

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DES ÉCHINIDES

PAR

LE DOCTEUR FREDERICQ
Préparateur à l'Université de Gand.

I

SYSTÈME NERVEUX.

Il me sera permis d'être fort bref en ce qui concerne l'historique de la question, Baudelot ayant, dans ses *Études générales sur le système nerveux*¹, exposé avec un rare talent la critique des travaux dont le système nerveux des Echinodermes a été le sujet.

Je rappellerai toutefois que ce fut P.-J. van Beneden² qui constata le premier chez les Oursins l'existence d'un anneau nerveux entourant le commencement du tube digestif, disposition dont Tiedemann³ avait déjà indiqué avant lui la probabilité. Peu de temps après, Krohn⁴ en donna une description si exacte et si détaillée, que ses successeurs n'ont trouvé que peu de chose à glaner après lui. La disposition du système nerveux, telle qu'il la figura, fut reproduite non-seulement dans les traités élémentaires de zoologie, mais encore dans les grands travaux anatomiques sur les Echinodermes publiés par Valentin⁵, les deux Agassiz⁶, J. Muller⁷, C.-K. Hoffmann⁸ et Lovén⁹.

Hoffmann et Baudelot ont, par l'étude histologique de ce sys-

¹ BAUDELLOT, *Archives de zoologie expérimentale et générale*, t. I, 1872, p. 176-216.

² P.-J. VAN BENEDEN, *l'Echo du monde savant*, 23 octobre 1835, n° 82.

³ TIEDEMANN, *Anatomie der Röhrenholothurie, des pomeranzenfarbigen Seesterns und des Steinseeigels*. Landshut, 1816.

⁴ AUG. KROHN, *Ueber die Anordnung des Nervensystems der Echiniden und Holothurien im allgemeinen*. *Muller's Archiv*, 1844, p. 1-13, tab. I, fig. 1-5 (*Annales des sciences naturelles*, 2^e série, 1844, XVI, pl. XIV).

⁵ VALENTIN.

⁶ A. AGASSIZ, *Illustrated Catalogue of the Museum of comparative Zoologie*, n° 7. *Revision of the Echini*, part. 4, 1874.

⁷ J. MULLER, *Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1853. *Ueber den Bau der Echinodermen*, et *Muller's Archiv*, 1853, p. 175, et 1850, p. 127.

⁸ C.-K. HOFFMANN, *Zur Anatomie der Echinene und Spatangien*. *Niederländisches Archiv für Zoologie*, I, 1871, p. 54.

⁹ S. LOVÉN, *Oefersigt a Kongl Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar*, 1871, n° 7, traduit dans *The Annals and Magazine of Natural History*, octobre 1872, p. 28, et dans *Troschel's Archiv für Naturgeschichte, Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*, Bd. XI, 1872, n° 7. *Études sur les Echinoïdées*.

tème nerveux, enrichi les connaissances que nous devons à Krohn.

Quelques années s'étaient à peine écoulées depuis la publication du travail du Krohn, que des doutes graves furent émis par L. Agassiz¹ sur la signification des organes décrits par le premier ; et, dans ces dernières années, l'existence même d'un système nerveux chez les Echinodermes a été remise en question de différents côtés².

Ces doutes m'ont engagé à reprendre cette étude.

J'ai pu le faire sur des exemplaires vivants d'Echinides grâce à l'hospitalité que M. le professeur de Lacaze-Duthiers a bien voulu me donner dans ses laboratoires de Roscoff.

J'ai surtout mis à contribution pour la partie anatomique de très-beaux échantillons d'une espèce superbe de grande taille, l'*Echinus sphaera* de Müller. Ces gros oursins habitent les caux de Roscoff, sur les fonds rocheux, à d'assez grandes profondeurs (25 brasses et au delà) ; on les ramenait à l'aide de l'engin des corailleurs, dont M. de Lacaze-Duthiers a introduit l'usage, et dont on tire un très-avantageux parti pour les travaux du laboratoire dans les pêches de grand fond. Ils supportaient fort mal ce changement de conditions biologiques, car on ne pouvait leur rendre dans les aquariums la pression énorme sous laquelle ils vivent d'habitude. Aussi ne tardaient-ils pas à périr.

Les expériences physiologiques relatées plus bas ont en général été faites sur un autre espèce, le *Toxopneustes lividus*. A marée basse, je pouvais m'en procurer en abondance sur les roches appelées *Bisayers*. Ils garnissaient littéralement le fond de plusieurs petits bassins naturels riches en algues marines. Je parvenais à les conserver quelque temps en vie dans les aquariums, mais ils perdaient peu à peu leur vitalité et finissaient par mourir, probablement d'inanition. J'avais établi, sous les murs et non loin du laboratoire, dans une flaque de la grève, une réserve d'oursins ; mais ils n'y prospérèrent guère mieux que ceux conservés au laboratoire ou dans des paniers mouillés dans le canal assez profondément. Aussi n'ai-je employé dans mes expériences que des individus fraîchement capturés, présentant par conséquent toute leur vitalité. C'est là une condition essentielle de réussite.

¹ L. AGASSIZ et DESOR, *Catalogue raisonné des familles, des genres et des espèces de la classe des Echinodermes (Annales des sciences naturelles, 3^e série, t. VI, 1846)*.

² BAUDELOT, *loc. cit.*, p. 213. — VULPIAN, *Leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux*, 1866, p. 737 et suiv.

a. Anatomie.

L'anneau nerveux pentagonal qui entoure le pharynx et les cinq cordons ambulacraires qui en partent sont contenus à l'intérieur d'un système de canaux ayant jusqu'à aujourd'hui passé inaperçus. Cette disposition anatomique est facile à vérifier sur les cordons nerveux qui suivent l'intérieur du test le long des zones ambulacraires. (Voir la coupe fig. 2, et la fig. 3.) On rencontre là deux canaux superposés très-aplatis : l'interne (fig. 2, a) n'est autre que le canal ambulacraire ; l'externe (fig. 2, c), intimement accolé à ce dernier, renferme dans son intérieur le nerf ou *cerveau ambulacraire* (fig. 2, b) sous forme d'un ruban aplati de couleur foncée. L'adhérence entre le vaisseau ambulacraire et le canal du tronc nerveux est si intime, que, si l'on essaye d'enlever le premier à l'aide d'une pince, on arrache régulièrement en même temps la paroi interne du canal nerveux et l'on met ainsi à nu le cordon nerveux reposant sur la paroi externe de son enveloppe. Cette enveloppe est unie solidement, mais seulement sur la ligne médiane de la zone ambulacraire (à la façon d'un mésentère), à la membrane qui tapisse l'intérieur du test (fig. 2, e) ; elle semble n'être qu'une expansion de cette membrane, dont elle a d'ailleurs la structure (épithélium et tissu conjonctif). Le cordon nerveux flotte librement dans sa gaine, il n'est maintenu en place que par la série des rameaux nerveux (fig. 3, c') qu'il envoie de chaque côté vers la base des vésicules ambulacraires. Le canal nerveux envoie des prolongements latéraux (fig. 3, e') qui servent d'enveloppe aux petits rameaux nerveux (fig. 3, c') et qui sont accolés aux petits canaux ambulacraires (fig. 3, b). Une double bandelette fibreuse (fig. 3, d), que je n'ai rencontrée que chez l'*Echinus sphaera*, court parallèlement aux troncs principaux et maintient unis la série des canalicules ambulacraires et nerveux.

L'existence du canal nerveux est plus difficile à constater au niveau du pentagone nerveux : en effet, les efforts nécessaires pour enlever les pièces de la lanterne, et mettre à découvert l'anneau nerveux, ont pour résultat de déchirer d'une façon à peu près constante sa paroi supérieure, qui est extrêmement mince et délicate : sa paroi inférieure est au contraire fibreuse, résistante et blanchâtre et fait corps avec le tube digestif.

L'anneau nerveux, pas plus que le canal qui l'entoure, n'affecte

aucun rapport avec le cercle inférieur de la lanterne, comme l'affirme A. Agassiz : un tel cercle paraît d'ailleurs ne pas exister. Le pentagone nerveux (voir fig. 1) offre à sa surface supérieure un sillon qui le divise incomplètement en deux bandelettes concentriques. L'externe (fig. 1, *a*) passe tout entière dans les cordons ambulacraires (fig. 1, *b*); l'interne n'entre que pour une part insignifiante dans cette formation, mais fournit au tube digestif deux nerfs à chacun des angles du pentagone, soit dix en tout (fig. 1, *c*). Ces derniers, malgré leurs dimensions assez considérables, ont échappé à l'attention de la plupart des anatomistes, sans doute à cause de la facilité extraordinaire avec laquelle ils se détachent de l'anneau centrale. Valentin et Lovén ont figuré des rameaux allant au tube digestif. C.-K. Hoffmann n'ose affirmer les avoir vus. Tous les autres les passent sous silence.

Avant de décrire le trajet des rameaux que les grands troncs nerveux ambulacraires envoient aux vésicules et aux tubes ambulacraires, il ne sera pas inutile de dire quelques mots de la disposition de cette partie de l'appareil ambulacraire, la plus grande confusion régnant à ce sujet parmi les auteurs. Pour C.-K. Hoffmann¹ chaque vésicule ambulacraire fournit deux ambulacres. D'après A. Agassiz², il faut au contraire deux vésicules pour former un tube ambulacraire. Ces deux opinions sont également inexactes, comme on peut s'en assurer sur des pièces décalcifiées par l'acide nitrique dilué (au cinquième d'après la formule de Baudelot) (voir fig. 3). Chaque vésicule (fig. 3, *v*) donne en réalité naissance à deux tubes assez grêles (fig. 3, *g*) qui passent à travers une paire de pores, et, arrivés à l'extérieur du test, s'accolent l'un à l'autre pour former un seul tube ambulacraire qu'un prolongement du tégument extérieur vient compléter en le recouvrant. Suivant l'expression pittoresque de Baudelot, l'ambulacre représente à sa base le canon d'un fusil double. La

¹ C.-K. HOFFMANN, *loc. cit.*, p. 76. « Der Zweig bildet unter jedem Porenpaar ein gegen das innere der Körperhöhle bogenförmig vorspringendes Ambulacralbläschen aus welchen zwei Saugfüßchen (aus jedem Pore eins) an die äussere Oberfläche der Schale übergehen. » — E. PERRIER, *Recherches sur l'appareil circulatoire des Oursins (Archives de zoologie expérimentale, 1875, p. 621)*. « En conséquence, à chaque branche primitive correspondent une lame branchiale et deux tentacules formant une même paire. »

² AGASSIZ, *loc. cit.* « ... One branch to each pair of pores, each branch forming a vesicle for each pore, and the two vesicles connecting with a single exterior tentacle. »

cloison qui le sépare en deux s'amincit, devient incomplète, fenêtrée et disparaît totalement vers son extrémité. Il suffit, pour se convaincre de ce fait, de couper en rondelles à l'aide de ciseaux fins un tube ambulacraire traité au préalable par l'acide nitrique, puis lavé à grande eau : les tissus qui ont macéré dans l'acide nitrique acquièrent une consistance spéciale très-favorable à l'étude des organes creux : ces canaux se laissent facilement couper en travers tout en restant béants. Le même moyen permettra de constater que les vésicules ne sont pas des ampoules ou sacs simples comme on l'admet généralement, mais qu'elles offrent à leur intérieur un grand nombre de trabécules ou cloisons incomplètes tendues d'une paroi à l'autre¹.

Revenons aux rameaux nerveux destinés aux ambulacres. Ils naissent à angle presque droit de chaque côté du tronc ambulacraire et sont à leur origine contenus dans un petit canal (fig. 3, e'), dépendance du grand canal nerveux. Ils passent chez *Echinus sphæra* à travers les trous du cordon fibreux (fig. 3, d) en compagnie des canalicules ambulacraires. Chacun d'eux longe la base d'une vésicule ambulacraire (fig. 3, f), sort par un des pores ambulacraires (fig. 3, g) (le plus rapproché de la ligne médiane de la zone ambulacraire), pénètre dans l'épaisseur du tube ambulacraire et le parcourt suivant la longueur pour se terminer sous la ventouse à un bourrelet qu'il faut considérer comme un organe du tact. C'est l'endroit le plus sensible de la surface de l'ambulacre ; il suffit de le toucher pour provoquer immédiatement la rétraction du tentacule ambulacraire : c'est ce bourrelet que l'animal promène en éclaireur sur les corps auxquels il va s'attacher. Le filet nerveux ne diminue que fort peu d'épaisseur dans le trajet qu'il parcourt depuis le cordon ambulacraire jusqu'à l'extrémité du tentacule ; il ne peut donc, comme l'indique Löven pour d'autres Echinides, se résoudre en un réseau nerveux au moment où il arrive à l'extérieur du test. Il est cependant fort probable qu'il fournit quelques branches qui vont se distribuer dans la peau et constituer le plexus qui anime les piquants et les pédicellaires (voir plus loin).

Certaines espèces comme le *Toxopneustes lividus* ont en général les tubes ambulacraires si colorés, qu'il est à peu près impossible d'y étudier le trajet du filet nerveux ; c'est ce qui explique probablement comment C.-K. Hoffmann n'est pas parvenu à l'y reconnaître. Les

¹ Cette description ne s'éloigne pas notablement de celle que J. Müller a donnée de ces parties.

ambulacres de l'*Echinus sphæra*, d'ordinaire incolores, se prêtent au contraire fort bien à cette étude : lorsqu'ils sont bien étendus, ils laissent facilement apercevoir au microscope le filet nerveux caractérisé par sa teinte brune.

Pour obtenir les ambulacres à l'état d'extension, je me suis servi du procédé de M. Perrier, qui consiste à apposer vivement une ligature à la base d'un tentacule au moment où il est complètement sorti. J'avais également imaginé un moyen assez simple, de faire mourir les *Echinus sphæra* en conservant leurs tentacules complètement étendus. Il suffit de percer une petite ouverture dans la membrane buccale, d'y introduire la canule d'une seringue chargée d'alcool et d'injecter le liquide dans la cavité du corps sous une forte pression que l'on maintient quelque temps. L'animal ne tarde pas à mourir en présentant tous ses ambulacres à l'état d'érection forcée. Les vésicules ambulacraires chassent en effet, sous l'influence de l'augmentation de la pression interne, tout le liquide du système aquifère dans les tubes ambulacraires.

Les cordons nerveux ambulacraires, après avoir parcouru la face interne des zones ambulacraires et s'être graduellement amincis, pénètrent en compagnie de l'extrémité du vaisseau ambulacraire dans le canal des plaques ocellaires et s'y terminent contre la portion du tégument qui bouche ce canal à l'extérieur. Cette terminaison nerveuse n'offre pas de traces de cristallin ni d'appareil optique quelconque, permettant de lui conserver le nom d'œil que lui ont donné Valentin et Forbes. Je ne suis parvenu à y déceler la moindre sensibilité à la lumière artificielle ni solaire concentrée à l'aide d'une lentille. La tache de pigment qu'on y décrit est une pure fiction. Des matières colorantes sont, il est vrai, répandues à profusion dans les tissus des oursins, spécialement dans le tégument externe, mais les prétendus points oculiformes ne me semblent jouir sous ce rapport d'aucun privilège. Pas plus que M. Perrier, je n'ai pu découvrir la moindre trace du tentacule impair décrit par Agassiz.

b. Histologie.

Il n'y a pas lieu d'établir dans l'anneau nerveux et les gros troncs qui en partent une distinction en ganglions et nerfs : toutes ces parties ont identiquement même structure et doivent être considérées comme des centres nerveux.

Leur coloration brune est due, non à des granulations colorées éparses, comme on l'a cru jusqu'ici, mais surtout à la présence de grandes cellules irrégulières et allongées (rappelant les cellules pigmentaires de la grenouille) remplies de parcelles brunes biréfringentes (voir fig. 5). Le noyau y est très-apparent, car ses environs sont dépourvus de pigment. Je considère ces cellules comme conjonctives, attendu qu'on les retrouve dans d'autres organes, notamment dans les parois du système aquifère, la membrane de la lanterne, etc.

Les éléments nerveux proprement dits, cellules et fibres, ont été décrits par Baudelot. J'ai trouvé qu'ils ne sont pas distribués au hasard, mais forment deux couches fort distinctes, une interne fibreuse, une externe cellulaire, occupant chacune toute la largeur du cordon ambulacraire. Elles adhèrent intimement l'une à l'autre : aussi n'est-ce guère que par lambeaux qu'on parvient à les séparer.

La couche interne offre une structure fibreuse évidente, appréciable à la loupe : elle est essentiellement formée de fibrilles parallèles d'une ténuité extrême. Ces fibrilles nerveuses se colorent par l'hématoxyline, l'acide osmique, le chlorure d'or, etc., mais bien moins vivement que les cylindres d'axe des fibres nerveuses des vertébrés. C'est dans cette couche que se rencontrent surtout les cellules pigmentaires dont il a été question (fig. 5).

La couche externe, celle qui regarde le test, a l'aspect granuleux : examinée à un fort grossissement, elle montre un nombre prodigieux de petites cellules bipolaires ne mesurant que quelques millièmes de millimètre de diamètre (fig. 4). Elles sont formées d'un noyau vésiculeux, clair, et d'un protoplasme peu abondant, gris, presque homogène, se continuant de part et d'autre en un prolongement linéaire fort ténu, qui, à une certaine distance de la cellule, offre absolument l'aspect des fibrilles de la couche interne. Elles paraissent dépourvues de membrane cellulaire. Cette description est entièrement conforme à celle que Baudelot en a donnée. C. K. Hoffman a figuré ces cellules comme des vésicules claires sans prolongements. Ses figures (65 et 67, pl. VIII, *loc. cit.*) me semblent indiquer qu'il n'a eu sous les yeux que les noyaux des cellules nerveuses. Il n'est pas parvenu, dit-il, à y découvrir des prolongements. Il faut, pour bien constater ces prolongements, s'adresser à un oursin vivant, enlever avec précaution un tronçon du cordon nerveux ambulacraire, le déposer dans une gouttelette d'eau de mer et recouvrir d'une lamelle. Si l'on amène alors le foyer d'un bon objectif à immersion sur la partie la

plus mince du sillon moyen, on aperçoit de fort petites cellules arrondies, tellement nombreuses et pressées les unes contre les autres, qu'il est presque impossible de distinguer leurs prolongements, et qu'on croit en certains endroits avoir affaire à un épithélium : mais si l'on ajoute alors une goutte d'acide acétique dilué, et surtout si l'on exerce une certaine pression sur le verre à couvrir, ces cellules se séparent les unes des autres et montrent fort nettement leurs deux prolongements (fig. 4) dont la direction est ici exactement transversale, de sorte qu'on peut les suivre directement jusque dans les ramuscules destinés aux ambulacres. La continuité entre les deux ordres d'éléments nerveux, fibrilles et cellules, se trouve ainsi établie.

c. *Physiologie.*

Les expériences suivantes ont été entreprises dans le but de mesurer si les organes décrits précédemment représentaient oui ou non un centre anatomique des mouvements volontaires, un système nerveux. Elles ont toutes été exécutées un grand nombre de fois sur des séries de *Toxopneustes lividus* récemment capturés et présentant par conséquent toute leur vitalité. Les *Echinus sphaera* qui, dans les environs de Roscoff, vivent à une assez grande profondeur de mer, conviennent beaucoup moins, attendu qu'il est impossible de les placer dans des conditions biologiques normales, notamment de les soumettre à la pression énorme à laquelle ils sont habitués.

A l'aide de ciseaux fins et pointus, je pratique chez un oursin livide cinq petites entailles dans la membrane buccale de façon à diviser les troncs nerveux ambulacraires près de leur origine ; j'en opère une série de la même façon et je les mets en observation dans un grand aquarium. Les tubes ambulacraires ne sont nullement paralysés ; on les voit s'agiter en tous sens, se fixer comme des amarres aux corps environnants, mais l'animal ne parvient plus à exécuter de mouvements d'ensemble. Chaque rangée d'ambulacres travaille pour son propre compte et l'animal tirailé en sens divers ne bouge guère de place, tandis que d'autres individus laissés intacts comme termes de comparaison se promènent sur le fond de l'aquarium ou grimpent à l'aide de leurs ambulacres le long des glaces verticales.

Si nous retournons un oursin intact, de façon que sa face orale, au lieu de regarder en bas, soit tournée en haut, nous le verrons allonger ses tubes ambulacraires, les promener en tous sens, puis les fixer

d'un côté et exercer des tractions sur ces amarres, de façon à soulever son corps, à le faire basculer complètement et à reprendre son attitude normale : ce résultat est obtenu dans l'espace de quelques secondes ou de quelques minutes ¹. Répétons la même expérience avec une série d'oursins ayant subi la section des nerfs ambulacraires. Ils ne parviennent plus à exécuter ce mouvement d'ensemble et restent indéfiniment dans cette position anormale. C'est là cependant une mutilation insignifiante, d'autant plus qu'on peut fort bien sectionner les nerfs, tout en respectant les vaisseaux ambulacraires. Il suffit pour cela d'effectuer l'opération dans l'espace compris entre le sommet des pyramides et l'endroit où le canal ambulacraire émanant du cercle supérieur de la lanterne vient recouvrir le nerf ambulacraire. On s'expose tout au plus à blesser les petits canaux qui vont aux tentacules buccaux : encore peut-on l'éviter en glissant la pointe des ciseaux contre la face externe des pyramides.

Au contraire, les lésions les plus graves, du moment qu'elles n'atteignent pas le système nerveux, n'empêchent nullement les oursins de se servir de leurs tubes ambulacraires pour se remettre dans la position qui leur est habituelle. Ils se retournent parfaitement après des sections multiples de la membrane buccale ou du test, pratiquées dans les intervalles du trajet des nerfs, et même après l'ablation d'une portion notable de l'hémisphère supérieur de la carapace, comprenant, outre l'anus, une partie de l'intestin et des glandes génitales, ainsi que les cordons terminaux des nerfs et des vaisseaux ambulacraires. On peut varier ces expériences, exécuter la section des nerfs à différentes hauteurs, toujours on obtient des résultats qui nous forcent à admettre que les cordons décrits comme système nerveux sont bien les voies par lesquelles s'établit l'harmonie des mouvements. Enfin, la galvanisation d'un nerf ambulacraire, à l'aide de la pince électrique et de la bobine d'induction, produit constamment la rétraction immédiate de tous les ambulacres de la zone. Pour atteindre le nerf ambulacraire, il faut enlever une portion du pôle apical de l'oursin, vider en partie l'eau qu'il contient, et le laisser

¹ Cette tendance à l'attitude normale ne peut dépendre ici d'un malaise résultant de l'action renversée de la pesanteur : il n'est pas rare, en effet, de trouver des oursins attachés à la voûte des cavités dans lesquelles ils aiment à vivre. Comme fait remarquer J. Müller, il faut plutôt, l'attribuer au sentiment d'impuissance que l'animal éprouve lorsque sa portion orale ne correspond plus à la surface sur laquelle il rampe.

flotter à la surface de l'eau. Cette dernière expérience n'est cependant pas tout aussi concluante qu'elle le paraît, car il est impossible de limiter l'excitation électrique au nerf seul : on ne peut l'isoler à l'aide d'une plaque de verre à cause de son peu de consistance et des nombreux rameaux qu'il envoie de chaque côté aux ambulacres.

L'anneau nerveux et les cordons ambulacraires qu'il fournit ont dans toute leur étendue la valeur de centres nerveux¹ : les ambulacres continuent à se mouvoir, à réagir aux impressions du dehors sur des fragments isolés d'oursin. Mais la continuité, l'intégrité de ces différentes parties est indispensable aux mouvements d'ensemble de l'animal.

Outre le système nerveux dont il vient d'être question, les faits suivants plaident en faveur de l'existence d'un plexus nerveux situé dans l'épaisseur de la peau qui recouvre le test à l'extérieur. Si l'on blesse ou pique un endroit circonscrit du tégument externe, on voit aussitôt les piquants, les pédicellaires situés dans un certain rayon, s'abaisser vers le point irrité, dans un but de défense. L'expérience réussit également bien sur les fragments complètement séparés du reste de l'animal. C'est dans l'épaisseur du tégument externe que se trouvent les voies de transmission entre l'endroit irrité et les muscles qui meuvent les piquants et les pédicellaires. Car, en traçant avec un fin scalpel des entailles linéaires dans la couche molle de la peau, on limitera l'étendue du champ qui prend part à ces mouvements de défense. On peut circonscrire des espaces en forme de triangle, de quadrilatère et suivant que l'on irrite un point situé à l'intérieur ou à l'extérieur de la surface ainsi délimitée, les piquants et les pédicellaires s'y mettent seuls en mouvement ou restent seuls immobiles. C'est en vain que j'ai essayé de constater anatomiquement l'existence de ce plexus nerveux.

II

MUSCLES.

Les données les plus contradictoires règnent dans la science au sujet de la structure des fibres musculaires des oursins. L'existence des séries transversales est affirmée par les uns², niée par d'au-

¹ Müller a donné aux cordons nerveux ambulacraires le nom de *cerveaux ambulacraires* à cause de leur volume considérable.

² VALENTIN, *loc. cit.*, p. 63. KÖLLIKER, *Würzburger Verhandl.*, Bd. VIII, p. 111, 1858.

tres¹; enfin Leydig² a décrit ces fibres comme composées de pièces en forme de coins, empilées à la suite les unes des autres.

J'ai pu m'assurer que ces muscles sont formés de fibres fort ténues, complètement lisses et homogènes suivant la longueur. Ainsi, malgré l'emploi de réactifs variés : alcool, acide osmique, chlorure d'or et de potassium, hématoxyline, acide chromique, etc., je n'ai pu y déceler la moindre trace de strié transversal. Ces fibres ne paraissent pas posséder d'enveloppe, offrent une structure fibrillaire et souvent un ou plusieurs noyaux appliqués à leur surface. Elles sont biréfringentes et s'imprègnent vivement par l'acide osmique et les matières colorantes.

Les fibres des muscles qui meuvent la lanterne d'Aristote s'implantent directement par une extrémité denticulée (fig. 6 b) sur les parties calcaires du squelette.

Les muscles de la lanterne et les organes musculieux (vésicules ambulacraires et tube digestif) montrent, sous l'influence d'une excitation électrique ou mécanique, des contractions énergiques, mais ne se produisant pas brusquement, comme cela a lieu pour les muscles striés. J'ai vainement cherché les nerfs de ces muscles³.

¹ LEYDIG, *Arch. für Anat. und Physiol.*, 1854, p. 349.

² C.-K. HOFFMANN, *loc. cit.*, p. 17.

³ Je ne puis terminer ce travail sans exprimer à M. le professeur de Lacaze-Duthiers la plus vive reconnaissance pour la cordialité et la bienveillance avec laquelle j'ai été accueilli à son laboratoire de Roscoff. Tous les matériaux nécessaires à mes études : animaux, réactifs, instruments, ont été mis à ma disposition avec une libéralité sans limite. Si j'ai un regret, c'est que ma voix n'ait pas assez d'autorité pour faire dignement ressortir les avantages exceptionnels qu'offre aux travailleurs l'hospitalité si large du laboratoire de zoologie expérimentale.

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE XVIII.

N. B. Toutes les figures se rapportent à l'*Echinus sphara*.

FIG. 1. Portion de l'anneau nerveux pentagonal (légèrement grossi). *a*, cordon extérieur passant en entier dans *b*, le tronc nerveux ambulacraire; *c*, nerf pour le tube digestif.

FIG. 2. Coupe indiquant les rapports du cordon nerveux ambulacraire (grossi de trois à quatre fois). *a*, section du vaisseau ambulacraire; *b*, *id.* du nerf; *c*, *id.*, du canal du tronc nerveux; *d*, *id.* de la membrane tapissant la face interne du test; *e*, attache du canal nerveux à la membrane du test.

FIG. 3. Cordon nerveux ambulacraire dans ses rapports avec le système jaquifère (grossi trois fois). La portion indiquée seulement au trait (V) est empruntée à un fragment décalcifié par l'acide nitrique au cinquième. *a*, grand vaisseau ambulacraire; *b*, petit vaisseau ambulacraire; *c*, tronc nerveux ambulacraire; *c'*, rameaux nerveux destinés aux ambulacres; *d*, cordon fibreux; *e*, enveloppe du système nerveux attachée par un raphé médian à la membrane du test; *e'*, prolongement du canal nerveux servant de gaine au rameau *e'*; V, vésicule ambulacraire communiquant par deux canaux (*gg*) avec le tube ambulacraire (*i*). Le rameau nerveux (*f*) traverse le test en (*g*), parcourt l'ambulacre (*i*) et se termine au bourrelet (*h*).

FIG. 4. Cellules nerveuses bipolaires de la couche externe situées au niveau du sillon médian du cordon nerveux ambulacraire (Nachet. obj. imm. n° 7, ocul. I).

FIG. 5. Fibrilles nerveuses et cellules à pigment de la couche interne du cordon nerveux ambulacraire (Nachet. obj. imm. n° 7, ocul. I).

FIG. 6. Fibres des muscles de la lanterne d'Aristote, colorés à l'hématoxyline. *a*, noyau musculaire; *b*, extrémité des fibres s'attachant aux pyramides. La couleur violette de l'hématoxyline n'a pas été rendue (Nachet. obj. imm. n° 7, ocul. I).