autrefois.

Le canal efférent (fig. 1, ²⁹; fig. 65, *b*) est un tube d'un blanc de lait, parfaitement cylindrique, qui fait suite au testicule, et se rend dans la vésicule glandulaire. Immédiatement avant de se jeter dans cet organe, il présente un rétrécissement très notable, dont la longueur est de 1 à 2 millimètres. Le canal tout entier a une longueur de 17 à 20 millimètres. Il est logé entre le peau et la glande digestive, sous la concavité de l'estomac, et sur la partie ventrale du corps appliquée à la columelle. Comme il est beaucoup plus long que la cavité qu'il occupe, il est plusieurs fois replié sur lui-même.

La structure du canal efférent est la même d'un bout à l'autre. Il est constitué, de l'extérieur à l'intérieur, par une membrane conjonctive, dans laquelle se trouvent plongées de nombreuses fibres musculaires, formant un réseau très élégant (fig. 36). Cette membrane est tapissée par un épithélium pavimenteux simple, dont les cellules possèdent un contenu granuleux (fig. 75).

Le sperme, qui ordinairement remplit ce canal, lui donne sa couleur blanche. En effet, lorsque le contenu est vide, ce qui se rencontre quelquefois, probablement à la suite d'un accouplement récent, le canal tranche peu par sa coloration sur les organes environnants. Le sperme qui se trouve dans le canal efférent, forme une masse compacte, car elle n'a rencontré aucun organe glandulaire, dont le liquide ait pu la diluer. Les cellules granuleuses qui tapissent le canal sont peut-être capables de jouer ce rôle, mais assurément dans une très faible mesure.

Au niveau de la portion rétrécie du canal efférent, les fibres musculaires, qui, dans la portion précédente de ce conduit, étaient dirigées dans tous les sens, et formaient une membrane très mince, constituent une paroi très épaisse, surtout formée de

fibres annulaires. Il existe, en ce point, un véritable sphincter, qui ne s'ouvre probablement qu'au moment de l'accouplement, car on ne trouve jamais de spermatozoïdes dans la vésicule glandulaire des animaux disséqués. Les cellules d'épithélium pavimenteux du canal efférent se transforment, dans l'entonnoir qui précède la partie rétrécie, en un épithélium cylindrique non cilié (fig. 76). Au-dessous, elles présentent l'aspect représenté dans la figure 77; ce sont de grandes cellules cylindriques, renfermant un contenu granuleux, et surmontées de cils fins et courts.

La vésicule glandulaire, qui fait suite à la portion rétrécie du canal efférent, est une poche blanche pyriforme, à grosse extrémité dirigée en bas, divisée en deux parties par un léger étranglement (fig. 78). Cet organe est long de 6 à 7 mill. sur 3 dans sa plus grande largeur. On le voit en place dans la figure 1, ³⁰. Il est représenté ouvert et étalé dans la figure 65, et fermé dans la figure 78. La vésicule glandulaire est placée sur le côté droit de l'animal; sa partie inférieure et interne est entourée par les follicules de la glande à concrétions. Plus haut, du même côté, elle se trouve en rapport avec le corps de Bojanus, et, dans sa partie tout à fait supérieure, elle est immédiatement adossée à la paroi de la cavité respiratoire. Le rectum croise sa face postérieure; sa face externe est placée immédiatement sous la peau du corps; elle se continue en haut avec le canal déférent. La vésicule glandulaire possède une paroi formée de tissu conjonctif et de fibres musculaires entrelacées. Elle est, comme l'utérus, grisâtre dans sa partie inférieure, d'un blanc pur dans sa portion supérieure. Cette différence est due, comme dans l'organe femelle, à la constitution de l'épithélium qui tapisse la paroi. La membrane d'enveloppe s'adosse à elle-même pour constituer des feuillets plus ou moins saillants dans la cavité. Ces feuillets ont, contrairement à l'opinion de Claparède, une direction longitudinale (fig. 65, *d*; fig. 16, ¹⁹). Le même repli glandulaire est gris dans sa partie inférieure, et blanc dans sa partie supérieure. On voit très bien dans la figure 79 le point de transition entre la partie blanche *b* et la partie grise *a*.

Tout ce que nous avons dit de la structure de la région blanche et de la région grise de l'utérus peut s'appliquer aux parties correspondantes de la vésicule glandulaire. Les cellules de la partie blanche sont ciliées, renferment des granules très réfrin-

gents et très bien limités, tandis que les globules contenus dans les cellules de la portion grise sont très diffuents. On voit, au milieu des cellules granuleuses de la portion supérieure, des taches sombres correspondant à des cellules semblables à celles que nous avons décrites dans l'utérus (fig. 63, 3). Les cellules de ces deux régions sont toutes ciliées. Elles paraissent capables de devenir libres, et prennent alors la forme sphérique. Les cellules de la portion grise (fig. 79, *a*) forment une couche très rugueuse, car elles sont inégalement saillantes sur la membrane qu'elles revêtent. Les feuillettes de la vésicule glandulaire présentent, au centre, une fente lacunaire communiquant avec des espaces de même nature qui se trouvent entre la paroi conjonctive de l'organe et la membrane réfléchie qui constitue la charpente des feuillettes glandulaires.

Ces lacunes basales se trouvent en rapport avec le sinus péri-rectal et les lacunes qui font communiquer les deux grandes régions de la cavité générale. On ne trouve jamais de sperme dans la vésicule glandulaire, même chez les animaux pris pendant l'accouplement. Le passage du sperme doit donc être très rapide. La structure de la partie rétrécie du canal éférent, le collier musculaire puissant qui l'entoure, l'absence constante de sperme dans la vésicule glandulaire, tout cela prouve qu'en temps ordinaire la partie rétrécie fonctionne comme un véritable sphincter infranchissable. Ce détroit n'est forcé qu'au moment de l'orgasme vénérien, par les contractions réflexes des fibres antagonistes logées dans les parois. Les spermatozoïdes, en pénétrant dans la vésicule glandulaire, se trouvent immédiatement baignés par le liquide provenant de la sécrétion des cellules pariétales. Les mouvements des spermatozoïdes doivent être exagérés dans ce milieu; leur action propre, jointe à celle des cils vibratiles, doit les diriger rapidement vers le canal éférent. A partir de ce moment, les spermatozoïdes sont probablement expulsés très rapidement, car le canal déférent (fig. 1, 31; fig. 65, *e*) dans lequel ils cheminent possède une musculature très forte, et son épithélium cylindrique est revêtu de cils longs et puissants.

La verge (fig. 1, 32; fig. 65, *f*) a déjà été décrite par les anciens auteurs. Elle est insérée à droite, sur le plancher de la cavité respiratoire, dans laquelle on la trouve ordinairement repliée.

Lorsque, après la mort de l'animal, les plis sont effacés par la traction sur l'extrémité, elle peut atteindre, comme pendant le coït, une longueur de 18 à 20 millimètres. Cet organe, aplati et rétréci à sa base, est très fortement musculaire; il renferme de nombreuses fibres longitudinales et annulaires limitant un système très complexe de lacunes, au milieu desquelles se trouve le canal déférent, encore sinueux lorsque la verge est étirée.

Un plexus nerveux très complexe, et présentant de nombreux petits amas ganglionnaires aux points nodaux du réseau, occupe les parties centrales, et fournit à l'épithélium de l'organe, qui renferme de nombreuses cellules terminales nerveuses. Indépendamment des éléments musculaires, reconnaissables dans les coupes à leur noyau, à leur coloration et à leur taille, on trouve en grande abondance, dans ce tissu érectile, des filaments beaucoup plus grêles, ne se colorant pas par les réactifs, et rétractés en zig-zag. Ces filaments, que je n'hésite pas à considérer comme élastiques, paraissent être des prolongements émanés des cellules conjonctives.

La verge entière a une couleur brune. L'extrémité pointue, déjà décrite par Moquin-Tandon, est grise, coloration due à l'épaisseur plus grande de l'épithélium et à l'absence de pigment dans le tissu conjonctif sous-jacent. Cette portion de la verge se colore vivement par les réactifs, et montre, dans les coupes, qu'elle est dépourvue de lacunes, et constituée par des fibres musculaires très nombreuses, les unes longitudinales, les autres annulaires, d'autres enfin rayonnantes. On peut voir, par le jeu de ces éléments, cette pointe se raidir, et exécuter, sous l'action de la volonté de l'animal, de légers mouvements, indépendants de ceux du reste de l'organe.

La forme de la verge indique très bien comment doit se faire le coït. La verge glisse entre les deux lèvres de l'organe feuilleté (l'utérus) qui l'embrassent, et l'extrémité pointue arrive probablement, après de nombreux tâtonnements, dans la gouttière de la poche copulatrice où le sperme liquide et non entouré d'un spermatophore est déversé au moment de l'orgasme vénérien, qui n'arrive qu'après de longs efforts.

Résumé.

Je crois bon de terminer ce travail, par l'indication sommaire des principaux résultats qu'il renferme.

J'ai montré la structure cristalline du carbonate de chaux qui compose la coquille.

L'anatomie et l'histologie du tube digestif ont été faites d'une façon très minutieuse; j'ai montré quelle était la structure du bulbe, décrit les relations de ses cartilages et de ses muscles, et indiqué leur mode de fonctionnement. J'ai fait l'anatomie de l'estomac, et montré qu'il est revêtu d'une cuticule percée de petits canaux. J'ai fait avec soin l'histologie de la glande digestive, et montré que toutes les parties du tube digestif avaient une réaction alcaline.

J'ai fait une description anatomique complète des diverses parties de l'appareil circulatoire. Les recherches histologiques que j'ai pu faire, m'ont conduit à nier l'existence d'un endothélium de revêtement sur les parois des lacunes, et à considérer les veines afférentes comme des lacunes rétrécies.

J'ai décrit le réseau veineux de la membrane palléale; montré par des coupes de sa région supérieure et par la comparaison avec des coupes de la même région chez la *Bithynia tentaculata*, que le Cyclostome, bien qu'incapable de vivre dans l'eau, possède une branchie rudimentaire en voie de disparition. J'ai fait l'analyse des gaz contenus dans la cavité respiratoire, ce qui m'a conduit à admettre qu'il se produisait, même chez l'animal renfermé dans sa coquille, des échanges gazeux avec le milieu extérieur.

Dans le corps de Bojanus, j'ai étudié les rapports des lames glandulaires et la disposition très compliquée des chambres secondaires.

J'ai indiqué les rapports du corps de Bojanus avec le système circulatoire, montré que c'était surtout le sang des parties inférieures du corps, qui traversait cet organe. Ce sang doit contenir, en plus grande quantité que le sang des parties supérieures,

les substances destinées à être éliminées. J'ai montré que le système circulatoire du corps de Bojanus est formé de lacunes modifiées. J'ai indiqué la répartition dans le rein des cellules à concrétions vertes et des cellules granuleuses ciliées.

J'ai étudié d'une façon très précise le trajet et la structure du canal péricardo-bojanien; montré la nature glandulaire de la paroi du péricarde. J'ai montré l'absence de l'acide urique dans le rein, et mes observations sur ce point concordent avec celles de Barfurth. J'ai établi de plus, que, pas plus par le rein que par le péricarde, le sang ne pouvait s'écouler à l'extérieur.

J'ai constaté que les globules de la glande à concrétions étaient presque exclusivement composés d'acide urique. J'ai indiqué les processus histologiques du développement et de la résorption des concrétions. J'ai montré que la glande à concrétions, bien que ne présentant pas de canal excréteur, était remplie de bacilles. J'ai été conduit à admettre que la glande à concrétions était une sorte de réservoir, dans lequel s'accumulait l'acide urique, pour être ensuite repris par l'organisme et éliminé sous une autre forme par le rein. J'ai aussi été amené à penser qu'il y avait une véritable symbiose entre le Cyclostome et les bacilles, qui jouent probablement un rôle important, soit dans le dépôt, soit dans la résorption des concrétions.

Les glandes pédieuses, composées de deux organes distincts, ont été étudiées avec soin; l'un des deux surtout, la glande suprapédieuse, m'a fourni des résultats intéressants. Elle présente une curieuse disparité histologique de ses parois. On voit, sur les coupes de la paroi concave, un réseau de canalicules péri-cellulaires, s'ouvrant d'un côté dans la cavité générale, de l'autre côté dans le canal excréteur de la glande. La présence de ces canaux, établissant une communication entre le milieu sanguin de l'animal et l'extérieur, présente un intérêt considérable, tant au point de vue morphologique pur, qu'au point de vue de l'étude du mécanisme des sécrétions.

J'ai fait avec détail l'étude anatomique et histologique du système nerveux. Les résultats nombreux que j'ai obtenus sont d'une analyse difficile, et l'on doit se rapporter au chapitre consacré à ces recherches.

J'ai étudié les diverses formes de fibres musculaires qu'on rencontre chez le Cyclostome. J'ai décrit et figuré les plexus ner-

veux qui se trouvent dans la membrane musculaire du canal efférent, et les terminaisons nerveuses dans les fibres qui la constituent.

L'étude du tentacule m'a montré que l'épithélium recouvrant l'extrémité de cet organe possède une structure qui se rapproche beaucoup de celle que présente l'épithélium olfactif des Vertébrés. Cette ressemblance, ainsi que les expériences que j'ai faites, m'ont conduit à considérer l'extrémité du tentacule comme un organe d'olfaction.

J'ai fait sur le tégument, l'otocyste et l'œil, de nombreuses recherches histologiques, venant à l'appui de résultats récents obtenus par d'autres observateurs, ou me permettant de prendre parti sur plusieurs points controversés.

L'étude histologique de l'organe du manteau, ou organe de Spengel, m'a conduit à le considérer comme un organe d'olfaction particulier, appelé à connaître de la nature et de la qualité des gaz qui pénètrent dans la cavité respiratoire.

J'ai fait une étude très minutieuse de l'œuf et de son développement. J'ai montré que les cellules folliculaires ne se formaient pas dans l'intérieur de l'œuf. L'oviducte et l'utérus ont aussi été complètement étudiés.

Les organes génitaux mâles ont été décrits avec soin d'un bout à l'autre. J'ai étudié surtout l'évolution des spermatozoïdes. Les observations ont été faites à toutes les époques de l'année, et, malgré la petite taille des cellules, j'ai pu arriver à des résultats satisfaisants. Les spermatocytes proviennent de la segmentation répétée des spermatogonies, débutant toujours par la division du noyau. Le spermatozoïde provient de la transformation des spermatocytes. Le noyau des spermatocytes produit, par sa transformation, la tête du spermatozoïde, après élimination dans le protoplasma d'une partie de sa substance.

Mémoire terminé en septembre 1886.

EXPLICATION DES PLANCHES.

FIG. 1. La figure 1 représente l'animal entier. La cavité palléale a été ouverte par une incision dirigée de haut en bas, jusqu'au dessous du corps de Bojanus, qui a été séparé des organes voisins; les deux lambeaux du manteau ont été déjetés latéralement. Le corps a été ouvert longitudinalement et étalé.

1, bulbe buccal; 2, glande salivaire droite et son canal; 3, œsophage coupé et ramené en haut; 4, muscle latéral, protracteur du bulbe; 5, brides musculaires, s'insérant sur le bulbe; 6, sac de la radula coupé; 7, rétracteur droit du bulbe; 8, muscle de la radula; 9, œsophage; 10, cul-de-sac de l'estomac; 11, glande digestive; 12, circonvolution superficielle de l'intestin; 13, circonvolution profonde; 14, rectum; 15, anus; 16, sinus collecteur; 17, région de la branchie rudimentaire qui n'est pas représentée dans ce dessin; 18, oreillette; 19, ventricule; 20, aorte antérieure ou supérieure; 21, aorte postérieure ou inférieure; 21', artères dorsales; V¹, veine afférente principale; V², veine afférente secondaire; 22, péricarde; 23, corps de Bojanus; 24, orifice excréteur du corps de Bojanus; 25, canal péricardo-bojanien; 26, son orifice dans le péricarde; 27, masses de la glande à concrétions; 28, testicule; 29, canal efférent vu par transparence; 30, vésicule glandulaire; 31, canal déférent; 32, verge coupée; 33, ganglion stomato-gastrique; 34, ganglion cérébroïde; 35, nerf optique; 36, nerf acoustique; 37, nerf tentaculaire; 38, ganglion pédioux; L D, ganglion latéral droit; L G, ganglion latéral gauche; E I, ganglion sus-intestinal; H I, ganglion sous-intestinal; C G, ganglion génito-cardiaque. Grossi 10 fois.

FIG. 2. A, cartilages supérieurs; C, cartilages accolés à la membrane de soutien de la lame radulaire; a, b, d, muscles; 1, muscles protracteurs latéraux; 2, coupe des muscles rétracteurs du bulbe; 3, coupe du faisceau qui va s'insérer au bord du mufle; 4, insertion supérieure des muscles rétracteurs internes; 5, lame chitineuse de la radula; 6, coupe de la radula; 7, coupe de ses expansions latérales; 8, cavité buc-

cale; au point *d* se trouve quelquefois un noyau cartilagineux; 9, surface d'insertion de l'opercule; 10, brides musculaires transversales divisant la cavité générale en deux étages; 11, coude de la glande suprapédieuse; *f*, paroi convexe rencontrée deux fois par la section; *g*, paroi concave accolée à elle-même; 12, coupe de l'un des tubes de la glande pédieuse; 13, coupe de l'un des tubes plissés servant de réservoir à la glande; 14, coupe de la partie initiale de l'un des tubes au milieu des lacunes du pied. Verick oculaire $\frac{1}{6}$ tube objectif $\frac{1}{6}$ tube fermé.

FIG. 3. Coupe de la coquille. La partie *a* est représentée à un grossissement beaucoup plus considérable dans la figure 4; *b*, suture; *c*, portion du dernier tour; *d*, partie interne de la coquille qui est adossée à elle-même. Ver. $\frac{3}{6}$ t f.

FIG. 4. *a*, couche externe; *b*, couche moyenne; *c*, couche interne. Ver. $\frac{3}{2}$ t f.

FIG. 5. Coupe frontale du bulbe passant au niveau de la partie inférieure des cartilages supérieurs; 1, coupe de la radula; 2, éperon de la paroi dorsale, saillant dans la cavité buccale et coupé transversalement; 3, œsophage; 4, glandes salivaires; 5, ganglions stomato-gastriques; 6, artères; A, cartilage supérieur; B, cartilage inférieur. Les cartilages supérieurs sont entourés de masses musculaires, qui représentent dans cette coupe les muscles 2, 3, 4 de la figure 6; 7, faisceau musculaire s'insérant aux lèvres du bulbe; 8, muscles rétracteurs du bulbe; 9, muscles protracteurs. Ver. $\frac{1}{6}$ t f.

FIG. 6. Coupe latérale du bulbe; R, sac de la radula; A, A', cartilages supérieurs; B, B', cartilages inférieurs; 1, muscle protracteur latéral du bulbe; 2, faisceau externe du muscle rétracteur de la radula (portion qui s'insère au cartilage supérieur); 3, faisceaux du même muscle, s'insérant à la paroi de la cavité radulaire; 4, faisceau interne du muscle rétracteur de la radula; 5, coupe des muscles qui étalent la radula; 6, culs-de-sac de la cavité buccale, dans lesquels sont logées les expansions latérales de la radula. Ver. $\frac{1}{6}$ t f.

FIG. 7. Cellule gustative de la paroi buccale. Ver. $\frac{1}{10}$ imm eau t f.

FIG. 8. 1, tube buccal; 2, bulbe buccal; 3, extrémité du sac de la radula; 4, œsophage; 5, glandes salivaires; 6, ganglions stomato-gastriques; 7, sillon dorsal de l'estomac; 8, cul-de-sac de l'estomac; 9, intestin conoïde; 10, intestin cylindrique; 11, canal du

lobe inférieur de la glande digestive; 12, lobe supérieur. Grossi 4 1/2.

FIG. 9. 1, œsophage; 2, estomac, vu par la face ventrale, montrant une partie du sillon ventral; 3, sillon dorsal; 4, canal du lobe inférieur de la glande digestive; 5, lobules débouchant à l'extrémité de ce canal; 6, canal du petit lobe de la glande digestive; 7, intestin conoïde; 8, intestin cylindrique. Gross. 4 1/2.

FIG. 10. Estomac ouvert par sa face ventrale; 1, œsophage; 2, intestin cylindrique; 3, orifice de l'œsophage; 4, petit lobe de la glande digestive; 5, canal du lobe inférieur; 6, saillie du sillon dorsal dans la cavité de l'estomac; 7, saillie du sillon ventral; 8, repli empêchant le suc de la glande digestive de refluer dans la cavité gauche de l'estomac; 9, pli de la muqueuse dans l'intestin conoïde étalé. Grossi 5 fois.

FIG. 11. Coupe montrant en *a, a*, les rebords de l'ampoule stomacale, dans laquelle débouche le canal principal de la glande digestive *b*. Ver. $\frac{1}{6}$ t f.

FIG. 12. Cellule de l'épithélium stomacal. Ver. $\frac{1}{12}$ imm hom t f.

FIG. 13. Coupe d'un lobule de la glande digestive après l'action de l'acide osmique à $\frac{1}{500}$. Ver. $\frac{4}{6}$ t ouvert.

FIG. 14. Coupe d'un lobule de la glande digestive après l'action de l'acide osmique à $\frac{1}{100}$. Ver. $\frac{1}{6}$ t f.

FIG. 15. Coupe de l'intestin cylindrique. *a*, couche musculo-conjonctive. *b*, couche épithéliale. Ver. $\frac{1}{6}$ t f.

FIG. 16. Coupe du corps du Cyclostome perpendiculaire à son axe, passant par le canal excréteur du rein. 1, coupe de l'œsophage; 2, coupe du rectum; 3, sinus péri-rectal; 4, coupe du vaisseau collecteur; 5, coupe de la portion de la membrane respiratoire, qui est située entre ce vaisseau et le corps de Bojanus; 6, canal excréteur du rein, coupé suivant son axe; 7, coupe du canal péricardo-rénal; 8, coupe oblique du ventricule; 9, cavité péricardique; 10, coupe de l'aorte; 11, coupe de la portion gauche de la membrane respiratoire; 12, coupe d'un acinus de la glande digestive; 13, coupe des lacunes qui font communiquer la portion supérieure de la cavité générale avec la portion inférieure; 14, grande chambre centrale du corps de Bojanus; 15, un des espaces vasculaires situés entre sa voûte et la paroi du corps; 16, espace vasculaire constitué par l'écartement des deux membranes de soutien de l'une des lames; 17, chambre secondaire du corps de Bojanus; 18, glande à concrétions; 19, cavité respiratoire; 20, vésicule glandulaire; 21, canal efférent.

- FIG. 17. 1, cavité péricardique revêtue de ses cellules glandulaires; 2, lacunes situées entre la paroi de la cavité respiratoire, le corps de Bojanus et le péricarde; 3, membrane de la cavité respiratoire; 4, corps de Bojanus avec ses lames.
- FIG. 18. 1, membrane de la cavité respiratoire; 2, corps de Bojanus; 3, péricarde; 4, coupe de la portion du canal péricardo-rénal, voisine du péricarde; 5, coupe oblique du canal urinaire.
- FIG. 19. Coupe perpendiculaire à l'axe de l'animal, passant par la partie inférieure du corps de Bojanus; 1, cul-de-sac principal; 2, 3, 4, culs-de-sac secondaires; s p v, sinus périviscéral; i, intestin.
- FIG. 20. Coupe du manteau dorsal parallèle à l'axe de l'animal, montrant la coupe des plis de la branchie rudimentaire. Ver. $\frac{3}{0}$ t f.
- FIG. 20'. Coupe semblable chez la *Bithynia tentaculata*, mais passant un peu à droite de l'axe du corps. Les replis sont proportionnellement plus développés et on en trouve sur toute la membrane. Ver. $\frac{3}{0}$ t f.
- FIG. 21. Follicule de la glande à concrétions. Ver. $\frac{1}{0}$ t o.
- FIG. 22. Concrétions isolées, vues à la lumière réfléchie. Ver. $\frac{1}{0}$ t o.
- FIG. 23. Coupe optique d'une concrétion transparente. Ver. $\frac{3}{6}$ t o.
- FIG. 24. Éléments histologiques contenus dans les follicules de la glande à concrétions. Ver. $\frac{3}{6}$ t f.
- FIG. 25. Bacilles de la glande à concrétions. Ver. $\frac{1}{10}$ imm eau t o.
- FIG. 26. Coupe sagittale de l'animal, passant par le sillon pédieux et le plan médian; 1, coupe du manteau ventral; 2, muscle allant de la columelle à l'opercule; 3, surface d'insertion de l'opercule; 4, surface plantaire fortement plissée; 5, paroi concave de la glande suprapédieuse; 5', petit sinus limité par l'adossement de cette paroi à elle-même; 6, paroi convexe de la glande suprapédieuse; 7, tubes sécréteurs de la glande pédieuse; 7, orifice de la glande pédieuse; 8, tubes plissés de la même glande; 9, faisceau musculaire accolé à la glande suprapédieuse; 10, coupe de la commissure unissant les deux ganglions pédieux; 12, muscle rétracteur du bulbe. Ver. $\frac{1}{0}$ t f.
- FIG. 26'. Glande suprapédieuse déjà représentée dans la figure précédente, mais dessinée à un grossissement plus considérable; a, paroi convexe; b, paroi concave; c, canal excréteur de la glande; d, sinus limité par l'adossement de la paroi concave à elle-même. Les cellules qui constituent la paroi convexe n'ont été représentées que dans une faible étendue. Ce dessin est destiné surtout à montrer le système des canaux péricellulaires de la paroi concave. Le réseau entier n'a été dessiné

que dans une faible portion, partout ailleurs les gros troncs seuls sont représentés. Les cellules n'ont pas été figurées pour ne pas trop compliquer le dessin, et à cause du faible grossissement de 105 diamètres auquel il a été exécuté. Ver. $\frac{1}{2}$ t f.

FIG. 27. *a*, coupe de la paroi convexe de la glande suprapédieuse; *b*, coupe un peu oblique d'un tube sécréteur de la glande pédieuse; *c*, coupe d'un tube plissé. Ver. $\frac{1}{6}$ t o.

FIG. 27'. Coupe de la paroi concave. *a*, cellules du tissu conjonctif; *b*, sinus constitué par l'adossement de la paroi concave à elle-même; *c, c*, renflements des canalicules; *d*, noyaux des cellules dont les limites sont toujours peu distinctes. Ver. $\frac{1}{6}$ t o.

FIG. 28. Ganglions cérébroïdes, face postérieure. Ver. $\frac{1}{2}$ t f. Le dessin a été réduit de moitié.

FIG. 29. Ganglions cérébroïdes étudiés sous le compresseur; face antérieure. Ver. $\frac{1}{2}$ t f. Le dessin a été réduit de moitié.

FIG. 30. Croquis montrant les ganglion pédieux et les nerfs qui en partent. *a*, otocystes; *b*, ganglions pédieux; *c*, extrémité inférieure du ganglion pédieux.

FIG. 31. Coupe d'une portion du ganglion cérébroïde; *a*, cellule pigmentée du tissu conjonctif; *b*, espace lacunaire à la surface du ganglion; *c, c*, cellules araignées; *d*, travées de fibres nerveuses se rendant à un nerf. Ver. $\frac{1}{6}$ t o.

FIG. 32. Coupe des ganglions pédieux chez un individu femelle. La coupe ne passe pas exactement au même niveau dans les deux ganglions. *a*, coupe d'un des faisceaux musculaires à direction transversale, divisant la cavité générale en deux étages; *b, b*, coupe des muscles rétracteurs du bulbe; *c*, coupe oblique de l'aorte antérieure; *d*, grosse commissure; *e*, petite commissure, incomplète à cause de l'obliquité de la coupe; *f*, nerf latéral; *g, g, l*, nerfs; *k*, commissure inféro-latérale; *m, m*, coupe des tubes de la glande pédieuse.

FIG. 33. Tous les éléments à part *a*, qui appartient aux ganglions cérébroïdes, proviennent de la dissociation des ganglions stomato-gastriques. Ver. $\frac{1}{10}$ imm eau t f.

FIG. 34. *a, b, c, d*, cellules des ganglions cérébroïdes; *e, f, g*, cellules des ganglions pédieux. Ver. $\frac{1}{10}$ imm eau t f.

FIG. 35. Terminaison nerveuse dans un muscle du canal efférent, préparation au jus de citron et au chlorure d'or. Ver. $\frac{3}{10}$ imm eau t f.

FIG. 36. Préparation au chlorure d'or et à l'acide formique bouillis

- ensemble, montrant le réseau nerveux du canal efférent, dont l'épithélium a été enlevé au pinceau. Ver. $\frac{1}{6}$ t f.
- FIG. 37. Tentacule et oeil. La pièce fraîche a été portée sous le compresseur de Moulinié; elle a été dessinée à un grossissement de 35 diamètres. 1, épithélium différencié du tentacule; 2, renflement ganglionnaire terminal du nerf tentaculaire.
- FIG. 38. Coupe du tentacule passant par son axe et par l'œil; *a*, renflement basal du nerf tentaculaire. Ver. $\frac{1}{2}$ t f.
- FIG. 39. Coupe d'une portion de l'extrémité du tentacule. Les cellules ganglionnaires sont représentées d'une façon demi-schématique. Ver. $\frac{1}{6}$ t f.
- FIG. 40. Cellules de l'épithélium du sommet du tentacule, préparation au sérum iodé, colorée au picro-carmin. *a, a*, cellules épithéliales, *b, b*, cellules nerveuses terminales. Ver. $\frac{1}{10}$ t f.
- FIG. 41. Figure demi-schématique faite d'après les coupes de la fig. 39, montrant les rapports des éléments nerveux et épithéliaux. Ver. $\frac{1}{10}$ t f.
- FIG. 42. Cellules terminales nerveuses de l'extrémité du tentacule dissociées dans le sérum iodé. Ver. $\frac{1}{10}$ t o.
- FIG. 43. Coupe longitudinale du tentacule, d'après une préparation au chlorure d'or et au jus de citron; *a*, pli de l'organe; *b*, faux pli. Ver. $\frac{1}{6}$.
- FIG. 44. Éléments épithéliaux du tentacule, dissociés par le sérum iodé; *a, b, c, d, e*, cellules terminales nerveuses; *f, g*, épithélium cylindrique; *h, i, k*, cellules glandulaires. Ver. $\frac{1}{10}$ t o.
- FIG. 45. Coupe du manteau passant par la partie inférieure de l'organe de Spengel; *a*, coupe du filet nerveux qui innerve l'organe; *b*, lèvre interne; *b'* lèvre externe; *v, v, v*, vaisseaux du manteau. Ver. $\frac{1}{2}$ t o.
- FIG. 46. Coupe de la même région du manteau, faite à un niveau beaucoup plus élevé; les mêmes objets sont désignés par les mêmes lettres. Ver. $\frac{1}{2}$ t o.
- FIG. 47. Coupe voisine de la coupe 46, mais beaucoup plus grossie, mêmes lettres. Ver. $\frac{1}{7}$ t f.
- FIG. 48. Cellules de l'organe de Spengel dissociées. *a, b*, cellules épithéliales *c, d, e, f, g, h, i*, cellules nerveuses. Ver. $\frac{1}{10}$ t f.
- FIG. 49. Coupe de l'otocyste et du nerf acoustique, on voit au centre la coupe optique de l'otolithé. Ver. $\frac{1}{6}$ t f.
- FIG. 50. Cellules terminales nerveuses de la paroi de l'otocyste. Ver. $\frac{1}{10}$ imm eau t f.
- FIG. 51. Coupe de l'œil un peu oblique passant en arrière par le nerf

optique, mais non par l'orifice pupillaire en avant, préparation au chlorure d'or. Ver. $\frac{1}{6}$ t f.

FIG. 52. Bâtonnets et cellules pigmentées de la rétine. Ver. $\frac{1}{10}$ t f.

FIG. 53. Rétine vue de champ, montrant les espaces situés entre les cellules choroïdiennes, dans lesquels passent les bâtonnets.

FIG. 54. Diverses formes des bâtonnets de la rétine. Ver. $\frac{1}{10}$ t f.

FIG. 55. Bâtonnets. Ver. $\frac{1}{10}$ t f.

FIG. 56. *a*, cristallin et humeur vitrée; *b*, les mêmes après la compression. Ver. $\frac{1}{2}$ t f.

FIG. 57. Organes génitaux femelles : *a*, ovaire; *b*, oviducte; *c*, poche copulatrice; *d*, utérus. Gross. 5 fois.

FIG. 58. Œuf ovarien.

FIG. 59. Vésicule germinative. Ver. $\frac{1}{10}$ t f.

FIG. 60. Coupe longitudinale de l'ovaire.

FIG. 61. *a*, coupe de l'oviducte; *b*, coupe de la poche copulatrice; *c*, coupe de la portion grise de l'utérus. Ver. $\frac{1}{10}$ t f.

FIG. 62. *b*, coupe de l'extrémité en gouttière du canal de la poche copulatrice; *c*, *d*, tubes par lesquels la portion grise de l'utérus se termine vers le haut; *e*, lambeaux des parois de la cavité palléale appliqués sur l'utérus; *f*, portion blanche de l'utérus. Ver. $\frac{1}{10}$ t f.

FIG. 63. 1, cellule de la région blanche; *a*, son noyau; 2, cellule semblable ayant expulsé son contenu, Ver. $\frac{1}{6}$; 3, deuxième forme d'éléments qu'on rencontre dans cet organe. Ver. $\frac{1}{10}$ t f.

FIG. 64. Cellule de la portion grise. Ver. $\frac{1}{9}$.

FIG. 64'. Cellule épithéliale de la première portion de l'oviducte.

FIG. 65. Organes génitaux mâles : *a*, testicule; *b*, canal efférent; *c*, sa portion rétrécie; *d*, vésicule glandulaire; *e*, canal déférent; *f*, verge; *g*, extrémité pointue de cet organe. Gross. 5 fois.

FIG. 66. Follicule testiculaire. Ver. $\frac{1}{10}$.

FIG. 67. Spermatogonie avec granulations deutolécithiques.

FIG. 68. Amas de spermatogonies réunies par leur protoplasma. Ver. $\frac{1}{10}$ t f.

FIG. 69. Partie de la coupe 70 fortement grossie, montrant les cellules de la couche germinative.

FIG. 70. Follicule testiculaire préparé par l'acide osmique et l'alcool. On voit à gauche en *d*, que toutes les spermatogonies sont transformées en spermatocytes placés à la file. On voit en *a*, en *b*, en *c* des groupes de spermatogonies reliés à la paroi; on en voit d'autres qui sont libres au milieu du tube et entourées de spermatocytes en voie de transformation. Ver. $\frac{1}{6}$ t f.

- FIG. 71. Diverses formes de spermatogonies. Ver. $\frac{1}{10}$ imm. eau.
FIG. 72. Groupes de spermatocytes : *a*, ver. $\frac{3}{6}$ t f. *b*, ver. $\frac{2}{3}$ t f.
FIG. 73. Spermatocytes en voie de division. Ver. $\frac{1}{10}$ imm. eau.
FIG. 74. Diverses phases de la transformation des spermatocytes en spermatozoïdes. Ver. $\frac{1}{10}$ imm. eau.
FIG. 75. Épithélium pavimenteux tapissant le canal efférent. Ver. $\frac{3}{6}$.
FIG. 76. Épithélium cylindrique établissant la transition entre le précédent et le suivant. Ver. $\frac{3}{6}$.
FIG. 77. Épithélium cylindrique cilié revêtant la portion rétrécie du canal efférent. Ver. $\frac{3}{6}$.
FIG. 78. Vésicule glandulaire. Grossie 4 fois.
FIG. 79. Partie moyenne des replis de la vésicule glandulaire montrant le point où s'unissent les deux sortes d'épithélium : *a*, épithélium de la portion grise; *b*, épithélium de la portion blanche. Ver. $\frac{3}{2}$.

NOTA. — Tous les dessins à la chambre claire ont été recueillis au niveau de la platine du microscope.

ERRATA ET ADDENDA.

Page 23, ligne 5, *au lieu de* : est croisé en dessous, *lisez* : est croisé en dessus.

A la page 76, le passage commençant par : « Nous ne voulons pas émettre... » et finissant par : « des formations secondaires » qui contient plusieurs erreurs doit être modifié de la façon suivante :

Nous ne voulons pas émettre une opinion dans cette question si controversée. Nous croyons cependant devoir en dire un mot dans ce travail. Bobretzky admettait que tout le système nerveux des Mollusques avait une origine mésodermique. Fol prétendit que chez les Ptéropodes les ganglions céphaliques naissaient aux dépens de l'ectoderme et les ganglions pédieux aux dépens du mésoderme. Les auteurs plus récents Haddon, Hatschek dans *Teredo*, Sarasin dans *Bithynia*, et principalement, Kowalesky dans *Chiton* et *Dentalium*, Mac Murrich, et tout dernièrement enfin Salensky dans *Vermetus*, affirment que le système nerveux tout entier procéderait de l'ectoderme. Je compte étudier d'une façon très particulière ces faits importants et qui, surtout en ce qui concerne le système viscéral, demandent une vérification, en faisant l'embryologie du Cyclostome.

(Cette rectification ne se trouve pas dans mon tirage à part).

Une partie du tirage de la planche 3 doit être corrigée de la façon suivante : dans la figure 16, le renvoi 15 inférieur doit être remplacé par 15'. On a omis de dessiner en 11, les travées conjonctives qui forment les lacunes situées en ce point. Dans la figure 18, on ne doit pas tenir compte du chiffre 4 placé à l'extrémité droite du dessin et du chiffre 5, placé à l'extrémité gauche.

P. Garnault, del.

Lith. Reday-Nachelle, Bordeaux.

Fig. 14

Fig. 10

Fig. 5

Fig. 7

Fig. 15

Fig.

Fig. 13

Fig. 12

Fig. 8

4

Fig. 11

Fig. 3

Fig 6

Fig. 9

Fig. 16

Fig 19

Fig 17

Fig 20'

Fig 20

Fig 18

Fig 21

Fig 23

Fig 22

Fig. 24

Fig. 25

Fig. 26

b

Fig. 27'

Fig 27

Fig. 26'

Fig. 28

Fig. 29

Fig. 30

Fig. 35

Fig. 31

Fig. 33

Fig. 36

Fig. 32

Fig 34

Fig. 37

Fig. 40

Fig.

Fig. 38

Fig. 41

Fig. 43

Fig. 44

Fig. 45

Fig. 46

Fig. 48

Fig. 49

Fig. 47

Fig. 51

Fig. 58

Fig.

Fig. 52

Fig. 53

Fig. 54

Fig. 55

Fig. 59

Fig. 57

Fig. 60

Fig 64'

Fig. 64

Fig. 63

Fig. 61

Fig. 62

Fig. 70

Fig. 69

Fig. 78

Fig. 66

Fig. 67

Fig. 73

Fig. 68

Fig. 65

Fig. 79

Fig. 75

Fig. 72

Fig. 71

Fig. 76

Fig. 77

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

39088005614375