

N° D'ORDRE
200.

H. F. n. f. 168 (IV, 3)
THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES,


PAR LE DOCTEUR

ERNEST FAIVRE.

THÈSE DE ZOOLOGIE. — ÉTUDES SUR L'HISTOLOGIE COMPARÉE
DU SYSTÈME NERVEUX CHEZ QUELQUES ANNÉLIDES,

PROPOSITIONS DE BOTANIQUE DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenu le 24 décembre 1856 devant la commission d'examen.


MM. MILNE EDWARDS, *Président.*
BERNARD, } *Examinateurs.*
PAYER, }

PARIS,
IMPRIMERIE DE L. MARTINET,
RUE MIGNON, 2.

1856.

10,008

ACADEMIE DE PARIS.

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS.

Doyen MILNE EDWARDS, *professeur*. Zoologie, Anatomie, Physiologie.

Professeurs honoraires . . . { Le baron THENARD.
BIOT.
PONCELET.

Professeurs . . . { N. Géologie.
DUMAS. Chimie.
DESPRETZ. Physique.
N. Mécanique.
DELAFOSSÉ Minéralogie.
BALARD. Chimie.
LEFÉBURE DE FOURCY Calcul différentiel et intégral.
CHASLES. Géométrie supérieure.
LE VERRIER. Astronomie physique.
DUHAMEL Algèbre supérieure.
CAUCHY Astronomie mathématique et Mécanique céleste.
GEOFFROY-SAINT-HILAIRE. Anatomie, Physiologie comparée, Zoologie.
LAMÉ. Calcul des probabilités, Physique mathématique.
DELAUNAY. Mécanique physique.
PAYER. Botanique.
CLAUDE BERNARD. Physiologie générale.
P. DESAINS. Physique.

Agrégés { BERTRAND. } Sciences mathématiques.
J. VIEILLE. }
MASSON. } Sciences physiques.
PÉLIGOT. }
DUCHARTRE. } Sciences naturelles.

Secrétaire . . . E. PREZ-REYNIER.

ÉTUDES

SUR

L'HISTOLOGIE COMPARÉE

DU SYSTÈME NERVEUX

CHEZ QUELQUES ANNÉLIDES.

Nous avons entrepris, depuis quelques années, l'étude anatomique et physiologique du système nerveux chez certains animaux invertébrés.

Nous avons pensé que les observations, faites avec une rigoureuse exactitude sur des êtres simples, serviraient à rendre plus intelligibles les phénomènes complexes que nous présentent les organismes élevés.

Avant d'aborder les questions physiologiques, nous avons cherché à pénétrer les détails de texture sans lesquels les vivisections sont incertaines et les résultats incomplets.

Nous exposerons aujourd'hui la partie anatomique de nos recherches, celles du moins qui concernent les éléments et les tissus nerveux examinés dans la Sangsue médicinale et le Lombric terrestre.

Nous parlerons dans un autre travail des principes immédiats quant au système nerveux envisagé d'une manière descriptive, nous renvoyons aux auteurs qui en ont donné tant et de si exactes descriptions.

Notre travail se divise en trois parties :

La première est une revue de toutes les études entreprises déjà sur le sujet qui nous occupe.

La seconde renferme tous les détails de nos observations.

Dans la troisième partie nous essaierons de grouper les faits épars, et de comparer, autant qu'il est possible dans l'état actuel de la science, les nerfs des Invertébrés, soit entre eux, soit avec ceux des animaux supérieurs.

PREMIÈRE PARTIE.

HISTORIQUE.

Il est peu de sujets scientifiques qui n'aient leurs antécédents dans l'histoire. Si le monde des organismes est vaste, si les problèmes de la vie semblent n'avoir pas de limites, il faut avouer que le génie observateur de l'homme est aussi étendu que la nature est féconde, et qu'il met autant d'ardeur à rechercher la vérité que la nature déploie de puissance pour lui en offrir les moyens.

En prenant pour objet de nos études l'anatomie et la physiologie du système nerveux des animaux inférieurs, nous pensions que la voie que nous allions suivre avait été à peine explorée avant nous; mais en feuilletant l'histoire de la science, nous avons été bientôt désabusé.

Nous avons reconnu que des observations nombreuses avaient été faites sur les mêmes animaux, mais non au même point de vue; avec les mêmes moyens, mais non avec la même méthode.

C'est un devoir pour nous d'enregistrer les tentatives de nos devanciers, en les appréciant avec toute impartialité; c'est d'ailleurs un moyen de réunir un grand nombre de résultats qui nous conduiront plus sûrement et plus vite à la vérité.

En nous bornant aux études anatomiques entreprises sur le système nerveux des animaux annelés, notre sujet sera encore bien vaste, et les limites en seront difficiles à circonscrire.

Il est possible néanmoins de rapporter à trois périodes tout l'ensemble des travaux qui ont pour objet l'anatomie des nerfs chez les Annelés, et, en particulier, chez les Vers. Ces périodes sont établies en prenant pour base les découvertes les plus importantes, et les directions nouvelles dans lesquelles elles ont entraîné les observateurs.

Nous pensons, par exemple, que les études d'Audoin et de Milne Edwards en France, de Brandt en Allemagne, sur le stomato-gastrique, sont comme le point de départ d'un nouveau groupe de travaux, et qu'il en a été de même, plus tard, lors des recherches mémorables de Newport sur la texture intime des nerfs.

Nous n'avons pas l'intention de passer en revue les innombra-

bles ouvrages ou mémoires qui ont été composés à une époque où l'on ne connaissait pas encore ces nerfs organiques, et où l'on se bornait à disséquer minutieusement les ganglions, les connectifs et les nerfs.

Il n'entre pas non plus directement dans notre sujet d'exposer les études de Brandt et de ses successeurs sur le stomato-gastrique. Nous rappellerons seulement que ce système est déjà bien connu dans un grand nombre d'animaux. Outre les travaux généraux de Brandt (1) et de J. Müller (2), nous mentionnerons : pour les Insectes, les études spéciales de Swammerdam (3), Lyonnet (4), Treviranus (5), Strauss (6), Suckow (7), Dufour (8), Newport (9), Burmeister (10), Lacordaire (11), Blanchard (12); pour les Arachnides, celles de Grube (13), Dugès (14), Treviranus (15), Blanchard (16); pour les Myriapodes et les Crustacés, celles de Krohn (17), Suckow (18), Newport (19), Audouin et Milne Edwards (20); enfin pour les Vers, les observations de Grube, et surtout celles de Quatrefages (21).

(1) Brandt, *Ann. des sc. nat.*, V, 1836, ou *Isis*, 1835.

(2) J. Müller, *Nov. Act. nat. curios.*, XIV, 1828.

(3) *Biblia natura*, p. 432, pl. 28.

(4) *Traité anatomique de la Chenille du saule*, p. 98 et 201, pl. 4 et 9.

(5) Treviranus, *Verm. Schrift*, III, p. 59.

(6) Straus-Durckheim, *Traité d'anat. comparative*, 1842, t. II, p. 351.

(7) Suckow, *Anat. physiol. Untersuch.*, p. 40, pl. 7.

(8) L. Dufour, *Recherches sur les Orthoptères*, p. 285, et aussi *Ann. des sc. nat.*, 1845.

(9) *Encyclop.*, art. INSECTES, p. 957.

(10) Burmeister, *Handb. d. Ent.*, I, p. 310.

(11) Lacordaire, *Introd. à l'Entomol.*; II, p. 214.

(12) Blanchard, *Ann. des sc. nat.*, t. XIV, 1850.

(13) *Müller's Archiv*, 1842 (Grube).

(14) *Ann. des sc. nat.*, VI (Dugès).

(15) Treviranus, *loc. cit.*, p. 38.

(16) Blanchard, *Comptes rendus*, 1845, p. 1384.

(17) Krohn, *Isis*, 1834, p. 529.

(18) Suckow, *loc. cit.*, p. 62.

(19) Newport, *Phil. Trans.*, 1834.

(20) Audouin et Milne Edwards, *Ann. des sc. nat.*, 1828.

(21) *Ann. des sc. nat.*, XIV, 1850.

Après avoir cherché dans tous les sens la distribution des nerfs, il était naturel que les observateurs en vinssent à étudier la structure intime des filets et des ganglions, et la nature des éléments qui les composent : l'anatomie descriptive allait être suivie par l'histologie.

C'est surtout à George Newport que revient l'honneur d'avoir abordé, le premier; le difficile problème de la texture intime des nerfs chez les Invertébrés, et d'avoir jeté les plus vives lumières sur cette branche de la science encore mal connue jusqu'à lui. Ces travaux, bien qu'entachés de plus d'une imperfection, n'en sont pas moins les plus remarquables qui aient été publiés sur cette matière; ils ont ouvert une admirable voie que plusieurs anatomistes ont déjà suivie, et que nous suivons après eux. Newport a commencé ce que nous pouvons appeler la troisième phase des études sur le système nerveux des Invertébrés, la phase des études histologiques. Il a donné l'impulsion, il a fait connaître d'importantes vérités : il est légitime d'honorer ses travaux. Aussi nous sommes heureux de consacrer cet essai à la mémoire du célèbre naturaliste anglais.

Tous les travaux relatifs à la texture n'ont pas commencé avec Newport; il serait injuste d'en omettre quelques-uns, qui ont d'ailleurs un rapport assez direct avec notre sujet : nous voulons signaler surtout les belles recherches de M. Serres, et les observations de Roth et de Morren sur le *Lombric* terrestre.

Dans l'ouvrage de M. Serres, la question du système nerveux des Invertébrés est traitée à un point de vue général, et tout le monde connaît les conclusions du savant auteur. Il soutient que l'axe nerveux des Articulés représente les ganglions intervertébraux des animaux supérieurs; et que les ganglions céphaliques sont les analogues de la cinquième paire; les détails manquent sur les éléments et sur les tissus (1).

Si Roth a publié ses recherches en 1825, la question de texture n'y occupe pas une grande place. Après avoir rappelé l'opinion de Della Torre, de Home, de Treviranus, l'auteur expose brièvement l'idée qu'il s'est faite sur la texture des nerfs chez le *Lombric*. On

(1) Serres, *Anatomie comparée du cerveau*, 1824, t. II.

trouve dans ses nerfs deux substances : l'une grise, périphérique, composée d'une infinité de globules allongés, disposés sans ordre ; l'autre blanche, centrale, formée des mêmes globules, mais régulièrement disposés (1). Les figures 5 et 6 représentent grossièrement cette disposition.

Morren, dans son *Histoire des Lombrics*, a consacré aussi un paragraphe à l'examen histologique du système nerveux (2). Ses recherches sur ce point sont presque dépourvues de valeur, et les figures qu'il donne sont tout à fait imparfaites. Morren adopte d'ailleurs l'opinion de Roth, et conclut ainsi : « Neque ullum » histologicum invenire poterimus discrimen substantiæ nervosæ, cum illa comparatæ quam in animalibus excelsioris vitæ evolutione animadvertas ; unde fit ut substantia incremento differat tantummodo. »

Ehrenberg est le premier auteur dont les travaux histologiques sur les nerfs ont une valeur incontestable ; sans doute, avant lui, Leuwenhoeek, Della Torre, Monro, Prochaska, Fontana, avaient soigneusement étudié les nerfs, mais seulement sur les animaux élevés, et sans songer à éclairer leurs recherches par des investigations sur des êtres plus simples. Ehrenberg aborda la question dans toute son étendue, et fit ses recherches sur sept Invertébrés, parmi lesquels étaient cinq Annelés : l'*Astacus marinus*, l'*Astacus fluviatilis*, le *Palaemon Squillus*, le *Geotrupes nasicornis*, l'*Hirudo medicinalis* (3). Chez tous ces animaux, et chez la Sangsue en particulier, Ehrenberg a très bien représenté les cellules, leur texture, leurs prolongements en des tubes allongés et l'aspect de certains ganglions ; mais il s'est trompé sur une foule de détails : ainsi il ne distingue pas les faces et les extrémités différentes de chaque ganglion (fig. 6) ; il n'indique pas les cloisons ; il représente inexactement l'orientation des cellules par rapport aux bords et

(1) Roth, *De animalium invertebratorum systemate nervoso, dissertatio inaugural.* Wiceburgi, 1825 (p. 10, § 9), fig. 5 et 6.

(2) Morren, *Histoire du Lombric terrestre.* Bruxelles, 1829, p. 146, tab. xxi, fig. 6 et 7, et tab. xix, fig. 6.

(3) Ehrenberg, dans les *Mémoires de l'Académie de Berlin*, 1834, p. 605 à 636, tab. vi et vii.

au centre des renflements ; il signale souvent plusieurs noyaux dans les cellules, tandis qu'il n'y en a qu'un seul en réalité. Mais ce sont là des points de détail, de minutieuses particularités qui s'effacent, si l'on considère l'importance et les résultats définitifs d'un travail, qui a donné le premier essor à toute une suite de recherches.

On signale partout, après le mémoire d'Ehrenberg, un travail étendu, que Valentin a publié dans les *Nova Acta*, et dont une partie est consacrée à l'examen histologique des nerfs et des ganglions de l'*Astacus fluviatilis* et de l'*Hirudo medicinalis* (1).

Il y a des critiques fondées à présenter sur ce travail, critiques qui, du reste, n'ont pas échappé à Ch. Bruch. Un seul coup d'œil jeté sur les planches suffit pour motiver bien des observations. Tantôt Valentin représente, comme émanant d'un ganglion, trois paires nerveuses (fig. 62-69) ; tantôt il représente (toujours chez la Sangsue) un ganglion, qui émet deux troncs nerveux à droite et trois à gauche (fig. 63) ; tantôt enfin il figure seulement deux paires nerveuses prenant naissance de chaque ganglion, ce qui est la règle (fig. 65). Les figures 67 et 68 représentant le premier et le dernier ganglion sont fort inexactes ; quant à la figure 69 qui retrace la marche des fibres, elle est inintelligible pour nous, du moins.

Si nous signalons des détails erronés, nous devons aussi reconnaître que Valentin a saisi le premier, avec netteté, une foule de dispositions importantes, que son travail est parfaitement conçu, et que les conclusions suivantes qu'il en tire sont bien fondées :

1° Chez les Invertébrés, comme chez les Vertébrés, les nerfs se composent de fibres primitives distinctes les unes des autres, et constituées par une enveloppe transparente et un contenu finement granuleux

2° Les cellules nerveuses des Invertébrés se montrent, comme celles des Vertébrés, composées d'une enveloppe, d'un contenu granuleux et d'un noyau ; on les trouve au centre et à la périphérie du système.

(1) Valentin, *Nova Acta Acad. nat. cur.*, t. XVIII, 1836, p. 202, pl. 8.

3° Quant à la constitution générale, les centres des Invertébrés sont analogues à ceux des Vertébrés ; mais les éléments des nerfs chez les êtres inférieurs se rapprochent surtout de ceux du grand sympathique des animaux les plus parfaits.

Depuis le mémoire que nous venons d'analyser, Valentin a publié un ouvrage dans lequel il revient sur la question de texture (1). Il expose les recherches qu'il a faites sur l'*Astacus marinus*, et qui lui ont démontré, comme à Newport, deux parties dans le système nerveux de cet animal : l'une inférieure, ganglionnaire, sensitive ; l'autre supérieure, fibreuse et motrice. Il est vrai que ce dernier travail que nous mentionnons est plutôt physiologique qu'anatomique ; mais enfin il est juste d'en tenir compte.

Nous arrivons maintenant aux travaux de Newport. Ehrenberg et Valentin s'étaient surtout occupés des éléments nerveux et de leur disposition dans les nerfs et dans les ganglions ; mais ils avaient négligé la recherche de la distribution des fibres, ou plutôt ils ne s'en étaient préoccupés qu'accessoirement. Newport reprit cette question, et la traita avec un admirable talent dans une suite de mémoires publiés en 1832, 1834 et 1843. Les deux premiers sont consacrés à la texture et au développement des nerfs chez le *Sphinx ligustri* (2) ; ils traitent aussi, mais secondairement, de quelques autres Insectes et d'un Crustacé. Voici les résultats les plus saillants obtenus par l'anatomiste anglais :

Chaque cordon interganglionnaire et chaque lobe de ganglion se composent de deux couches ou colonnes : l'une sensitive, l'autre motrice. Les colonnes sensibles inférieures renferment un noyau gris, les supérieures en sont dépourvues ; les deux colonnes contribuent souvent à la formation d'un même nerf, comme il est facile de l'observer sur les troncs nerveux qui donnent des filets aux ailes. Newport a signalé aussi un système spécial superposé à la chaîne ventrale dans toute sa longueur : ce système est constitué par un nerf qui va d'un ganglion aux ganglions suivants, et émet plusieurs filets, dont les uns s'anastomosent avec les nerfs moteurs,

(1) Valentin, *De functionibus nervorum cerebratium et nervi sympathici*. Bernæ, 1839, livre I, chap. 1, p. 8.

(2) *Philos. Trans.*, 1832, 1834.

tandis que d'autres se rendent aux muscles et aux organes respiratoires. Les changements de cette chaîne, que Newport désigne sous le nom de *système des nerfs respiratoires* ou *transverses*, sont indépendants des modifications de la chaîne ventrale; c'est probablement à cet ensemble de nerfs respiratoires qu'il faut rapporter, comme le fait remarquer Lacordaire, ces filaments que Burmeister a décrits dans la larve du *Calostoma*, sous le nom de *nerfs auxiliaires de connexion*.

Il n'entre pas dans notre sujet d'exposer ici les détails que Newport a donnés tant sur le stomato-gastrique du *Sphynæ ligustri*, que sur les modifications importantes que subit l'ensemble du système nerveux aux diverses périodes des transformations de l'Insecte.

Dans l'*Astacus marinus*, Newport a également reconnu les colonnes motrices et sensitives, et le nerf respiratoire dont les filets thoraciques se rendent aux branchies.

En 1844, le même anatomiste a publié ses études sur la texture du système nerveux des Myriapodes (1). Dans les ganglions de l'Insecte, il distingue quatre séries de fibres : la série supérieure, déjà décrite chez les Insectes et les Crustacés comme colonne motrice; la série inférieure ou colonne sensitive, dont les fibres ont une direction curviligne entre ces deux colonnes; un ensemble de fibres dirigées d'un côté du ganglion au côté opposé; enfin des fibres de renforcement du cordon, dirigées du bord postérieur d'un ganglion au bord antérieur du renflement qui lui fait suite.

Chaque nerf, à sa sortie d'un ganglion, est composé de ces quatre ordres de fibres, savoir : les séries supérieures et inférieures établissant la communication avec les ganglions céphaliques; une série transverse ou de commissure mettant les nerfs d'un côté en communication avec ceux du côté opposé; enfin une série latérale qui ne communique qu'avec les nerfs situés d'un même côté dans un renflement postérieur, et qui fait partie des cordons dans les intervalles des ganglions.

(1) *Philos. Trans.*, 1844. On trouvera aussi toutes les observations de Newport, sur les nerfs des Insectes, exposées par lui à l'article *INSECTES* de la *Cyclopædia of Anatomy*, vol. II (p. 942 à 960), 1839.

A l'aide des directions précédentes, on peut se rendre compte de divers mouvements. Newport ne se figure pas chez les Myriapodes le système intermédiaire, et il n'insiste pas sur les fibres qui joignent les deux nerfs d'un même côté ; il paraît ne les avoir entrevues que vaguement.

Voilà en quelques mots les résultats obtenus par Newport sur la texture des nerfs. Ces résultats importants ne sont pas à l'abri de la critique. Pourquoi le savant anatomiste s'est-il laissé guider par des idées préconçues, en voulant appliquer au système nerveux des êtres inférieurs les doctrines de Charles Bell et de Marshall Hall ? Pourquoi surtout n'a-t-il pas fait servir à ses recherches le microscope, qui pouvait lui rendre de si précieux services ?

Tandis que Newport publiait ses travaux, Carpenter, suivant une direction semblable, et guidé par les théories de Marshall-Hall sur le mouvement réflexe, faisait connaître ses vues dans une dissertation inaugurale (1). Le travail de Carpenter est plus physiologique qu'anatomique, et il enrichit la science plutôt de vues générales que de faits nouvellement acquis. Seize propositions résument toute sa doctrine, et la formulent ainsi : Chez les animaux les plus simples, il existe un système nerveux gastrique indépendant, présidant aux mouvements réflexes qui déterminent la propulsion des aliments dans l'œsophage ; si l'on considère des animaux plus parfaits, on y reconnaît l'existence d'un système nerveux respiratoire, fonctionnant en dehors de la volonté ; et enfin l'existence d'une série de centres, lieu des actions réflexes du mouvement de locomotion volontaire et involontaire. Ces divers systèmes offrent une harmonie d'autant plus intime que la perfection des organismes est plus grande ; ils sont tous groupés dans la moelle des Vertébrés, qui en est l'expression la plus élevée.

Avant de terminer l'énumération des travaux entrepris en Angleterre sur la question qui nous occupe, nous citerons encore l'ouvrage de Grant (2), où l'on trouvera de nouveaux faits confirmatifs

(1) Carpenter, *Dissertation on the Physiological Inferences, to be deduced from the Structure of the Nervous System in the Invertebrated Classes of Animals*. Edinburgh, 1839).

(2) Grant, *Outlines of Comparative Anatomy*, 1841, p. 185 à 204.

des idées de Newport sur les colonnes motrices et sensitives ; et nous mentionnerons le nom de Leuckart Clark , très habile observateur, qui fait en ce moment des études sur la texture des nerfs du *Lombric* terrestre.

Nous avons essayé de faire connaître une première série de travaux publiés sur la texture des nerfs chez les animaux vertébrés de 1830 à 1841 et 1842. A partir de ces années, les études histologiques ayant fait en Allemagne de remarquables progrès , il en est résulté qu'une foule d'observateurs ont abordé directement ou indirectement la question de texture du système nerveux chez les êtres les plus dégradés ; nous essaierons de donner l'analyse des résultats qui nous ont le plus frappés.

Nous passerons rapidement sur les quelques faits recueillis par Pappenheim (1) et Henle (2), en nous bornant à dire que ce dernier auteur a trouvé, autour de l'orifice génital de l'Échinorhynque et dans le pharynx du Distome, des corps analogues aux fibres nerveuses et aux cellules ganglionnaires.

Nous nous arrêterons spécialement sur le travail très important d'Helmholtz (3) ; l'auteur a fait une étude distincte des éléments et des tissus. Les éléments nerveux, envisagés chez les Arachnides, les Insectes, les Vers, les Mollusques, se réduisent à deux, le tube et la cellule. Le tube se compose d'une enveloppe et d'un contenu, et la cellule d'une enveloppe, d'un contenu diversement coloré, d'un noyau et de nucléoles ; l'auteur a très bien distingué les cellules nerveuses avec prolongements des cellules apolaires.

En examinant le mode de disposition des éléments, Helmholtz a constaté chez la Sangsue la texture suivante : Des fibres nerveuses, dont une partie traverse le ganglion ; une autre se dégage au niveau des cloisons de la masse fibreuse pour aller se porter aux nerfs latéraux ; et la troisième se rend des connectifs et des nerfs latéraux vers les cellules gauglionnaires. Helmholtz a exactement

(1) Pappenheim, *Die specielle Gewebelehre des Gehörorgans nach Structur*, etc. Breslau, 1840.

(2) *Anatomie générale*, dans *Encycl. anat.*, trad. franç., t. II, p. 334.

(3) Helmholtz, *De fabrica systematis nervosi evertibratorum*. Berolini, 1842. Consultez aussi Siebold et Reichert (*Arch. de Müller*, 1843, p. 11, et CXCVII).

figuré les cloisons. Dans l'Écrevisse, le même auteur a reconnu une structure très complexe, et spécialement des fibres qui ne vont que d'un ganglion au ganglion suivant; d'autres qui se dirigent d'une extrémité à l'autre de la chaîne; d'autres, enfin, qui vont d'un ganglion au tronc nerveux latéral : la distinction entre les nerfs moteurs et sensitifs, telle que Newport l'a comprise, ne paraît pas fondée à Helmholtz.

Hannover, Will et Remak, ont publié, dans le cours de l'année 1844, des travaux qui touchent intimement au sujet de ces *Essais*, et dont la valeur est incontestable.

Hannover (1), dans ses études sur les nerfs de l'*Astacus fluviatilis* et de l'*Hirudo medicinalis*, a bien reconnu le rapport des cellules et des tubes; il a bien noté l'analogie des tubes de certains Invertébrés avec les tubes du grand sympathique des Vertébrés, mais il n'est entré dans aucun détail relativement à la texture.

Will (2) a décrit plus exactement que ses prédécesseurs les éléments nerveux, et spécialement les cellules; il en reconnaît de deux sortes. Dans les unes, l'espace compris entre l'enveloppe et le noyau est toujours rempli d'une matière hyaline, que l'action de l'eau fait paraître grenue. Ces cellules ne sont pourvues que d'un seul prolongement qui reste indivis.

Dans la seconde forme, la masse hyaline renferme une multitude de petites vésicules rondes; de chaque cellule partiraient, d'après l'auteur, des appendices de forme allongée, composés de fibres déliées. Ces appendices se diviseraient en branches donnant naissance à des rameaux plus grêles. Les grosses branches sont variqueuses; les petites se réunissent en renflements ganglionnaires, d'où partent de nouvelles fibres.

Will nous donne aussi des détails sur la texture des ganglions de la Sangsue; il en décrit exactement les faces, les extrémités, les enveloppes, les cloisons, à l'égard desquelles il fait remarquer, en s'appuyant sur les observations qu'il a faites chez la Téthys, qu'elles interceptent autant de ganglions distincts. Les autres par-

(1) Hannover, *Recherches microscopiques sur le système nerveux* (Copenhague, Paris et Leipsik, 1844), pl. 6 et 7.

(2) *Archives de Müller*, 1844, p. 77.

tics du mémoire de Will ne se rapportent qu'indirectement au sujet que nous traitons.

Remak a publié dans les *Archives* de Müller (1) quelques recherches sur le contenu des tubes nerveux chez les Écrevisses; il décrit dans chaque tube couvert de noyaux une réunion de filaments déliés : ces filaments sont très fins, parallèles, sans anastomoses, et réunis en un faisceau qui peut faire saillie au dehors de l'enveloppe, soit par suite d'une pression, soit par l'action de l'eau. Aussitôt après sa sortie du tube, le filament se réduit en une matière granuleuse. Entre le faisceau central et l'enveloppe, Remak a vu aussi une couche de matière dans laquelle se développent, par suite de la coagulation, d'innombrables vésicules hyalines.

Quelle est la signification du faisceau central? Constitue-t-il une partie spéciale, ou représente-t-il un cylindre d'axe? Remak adopte cette dernière opinion en se basant sur des observations antérieures. Depuis le travail de Remak jusqu'en 1848, on n'a rien écrit, que nous sachions, d'important sur le sujet qui nous occupe.

En 1848, Ch. Bruch, professeur à Heidelberg, a publié ses observations sur le système nerveux de la Sangsue considéré dans sa structure intime (2). Nous ne connaissons aucun travail plus soigné, plus exact et plus conforme aux faits que le sien. Nous en présenterons une succincte mais rigoureuse analyse. Bruch étudie à part les centres nerveux et les filets qui en partent. Relativement aux centres nerveux, il insiste sur la forme et l'aspect des deux faces ganglionnaires et de leurs prolongements. Il établit la constriction du connectif supérieur à son entrée, et celle des nerfs latéraux à leur sortie; il démontre que les fibres du connectif supérieur se partagent en deux groupes : les unes traversent directement le ganglion, les autres forment une partie des faisceaux latéraux du même côté. En employant l'acide acétique, l'auteur parvient à distinguer l'entrecroisement des tubes venant des cellules de la région supérieure gauche avec les tubes émanant des cellules de la partie supérieure droite; les recherches de Bruch ne

(1) Remak, Müller's *Arch.*, 1843, p. 197 à 201.

(2) Ch. Bruch, dans *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, herausgegeben von Siebold und Kötliker, 1848-49, p. 64, avec une planche.

l'ont conduit à aucun résultat sur la marche des fibres dans la moitié inférieure des ganglions. En jetant les yeux sur les figures 2, 3, 4, 5 de la planche, on comprendra facilement les détails que nous donnons ici, détails sur lesquels nous aurons d'ailleurs à revenir longuement.

Ehrenberg, Valentin et Will s'étaient occupés, comme nous l'avons vu, de la texture des ganglions de la Sangsue; mais aucun d'eux n'avait porté son attention sur la structure des nerfs. Bruch a traité ce sujet avec soin; il a bien reconnu que chaque rameau antérieur présentait, à peu de distance de son point d'émergence, un renflement ganglionnaire; il a aussi constaté qu'un pareil renflement, avec des cellules apolaires, se reproduisait à chaque bifurcation importante du tronc nerveux antérieur.

Les branches postérieures ne présentent jamais de renflements ganglionnaires, mais elles ont, dit Bruch, un caractère particulier. Le long des rameaux se distinguent des cellules ganglionnaires bipolaires, formant comme des renflements sur le trajet des tubes primitifs. Ces cellules intercurrentes, comme Henle les appelle, sont situées dans le cours du nerf, et jamais au point où il se divise; on les trouve fréquemment sur les plus petites branches du nerf latéral postérieur, rarement sur les rameaux du tronc antérieur: elles n'ont jamais été rencontrées dans les filets nerveux du premier et du dernier ganglion.

Bruch résume de la manière suivante toutes ses observations:

1° Il existe des cellules ganglionnaires libres, sans prolongements, sans rapports avec les filets nerveux; on les trouve dans tous les ganglions médians, dans les troncs antérieurs et leurs branches.

2° Les cellules, à un seul prolongement, se trouvent dans les ganglions eux-mêmes où elles sont abondantes.

3° Les cellules à deux prolongements, l'un central et l'autre périphérique, se trouvent spécialement sur le trajet de la branche nerveuse postérieure de chaque ganglion.

Nous regrettons que le beau travail de Bruch n'ait pas été plus étendu. L'auteur n'a point parlé de la texture intime des cellules ni des tubes; il ne s'est point occupé de la disposition du premier

et du dernier ganglion, non plus que de la marche et de la terminaison des nerfs. Il est vrai de dire aussi qu'il ne nous a donné son travail que comme une suite d'observations incomplètes.

Si nous nous bornions à ne parler des travaux histologiques qu'autant qu'ils se rapportent au Lombric et à la Sangsue, les notions historiques seraient bientôt épuisées ; mais nous croyons devoir envisager notre sujet d'une manière plus générale. Il nous semble donc utile d'y rattacher diverses observations faites sur la texture intime des nerfs chez quelques autres Invertébrés. Ces faits épars gagneront à être rapprochés, et nous serviront de base pour établir plus loin quelques déductions générales.

Faisons d'abord connaître les découvertes partielles dues à Leydig.

De 1848 jusqu'à ce jour, Leydig a publié, dans le journal de Kölliker et de Siebold, de précieuses monographies zoologiques ; ses travaux, comme ceux de M. de Quatrefages en France, ont surtout porté sur les Annélides ; et, tout en faisant avancer la zoologie, ils ont souvent éclairé l'anatomie et la physiologie comparées. Dans toutes ces publications, Leydig a traité avec soin du système nerveux : c'est à cet ordre de faits que nous devons nous arrêter.

Dans la *Piscicola geometrica*, la *Sanguisuga* et l'*Hæmopsis* (1), Leydig distingue deux formes dans les cellules ganglionnaires. Dans la première forme le contenu est finement granuleux, séparé de l'enveloppe par un espace marqué. Dans la seconde, qui paraît se rattacher à celle que Will a décrite, le contenu renferme, outre une masse granuleuse, des vésicules transparentes, et semblables à des gouttes visqueuses irrégulièrement disposées. Cette espèce de cellules offre rarement des prolongements ; on la trouve surtout dans le voisinage des connectifs du cerveau.

En observant le *Branchypus stagnalis*, la larve du *Corethra plumicornis*, Leydig a reconnu une disposition histologique parfaitement en rapport avec ce que Bruch a vu chez la Sangsue : à savoir, des renflements ganglionnaires disposés sur le trajet, et surtout vers les extrémités terminales des tubes primitifs.

(1) Voyez *Zeitschrift*, etc., 1848, p. 429 (pl. 10, fig. 69 et 71).

Dans les antennes du *Branchypus* (1), du mâle comme de la femelle, les tubes primitifs se dilatent plusieurs fois, et se terminent d'une manière insensible ; chaque renflement est une cellule bipolaire présentant à l'intérieur des noyaux très visibles, au milieu d'une masse finement grenue.

Dans les branches antérieures émanant des ganglions de la larve du *Corethra* (2), Leydig a signalé des renflements ganglionnaires pourvus de noyaux, et en continuité avec les tubes primitifs sur le trajet desquels ils sont situés : un seul tube peut présenter plusieurs de ces renflements successifs.

Les racines postérieures sont aussi renflées à leur extrémité ; mais, dans ce cas, chaque renflement, au lieu d'être en rapport avec un tube isolé, paraît résulter de la fusion d'un ensemble de tubes.

Leydig a encore observé dans la peau de la Carinaire (3) les renflements placés vers la terminaison des tubes nerveux, et en continuité avec ces tubes. Les renflements sont nombreux et consistent en cellules, contenant, au centre d'une masse granuleuse, un noyau et un nucléole.

En réunissant cette dernière observation à celles qu'il a faites sur le *Branchypus*, Leydig pense que cette terminaison de tubes en renflements est un des caractères des nerfs sensitifs de la peau.

De nombreux détails sur le système nerveux sont aussi renfermés dans ses belles observations sur les animaux rotateurs.

Le système nerveux de la Lacinulaire sociale (4) consiste en deux masses : la première, située derrière le pharynx, est composée de quatre cellules bipolaires avec leurs prolongements, qui peuvent être suivis très loin ; la seconde masse, placée près de la queue, est formée par quatre cellules ganglionnaires bipolaires, très volumineuses, renfermant, outre la matière granuleuse, un ou plusieurs noyaux. Ces tubes, qui prolongent les cellules, sont renflés de distance en distance.

Chez les Hydatines, les Brachions (3), le cerveau est également

(1) Voyez *Zeitschrift*, t. III, p. 292.

(2) *Id.*, 1852, p. 438 (taf. xvi, fig. 1).

(3) *Id.*, 1851.

(4) *Id.*, 1851, p. 452 (fig. 1, pl. 17).

composé de cellules d'où émanent des tubes, lesquels vont se terminer à la peau par des renflements analogues à ceux des nerfs dans les antennes du *Branchypus*. D'après Leydig, les nerfs à renflements présidant à la sensibilité, on doit considérer les organes auxquels ils se distribuent comme les vrais organes du tact. Dans la *Notommata Sieboldii*, les mêmes renflements se constatent sur les tubes qui émanent du cerveau (1).

Nous ne terminerons pas l'analyse des travaux de Leydig sans parler de ses études sur l'anatomie d'un Insecte, le *Coccus Hesperidium* (2).

Son cerveau consiste en une masse finement granuleuse au sein de laquelle sont, comme plongés, trois noyaux sphériques d'aspect grasseux renfermant des nucléoles. On ne distingue aucune trace d'enveloppes cellulaires. A propos de cette observation, Leydig se livre à des considérations générales qui font ressortir ses vues sur l'histologie des éléments nerveux chez les Invertébrés. Il conclut ainsi :

1° Il y a des Invertébrés chez lesquels le nerf se compose d'une enveloppe homogène et d'un contenu homogène. Exemple : les Rotateurs, les Échinodermes, les Polypes.

2° Chez d'autres, le nerf se compose d'une enveloppe homogène et d'un contenu finement granuleux, d'ailleurs sans séparation subséquente. Exemple : tous les Mollusques et quelques Crustacés.

3° Ailleurs le nerf est constitué par une enveloppe homogène, et un contenu finement granuleux, partagé en faisceaux ; ceux-ci entourés en partie d'une enveloppe claire parsemée de noyaux. Exemple : quelques Annélides, certains Mollusques.

4° Enfin le nerf peut être constitué comme précédemment ; seulement, entre le contenu granuleux et la gaine, on distingue une couche de substance claire, qui a une certaine analogie, par sa consistance grasseuse, avec la moelle des fibres à double contour chez les Vertébrés : les nerfs de l'Écrevisse seraient conformés de cette manière.

(1) *Zeitschrift*, 1854 : *Ueber den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere*, p. 87 à 99 (taf. II, fig. 42, 16, 17).

(2) *Id.*, 1853, t. V (taf. I, pl. 6 et 7).

Passant des tubes aux cellules, Leydig en reconnaît de deux espèces chez les Invertébrés : les unes, pourvues d'une membrane, d'un contenu granuleux et d'un noyau ; les autres, dont le contenu est grossièrement grenu, et dont la membrane d'enveloppe n'existe pas. Exemple : le *Coccus Hesperidium*.

L'exposition sommaire des travaux de Leydig suffit pour montrer combien l'histologie des nerfs est redevable à cet excellent observateur ; aussi est-ce avec regret que nous y signalons quelques lacunes. Rien sur les principes immédiats, rien sur les tissus, peu de considérations destinées à établir un parallèle entre les Vertébrés et les Invertébrés. Il aurait été à désirer que Leydig se fût aussi proposé d'éclaircir ces questions.

Nous allons retrouver la même manière de procéder, le même esprit zoologique dans un autre auteur dont les travaux ne sont pas nombreux, mais qui sont tous marqués au coin de la plus scrupuleuse exactitude, et du talent d'observation poussé à ses dernières limites. Nous voulons parler des monographies classiques de Meissner sur les Vers de l'ordre des Gordiacés, et en particulier sur le *Mermis albicans*.

Dans le *Mermis albicans* (1), Meissner a décrit un système nerveux dont il aurait été impossible de prévoir d'avance la complexité.

Un anneau œsophagien avec deux ganglions, des masses médullaires avec de nombreux filets périphériques, un grand sympathique, caractérisent cette forme complexe du système nerveux ; la description histologique doit seule nous occuper, et Meissner lui a accordé une place suffisamment étendue.

Tous les ganglions, spécialement les six renflements céphaliques et les trois renflements de la queue, se composent de cellules ganglionnaires parfaitement visibles. Chaque cellule offre une enveloppe mince, un contenu granuleux et un noyau : ce contenu peut être plus ou moins séparé de l'enveloppe. Celle-ci se prolonge souvent en un tube, et le contenu de la cellule est en rapport direct avec celui du tube.

Tandis que ces cellules unipolaires et bipolaires sont très fré-

(1) Meissner, *Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Mermis albicans*. Hierzu Tafel XI-XV, dans *Zeitschrift*, 1853, p. 208 à 279.

quentes, il est remarquable qu'on ne constate jamais la présence d'aucune cellule apolaire. Il est de toute évidence chez le *Mermis* que les cellules se prolongent en tubes; seulement la question de savoir comment ces tubes se terminent n'est pas du tout résolue.

Les masses sus et sous-œsophagiennes sont formées presque uniquement de cellules unipolaires; les tubes qui en partent présentent, à une certaine distance, des renflements (cellules bipolaires); et l'ensemble de ceux-ci produit de nouvelles masses ganglionnaires d'où s'échappent également des tubes. Meissner a donc constaté dans ce cas le même fait que Leydig nous a tant de fois indiqué, et que nous avons constaté nous-même.

Meissner n'a jamais vu aucun rapport direct entre une cellule et une autre cellule; il signale et représente des cellules ganglionnaires pourvues de deux noyaux (fig. 43 *rr*, fig. 46 *d*, taf. XII). Dans ce cas, les noyaux sont obliques, l'un par rapport à l'autre, et la masse granuleuse semble partagée en deux masses secondaires; n'est-on pas dès lors porté à supposer qu'on a sous les yeux deux renflements réunis sous une seule enveloppe?

Si, dans les ganglions antérieurs et postérieurs, on voit nettement les cellules et leurs prolongements, il n'en est pas de même dans les trois masses médullaires principales: ici les fibres, loin d'être distinctes, paraissent confondues, ou plutôt leurs enveloppes ont disparu, et la matière granuleuse seule constitue l'ensemble du cordon. Dans les points de ce cordon, d'où partent les filets, l'enveloppe reparait de nouveau autour de la matière homogène.

Les filets émanés des cordons centraux se divisent en branches de plus en plus fines jusqu'à leur terminaison: celle-ci a été bien comprise par Meissner. Après avoir atteint le bord d'une bande musculaire, le tube nerveux s'élargit sensiblement; il forme une surface triangulaire, dont la base se soude intimement avec les faisceaux primitifs, de façon qu'on peut affirmer qu'il y a connexion intime entre la matière nerveuse et la substance musculaire; parfois l'attache du nerf sur le muscle se fait par deux petites bandes (fig. 47, *cd*). Meissner, en examinant le grand sympathique du *Mermis*, n'a signalé aucune différence notable entre la constitution de ce nerf et celle du système de la vie animale.

En définitive, les dispositions qui nous intéressent principalement dans le travail de l'habile anatomiste sont les deux suivantes : dans la moelle, il y a un simple mélange de la matière granuleuse, et, au sortir de cette partie, les tubes primitifs se reconstituent ; en second lieu, les tubes se terminent sur les fibres musculaires en s'y réunissant d'une manière intime.

En continuant ses recherches sur les Gordiacés, Meissner a ajouté quelques nouveaux détails sur la texture de leurs nerfs : c'est ainsi que, chez le *Mermis nigrescens*, il a observé la terminaison directe des tubes nerveux sur les fibres musculaires, et qu'il a de nouveau reconnu la même disposition chez l'*Ascaris Mysterax*, l'*Ascaris triquetra* et l'*Ascaris commutata* (1). En s'occupant du *Gordius aquaticus*, et à propos de son système nerveux, il est entré dans des considérations d'histologie générale que nous ne pouvons reproduire ici (2).

Meissner termine pour nous la série des études les plus importantes qui aient été faites en Allemagne sur la structure du système nerveux des Invertébrés. Toutefois nous n'ignorons pas que des savants bien connus par l'exactitude de leurs travaux, comme Wagner, Kölliker, ont traité incidemment la question ; mais nous avons cru devoir nous attacher aux observations les plus claires, les plus étendues et les plus récentes.

Si cette branche de la science n'a pas été aussi féconde en résultats en France qu'en Allemagne, néanmoins une grande impulsion a été donnée à l'anatomie descriptive et philosophique par les travaux de Cuvier, Audouin, Serres, Milne Edwards, Quatrefages, Léon Dufour, Blanchard ; mais jusqu'à présent on ne s'est pas assez sérieusement intéressé à l'étude des principes immédiats, des éléments, des tissus. Ce que Mandl et, par-dessus tous, M. Robin, ont si bien fait pour les animaux supérieurs, on ne l'a point encore tenté pour les Invertébrés. Consignons toutefois les détails qui, à notre connaissance, ont été donnés incidemment par divers anatomistes bien connus dans divers travaux monographiques.

En 1840, M. Doyère signale chez les Tardigrades les masses

(1) *Zeitschrift*, 1855, p. 24 (taf. 1, fig. 4 et 6).

(2) *Id.*, p. 99.

nerveuses, au centre desquelles on distingue des corps arrondis ; il indique la terminaison des nerfs sur les muscles par une espèce de soudure des deux tissus (1).

Dans ses nombreux travaux, M. de Quatrefages a insisté souvent aussi sur les faits de texture : ainsi, en 1843, chez l'Éolidie, il signale de nouveau le mode de terminaison des nerfs par soudure, observé par M. Doyère sur le *Milnesium tardigradum* (2). En 1845, il représente le même fait chez l'*Amphioxus*, en ajoutant sur le système nerveux de ce singulier animal des détails fort importants qui auraient échappé à Retzius et à Müller (3); en 1846, il décrit la coloration du cerveau des Némertes, et le mode de terminaison par épatement des nerfs qui en sortent (4). Il démontre, en 1850, ce fait inattendu que, chez le Polyophtalme, il naît de chaque ganglion, outre les deux paires nerveuses ordinaires, une paire de nerfs optiques qui se rend à de véritables yeux, dont chaque anneau du corps de l'animal est latéralement pourvu (5). En 1850, nouvelles études sur le système nerveux des Annélides en général (6). Ce long et remarquable travail ne rentre malheureusement pas dans notre sujet ; il y est à peine fait mention de la texture intime des ganglions ; l'auteur toutefois a très bien remarqué la tendance aux renflements ganglionnaires que présentent soit les connectifs, soit les troncs qui partent des axes médullaires.

Dans une note publiée depuis sur le système nerveux des Albionies, M. de Quatrefages a insisté de nouveau sur les renflements des connectifs et des nerfs qui partent du cerveau (7) ; il a vérifié le même fait chez les Branchellions.

Toutes les observations sont bien d'accord avec celles de Leydig que nous avons signalées précédemment.

Nous ne passerons pas sous silence cette opinion émise en 1850

(1) *Ann. des sc. nat.*, 1840.

(2) *Id.*, 1843, p. 299 (pl. 11, fig. 12).

(3) *Id.*, 1845, p. 219.

(4) *Id.*, 1846, p. 13 et 14.

(5) *Id.*, 1850.

(6) *Id.*, 3^e série, 1850, t. XIV.

(7) *Id.*, 1852, p. 328.

par M. Dujardin, que le cerveau des Insectes se compose d'une substance pulpeuse et de corps pédonculés, développés en raison de l'intelligence des animaux (1).

Les nombreux ouvrages qui traitent de la Sangsue médicinale, et notamment celui de M. Moquin-Tandon, ne nous paraissent avoir apporté aucun fait de quelque valeur pour l'étude de la texture des ganglions ou des nerfs (2).

Quelques réflexions encore avant de terminer cet historique. La liste des auteurs qui se sont occupés de la texture des nerfs chez les Invertébrés est déjà longue, et cependant les résultats généraux qui ont jusqu'ici enrichi la science sont peu nombreux et peu importants.

D'où vient ce résultat, sinon de la variété des méthodes et de la diversité des points de vue?

Un anatomiste dissèque avec soin les filets nerveux, il en suit partout les ramuscules; mais il néglige l'emploi du microscope pour en connaître la texture. Un autre fait usage du microscope, mais d'une manière incomplète, soit qu'il s'en tienne aux tissus, soit même qu'il n'étudie que les tissus d'un seul ganglion.

Quelques observateurs s'attachent aux éléments avec un soin extrême; mais, pour vouloir les suivre chez tous les types des Invertébrés, ils les comprennent mal. D'autres se bornent à un seul être; mais, faute de termes de comparaison, ils n'éclairent pas assez leurs sujets. Ajoutons que c'est presque toujours fortuitement que les études sur le système nerveux ont été faites au point de vue histologique, du moins.

Nous avons cru convenable; en abordant la question, de ne pas choisir trop de types, mais aussi de ne pas nous renfermer dans un seul: nous avons dû examiner, à part les principes immédiats, les éléments et les tissus, en suivant la même marche pour chacun des organes importants de la chaîne nerveuse.

Telles sont les indications que nous avons puisées dans l'histoire même de notre sujet.

(1) *Ann. sc. nat.*, 1850, t. XIV, p. 195 à 205.

(2) *Monographie des Hirudinées.*

DEUXIÈME PARTIE.

OBSERVATIONS.

Pour donner à nos études sur le système nerveux des Invertébrés toute la précision dont elles sont susceptibles, nous avons cru devoir adopter le plan qu'on a suivi, dans ces dernières années, pour l'histologie des animaux supérieurs. Ce plan consiste à étudier, à part les principes immédiats, les éléments, les tissus et les systèmes, et à envisager, sous chacun de ces quatre points de vue, le système nerveux chez quelques êtres d'une organisation déjà dégradée.

Cette manière d'étudier nous paraît conforme aux procédés que la nature emploie lors du développement des parties chez les embryons. Les éléments, qui supposent les principes immédiats, se montrent d'abord; les organes s'ébauchent presque en même temps: peu après, on voit les éléments s'unir pour constituer les tissus, et les organes se rapprocher et se grouper pour former les appareils et les systèmes. L'évolution du système nerveux paraît suivre aussi cette marche simple et générale.

Nous devrions, pour être logique, commencer par l'examen des principes immédiats du Lombric et de la Sangsue, et terminer par l'étude du système nerveux: tel ne sera point pourtant l'ordre que nous suivrons. L'étude des principes immédiats est longue et difficile; elle sera l'objet d'un travail spécial que nous préparons.

Quant à l'examen du système nerveux proprement dit, il n'est pas nécessaire que nous nous étendions longuement sur ce point. Tant d'anatomistes ont traité cette question si exactement, si minutieusement même, qu'il nous suffira de renvoyer à leurs travaux, nous réservant de faire connaître certains détails qui ont pu échapper à leur attention.

L'étude des éléments et des tissus nerveux de la Sangsue et du Lombric terrestre formera donc l'unique objet de ce Mémoire.

CHAPITRE I.

DE LA SANGSUE MÉDICINALE.

1. Système nerveux de la vie animale.

SECTION I.

Éléments anatomiques.

Dès qu'on étudie les éléments anatomiques à un point de vue d'ensemble, on y trouve comme un reflet de ce plan général, qui, se reproduisant partout, nous initie aux secrets de la composition si simple des organismes.

En effet, si l'on envisage un animal entièrement développé, on trouve les éléments anatomiques variables dans les diverses régions d'un même système, mais réductibles cependant à des caractères déterminés et à des formes fondamentales. Si l'on en considère le développement, on voit se dérouler encore une série de formes dont l'étude attentive donne bientôt la clef, en faisant saisir les évolutions anatomiques d'un même élément suivi aux divers âges de l'animal.

Si enfin (et il n'est guère possible à l'esprit de se soustraire à cette préoccupation) on compare les éléments nerveux d'un Invertébré à ceux d'un autre Invertébré, ou d'un Vertébré, soit adulte, soit à l'état embryonnaire, on saisit encore, en envisageant le sujet sous cette face nouvelle, d'autres rapports, d'autres harmonies.

L'exposition rigoureuse dans laquelle nous allons entrer justifiera les aperçus qui précèdent.

Dans la Sangsue médicinale, nous distinguons deux éléments anatomiques principaux, la cellule et la fibre : nous en traiterons séparément.

A. *Cellules.*

Les cellules nerveuses offrent des caractères d'ordre physique, chimique, histologique, que nous passerons successivement en revue.

On rencontre les cellules : 1^o dans tous les ganglions qui constituent le système nerveux de la vie animale, elles y sont très abondantes ; 2^o dans le système nerveux de la vie organique ; 3^o dans

les renflements placés sur le trajet des connectifs, des troncs et des branches nerveuses.

Les cellules sont surtout abondantes dans les ganglions, et spécialement dans le premier, le second et le vingt-troisième ; elles sont moins nombreuses sur les ganglions des troncs antérieurs, elles le sont moins encore sur les filets qui partent de ces troncs ; enfin elles sont rares sur les branches diverses des nerfs postérieurs.

La forme des cellules est variable ; néanmoins, et le plus souvent, elles sont elliptiques : tantôt l'une des extrémités se termine en tube, c'est le cas des cellules dites unipolaires ; tantôt les deux extrémités s'allongent en deux tubes : on les appelle alors bipolaires. Les formes sphériques et polygonales sont plus ou moins régulières ; les dispositions ramenses n'y sont pas très rares.

Les dimensions n'offrent pas moins de variétés que les formes ; les cellules les plus volumineuses, situées dans les ganglions, occupent, soit les régions moyennes de la face inférieure, soit l'espace compris entre les faisceaux des connectifs et des troncs nerveux. Elles ont plus de 0^{mm},06 ; la plupart des autres cellules au contraire, celles des parties latérales du ganglion, ont de 0^{mm},02 à 0^{mm},03. Il est bien difficile de donner des chiffres précis, car on trouve toutes les dimensions : il faut se borner à quelques moyennes.

Les cellules considérées à l'état normal, sans pression, sans intervention d'aucun réactif, n'ont qu'une médiocre consistance. Cette consistance ou résistance à la rupture appartient spécialement à la membrane d'enveloppe, et c'est également à cette membrane qu'il faut rapporter l'élasticité dont les cellules sont quelquefois douées. Les diverses parties de la cellule n'ont pas le même état physique : l'enveloppe est solide et consistante ; le contenu granuleux, semi-fluide ; et le noyau paraît formé d'une enveloppe membraneuse et d'un contenu également fluide.

Ajoutons, pour compléter cette esquisse des principales propriétés physiques, que les parois des cellules se laissent facilement distendre par certains liquides, de même qu'elles se rétractent facilement aussi sous l'influence de certains autres agents que nous ferons connaître.

Nous n'avons qu'un mot à dire sur la couleur : avec une forte loupe, le cerveau et les ganglions offrent une forte coloration blanche dans leur centre, et une zone moins foncée à la périphérie. A un grossissement moyen, l'ensemble des renflements offre une nuance jaune, qui est visiblement due aux teintes spéciales de la matière granuleuse des cellules ; cette teinte, si pâle chez la Sangsue, peut devenir très foncée chez d'autres Invertébrés : c'est ainsi que nous en avons rapporté des exemples dans notre historique.

Caractères d'ordre chimique.

Nous abordons les caractères chimiques, et ce point offre une grande difficulté. On peut, en effet, se proposer d'employer les réactifs pour déterminer la texture intime des diverses parties de la cellule, ou bien on peut rechercher, en comparant les réactifs entre eux, quels sont ceux qui se rapprochent ou qui diffèrent en agissant sur l'élément nerveux, suivant tel ou tel mode déterminé : c'est ce dernier point de vue que nous envisageons. Si l'on essaie, sur différentes cellules placées dans les mêmes conditions, une série de réactifs employés de la même manière et pendant le même temps, on obtient des résultats comparables et réguliers ; mais, pour peu qu'on fasse varier l'une de ces conditions, des modifications notables se traduisent dans les résultats, et les rendent invérifiables.

Un réactif n'agira pas de la même manière s'il est concentré ou étendu d'eau, s'il est froid ou s'il est bouillant, s'il est pur ou impur. Un même réactif n'agira pas non plus de la même manière sur un ganglion qui n'est pas comprimé ou qui est pressé entre deux plaques, qui est fraîchement préparé, ou préparé depuis plusieurs jours. La durée de l'action du réactif a aussi une grande influence.

Si nous mettons tant de soin à indiquer toutes les modifications qui, au premier aperçu, paraissent si naturelles, c'est afin que les personnes qui désirent répéter ces expériences ne soient pas surprises des différences qu'elles constateront, pour peu que leurs conditions varient.

Nous avons étudié l'action de quelques réactifs choisis parmi les

acides, les bases, les sels neutres ou alcalins, les agents les plus actifs de la chimie organique, et les liquides complexes de notre économie.

Voici nos résultats généraux :

1° Les acides nitrique, sulfurique, chromique, gallique étendus, augmentent la consistance de la cellule, ils diminuent peu sensiblement le volume des éléments, mais ils donnent au contenu une coloration d'un jaune intense.

2° Les acides acétique et arsénieux rendent le contenu de la cellule plus clair, et, en diminuant la consistance de la membrane d'enveloppe, la prédisposent à une rupture facile.

3° Le phosphate de soude et le carbonate de potasse désagrègent, pâlisent le contenu, chassé le plus souvent de l'enveloppe qui vient à se rompre. La soude et surtout la potasse agissent dans le même sens, mais plus énergiquement, et sans rien dissoudre.

4° L'alcool et le bichlorure de mercure durcissent les cellules, les rétractent, et donnent plus de consistance à l'enveloppe, et une coloration plus foncée au contenu.

5° La glycérine agit de la même manière, en ce sens qu'elle rétracte les éléments; mais elle les rend beaucoup plus pâles et plus transparents.

6° Le suc gastrique gonfle, ramollit l'enveloppe, et condense le contenu granuleux en lui donnant une couleur foncée.

La bile de chien et de mouton, l'urine, la salive et le mucus de l'homme et de quelques animaux, ne nous ont paru offrir aucune modification appréciable.

Toutes les expériences qui précèdent ont été faites en laissant des ganglions en contact pendant deux heures dans les réactifs, et en les examinant ensuite, entre deux plaques, à un grossissement de 300 diamètres; les ganglions étaient, autant que possible, préparés dans les mêmes conditions et sur le même animal.

Signalons maintenant quelques réactions obtenues dans des circonstances différentes :

Si l'on place une goutte de glycérine sur un ganglion, la glycérine rétracte immédiatement les cellules, et leur donne une coloration

tion foncée. Si l'on comprime le ganglion, le contenu des cellules se projette au dehors, et la préparation devient d'une extrême transparence. L'acide acétique pur, sans pression, agit de la même manière, s'il est étendu à 1/20^e; il éclaireit les cellules sans les rompre.

Que peuvent nous apprendre les réactifs touchant la nature intime des éléments divers qui constituent les cellules? Nous n'abordons dans ce travail que la question générale, et non celle des principes immédiats.

On sait que, chez les Vertébrés, les cellules se composent d'une enveloppe et d'un contenu, et que les tubes sont formés d'une enveloppe, d'une moelle et d'un cylindre axis.

Les réactions chimiques ont fait voir : 1^o que la membrane d'enveloppe différait chimiquement des autres parties, et qu'elle n'était ni du tissu cellulaire, ni du tissu élastique; qu'on ne pouvait même, à cause de sa difficile solubilité dans les acides et les bases, la faire rentrer qu'incomplètement dans le groupe des matières albuminoïdes (1); 2^o que le cylindre central est une matière albuminoïde, différente de la fibrine ordinaire et de la fibrine musculaire (synthonine); 3^o qu'enfin la moelle nerveuse était formée de matières grasses.

Ces trois parties existent-elles chez les Invertébrés? Les réactions chimiques conduisent-elles sous ce rapport à des analogies ou à des différences?

Des expériences soigneusement répétées sur la Sangsue nous ont appris que la membrane d'enveloppe des cellules et des tubes représente complètement celles des Vertébrés, et que le contenu granuleux offre l'ensemble des caractères chimiques applicables au cylindre axis.

Voici les réactifs qui nous ont amené aux conclusions précédentes :

L'acide acétique, à froid et même à chaud, dissout difficilement le contenu des cellules et des tubes : ce contenu reste granuleux.

Traité par l'acide nitrique d'abord, puis par la potasse, le con-

(1) Lehmann, *Précis de chimie physiologique*, p. 280, etc.

tenu jaunît et se rétracte sans se dissoudre. Il est coloré en jaune orangé, très vif, et, dans certains cas, en rose, par l'acide sulfurique concentré; l'acide nitrique, peu concentré, donne un jaune moins vif; la potasse et les autres alcalis caustiques dissolvent très difficilement cette matière granuleuse; le sublimé, l'acide chromique, la ratatinent sans la dissoudre davantage; l'eau bouillante la laisse intacte.

Toutes les réactions précédentes sont également celles que produit le cylinder axis des Vertébrés et de l'Homme; de ce point de vue, par conséquent, nous pouvons déjà conclure que la matière granuleuse renfermée dans les cellules et les tubes de la Sangsue se rapproche du cylinder axis et du contenu des cellules chez les Vertébrés. Nous verrons plus loin si l'étude histologique confirme complètement cette première et importante donnée.

Les réactions de la membrane d'enveloppe sont les suivantes: Chez la Sangsue, cette membrane ne fait pas gelée avec l'acide acétique, et ne se dissout ni dans l'eau bouillante, ni dans les alcalis concentrés à froid; elle se distingue ainsi du tissu cellulaire. Elle nous a paru soluble, bien que difficilement, dans l'acide sulfurique concentré à froid et dans les alcalis concentrés à chaud, ce qui la distingue de la substance des tissus élastiques. L'acide azotique la colore à peine en jaune; l'acide chlorhydrique ne la colore pas en violet, ni l'acide sulfurique en rose, ce qui l'éloigne des propriétés des substances albuminoïdes.

Cette enveloppe, toujours de structure apparente, peut être séparée du contenu par plusieurs procédés: par exemple, en traitant par l'acide nitrique bouillant et en ajoutant de la potasse, le contenu s'écoule, et il ne reste plus que l'enveloppe susceptible d'être étudiée séparément.

L'étude des actions chimiques nous conduit bien à reconnaître l'analogie de l'enveloppe et du contenu granuleux des éléments de la Sangsue, avec les parties analogues chez les Vertébrés; mais que nous apprend-elle touchant la matière grasse médullaire? Y a-t-il chez la Sangsue quelques réactions qui indiquent cette présence de la moelle? Il en existe quelques-unes en effet. Si l'on traite les cellules par le suc gastrique ou l'acide chromique, il se

forme une zone granuleuse particulière, sur laquelle nous reviendrons. Les globules de cette zone ont un aspect graisseux ; l'acide chlorhydrique fait apparaître aussi dans les ganglions et les tubes des globules dont l'aspect et la consistance sont ceux des graisses ; l'acide azotique fumant produit de nombreux et petits globules de nature analogue. Nous avançons tous ces faits avec une extrême réserve, car leur interprétation est loin d'être certaine.

Pour nous résumer, nous dirons : L'enveloppe des cellules et des tubes a offert les mêmes réactions que chez les Vertébrés. Le contenu granuleux s'est comporté d'une manière générale comme le cylinder axis. Quant à la question de savoir s'il existe chez la Sangsue des matières grasses mélangées à la matière granuleuse, cette question est encore douteuse pour nous, bien que plusieurs réactions tendent à nous faire penser que les analogies s'étendent jusque-là.

Caractères d'ordre histologique.

Dans les cellules nerveuses, on distingue très nettement, et sans l'emploi d'aucun réactif, une enveloppe, un contenu granuleux et un noyau.

L'enveloppe est très fine, très mince, pâle, nettement délimitée, sans aucune apparence de structure : nous en avons fait connaître les caractères chimiques.

Le contenu granuleux se présente sous plusieurs états : tantôt il remplit entièrement la cellule, et tapisse exactement la face interne de l'enveloppe ; tantôt il s'en écarte, de manière à laisser un intervalle très appréciable ; on peut voir cet aspect sans aucune préparation dans les cellules cérébrales, et quelquefois dans celles des ganglions. Quoi qu'il en soit, le contenu paraît constitué par une foule de grains très petits, irréguliers, d'une consistance demi-molle, d'un aspect graisseux, d'une couleur un peu grise ou jaune. Ces grains sont agglutinés, et paraissent d'autant plus petits qu'ils sont plus extérieurs ; ils sont si mobiles, que la moindre pression suffit pour les déplacer : on les dirait reliés par une substance amorphe, épaisse, qui échappe aux observations. Au centre de cette masse, dont on connaît les caractères chimiques, est logé le noyau : c'est un corps sphérique à contours nets, et réfractant

fortement la lumière, à la façon d'une matière grasse ; il renferme souvent dans son intérieur des petits points noirs, qu'on peut regarder comme des nucléoles. Les noyaux occupent le plus souvent le centre des cellules, surtout lorsqu'elles sont apolaires ; il n'est pas rare de les voir du côté d'où s'échappe le tube dans les cellules unipolaires.

Les noyaux les plus petits peuvent se trouver dans les plus grosses cellules, comme les plus volumineuses dans les cellules les plus petites. Les diverses espèces de cellules que nous avons signalées en contiennent toutes. Le diamètre des noyaux varie de $0^{\text{mm}},006$ à $0^{\text{mm}},010$.

Indiquons enfin dans les connectifs l'existence de noyaux volumineux indépendants de cellules, et plongés au sein de la matière granuleuse.

L'étude de la cellule conduit à plusieurs questions d'une solution difficile. En premier lieu, on se demande quelle est la nature des substances diverses qui composent cet élément.

Nous avons dit que souvent, sans aucune préparation, on trouve dans les cellules cérébrales un espace compris entre la membrane d'enveloppe et le contenu granuleux. Cette disposition devient très évidente après l'emploi de certains réactifs, et spécialement du suc gastrique et de l'acide chromique. En effet, traitées par le suc gastrique, les cellules, qu'elles appartiennent au cerveau ou à tout autre ganglion, se partagent en trois zones : l'enveloppe interne plus pâle, quoique distincte ; la masse granuleuse interne à grains fins, distante très sensiblement de la membrane d'enveloppe ; enfin, dans l'espace laissé libre par cette rétraction, c'est-à-dire entre la paroi interne de la membrane celluleuse et les contours de la masse granuleuse, une substance également granuleuse, mais à grains plus grossiers, plus isolés, et très fortement colorés en noir. Sur une cellule laissée deux heures dans le suc gastrique, l'espace dont nous parlons avait $0^{\text{mm}},005$ de large.

Les cellules traitées par l'acide chromique étendu, ou par un mélange d'acide chromique et de suc gastrique, présentent régulièrement la même apparence. Nous devons ajouter, et ceci est très important, que la masse granuleuse centrale se continue dans

le tube auquel la cellule donne naissance, et que la zone des granulations foncées s'y continue également.

La description que nous venons de donner s'applique à un certain nombre de cellules nerveuses chez les animaux supérieurs : on s'en convaincra si l'on jette les yeux sur les ouvrages de Kölliker, le mémoire de Robin, et le travail de Leydig sur les éléments nerveux de la Chimère. Même disposition générale de la membrane d'enveloppe, de la matière granuleuse, de l'espace compris entre les deux parties. Nous ne parlons pas de la zone de granulations foncées, car nous ne connaissons rien d'analogue chez les Vertébrés.

Or, chez les animaux supérieurs, on ne peut contester, comme Leydig le fait si justement remarquer à propos de la Chimère, que la matière granuleuse de la cellule ne soit son *cylinder axis* en continuité directe avec le cylindre d'axe du tube qui émane de cette cellule. Il est donc bien naturel de supposer qu'il en est aussi de même chez la Sangsue.

Nous nous bornons ici à démontrer l'extrême analogie de la cellule chez la Sangsue et les Invertébrés.

On a annoncé, dans ces derniers temps, que les cellules nerveuses, chez les Mammifères et les Poissons, avaient une texture très complexe.

M. Stilling de Cassel (1) prétend, en effet, que la membrane d'enveloppe et le parenchyme interne sont constitués par d'innombrables tubes entrecroisés ; le noyau à double contour présente des tubes flexueux, dont les uns se perdent dans le parenchyme, et d'autres dans le nucléole. Ce nucléole enfin paraît consister en trois couches également tubuleuses : une centrale rouge, une moyenne bleue, et une intérieure jaune orangé. D'après M. Stilling, Harless aurait constaté des faits analogues chez la Torpille, et Remak dans les cellules nerveuses de la Raie fraîche (2).

Dès que nous avons eu connaissance de ces recherches, nous nous sommes empressé d'appliquer aux Invertébrés les procédés d'investigation signalés par les auteurs. Nous avons fait usage de

(1) *Comptes rendus Acad. des sciences*, 1855, p. 898.

(2) Cons. Kölliker, *Éléments d'histologie*, p. 309.

l'acide chromique ; nous avons pratiqué, autant que possible, sur des nerfs aussi délicats que ceux de la Sangsue, des coupes en sens divers ; nous avons employé des grossissements considérables, et nous n'avons rien vu d'analogue à ce qui a été décrit. La membrane d'enveloppe nous a toujours semblé anhiste, le contenu granuleux, absence de tubes dans l'une et dans l'autre de ces parties. Nous ne contestons pas la justesse des observations de Stilling, nos études sur les éléments des Mammifères ne sont pas assez approfondies ; mais nous déclarons, en passant, que les quelques Invertébrés que nous avons examinés ne nous ont rien offert de semblable.

Une dernière question nous reste à examiner. Quel est le rapport des cellules et des tubes ? Cette question, qui fut autrefois une des plus controversées, tend à s'éclaircir aujourd'hui. On s'accorde maintenant à reconnaître que chez les Vertébrés les cellules nerveuses sont en rapport avec les tubes ; le même fait est déjà signalé pour les Invertébrés dans les travaux de Will, Bruch, Hannover, Leydig, Meissner ; mais il l'est sans détails suffisants.

Pour être clair sur ce point, nous distinguerons les cellules d'après les tubes qui en sortent.

Sous ce rapport, on trouve chez les Sangsues quatre groupes de cellules :

- 1° Les cellules apolaires, qui ne donnent naissance à aucun tube ;
- 2° Les cellules unipolaires ;
- 3° Les cellules bipolaires ;
- 4° Et les cellules multipolaires.

1° Les cellules apolaires se rencontrent : A. dans les centres ganglionnaires, elles occupent invariablement la face ventrale de chaque ganglion ; les plus volumineuses sont incluses dans l'espace triangulaire dont nous aurons à parler : quelques cellules apolaires se voient à la face dorsale. On trouve encore ces cellules : B. dans les ganglions cérébroïdes ; C. dans le renflement du tronc nerveux antérieur, et dans les points de bifurcation des branches de ce tronc. Presque toujours les cellules apolaires sont associées à des cellules unipolaires ou bipolaires, ce qui nous porte à penser qu'elles forment un état de développement antérieur à celles-ci.

Les nuances variées qu'affectent ces cellules, dans leurs formes et leur mode de développement, confirment cette manière de voir : les observations prises chez le *Lombric* terrestre ne laissent pas de doute sur ce point.

2° Les cellules unipolaires forment essentiellement la masse des ganglions principaux, depuis le premier jusqu'au vingt-troisième. Si les préparations sont heureuses, on peut suivre les tubes qu'elles émettent dans une très grande longueur : on voit alors aisément que l'enveloppe de la cellule et du tube est la même, et qu'il en est ainsi du contenu. Ce sont là deux formes d'éléments constitués sur un même plan et de la manière la plus simple.

3° Les cellules bipolaires ont aussi une place à part. On les trouve : A, entre les troncs antérieurs et postérieurs droits et gauches de chaque ganglion ; un des tubes se dirige dans la racine antérieure, l'autre dans la racine postérieure. Ces cellules singulières n'avaient pas été observées avant nous. B. Bruch a aussi décrit des cellules bipolaires très communes sur les branches du tronc nerveux postérieur. Nous n'avons point trouvé de ces cellules dans l'intérieur des ganglions.

Les cellules multipolaires, si remarquables sous tous les rapports, appartiennent presque exclusivement au grand sympathique ; ce n'est que très exceptionnellement qu'il nous est arrivé d'en noter, soit dans le cerveau, soit dans les ganglions.

Les faits qui précèdent prouvent que le plus grand nombre des tubes nerveux naissent des cellules situées dans les ganglions ; mais nous ne prétendons pas dire pour cela que tous les tubes naissent ou dérivent des cellules : ce dernier point sera traité spécialement lorsque nous nous occuperons de la formation des tubes nerveux. Nous regardons toutefois comme très probable que toutes les cellules, même les apolaires, sont destinées à s'allonger et à émettre des tubes. Cependant il en est qui restent toujours apolaires, et, en ce sens, nous ne saurions partager l'opinion de Wagner, qui va jusqu'à nier, chez les Vertébrés, l'existence de cellules nerveuses sans prolongements.

B. *Tubes nerveux.*

Les tubes nerveux existent chez la Sangsue ; mais jusqu'ici ils ont été décrits d'une manière insuffisante. Pour bien voir les tubes, il faut avoir recours à plusieurs moyens : à l'acide chromique, qui les durcit et les conserve ; à l'acide acétique, qui les pâlit et les sépare ; aux alcalis étendus qui en expulsent le contenu ; mais le meilleur de tous les réactifs est certainement le suc gastrique pur, qui rend visible et sépare chaque tube des tubes voisins, en dissolvant la gangue celluleuse qui les entoure.

Les tubes nerveux parfaits sont très variables dans leur diamètre, dans leur forme, dans leur aspect. Le diamètre, généralement plus petit que celui des tubes nerveux de la vie organique, est représenté en moyenne par 0^{mm},004 ; il peut varier d'ailleurs entre 0^{mm},002 à 0^{mm},006 ; un même tube peut présenter dans diverses portions de son étendue des diamètres variables.

Bien que les tubes se rapprochent plus spécialement du cylindre, ils ont rarement cette forme régulière : ils paraissent au contraire, suivant les réactifs, tantôt alternativement renflés et dilatés, tantôt plissés sur eux-mêmes et onduleux. Ces divers aspects prouvent du moins l'extensibilité des parties qui les composent.

L'enveloppe des tubes est consistante et élastique ; le contenu granuleux est coloré comme le contenu des ganglions. Nous n'avons plus à revenir sur les caractères chimiques de ces parties dont nous avons déjà parlé ; fixons plus spécialement notre attention sur les caractères de texture.

Un tube nerveux de Sangsue se compose de deux parties : l'enveloppe et le contenu. L'enveloppe est anhiste, sans structure appréciable, sans noyaux ; on peut la suivre jusque dans les filets les plus ténus : nous avons déjà décrit la continuité de ces enveloppes avec celles des cellules.

Le contenu des tubes est formé par une substance finement granuleuse et d'une consistance molle, même à l'état frais. Aux plus forts grossissements, cette matière nous apparaît constituée par des grains très petits, très nombreux, très irréguliers, agglutinés par une sorte de substance intermédiaire amorphe. On ne peut

distinguer ni les tubes, ni les trois couches que Remak et Stilling ont admises dans les tubes des Vertébrés. Nous savons que ce magma granuleux, qui remplit les tubes, se continue avec le parenchyme des cellules.

Quelle est la signification de ce contenu particulier des tubes nerveux ?

Représente-t-il seulement le *cylinder axis* des tubes chez les animaux vertébrés ?

Ne représente-t-il pas à la fois le *cylinder axis* et la matière médullaire ?

Ou enfin doit-on le regarder comme une partie spéciale aux animaux inférieurs ?

A n'envisager la question qu'au point de vue chimique, il faut certainement admettre que ce contenu se rapproche essentiellement du *cylinder axis* dont il présente les principales propriétés, comme nous l'avons démontré. Mais les difficultés surgissent, si l'on caractérise le cylindre de l'axe par ses propriétés physiques. Chez les Vertébrés en effet, et en particulier chez l'Homme, le cylindre de l'axe est une partie arrondie, pleine, d'une structure homogène, solide et élastique comme de l'albumine coagulée, sans granulations, et apparaissant à l'extrémité des tubes soumis à certaines réactions, surtout aux acides chromique, gallique, à la solution iodée d'acide iodhydrique, et au sublimé corrosif.

Sont-ce là des caractères qui appartiennent au contenu des tubes chez les Sangsues ? Évidemment non. Il faut donc admettre que la matière granuleuse des tubes de la Sangsue ne représente pas le *cylinder axis*, parce qu'elle n'en a ni la texture, ni la consistance, ou bien que cette manière d'être physique n'est pas absolument nécessaire pour caractériser le cylindre de l'axe ? Cette dernière opinion ne peut rester douteuse, si l'on examine les modifications que peut présenter le cylindre de l'axe chez les Vertébrés, et surtout chez leurs embryons. On doit toujours avoir présent à l'esprit l'histologie embryonnaire des animaux supérieurs, lorsqu'il s'agit de discuter des questions qui peuvent éclairer la texture des animaux dégradés.

Les auteurs ont distingué chez les Mammifères des fibres mé-

dullaires et des fibres sans moelle ou fibres pâles. Parmi ces dernières, il faut comprendre : les fibres pâles des nerfs olfactifs ; des corpuscules de Pacini ; les fibres des embryons étudiées par Swann, Ecker, Kölliker, etc.; et les tubes des Invertébrés, d'après Kölliker.

Nous adoptons complètement cette dernière manière de voir, et nous considérons les tubes de la Sangsue, en particulier, comme représentant une forme des tubes pâles des Vertébrés. Cette considération ne résout pas la question que nous nous sommes posée, à savoir : la signification du contenu des tubes ; mais elle la simplifie.

Personne ne doute, en effet, que le contenu des tubes pâles ne représente le cylindre de l'axe : or ce cylindre est là sous un état physique tout différent de l'état ordinaire ; il n'y a donc aucune difficulté à admettre que, chez les Sangsues, la matière contenue dans les tubes puisse représenter le cylindre de l'axe, bien qu'elle n'en ait pas l'aspect physique.

Ce qui caractérise le *cylinder*, ce sont les réactions chimiques, plus encore que son aspect physique.

Si le *cylinder axis* a son analogue dans la substance granuleuse des tubes de la Sangsue, doit-on admettre que cette substance tout entière représente le cylindre de l'axe ; ou bien peut-on penser qu'elle représente à la fois ce cylindre et la matière médullaire ? Dans le premier cas, la couche médullaire manquerait complètement chez la Sangsue ; dans le second, elle y existerait, mais dans un état particulier.

Nous admettons que la substance granuleuse représente à la fois le cylindre de l'axe et la moelle ; seulement, cette dernière partie est dans un état particulier ; peut-être résulte-t-elle d'une modification de la matière azotée primitive.

Nous appuyons notre assertion sur les faits suivants :

Dans diverses circonstances, on peut faire apparaître des vésicules, de nature grasseuse, au sein de la matière granuleuse que les tubes renferment. Au moyen de l'acide chlorhydrique, de l'acide azotique, on obtient souvent ce résultat.

En coupant un connectif sur une Sangsue vivante, et en exa-

minant un certain nombre de jours après l'altération des bouts coupés, nous avons vu de grosses vésicules graisseuses mêlées à la matière grenue; nous les avons figurées.

En étudiant les altérations que la macération prolongée fait subir aux tubes, on constate encore l'apparition de globules, dont l'aspect rappelle beaucoup celui de la moelle.

Enfin, dans les cellules si curieuses du grand sympathique, les éléments gras se montrent, dans la plupart des cas, avec richesse, à l'état normal, tandis que, dans d'autres cellules, la matière granuleuse existe seule.

Les faits qui précèdent nous démontrent qu'il existe certainement dans l'intérieur des tubes non-seulement une matière azotée normale, mais une matière d'aspect graisseux comme la moelle, matière que, dans certaines circonstances, on voit se former au sein de la précédente, et peut-être à ses dépens.

Nous croyons donc, et de nouveaux faits viendront bientôt appuyer notre assertion, que la matière granuleuse représente ce premier état, dans lequel le cylindre de l'axe et la matière médullaire sont confondus; état qui aurait son analogue dans les tubes pâles embryonnaires des Vertébrés.

Peut-être saisira-t-on plus tard les phases d'un développement ultérieur qui amènerait la séparation successive de la moelle et de la matière azotée, prenant dès lors tous les aspects du cylindre de l'axe le mieux marqué.

De ce que, dans les tubes nerveux de la Sangsue, la couche médullaire n'est pas distincte, il suit que ces tubes n'offrent pas le double contour, et qu'ils ne présentent ni le phénomène de la coagulation, ni l'aspect variqueux.

Il nous reste à signaler un fait général et très important, c'est la fréquente bifurcation des tubes nerveux, constituant soit les troncs, soit les filets les plus déliés qui en naissent.

Nous devons à l'action isolatrice du suc gastrique cette intéressante découverte.

Un tube peut se bifurquer non pas seulement une fois, mais deux, trois, et même jusqu'à huit fois, comme nous l'avons fait représenter.

Les tubes nerveux, comme les cellules, peuvent offrir plusieurs espèces suivant leur origine, leur forme. Nous pouvons jusqu'à présent en distinguer trois :

A. Les tubes qui portent manifestement des cellules, et qu'on peut suivre dans une certaine longueur. Ils sont réguliers, de même diamètre à peu près; ils ne présentent que rarement des bifurcations. Nous ignorons leur mode de connexion avec les tubes de la seconde espèce.

B. Le plus grand nombre des tubes ne paraît pas en connexion directe avec les cellules. Les tubes sont alors irréguliers, souvent divisés, avec les caractères que nous avons déjà fait connaître.

C. A l'aide du suc gastrique, nous avons pu distinguer, le long des troncs antérieurs, des tubes qui présentaient, de distance en distance, des noyaux granuleux; ils se rapprochaient de l'une des formes que nous avons distinguées chez le Lombric.

Telles sont les observations minutieuses que nous avons faites avec tout le soin possible sur les tubes nerveux de la Sangsue officinale.

SECTION II.

Des tissus.

Nous avons fait connaître les éléments dont se compose le système nerveux; nous allons maintenant en étudier l'arrangement et la disposition relative. Ehrenberg, Valentin, Will et Bruch ont commencé sur la Sangsue cette longue et difficile étude; Bruch est allé plus loin que ses devanciers, et, par la délicatesse de ses observations, il a contribué plus que tout autre à éclairer la question; mais, après lui, il reste encore beaucoup à faire. En effet, l'étude de la texture du système nerveux ne saurait se borner uniquement à un ganglion; elle doit les comprendre tous, ainsi que les branches qui en émanent: elle suppose l'étude préalable des éléments, et conduit à un parallèle avec le système nerveux des Vertébrés.

En commençant son travail, Bruch réclamait déjà la bienveillance des savants en faisant sentir les innombrables difficultés contre lesquelles il avait à lutter. Pour nous qui suivons après lui

la même voie, qui avons éprouvé les mêmes difficultés, nous espérons qu'on ne se montrera pas plus exigeant pour nos patientes et délicates recherches.

Nous avons cherché à pénétrer l'arrangement des éléments nerveux dans les ganglions, les connectifs, les troncs et les filets qui en partent.

1° *Ganglions.*

La description générale, que nous allons présenter, s'appliquera à tous les ganglions de la chaîne nerveuse, à l'exception toutefois des trois premiers et des trois derniers.

Tous les autres renflements, comme il nous a été donné de le constater, présentent une même structure. Il est très important, pour éviter les erreurs et pour faciliter de nouvelles recherches, d'orienter chaque ganglion. Nous décrirons donc, dans un ganglion, la face supérieure ou dorsale, la face inférieure ou ventrale, l'extrémité antérieure, l'extrémité postérieure et les contours. Will et Bruch ont déjà suivi cette manière de procéder.

1° *Face dorsale ou supérieure.* — D'une manière générale, elle présente deux zones : l'une plus claire, périphérique, l'autre plus foncée et centrale figurant grossièrement un losange. Les deux angles du grand diamètre répondent aux deux connectifs ; les angles tronqués du petit émettent à droite et à gauche les deux paires nerveuses.

Très superficiellement à ces deux zones, on distingue, surtout sur les ganglions durcis par le sublimé et traités par la glycérine, les traces de cloisons : l'une de ces cloisons forme une bande qui va d'une extrémité antérieure à l'extrémité postérieure ; les autres sont représentées par des lignes perpendiculaires à la précédente, et peu distantes l'une de l'autre. Sur cette face superficielle, on voit très bien aussi les fibres entrecroisées de l'enveloppe générale.

Au-dessous des parties précédentes se dessinent deux masses fusiformes accolées par leur bord interne, divergentes en haut, et plus divergentes en bas, au point d'origine des connectifs postérieurs. Ces deux masses, que recouvrent parfois des cellules apo-

lares isolées, constituent essentiellement la zone obscure dont il a déjà été question ; elles commencent à la partie antérieure par deux cordons qui font suite aux connectifs, vont se renflant graduellement en baril, et diminuent enfin pour se terminer en arrière par deux autres cordons, auxquels font suite les connectifs postérieurs. Dès que les deux cordons antérieurs entrent dans le ganglion, ils subissent un resserrement, une constriction manifeste, et leur diamètre transversal diminue. Ce détail n'a pas échappé aux auteurs ; il est si constant, qu'il forme un caractère infaillible pour reconnaître l'extrémité antérieure d'un ganglion ; au contraire, à l'extrémité postérieure, il y a élargissement et séparation des cordons. Quelques chiffres vont fixer nos idées. Le diamètre transversal des connectifs étant, à l'entrée et à la sortie des ganglions, de 0^{mm},22, on trouve qu'au niveau de la constriction antérieure, le diamètre n'est que de 0^{mm},07, tandis que près de l'écartement postérieur on le trouve de 0^{mm},45.

De la partie moyenne, et la plus évasée des deux renflements ovoïdaux, sortent, sur un plan plus profond, à droite et à gauche, les deux racines des nerfs latéraux.

La zone claire, située autour de la zone obscure, forme quatre compartiments ou cadrans séparés par les nerfs latéraux de droite et de gauche. Il y a deux cadrans supérieurs, l'un à droite, l'autre à gauche de la zone obscure, et deux inférieurs disposés de la même manière.

A l'aide de l'acide acétique, ou mieux du bichlorure de mercure et de la glycérine, on distingue, dans chaque cadran, plusieurs rangées de cellules unipolaires, disposées de telle façon que leurs prolongements sont dirigés suivant les rayons du ganglion supposé sphérique. Des cellules plus volumineuses occupent les intervalles compris entre les cordons d'origine, soit des connectifs, soit des nerfs latéraux.

2° *Face inférieure ou ventrale.* — Cette face se reconnaît tout de suite par le grand nombre de cellules qui la constituent, et par une figure irrégulièrement polygonale que les lignes de cloisons dessinent à sa surface. Les deux grands côtés du pentagone, réunis à angle aigu, aboutissent par leur sommet au point où les deux con-

nectifs pénètrent dans le ganglion ; le troisième côté, très large, regarde les connectifs inférieurs ; quelquefois deux autres, au niveau des quatre angles qui les unissent aux précédents, semblent reposer sur les quatre nerfs latéraux. Une figure peut seule faire comprendre avec netteté l'aspect que nous nous efforçons de décrire. Quelques réactifs nous aident à comprendre la nature de ce dessin polygonal ; l'acide chromique et la glycérine, l'acide chromique, l'acide acétique dilué et le suc gastrique, peuvent être employés dans ce but. On distingue alors que chacune des lignes de la figure est la trace d'une cloison perpendiculaire à la surface du ganglion, cloison qui pénètre dans la masse, et en sépare les cellules en plusieurs groupes. Cette cloison est épaisse ; elle se continue avec la membrane fibreuse d'enveloppe du côté ventral seulement ; elle ne s'avance que dans le tiers environ de l'intérieur du renflement. Ainsi les éléments qui y sont contenus ne sont séparés par les cloisons que vers la région ventrale (1).

Lorsqu'on ne fait agir aucun réactif, on voit qu'au dedans comme en dehors de la figure tracée par les lignes des cloisons, un très grand nombre de cellules sont incluses. Les cellules inscrites sont apolaires, plus ou moins sphériques, très volumineuses ; les cellules circonscrites sont apolaires ou unipolaires, mais d'un moindre volume. On reconnaît facilement que plusieurs séries de cellules superposées occupent toute la face inférieure que nous décrivons.

L'action prolongée du suc gastrique partage toutes les cellules en six groupes : le premier occupe l'espace irrégulièrement triangulaire des cloisons ; le deuxième et le troisième les parties latérales et supérieures ; le quatrième et le cinquième sont compris entre les deux racines de chaque côté ; le sixième, le plus considérable, est au dehors de la base du triangle.

3° Faces latérales. — Nous les avons examinées avec d'autant plus d'attention que nous désirions savoir si les deux troncs nerveux qui en partent ressemblaient en quelque point, à leur origine, aux deux racines médullaires des animaux supérieurs.

(1) Nous n'avons pas cru nécessaire de décrire les aspects divers que peuvent présenter les cloisons.

Sur des renflements durcis dans le sublimé, les deux troncs nerveux se sont montrés disposés l'un à la suite de l'autre, et non l'un sur l'autre. Le tronc antérieur est un peu plus rapproché de la face inférieure; le tronc postérieur se montre plus proche de la face supérieure de chaque ganglion.

Nous avons décrit exactement l'aspect des deux faces ganglionnaires; nous avons vu que la face supérieure est essentiellement fibreuse, et la face inférieure tapissée de cellules. Cherchons maintenant à nous rendre compte de ces aspects, et abordons l'étude de la texture intérieure et du cours des fibres.

Cette partie de notre travail était pleine de difficultés; aussi laisse-t-elle encore à désirer. Pour connaître la direction des fibres, il faudrait les suivre de leur origine à leur terminaison; il faudrait connaître le sens de l'agent auquel elles donnent passage; tout cela est absolument impossible.

Nous avons dû chercher des réactifs propres à nous montrer les directions les plus générales des faisceaux, et même à nous indiquer la marche plus précise d'un ensemble de tubes.

Après des recherches qui ont duré des mois entiers, nous nous sommes arrêté à deux agents plus actifs que les autres, savoir: l'acide sulfurique monohydraté ou au moins très concentré, avec ou sans addition de potasse, et l'acide acétique cristallisable étendu et souvent renouvelé; le suc gastrique nous a aussi permis de distinguer bien des détails.

L'acide sulfurique donne une idée d'ensemble très nette, et rend visible les dispositions suivantes qui sont fondamentales:

Chacun des nerfs antérieurs entré dans le ganglion présente: 1° des fibres ascendantes dirigées de bas en haut, de dehors en dedans, et qui vont se continuer avec celles du connectif du même côté; 2° des fibres contournées qui se rendent dans le tronc nerveux postérieur du même côté; elles sont très nettes; 3° des fibres transversales qui semblent se rendre vers les nerfs inférieurs des parties opposées des ganglions; nous avons vu nettement ces fibres dans quelques circonstances; d'autres fois elles ont échappé à nos recherches; 4° et quelques fibres descendantes profondes qui vont au connectif inférieur; nous les marquons d'un point de doute.

Chacun des nerfs inférieurs émet des fibres contournées qui vont au nerf supérieur du même côté, et des fibres descendantes qui se rendent aux connectifs inférieurs ; peut-être y en a-t-il d'ascendantes, mais nous ne les avons pas distinguées.

Ajoutons encore que, dans plusieurs de ces préparations, on distingue un entrecroisement médian formé par les fibres transverses s'échappant des nerfs supérieurs droit et gauche ; qu'enfin on reconnaît très manifestement que certaines fibres passent à la face supérieure médiane du ganglion, allant en ligne directe d'un connectif à un autre (nous nous expliquerons plus loin sur les faisceaux intermédiaires ou nerfs respiratoires).

Les faits de texture que l'acide sulfurique nous indique sont confirmés et complétés par l'examen direct, les sections, les déchirures, l'emploi intelligent de l'acide acétique, du suc gastrique, du phosphate de soude et de la glycérine réunis. Entrons dans les détails : soit encore le tronc antérieur droit à son entrée dans le ganglion, on reconnaît qu'il se divise en deux groupes de fibres ; nous pouvons avancer, d'accord avec Ch. Bruch, que ces deux groupes renferment des fibres ascendantes, qui vont se continuer avec le connectif supérieur correspondant et des fibres transverses. Comme Bruch, nous avons poursuivi les fibres, et nous avons remarqué qu'elles provenaient de cellules situées dans le côté du ganglion opposé à l'émergence du tronc nerveux ; ainsi le tronc nerveux droit offre l'origine de ces fibres du côté gauche du ganglion et *vice versa*, de telle sorte qu'il y a manifestement un entrecroisement entre les fibres latérales des deux côtés. Une question s'élève ici : le cadran inférieur droit envoie-t-il aussi des fibres pour constituer le tronc nerveux supérieur gauche et réciproquement ? Bruch l'a représenté : cela est probable, d'après l'orientation des cellules, et se rapporte aux fibres transverses descendantes que l'acide sulfurique permet de voir.

Nous avons vu que le tronc antérieur droit possède des fibres ascendantes et des fibres transverses supérieures et inférieures. Possède-t-il également des fibres descendantes ? Bruch n'en dit rien. Nous avons longuement étudié cette question difficile, et nos observations n'ont pas résolu la difficulté. Le tronc nerveux supé-

rieur de chaque côté se compose donc de fibres ascendantes qui ne s'entrecroisent pas, de fibres transverses, ascendantes et descendantes, qui s'entrecroisent. Dans le tronc nerveux inférieur de chaque côté, on distingue facilement aussi des fibres ascendantes qui se joignent aux connectifs supérieurs des fibres transverses, ascendantes, qui prennent leur origine dans le cadran supérieur opposé (Bruch les a figurées); enfin des fibres descendantes, que l'acide sulfurique nous a fait constater.

Peut-on déterminer le cours des fibres ascendantes des troncs antérieurs? Se rendent-elles dans l'encéphale, en traversant, d'arrière en avant, toute la chaînette ganglionnaire? Ou bien s'arrêtent-elles dans le ganglion immédiatement supérieur à celui d'où elles partent? Nous avons plusieurs raisons de penser qu'il en est ainsi: en effet, l'extrémité antérieure de chaque ganglion offre des cellules dont les prolongements sont dirigés de haut en bas, de manière à venir constituer une portion des connectifs inférieurs. Or ce sont ces connectifs inférieurs qui, à leur entrée dans le ganglion suivant, se partagent en quatre faisceaux, qui vont constituer les fibres ascendantes des troncs nerveux antérieurs et postérieurs de chaque côté.

Nous venons de dire que chaque ganglion présente vers son pôle antérieur des cellules à prolongements, dirigées de haut en bas, que Bruch a vues comme nous. En faisant de nombreuses coupes perpendiculaires au grand axe, nous avons reconnu aussi que, vers le pôle inférieur, on trouve des cellules dirigées de bas en haut, et dont les prolongements, suivis par la pensée, iraient constituer une partie des connectifs supérieurs du ganglion, et peut-être former définitivement les fibres descendantes des troncs nerveux. Nous n'avons pas suivi ces prolongements jusque dans les connectifs, mais nous les avons vus marcher dans cette direction. Voilà les limites dans lesquelles la vérité nous force à nous circonscrire.

Constatons un dernier fait général: chaque nerf, à son entrée dans le ganglion, se sépare en deux faisceaux superposés: du supérieur émanent surtout les fibres ascendantes et descendantes, qui ont leur point d'origine dans d'autres ganglions, probablement

en grande partie dans le précédent et le suivant ; de l'inférieur partent les fibres, dont l'origine est dans le ganglion lui-même, soit du même côté, soit du côté opposé ; nous avons parlé de ces dernières, nous ne pouvons dire si les autres existent.

La description précédente, dans laquelle nous avons pris soin de distinguer les faits positifs des faits seulement probables ou même hypothétiques, nous permettra de comprendre les aspects que nous avons décrits plus haut.

Nous avons dit que le ganglion présente deux parties : l'une claire, périphérique, spécialement composée de cellules ; l'autre centrale, formée de fibres. Cette dernière résulte de l'ensemble des fibres suivantes disposées sur plusieurs plans : 1° les fibres superficielles qui vont d'un connectif à l'autre, et les fibres ascendantes ou descendantes des cordons antérieurs et postérieurs ; 2° et les fibres transverses de ces mêmes cordons, qui prennent origine dans les cellules du côté opposé.

La région claire est formée par des cellules unipolaires, toutes dirigées suivant l'axe des ganglions, et contribuant à former, soit les racines transverses de chacun des troncs nerveux opposés, soit une partie des fibres des connectifs de l'extrémité inverse du renflement.

La face supérieure du ganglion est fibreuse, et le cours des fibres n'est pas entravé par les cloisons. Cette face est, en quelque sorte, le lieu de communication des fibres d'un ganglion à un autre. La face inférieure est celluleuse ; les cellules y sont renfermées dans des loges : c'est là la région indépendante du ganglion, le lieu de la puissance spéciale de ce centre nerveux.

Une question difficile est celle de savoir quel rapport peut exister entre ces deux régions, ce qui appartient en propre à un renflement, et la nature des communications de celui-ci avec les divers éléments de la chaînette. Doit-on admettre que chacun des ganglions communique par des fibres directes jusqu'à l'encéphale ? Est-il démontré, au contraire, qu'un ganglion n'a de communication qu'avec celui qui le précède ou qui le suit ? Voici quelques faits qui peuvent, en attendant des observations plus rigoureuses, fixer notre jugement.

1° Les choses ne se comportent pas comme si chacun des renflements envoyait au cerveau un certain nombre de fibres. Dans ce cas, en effet, l'ensemble de la chaîne médullaire devrait représenter une tige d'autant plus large qu'elle se rapprocherait davantage de l'encéphale, puisque là serait la somme des fibres envoyées par chacun des ganglions; ou, si l'on veut, le diamètre des connectifs devrait être d'autant plus grand qu'on les mesurerait plus près du cerveau. Or il n'en est rien : nous avons reconnu que, dans la plus grande partie de la chaîne, les connectifs ont le même diamètre à l'entrée et à la sortie d'un ganglion quelconque. Nous nous plaçons ici dans une hypothèse analogue à celle que l'on faisait sur la moelle épinière de l'homme avant les remarquables travaux de M. Brown-Séquard.

2° A l'appui de cette opinion, qui nous représente le ganglion comme émettant un nombre considérable de fibres propres, et un nombre restreint de fibres de communication, nous citerons le fait suivant. Si un des ganglions de la chaîne devient plus volumineux, les connectifs qui y entrent ou qui en sortent n'augmentent pas de volume; ils peuvent même être plus petits qu'à l'ordinaire, comme cela se voit à l'avant-dernier renflement. Mais l'augmentation de volume ou de nombre porte sur les troncs nerveux qui émanent des renflements : ainsi se comportent le premier, le second, le cinquième et le vingt-troisième ganglion.

3° On a vu, d'après notre description, que les cellules nerveuses ascendantes et descendantes d'un renflement peuvent suffire pour expliquer le volume des connectifs, et qu'alors il paraît vraisemblable qu'un ganglion ne communique guère qu'avec celui qui le précède et celui qui le suit.

Nous présentons, sous toute réserve, cette dernière preuve encore douteuse. Si ce n'est pas un fait avéré, c'est un point de recherche à vérifier, et il est utile de l'indiquer ici.

Après avoir fait connaître, aussi bien que possible, la texture d'un des ganglions de la chaînette, nous essaierons d'exposer ce que nous savons sur d'autres renflements.

Cerveau. — Le cerveau de la Sangsue, dont nul auteur n'a encore étudié la structure, se compose d'une masse sus-œsopha-

gienne, se liant, à l'aide de deux connectifs très courts, à un renflement volumineux placé sous l'œsophage, et qui représente le premier ganglion de la moelle abdominale.

Ce cerveau a une forme transversalement allongée, il est légèrement recourbé en arc de cercle ; on peut y distinguer une face supérieure divisée en deux parties latérales par un sillon médian antéro-postérieur, une face inférieure reposant sur l'œsophage, une petite courbure antérieure et concave, une grande courbure postérieure et nettement convexe, enfin deux extrémités se continuant avec les connectifs.

Face supérieure. — On distingue transversalement, au-dessous de la membrane d'enveloppe, une zone fibreuse qui traverse toute cette face dans le sens du grand diamètre, comme les connectifs traversent la face supérieure du ganglion. En dehors de cette zone fibreuse, entre elle et les bords convexes et concaves du renflement, on distingue une série de lobes remplis de cellules nerveuses unipolaires. Ces lobes ont absolument l'aspect des parties claires ou des cadrans ganglionnaires ; ils leur ressemblent encore par les prolongements qu'ils émettent, et qui sont dirigés vers l'axe du cerveau. Au pourtour des cellules, sont disséminés comme dans les ganglions, des grains de matière nerveuse amorphe.

Face inférieure. — L'aspect de cette face rappelle exactement l'aspect de la face inférieure des ganglions de la chaînette. Elle est tapissée, en effet, par un grand nombre de cellules superficielles : les plus volumineuses sont apolaires, centrales, elles mesurent 0^{mm},05 de diamètre ; les plus petites sont unipolaires et périphériques. Cette face inférieure est encore remarquable par le grand nombre de lignes qui la partagent en autant d'espaces, lignes qui sont la trace d'autant de cloisons. Dans les ganglions ordinaires, les cloisons étaient disposées d'une manière irrégulière et simple ; dans le cerveau, elles affectent une très grande complication.

En effet, d'après plusieurs de nos observations, on distingue, à droite et à gauche de la ligne médiane (trace de la division du cerveau en deux moitiés), quatorze compartiments exactement symétriques. Nous avons pu déterminer la figure de chaque compartiment, et la position qu'il occupe par rapport aux autres : de pareils

détails sont inutiles à consigner ici. Nous nous bornerons à dire que chaque compartiment est la base d'une loge remplie de cellules, et que les cloisons, qui limitent ces loges, ne s'avancent pas très profondément dans l'intérieur du cerveau. Qu'on étudie, en effet, par la face supérieure, un cerveau traité par la glycérine et l'acide acétique, on suivra, au-dessous de la bande fibreuse devenue suffisamment claire, les contours des cloisons qui s'élèvent de l'enveloppe, et qui n'atteignent que le tiers environ de la cavité du cerveau.

C'est avec les plus grandes difficultés que nous sommes parvenus à reconnaître d'une manière satisfaisante les détails que nous venons d'exposer. Nous aurions voulu aller plus loin; frappé d'une ressemblance d'aspect qui nous indiquait clairement que le cerveau n'est qu'un ganglion médullaire modifié, nous voulions pénétrer la structure intime: peut-être d'autres analogies se fussent-elles révélées. Nos tentatives ont toujours échoué. Nous avons cependant distingué, à l'aide du phosphate de soude et de la glycérine réunis, le détail suivant: de chaque côté de la ligne médiane du cerveau, les tubes qui prolongent les cellules se dirigent obliquement vers l'axe du ganglion du côté des connectifs.

Le nombre des cellules nous a aussi paru très restreint dans la zone médiane du cerveau.

Premier ganglion ou portion sous-œsophagienne du cerveau.— Le premier ganglion est irrégulièrement triangulaire. De ses deux angles supérieurs partent les deux connectifs cérébraux, qui sont très courts, et de son angle inférieur les connectifs qui rattachent la masse sous-œsophagienne au deuxième ganglion. L'aspect des deux faces est encore celui que nous avons signalé ailleurs: la face supérieure est fibreuse; la face inférieure est cellulaire, et présente un système de cloisons qui n'est ni celui des ganglions, ni celui du cerveau. Nous ajouterons quelques détails de texture vus par la face supérieure. La bande fibreuse, unique vers l'angle inférieur, se divise, en se dirigeant vers les angles supérieurs, en deux bandes secondaires, dont chacune se rend au connectif du même côté. Sur les parties latérales de ces bandes s'étagent de nombreuses cellules, dont les prolongements pour les cellules anté-

rieures et moyennes se dirigent perpendiculairement au grand axe. Les prolongements du côté droit, après s'être entrecroisés avec ceux du côté gauche, vont donner naissance à une partie des fibres qui constituent les nerfs latéraux de ce côté.

Il existe aussi des cellules dont les prolongements, placés dans l'axe du ganglion, sont ascendants et descendants.

Derniers ganglions. — Nous entrerons dans quelques détails sur les trois ganglions qui terminent la moelle ventrale. Le dernier ganglion, le plus volumineux de toute la chaîne, est très difficilement isolable, à cause du tissu pigmentaire qui en revêt les deux surfaces; de là l'extrême difficulté d'en étudier la texture sans le rompre. Ce ganglion est ovoïde, d'une longueur de 0^{mm},002 environ; il est recouvert d'une épaisse membrane fibreuse. Les bords en sont flexueux et lobés; il donne naissance à sept ou huit paires de nerfs, dont les postérieures se distribuent au tissu musculaire de la région supérieure de la ventouse, tandis que les antérieures plongent profondément pour se terminer dans le plan musculaire inférieur du disque préhensile.

A l'aide de l'acide acétique, d'une pression modérée, d'un grossissement de 200 diamètres, nous avons distingué les détails suivants :

Face supérieure. — En avant, on suit la pénétration des deux connectifs très courts de l'antépénultième ganglion. D'avant en arrière, et sur le milieu de la face elliptique, on distingue un sillon médian blanchâtre, qui partage cette face en deux moitiés : l'une droite et l'autre gauche. Chaque moitié est divisée par des cloisons en sept segments parallèles, mais perpendiculaires à l'espace médian, et se correspondant exactement à droite et à gauche de cet espace.

Ces espaces, limités par les cloisons, n'ont pas la même forme, et ne se terminent pas de la même manière sur les contours de la masse; les uns figurent des pointes; d'autres dessinent des bords arrondis. On ne trouve l'origine d'aucun nerf à cette face supérieure; les cellules nerveuses y sont rares.

Face inférieure. — L'adhérence du pigment la rend bien difficile à examiner; néanmoins on reconnaît que cette face est consti-

tuée par un système très complexe de loges et de cloisons. Les lobes latéraux sont recouverts par une série de lobes transversaux, à bords arrondis. En ce point d'intersection, les nerfs latéraux prennent naissance avec régularité. Avec un grossissement de 300 diamètres, on parvient à distinguer, à travers la membrane d'enveloppe, de nombreuses cellules nerveuses. La texture intime nous échappe presque complètement; néanmoins les points suivants sont certains.

Presque tous les tubes qui composent les nerfs naissent du ganglion lui-même; très peu de fibres arrivent de l'antépénultième ganglion, et lui sont envoyées. Ces résultats sont déduits de la comparaison facile à faire entre le volume des deux connectifs qui pénètrent dans le dernier renflement et le volume des quatorze à dix-huit paires nerveuses qui en sortent. Il en résulte que ce ganglion agit très puissamment comme un centre indépendant. Nous ajouterons qu'à l'aide de l'acide sulfurique concentré, additionné ou non de potasse, nous avons distingué des arcades nerveuses qui se rendent d'un filet au suivant.

Connectifs. — Les connectifs joignent les ganglions les uns aux autres; ils ont à peu près le même volume dans toute la longueur de la chaînette; mais leur distance entre deux ganglions est loin d'être toujours la même. Ainsi entre le cerveau et le premier ganglion, ils sont très courts: il en est de même entre le second et le troisième. Ils s'allongent insensiblement dans la région ventrale pour redevenir très courts entre les trois derniers renflements. Chaque connectif est composé de deux cordons également volumineux, mais inégalement distincts. En effet, dans presque toute l'étendue de la moelle ventrale, la séparation n'est pas visible à l'œil nu; elle devient, au contraire, très manifeste en arrière dans l'intervalle des derniers ganglions. Il est impossible de méconnaître dans cette double rangée de connectifs, la trace de la division primitive du système nerveux.

Nous avons cherché à comprendre la structure des connectifs, et elle nous a paru différer sur bien des points de la texture des filets. Les filets nerveux se composent de tubes distincts pourvus d'une membrane d'enveloppe très évidente; dans les connectifs, il

en est autrement. A la sortie des ganglions, les deux cordons connectifs s'épanouissent un instant en branches irrégulières, inégales, rameuses, offrant l'aspect de racines. Toutes ces branches se réunissent bientôt en une masse unique, composée de matière finement granuleuse, et au sein de laquelle il est bien difficile de distinguer des enveloppes de tubes. Après un certain trajet, cette masse se sépare de nouveau avant de pénétrer dans le ganglion inférieur ; les branches séparées et rameuses se reconstituent de nouveau ; l'eau, l'acide chromique, le suc gastrique, démontrent cette espèce de texture compacte, et cette absence de tubes à gaine distincte, étendus tout le long du connectif, et en constituant la masse.

Le plus intéressant des réactifs est l'acide sulfurique concentré ; il reproduit, sous les aspects les plus variables, les bifurcations dont nous avons parlé, et semble indiquer que la matière granuleuse, par sa cohérence, peut former des cordons, des branches très irrégulières, qu'une membrane n'entoure jamais.

Les connectifs présentent toujours, vers les deux tiers de leur longueur, un renflement manifeste, même à un grossissement très faible. Dans l'un et l'autre cordon du connectif, nous avons reconnu qu'à ce renflement correspond une sphère à contours fonceés, identique sous tous les rapports avec le noyau des cellules nerveuses ganglionnaires : même aspect, même forme sphérique, mêmes contours réfractant fortement la lumière ; le diamètre est bien plus considérable : il va jusqu'à 0^{mm},04.

Nous regardions comme très probable l'existence d'une cellule autour de ce noyau ; aussi avons-nous cherché longtemps cette cellule. Notre examen nous a toujours porté à croire qu'elle n'existe pas. Ce noyau serait donc isolé ; nous ne pouvons nous empêcher de rapprocher cette existence d'un noyau disséminé au sein d'une masse granuleuse, du fait que nous décrit Leydig dans le *Coccus hesperidium*, et de la figure qu'il en donne. Jamais les noyaux ne se trouvent en d'autres points des connectifs ; jamais aucun filet nerveux ne sort non plus des connectifs.

Nerf intermédiaire.— Nous avons découvert, dans toute l'étendue de la moelle ventrale de la Sangsue, entre les deux cordons

connectifs, un nerf intermédiaire particulier, dont la signification est intéressante, en ce qu'elle se rattache à la découverte analogue déjà faite par Newport chez les Insectes et les Crustacés.

Nous avons dû adopter pour la nouvelle dénomination à imposer au cordon nerveux, le nom de *nerf intermédiaire*, déjà donné par ce savant anatomiste.

Le nerf intermédiaire se distingue très facilement à l'aide des acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique, et surtout à l'aide du suc gastrique. Il s'étend d'un ganglion à l'autre, sans que sa consistance, sa forme, sa coloration, le distinguent des deux cordons connectifs qui l'accompagnent.

Sa texture rappelle celle des connectifs; bien qu'il puisse, sous l'influence de certains agents, se séparer en plusieurs groupes de tubes d'inégale diamètre et d'une disposition variable, rien cependant ne nous autorise à penser que des enveloppes spéciales entourent les tubes distincts constitués comme à l'ordinaire.

Nous croyons ce nerf constitué essentiellement par une matière granuleuse, en contact partout avec elle-même, sans enveloppes secondaires, sans cellules, sans noyaux.

Pour rendre notre description plus claire, nous parlerons du nerf intermédiaire : 1° dans son trajet entre les deux cordons connectifs; 2° dans son trajet à l'intérieur des ganglions.

En parcourant l'intervalle laissé par les deux cordons connectifs d'un ganglion à un autre, le nerf intermédiaire ne demeure pas libre dans toute son étendue; il contracte, au contraire, une fusion manifeste, tantôt avec l'un des cordons, et tantôt avec l'autre. Cette fusion, rendue évidente par le suc gastrique, consiste en une adhérence de la matière granuleuse du connectif et du nerf intermédiaire. Cette adhérence, très restreinte d'ailleurs, a lieu, tantôt au milieu de l'espace interganglionnaire, tantôt plus bas, soit à droite, soit à gauche. Dans certains cas, les adhérences peuvent être au nombre de deux ou de trois.

Que devient le nerf intermédiaire lorsqu'il atteint l'une des extrémités ganglionnaires? Pénètre-t-il profondément dans la substance nerveuse, ou traverse-t-il superficiellement l'une des faces. Il nous a semblé que le nerf intermédiaire n'est pas interrompu par

un ganglion, qu'il passe directement sur la face supérieure, et va se continuer avec le cordon intermédiaire suivant. Il y a donc continuité dans toute la longueur de ce cordon spécial. Au moment où il pénètre sur le ganglion, le cordon semble se dissocier, les branches qui en naissent s'étalent irrégulièrement sur la face supérieure en forme de veines noueuses, qui se réunissent de nouveau pour constituer le nerf à sa sortie du renflement entre les connectifs.

La continuité du nerf intermédiaire, même à la face supérieure des ganglions, serait parfaitement conforme à ce que Newport nous représente sur l'*Astacus marinus* par exemple. Il ne nous semble donc pas douteux que la Sangsue nous offre un nouvel exemple d'un nerf qu'il serait intéressant de rechercher sur d'autres animaux, et dont l'étude anatomique et physiologique est encore à faire.

Nerfs latéraux. — Nous avons à faire connaître, en décrivant la texture des nerfs latéraux, plusieurs découvertes de détails que l'esprit certainement n'aurait pas pu prévoir, mais que l'observation nous a clairement révélées.

Les ganglions n'émettent pas tous le même nombre de troncs nerveux, et ne leur donnent pas naissance de la même manière. D'après nos recherches, quatre paires de nerfs sortent du ganglion cérébral; trois du premier ganglion; deux paires naissent de tous les autres ganglions: une seule prend naissance dans l'avant-dernier, et sept au moins naissent du dernier renflement de la chaînette.

La disposition histologique des paires nerveuses qui prennent leur origine dans les ganglions compris entre le troisième et le vingtième, fixera spécialement notre attention.

Un premier fait auquel nous attachons de l'importance consiste dans une singulière communication établie entre les deux racines nerveuses de chaque côté au moment où elles sortent du ganglion. Aucun auteur, que nous sachions, n'a vu cette communication très facile à découvrir à l'aide de l'acide chromique étendu, et mieux encore à l'aide du suc gastrique. Elle est visiblement établie cependant à l'aide d'une cellule bipolaire d'environ 0^{mm},04 de grand diamètre, granuleuse, pourvue d'un noyau.

Cette cellule, placée en dehors de l'enveloppe fibreuse des ganglions, émet deux tubes : l'un, antérieur, va s'accoler au bord interne du faisceau nerveux antérieur, et cesse bientôt de pouvoir être suivi ; l'autre, postérieur, va s'accoler de la même manière au bord interne du faisceau postérieur. Cette singulière cellule bipolaire que nous décrivons est constante à droite comme à gauche dans chacun des ganglions de la chaînette. Elle établit une nouvelle communication entre les deux nerfs d'un même côté.

Les troncs antérieurs et postérieurs présentent dans leur structure des ressemblances et des différences. Ils se ressemblent par la présence des tubes dans les filets, mais ils diffèrent par l'accumulation de certains éléments spéciaux.

Un premier fait qui nous a singulièrement frappé lorsque nous l'avons découvert, consiste dans l'anastomose des tubes nerveux entre eux ; les anastomoses ne sont pas facilement ni partout visibles : elles paraissent manquer vers les origines des nerfs, mais, au contraire, elles sont communes à une certaine distance du ganglion. On les observe très aisément sur le tronc postérieur, et plus difficilement sur le tronc antérieur. Nous ne pourrions dire à quoi tient cette différence de disposition ; en tous cas elle est si marquée que nous avons songé à la présenter comme un caractère distinctif entre les nerfs ou racines antérieures et les racines postérieures.

Les anastomoses dont nous parlons se produisent suivant des modes très variés : tantôt c'est par une commissure transversale que deux tubes sont unis, tantôt ces tubes se confondent sous un angle très aigu ; ailleurs deux tubes perpendiculaires l'un à l'autre se réunissent. Quelquefois la fusion a lieu suivant une portion de la longueur sur deux tubes parallèles : quelque mode d'ailleurs qu'elle emploie, la nature atteint toujours le même résultat, à savoir la communication des tubes les uns avec les autres. Ce fait, que nous signalons ici, nous semble établi pour la première fois ; Il est formellement contraire à l'opinion d'après laquelle les fibres sont isolées les unes des autres depuis leur origine à leur terminaison. Cette opinion, comme on sait, est généralement admise en ce qui concerne les animaux supérieurs.

Des préparations heureuses nous ont aussi permis de suivre , dans quelques cas, la marche des fibres dans les régions où une branche se divise en rameaux. Ce partage se fait de plusieurs manières : tantôt il y a entrecroisement de fibres, comme dans ce que Valentin a nommé anastomose par décussation ; tantôt les tubes , qui pénètrent dans le rameau , s'y rendent dans deux directions : les uns centrifuges par rapport aux ganglions, et les autres centripètes. Il est rare que les tubes ne forment pas entre eux un plexus inextricable.

Nous avons fait représenter dans une de nos planches, avec une rigoureuse exactitude , la connexion de deux nerfs par un rameau transversal. On verra combien la complication est grande dans ce cas, et éloignée de celle qu'on pouvait supposer.

A mesure que les nerfs s'éloignent des ganglions ils deviennent de plus en plus petits, et les rameaux qu'ils émettent se divisent à leur tour en ramuscules. Il en résulte que ces derniers sont simplement constitués par quatre à cinq, quelquefois deux à trois tubes nerveux, qu'on peut suivre encore assez loin sans en jamais découvrir la terminaison.

Nous avons eu déjà l'occasion de dire que Ch. Bruch a indiqué une différence essentielle entre les troncs antérieurs et les postérieurs. Dans les troncs antérieurs , dit-il , on trouve près du ganglion, et vers les régions où le tronc émet des rameaux, des groupes de cellules unipolaires, et quelques cellules bipolaires ; au contraire, les cellules bipolaires intercurrentes, ou sur le trajet d'un tube, sont très communes le long du tronc postérieur. Nous confirmerons en partie les remarques de Ch. Bruch, tout en en restreignant la généralité.

Parlons d'abord des troncs antérieurs : il est bien vrai qu'à leur sortie du ganglion, ils présentent une réunion de cellules apolaires nucléées, que plusieurs auteurs se sont hâtés de regarder comme les analogues des ganglions de racines sensitives. Ces cellules ne sont pas seules ; plus loin, avant l'émission du troisième rameau latéral, on en peut distinguer huit à dix situées au milieu même des tubes nerveux. La plupart sont apolaires ; mais nous en avons vu aussi avec des prolongements dirigés, on ne s'explique trop pour-

quoi, du côté du ganglion. Ces groupes de cellules peuvent être situés aussi bien au milieu que sur les bords du tronc nerveux, aussi bien près du centre ganglionnaire qu'à une distance éloignée; mais ce qui est constant, c'est que toujours on les trouve au niveau d'une bifurcation. Nous avons fait représenter une cellule placée isolément à l'origine d'un rameau.

Ch. Bruch nous paraît n'avoir pas suffisamment insisté sur la nature des tubes des troncs et des ramuscules; il semblerait d'après lui que les cellules bipolaires intercurrentes y sont rares. Cela n'est pas cependant; les rameaux ou ramuscules offrent presque toujours des tubes, portant sur leur trajet un ou plusieurs renflements ganglionnaires: tantôt le renflement consiste en une cellule bipolaire; tantôt cette cellule est déformée, et se continuant insensiblement en un tube. L'élongation est quelquefois si considérable, que la cellule a presque dégénéré en un tube; un noyau indique toujours dans ce cas l'origine cellulaire.

Sur le tronc postérieur, on ne trouve pas les groupes de cellules apolaires dont nous avons parlé précédemment; les anastomoses entre les tubes nerveux sont assez évidentes; enfin les cellules intercurrentes sont nombreuses et bien marquées. Nous ne répétons pas la description générale donnée plus haut; nous ajouterons cependant que les cellules se trouvent non-seulement à l'origine des branches, mais fréquemment sur les divers points de leur étendue.

2° Système nerveux de la vie organique (1).

Les beaux travaux de Swammerdam, Lyonet, Müller, Treviranus, Strauss, Andouin et Milne Edwards, Nordmann, Newport, Krolm, etc., avaient déjà attiré l'attention des naturalistes sur le système nerveux stomatogastrique des Invertébrés, lorsque Brandt, reprenant habilement les recherches de ses prédécesseurs, vint coordonner et étendre leurs observations. Dans ses intéres-

(1) Cette partie de notre travail a déjà formé l'objet d'un mémoire à part, publié dans les *Annales des sciences naturelles* (4^e série, 1855, t. IV, n^{os} 4 et 5). Depuis cette publication, nous avons fait de nouvelles recherches et obtenu de nouveaux résultats: ils seront consignés ici.

sants mémoires, il fit connaître avec détail, et sur un certain nombre d'espèces, l'organisation du stomato-gastrique chez les Insectes, les Crustacés, les Myriapodes et les Annélides. A ce dernier groupe appartient la Sangsue médicinale, chez laquelle on n'avait jamais signalé l'existence d'un système nerveux spécial analogue au système gastrique. Brandt fit connaître trois ganglions cérébroïdes qui partent du cerveau de la Sangsue, et il crut devoir rattacher le médian au système pair, et les deux latéraux au système impair. Il découvrit, en outre, un nerf médian situé au milieu de la partie ventrale de l'estomac, et qu'il crut l'analogue du récurrent des Insectes. Il ne vit pas clairement la connexion de ce filet avec le ganglion médian antérieur.

Plusieurs observateurs, depuis Brandt, ont continué l'étude du stomato-gastrique de la Sangsue; aucun, à notre connaissance, n'a retrouvé le nerf que Brandt avait décrit; Ch. Bruch n'en fait aucune mention dans son travail; M. Moquin-Tandon nous dit, dans sa *Monographie des Hirudinées*, qu'il l'a cherché en vain; M. de Quatrefages, si habile cependant dans ces sortes de recherches, n'a pas été plus heureux.

Nous-même, après tant d'autres, nous avons longtemps cherché inutilement le nerf de Brandt, et nous ne l'avions pas trouvé; mais tout récemment, en ayant recours à un moyen très simple, nous sommes arrivé enfin à constater sûrement son existence, et à en reconnaître la distribution.

Dans le cours de nos études, nous avons observé pour la première fois un système de nerfs entièrement propre à l'estomac, qui, avec les ganglions cérébroïdes, complète l'appareil nerveux organique de la Sangsue. Nous nous proposons de faire connaître séparément d'abord les réseaux nerveux gastriques que nous avons découverts, ensuite les ganglions cérébroïdes et les nerfs qui en naissent. Si, par une vaste incision antéro-postérieure de la région dorsale de la Sangsue, on ouvre l'animal et on l'étale sous l'eau, ou aura sous les yeux la paroi ventrale de l'estomac, membrane très mince, recouvrant, comme un voile, toute l'étendue du cordon nerveux: c'est dans cette membrane qu'il faut chercher les nerfs dont nous parlons.

Après avoir complètement vidé les poches latérales du sang qu'elles contiennent, on presse fortement avec la pulpe du doigt, ou mieux encore on racle avec le manche d'un scalpel la face interne de la membrane gastrique; on enlève ainsi une sorte de couche pulpeuse, qui paraît, au microscope, constituée par des globules graisseux très petits et très abondants, et qui est un des principaux obstacles à l'observation nette et facile du réseau des nerfs.

Cette petite opération effectuée, on détache avec une pince un fragment de la membrane de l'estomac dans le point à examiner, et on la soumet à un grossissement de 300 à 500 diamètres; on distingue alors les détails suivants: Une membrane anhiste fait le fond de la préparation, et sur cette membrane se dessinent des plexus vasculaires très curieux à étudier. Ces plexus se composent de gros troncs vasculaires, inégaux en volume, parallèles, plutôt noueux que régulièrement cylindriques; leur volume est considérable, surtout aux points de leurs renflements; ils donnent des branches d'un très petit diamètre, qui vont s'anastomoser avec d'autres canaux pour former un plexus d'une netteté extrême, et dont on peut, à l'aide de la glycérine, obtenir des préparations très élégantes, surtout lorsque les canaux vasculaires sont remplis de liquide sanguin.

Outre ces canaux qui mériteraient une étude spéciale, on rencontre encore sur la paroi de l'estomac des fibres très fines de tissu conjonctif, quelques faisceaux musculaires, et des groupes abondants de granulations graisseuses.

Les réseaux de tubes et de cellules nerveuses se répandent à la surface des lacis vasculaires, avec lesquels ils paraissent avoir des rapports d'une certaine constance, rapports qui ne nous sont pas encore connus.

En dernière analyse, la paroi stomacale est essentiellement formée par un nombre considérable de canaux, qui jouent, sans doute, le rôle de vaisseaux absorbants. Au milieu de ces canaux, serpentent les réseaux nerveux avec les cellules et les tubes longs et flexueux qui en partent.

Nous avons rencontré les réseaux nerveux sur presque toute

l'étendue de l'estomac : la face inférieure ou ventrale en paraît surtout richement pourvue dans sa partie moyenne. Nous avons pu un instant douter de l'existence des réseaux sur les poches latérales ; une observation plus exacte a levé nos doutes. Que l'on détache près d'un ganglion un des muscles qui s'étendent comme une bande transversale jusqu'à la peau, on déchirera en même temps des lambeaux de la poche stomacale sous-jacente, et, au microscope, on verra très aisément des groupes de nerfs organiques s'étaler sur le tissu musculaire. La face supérieure ou dorsale de l'estomac a également ses plexus nerveux moins abondants, mais tout aussi manifestes que ceux de la face ventrale. Nous ne pouvons point encore généraliser et dire que toute la surface de l'estomac est recouverte de nerfs ; ils paraissent manquer dans les poches postérieures, et ils manquent certainement sur l'intestin. Existent-ils sur l'œsophage, organe d'élection pour les plexus nerveux chez beaucoup d'Invertébrés ? Chez la Sangsue, nous n'en avons jamais vu la moindre trace, ni en avant, ni en arrière de l'œsophage, ni dans la couche épithéliale, ni dans la couche musculaire ; et cependant nous avons bien des fois répété et varié nos moyens d'investigation.

Après les généralités, nous entrons dans les détails. Étudions donc, en premier lieu, les éléments du système nerveux organique. Les éléments qui entrent dans les réseaux et dans les cordons sont au nombre de deux : les cellules et les tubes.

A. Cellules.

Elles ont une forme généralement sphérique ou ovoïdale. Nous en avons représenté cependant qui sont comme fusiformes ; d'autres sont tout à fait irrégulières. Les volumes sont extrêmement variables : nous en avons mesuré de très grosses, qui ont en longueur 0^{mm},06, et en largeur 0^{mm},05 ; d'autres, plus petites, n'ont que 0^{mm},03, ou même 0^{mm},02. Leur aspect, leur consistance rappellent immédiatement les caractères analogues des cellules nerveuses de la vie animale.

Les cellules se composent d'une membrane extérieure et d'un contenu. La membrane extérieure est très mince, sans structure

apparente ; elle a néanmoins une résistance notable. L'acide acétique et l'acide nitrique étendus la font pâlir sans la rompre ; l'acide chromique en augmente la consistance d'une manière remarquable. La potasse caustique la fait disparaître ; la glycérine, sans la détruire, la rend d'une transparence extrême, et la rétracte sensiblement.

Dans le contenu de la cellule, on distingue facilement un noyau et une matière granulo-graisseuse.

Le noyau existe presque toujours ; son volume varie un peu avec celui de la cellule : il est en moyenne de 0^{mm},007 à 0^{mm},008 ; généralement il est arrondi, avec une ligne de contours d'apparence grasseuse. On y trouve quelquefois un nucléole. Nous croyons avoir vu deux noyaux dans certaines cellules.

Autour des noyaux on distingue la matière contenue, qui se présente sous deux aspects bien différents : tantôt elle est finement granuleuse comme le contenu des cellules ganglionnaires ; tantôt les grains sont entremêlés de gouttes grasseuses irrégulières aussi variables par leur volume que par leur disposition. Nous ne saurions expliquer la cause de cet état, qui nous paraît correspondre à la constitution intime de la matière nerveuse, et représenter la couche médullaire des animaux supérieurs. En tous cas cette constitution établit une différence aisée à saisir entre les cellules de la vie organique et celles de la vie animale. Les acides acétique, chromique, nitrique étendus, donnent au contour une couleur foncée ; la potasse paraît dissoudre le contenu, la glycérine le fait pâlir.

B. Tubes.

Ils offrent deux aspects : tantôt régulièrement cylindriques ; tantôt noueux, moniliformes, rappelant l'apparence si caractéristique des tubes nerveux centraux chez les Mammifères. Ce dernier aspect, qui n'est pas le plus commun, paraît être un résultat de la préparation. La longueur de ces tubes est quelquefois si considérable, qu'ils mesurent deux ou trois fois le champ du microscope.

Leur coloration, leur consistance sont les mêmes que celles des cellules.

Leur volume est très variable : c'est un point sur lequel nous

devons particulièrement insister. Les plus larges que nous ayons mesurés ont $0^{\text{mm}},010$: ils sont déjà rares ; on les trouve dans les parties que nous désignons plus loin sous le nom de cordons.

Les tubes de deuxième ordre ont $0^{\text{mm}},007$ à $0^{\text{mm}},008$: ils forment les grandes mailles des réseaux ; enfin ceux du troisième ordre ont de $0^{\text{mm}},002$ à $0^{\text{mm}},003$: ils servent de communications secondaires entre les mailles. Nous devons faire observer aussi qu'un même tube peut changer de diamètre dans son trajet.

Un tube se compose d'une paroi et d'un contenu. Sa paroi n'est pas différente de celle des cellules ; elle a aussi une résistance propre et une grande souplesse, car, dans nos préparations, il nous est arrivé de voir les tubes former artificiellement des ondulations et même des nœuds. Rien de spécial à dire sur le contenu qui ressemble à celui des cellules.

Après avoir parlé des éléments, nous examinerons avec soin leur mode d'arrangement, et la constitution des tissus nerveux qu'ils forment.

Notre description portera donc tour à tour sur les plexus et sur les cordons.

Les plexus se composent de tubes et de cellules qui, après un trajet irrégulier, vont se terminer les uns dans les autres. Il est manifeste que les tubes se continuent avec les cellules ; c'est la même enveloppe et le même contenu : il ne saurait y avoir aucun doute sur ce point.

Sous le rapport du nombre des tubes qui partent des cellules, il règne une grande variété : tantôt les cellules sont unipolaires, c'est-à-dire qu'elles n'émettent qu'un tube ; cette forme est commune au voisinage et sur les parties latérales des cordons ; tantôt elles sont bi ou multipolaires, émettant deux, quatre et jusqu'à six tubes. Dans une de nos observations, nous avons rencontré une cellule quadripolaire fort intéressante à étudier. Deux des tubes avaient environ $0^{\text{mm}},006$ de large ; deux autres, rapprochés et placés sur un même côté, n'avaient chacun que $0^{\text{mm}},002$ de diamètre. Cette observation démontre avec bien d'autres qu'on ne saurait accorder une importance bien justifiée aux caractères tirés du volume des tubes, du moins en ce qui concerne les animaux inver-

tébrés ; il n'existe dans leur système nerveux ni tubes minces, ni tubes larges, soit de la vie organique, soit de la vie animale. Les tubes qui partent des cellules peuvent naître soit dans des points diamétralement opposés, soit d'un même côté.

Un point important à noter est relatif à la déformation successive que subit la cellule bipolaire ; il semble qu'étirée en sens inverse par deux tubes, elle s'allonge de plus en plus, perde de sa largeur, et finisse par devenir elle-même un tube.

Nous avons observé ces divers états et dans les nerfs de la vie organique et dans ceux de la vie animale ; ne devons-nous pas en conclure d'une manière encore plus rigoureuse à l'identité de l'élément nerveux, puisque la cellule peut devenir tube, et que cette transformation semble s'opérer sous nos yeux ?

Nous n'avons jamais trouvé de cellules apolaires isolées.

Les tubes, émanés des cellules, se comportent de deux façons : tantôt ils aboutissent directement à d'autres cellules, tantôt ils s'anastomosent avec d'autres tubes ; nous insisterons sur les anastomoses.

Nous affirmons en premier lieu qu'elles existent, et qu'elles sont même très communes dans le système nerveux dont nous parlons. Nous savons bien qu'on a plus d'une fois signalé de semblables dispositions chez les animaux supérieurs, mais elles y sont exceptionnelles. Dans le cervelet, les hémisphères, la moelle, on a signalé quelques anastomoses chez l'homme ; R. Wagner en a indiqué dans les nerfs des muscles chez certains Amphibiens ; mais, nous le répétons, ce sont des faits particuliers.

Les anastomoses que nous avons vues et représentées ont lieu surtout de deux manières : tantôt deux tubes se réunissent à angle aigu pour en former un troisième ; dans un des cas, ces deux tubes, avant leur réunion, avaient chacun $0^{\text{mm}},006$, et le tube commun n'avait que $0^{\text{mm}},009$; il avait donc $0^{\text{mm}},003$ de moins que la somme des diamètres des deux autres tubes. Un deuxième mode d'anastomose consiste en ce qu'un petit tube, détaché un peu obliquement d'un long tube, va aboutir transversalement à un troisième de ces éléments ; c'est une sorte de sécante entre deux parallèles. Ce dernier mode est précisément l'analogue de l'anastomose par com-

munication transversale des artères, par exemple de la communicante antérieure, tandis que le premier mode rappelle exactement l'anastomose artérielle par convergence ; nous n'avons pas vu un seul cas qui se rapporte à l'anastomose par inosculation ou par arcade.

Outre les plexus, les éléments anatomiques, et les tubes spécialement, s'accolent pour produire plusieurs cordons nerveux. Parmi ces cordons, nous placerons le tronc nerveux décrit par Brandt. Ce tronc est visible, à l'aide d'une bonne loupe, sur le milieu de la face ventrale de l'estomac ; nous l'avons suivi du troisième ganglion jusqu'àuprès de l'origine intestinale, sans y distinguer de sinuosités, ni de différences de volume.

Il était intéressant de rechercher le lieu d'origine du nerf de Brandt ; et vraisemblablement si on le compare au récurrent des Insectes, il devait provenir d'un des ganglions cérébroïdes.

Nous avons donc recherché si, parmi les filets qui naissent de ces ganglions, nous n'en trouverions pas un qui fût l'origine de ce nerf. Nous avons vu que chacun des ganglions cérébroïdes fournit un filet, et que celui-ci se distribue dans un muscle de la ventouse ; jamais nous n'avons, le long du conduit œsophagien, distingué un cordon nerveux qui fût l'origine du tronc de Brandt. Nous ne pouvons donc pas admettre maintenant que le tronc de Brandt ait son origine directe au cerveau ou dans les masses cérébroïdes. Quoi qu'il en soit, ce nerf est composé de cinq à sept tubes volumineux libres, irréguliers, sans névrilème, fréquemment anastomosés d'une manière variable ; les éléments tubuleux des réseaux contribuent directement à la formation de ces tubes, ainsi que les cellules latérales dont nous avons déjà parlé.

Dans une des planches annexées à ce travail, on trouvera une exacte représentation des détails que nous avons observés : on saisira la texture des cordons latéraux d'une manière très nette ; aussi nous nous croyons dispensé d'entrer sur ce sujet dans de plus minutieuses descriptions.

Deux questions d'un haut intérêt resteraient à résoudre pour bien connaître le système gastrique que nous décrivons : 1° Quel est le mode de terminaison des tubes nerveux par rapport aux

tissus? 2° Quelle est la connexion intime qui peut exister entre les nerfs gastriques et les nerfs de la vie animale, soit ganglions, soit connectifs ?

La question de la terminaison des nerfs est loin, comme on le sait, d'être résolue; néanmoins elle a fait un pas dans ces dernières années, depuis que plusieurs observateurs ont constaté très nettement que la terminaison en anses était moins commune qu'on ne l'avait pensé jusqu'alors, et qu'au contraire la terminaison des nerfs, par des extrémités libres, avait lieu avec une certaine fréquence. Nous avons à ce sujet une observation décisive, mais une seule malheureusement; nous avons vu, dans un cas, un tube nerveux aboutir sur un vaisseau et s'y accoler; cette terminaison est tout à fait en rapport avec celle que M. Doyère indique chez les Tardigrades et celles que Meissner a fait connaître.

L'étude des rapports du système nerveux de la vie organique avec le système de la vie animale n'est pas beaucoup plus facile que l'étude de la terminaison des filets nerveux; aussi nos efforts sur ce point sont-ils restés presque infructueux. C'est un sujet à étudier de nouveau.

Nous avons cru devoir décrire avec le système de la vie organique les ganglions cérébroïdes qui constituent comme un petit ensemble spécial.

Chez la Sangsue, en avant du cerveau, la dissection permet de distinguer une série de masses renflées, d'où partent des filets; ces masses, formant une anse, sont au nombre de cinq, savoir, deux plus arrondies reposant sur le bord même du cerveau, et trois plus antérieures séparées entre elles et des précédentes par les connectifs. L'acide sulfurique surtout nous a fait reconnaître les deux premières masses inférieures.

Au point de vue histologique, chaque ganglion est formé par des tubes et des cellules. Les cellules sont apolaires ou unipolaires, plus semblables par l'ensemble de leurs caractères aux cellules de la vie animale qu'à celles de la vie organique. Les tubes ont deux dispositions: les uns traversent simplement les renflements; d'autres y prennent naissance, sans qu'il soit facile de distinguer le mode d'origine.

On sait qu'il existe autour de l'œsophage trois muscles puissants destinés aux mouvements des plaques dentaires de la Sangsue. Chaque muscle reçoit un filet spécial d'un ganglion cérébroïde ; ainsi les ganglions supérieurs et latéraux donnent un filet aux muscles droit et gauche ; le ganglion médian envoie un filet au muscle supérieur.

Nous n'avons fait aucune observation histologique sur les filets, ni sur les nerfs qui, partant des masses cérébroïdes, semblent former une anse, comme M. de Quatrefages l'a très bien représenté.

CHAPITRE II.

LOMBRIC TERRESTRE (1).

1. Système nerveux de la vie animale.

SECTION I.

Éléments anatomiques.

On trouve, chez le Lombric comme chez la Sangsue, deux éléments fondamentaux dans le système nerveux : la cellule et le tube ; seulement il y a cette différence que, chez le Lombric, on rencontre fréquemment toutes les formes intermédiaires entre la cellule et le tube.

A. Cellules.

Les cellules se trouvent dans toute l'étendue de la moelle abdominale, et dans ce riche plexus pharyngien que nous décrirons à part ; les troncs et les filets nerveux n'en renferment aucune.

La forme des cellules est généralement elliptique ; on en trouve cependant des sphériques, des rameuses, des polygonales.

Autant les formes sont variables, autant, dans une certaine limite, les dimensions le sont aussi. En effet, dans les plus grandes cellules, le diamètre le plus considérable est de 0^{mm},04, avec un noyau de 0^{mm},01 ; dans les plus petites cellules, le diamètre moyen est de 0^{mm},02. La consistance et l'élasticité sont marquées comme

(1) Nous avons fait presque toutes nos observations sur le Lombric trapézoïdal ; répétées sur les autres espèces communes, elles nous ont offert les mêmes résultats généraux.

chez la Sangsue, et tiennent spécialement à l'enveloppe de la cellule. Quant à la couleur, elle varie avec les réactifs. En général, elle ressemble à la coloration propre de la matière grise des Vertébrés, et elle est due uniquement à la matière granuleuse.

Présentons maintenant le résumé des observations faites au point de vue des caractères chimiques.

Nous nous sommes placé dans des conditions analogues à celles où nous étions dans nos études sur la Sangsue; c'est-à-dire qu'après avoir laissé les éléments fraîchement préparés en contact pendant deux heures avec chaque réactif, nous les avons examinés entre deux plaques à un grossissement de 300 diamètres. Les résultats obtenus en opérant ainsi sont tout à fait les mêmes que ceux que nous a fournis la Sangsue.

1° Les acides sulfurique, nitrique, chromique, gallique étendus augmentent la consistance de la cellule, en colorent le contenu en jaune, et n'exercent aucune rétraction sensible. L'acide chromique nous a semblé agir plus énergiquement chez le *Lombric* que chez la Sangsue.

2° L'acide acétique non cristallisable diminue la consistance de la cellule, la gonfle et la rend plus translucide.

3° Le phosphate de soude et le carbonate de potasse pâlissent, ramollissent, désagrègent le contenu, et l'expulsent de l'enveloppe.

4° Le bichlorure de mercure et l'alcool durcissent les cellules, en augmentent la coloration et les réfractent.

Le suc gastrique ramollit, désagrège les éléments, en produisant une coloration plus intime.

La bile et la salive n'exercent aucune action particulière.

En dernière analyse, les réactions produites sur les éléments du *Lombric* semblent une répétition exacte de celles que nous avons signalées chez la Sangsue.

Les réactions indiquées nous conduisent aussi à reconnaître que la matière granuleuse a également dans les *Lombries* les principales propriétés d'un cylindre d'axe, et que les enveloppes des cellules et des tubes ne se distinguent par aucun caractère important de celles des autres animaux.

En effet, la matière granuleuse est insoluble dans les acides sulfurique, chlorhydrique, nitrique concentrés ; elle est difficilement soluble dans l'acide acétique très pur. La potasse et les autres alcalis la pâlisent sans la dissoudre : le sublimé, l'acide chromique la rétractent et la durcissent.

L'enveloppe n'est pas colorée en violet par l'acide chlorhydrique, ni en rose par l'acide sulfurique et le sucre, ni en jaune par l'acide azotique.

Les caractères chimiques nous permettent donc de nous prononcer sur l'analogie de l'enveloppe et du contenu avec l'enveloppe et le contenu chez les Vertébrés. La couche médullaire, telle du moins qu'on la trouve ordinairement chez les animaux supérieurs, manque complètement.

Passons maintenant aux caractères histologiques.

Dans la cellule nerveuse du Lombric, nous distinguerons l'enveloppe, le contenu, le noyau. L'enveloppe est pâle, translucide, sans structure apparente, résistant à la traction. Le contenu est très finement granuleux ; les granulations sont de volume, de forme, de consistance inégale : elles sont cependant le plus souvent arrondies, peu cohérentes, assez facilement mobiles les unes sur les autres. Quelquefois elles remplissent toute la cellule de manière à tapisser la paroi interne de l'enveloppe ; d'autres fois, distinctes de l'enveloppe, elles en sont séparées par un espace très appréciable. Jamais elles ne nous ont paru disposées avec cette admirable régularité, et avec cet aspect de tubes que Stilling a si nettement décrit chez les Vertébrés.

Dans l'intérieur de la masse grenue se voit le noyau. Il est sphérique, à contours réfractant fortement la lumière et présentant parfois au centre de un à trois nucléoles très petits. La position du noyau varie : il est souvent central ; souvent aussi il est dirigé du côté du tube qui fait suite à la cellule. Nous mentionnerons aussi des cellules à double noyau que nous avons distinguées, soit dans le cerveau, soit dans la moelle ; Meissner en figure de pareilles chez le Mermis.

Envisageons les cellules, non plus en elles-mêmes, mais dans leurs rapports avec les tubes. Nous avons pu distinguer chez le

Lombric trois espèces de cellules : les cellules apolaires, les cellules unipolaires, les cellules bipolaires et multipolaires.

Les cellules apolaires, très irrégulières dans leurs formes, se trouvent dans toute la longueur de la moelle abdominale. Elles y sont assez nombreuses, et en occupent les faces inférieures et les côtés; la face supérieure en est presque dépourvue. On en trouve dans le cerveau; nous n'en avons jamais vu de distinctes le long des troncs et des filets nerveux.

Les cellules unipolaires sont très communes; le cerveau en renferme de très volumineuses; la moelle en contient aussi sur ses bords, mais elles sont moins développées.

Dans toutes les cellules, il est facile de reconnaître que l'enveloppe se continue pour former l'enveloppe du tube, et que le contenu ne fait qu'un avec celui du tube. Dans de rares circonstances, on peut suivre, dans une certaine longueur, les tubes qui naissent, les cellules: le plus souvent, ils se brisent, et l'extrémité revient sur elle-même.

Les cellules bipolaires sont plus rares que les précédentes. Le cerveau et la moelle surtout en renferment. Nous recommandons, pour les distinguer, le procédé suivant qui s'applique d'ailleurs à tous les éléments du Lombric. On laisse macérer un tronçon de l'animal pendant trente heures dans l'acide acétique très étendu; on dissèque ensuite le système nerveux en ayant le soin de dilacérer le fragment porté sur la plaque: on exerce une compression assez grande, et, à l'aide d'un fort grossissement, on distingue les détails.

En opérant de la sorte, nous avons distingué plusieurs variétés de cellules bipolaires. Les deux tubes naissent ordinairement des deux extrémités opposées, et alors la cellule forme un ovoïde plus ou moins étiré. D'autres fois, ces deux tubes naissent près l'un de l'autre du même côté de la cellule. Dans certains cas, nous avons distingué dans la chaînette abdominale des cellules multipolaires analogues à celles qu'Owsjannikow a représentées dans la moelle épinière du *Petromyzon fluviatilis*. Mais ces sortes de cellules sont rares.

B. *Tubes.*

S'il est facile de distinguer chez le *Lombrie* les cellules nerveuses, il faut bien des efforts pour parvenir à séparer et à étudier les tubes. Nous dirons d'abord que les tubes ne sont point du tout analogues à ceux que la *Sangsue* nous a présentés ; ils n'ont ni la forme, ni la régularité, ni l'isolement de ceux-là.

Ces tubes sont de deux ordres :

Les uns sont les prolongements des cellules ; on les trouve dans les ganglions de la moelle ventrale et dans le cerveau : nous les avons décrits en parlant des cellules. Les autres tubes, plus nombreux, constituent les troncs et les filets des nerfs, et ce sont eux surtout dont nous nous occuperons. On peut les distinguer, soit en employant le procédé cité plus haut, soit en faisant usage de l'acide chromique étendu. C'est sur les bords déchirés des troncs nerveux qu'on fait cette distinction avec la plus grande facilité. Ils sont très petits puisque leur diamètre n'est que de $0^{\text{mm}},002$; réguliers dans leur courte étendue, ils sont peu résistants et se rompent avec facilité ; c'est pour ce motif qu'on ne peut en distinguer que de très petits fragments. Ils paraissent composés d'une enveloppe anhiste et d'un contenu granuleux, dont les réactions sont, en général, celles que nous avons indiquées.

Ces tubes sont, en quelque sorte, l'extrémité d'éléments très abondants et particuliers au *Lombrie*. Ce sont des fibres renflées dans un ou plusieurs points de leur étendue, et, par conséquent, d'un aspect moniliforme. Au point où le renflement a lieu, le diamètre augmente de $0^{\text{mm}},002$ à $0^{\text{mm}},01$, l'enveloppe des tubes se dilate, et recouvre un corpuscule ovalaire à bords foncés et à contenu finement granuleux ; véritable noyau analogue à celui qu'on trouve dans les éléments nerveux des embryons.

Les éléments que nous décrivons et que nous avons figurés n'ont pas toujours le même aspect. On peut trouver une série de formes qui indiquent un passage insensible entre la cellule et l'élément propre aux filets nerveux. On découvre ici une cellule bipolaire ; à côté une cellule beaucoup plus allongée à ses deux extrémités, et dont le noyau est granuleux ; ailleurs enfin on arrive à des cel-

lules excessivement allongées, renflées seulement à leur partie moyenne, et enfermant un corps ovalaire granulé tel que nous l'avons décrit. On suivra aisément dans les figures jointes à ce travail la succession des formes que nous ne voulons qu'indiquer ici.

Quelle place précise occupe le noyau granuleux? Est-il disposé dans la paroi elle-même? Est-il, au contraire, placé comme le noyau par rapport à la cellule? Ce sont là autant de questions délicates auxquelles il est difficile de donner une solution satisfaisante. Cependant nos observations nous portent à croire qu'il s'agit d'un noyau placé en dedans des enveloppes, et non d'un noyau incrusté dans l'enveloppe elle-même, comme cela a lieu si manifestement chez l'Écrevisse.

Le plus souvent, les éléments fusiformes des tubes semblent isolés, mais cela tient à une séparation artificielle, comme le démontrent certaines préparations plus heureuses. A l'état normal, en effet, un tube nerveux est constitué par une série d'éléments fusiformes, unis les uns aux autres dans une très grande longueur, et semblant indiquer que les tubes proviennent d'autant de cellules soudées bout à bout. La réunion de plusieurs tubes moniliformes semblables constitue les filets, les rameaux et les troncs nerveux.

En laissant macérer pendant vingt-quatre heures un cerveau de Lombric dans l'acide arsénieux, nous avons distingué, outre les cellules ordinaires, des noyaux granuleux comme ceux des éléments fusiformes. Tantôt les noyaux sont libres; souvent ils occupent le milieu de plaques très larges, terminées, d'un côté, par un ou deux longs prolongements. Nous ne saurions encore comprendre la formation et la signification de ces éléments particuliers.

Quelles réactions chimiques présentent les éléments qui entrent dans la composition des filets et des troncs nerveux? L'expérience nous a prouvé que les réactions, dans des conditions analogues, ne diffèrent pas, en général, de celles que nous donnent les cellules, et qu'elles se rapportent également bien à celles que nous avons obtenues chez la Sangsue.

Nous avons établi que le tube nerveux chez la Sangsue se compose d'une enveloppe analogue à celle des tubes chez les Verté-

brés, et d'un contenu qui représente à la fois le *Cylinder axis* et la couche médullaire.

Sommes-nous autorisé à admettre que les choses se passent ainsi chez le Lombric? Non, sans doute : nous n'avons pas vu, en effet, que la matière granuleuse offre, dans certaines circonstances, des vésicules graisseuses. Nous n'avons rien obtenu de positif par les réactifs chimiques : notre jugement reste donc en suspens, et nous attendons que de nouvelles expériences viennent nous éclairer.

SECTION III.

Tissus.

Nous aurons à nous occuper successivement de la chaîne ventrale, du cerveau et des nerfs qui émanent de ces deux parties centrales.

A. Chaîne ventrale.

Les observations de texture présentent dans la chaîne ventrale de nombreuses difficultés; elles tiennent surtout à la nature de l'enveloppe et aux nombreux vaisseaux sanguins qui, par la richesse de leur distribution, empêchent de bien observer le cours des fibres. Pour vaincre ces difficultés, nous avons essayé un grand nombre de réactifs; celui qui nous a le mieux réussi est l'acide acétique employé de la manière suivante : Après avoir disposé sur une plaque la portion du système nerveux à examiner, on ajoute une quantité très minime d'acide acétique; toutes les cinq à six minutes, on renouvelle l'acide, en ayant soin d'ajouter sept à huit gouttes d'eau pour un quart de goutte d'acide acétique; en continuant ainsi pendant trente ou quarante-cinq minutes sans exercer aucune compression, on parvient à obtenir une préparation suffisamment claire, et dans laquelle les rapports primitifs des parties n'ont pas été altérés. Nous insisterons sur ce dernier point, car nous avons reconnu que, dans la plupart des cas, la pression et les réactifs détruisent les rapports des parties, et induisent en erreur sur le cours des fibres.

Pour l'étude de la texture, nous nous sommes souvent aidé de

la macération d'un fragment de *Lombric* dans les acides nitrique, acétique, oxalique étendus, ou dans l'alcool, l'acide chromique, le bichlorure de mercure.

L'emploi de tous ces moyens nous a convaincu que la chaînette nerveuse du *Lombric* est établie sur le même plan que celle de la *Sangsue*, quelque différente cependant qu'elle paraisse au premier abord.

Chez la *Sangsue*, la chaîne ventrale est formée par une suite de renflements et de connectifs; il en est de même chez le *Lombric*. Chaque ganglion présente dans la *Sangsue* une face supérieure fibreuse, une face inférieure celluleuse. La même constitution est marquée chez le *Lombric*; nous poursuivrons les analogies, sans néanmoins méconnaître des différences assez notables.

Les renflements ou ganglions du *Lombric* sont ovoïdaux, d'autant plus marqués et séparés les uns des autres, qu'on les considère plus en avant.

L'origine des nerfs mérite d'être étudiée: elle offre d'ailleurs des différences notables avec ce que nous avons trouvé chez la *Sangsue*. Du milieu de chaque renflement naissent deux paires nerveuses, et une troisième prend naissance à l'extrémité antérieure du renflement, au point d'origine du connectif. En étudiant à la loupe et sous l'eau la chaîne abdominale, on découvre mieux les détails: on voit que les faces supérieure et inférieure de la moelle sont parcourues par des sillons médians antéro-postérieurs; à droite et à gauche, la substance propre des renflements et des connectifs est d'une couleur blanc de lait.

Les deux paires nerveuses médianes prennent leur origine sur le bord, et un peu sur la face inférieure des ganglions; la paire antérieure naît un peu plus bas, la paire postérieure un peu plus haut.

Quant à la paire unique, elle prend naissance sur la face inférieure elle-même, sur les côtés du sillon qui la partage en deux cordons.

Un léger renflement blanchâtre se remarque au point d'émergence de chaque tronc nerveux.

L'examen microscopique, répété dans des conditions que nous

avons pris soin de préciser, va maintenant nous conduire à des résultats plus intimes.

1° *Face supérieure d'une portion du cordon médullaire.*

Cette face présente manifestement deux zones : la plus considérable est une zone fibreuse s'étendant sur toute cette face de la moelle, et présentant des contours variés, suivant qu'on l'examine à l'origine des connectifs, à l'origine de la paire antérieure ou des deux paires médianes. La bande fibreuse forme les connectifs. Arrivée à la paire unique, elle s'élargit; elle se rétrécit ensuite pour s'élargir de nouveau, et présenter quatre prolongements qui correspondent aux quatre troncs nerveux médians.

On reconnaît sans peine dans cette bande fibreuse l'aspect que nous avons décrit à la face supérieure de la chaînette de la Sangsue, et la disposition signalée par Newport dans les cordons dorsaux.

La zone fibreuse est entourée d'une zone plus claire, dont les limites sont les suivantes : elle commence à l'origine des nerfs de la paire unique, va en s'accroissant jusqu'au niveau de l'origine des paires médianes, et décroît ensuite pour se terminer au niveau du connectif inférieur.

L'étendue de cette zone mesure l'étendue du renflement ganglionnaire, dont elle constitue même la partie fondamentale. En effet, on remarque facilement que de très nombreuses cellules uni ou multipolaires étagées remplissent l'espace que nous décrivons, et que leur prolongement forme une partie des nerfs qui sortent de chaque ganglion. Ne devons-nous pas rapprocher cette disposition de celle qui est si marquée dans les ganglions de la Sangsue? On ne saurait méconnaître cette ressemblance qui se confirme encore par l'absence de cellules nerveuses, ou du moins par la présence exceptionnelle de ces cellules sur la face supérieure de la chaînette du Lombric.

2° *Face inférieure.*

Son aspect général est le même que celui de la face supérieure; seulement, dans les régions correspondantes aux renflements gan-

glionnaires, on distingue à la surface de la partie fibreuse une couche de cellules. Les plus volumineuses occupent le centre; les plus petites se rapprochent des contours; toutes sont irrégulières, à contours foncés, à noyaux peu apparents, et dépourvues de prolongements, ce qui les distingue de celles qui occupent la zone latérale. La couche de cellules cesse au niveau des rétrécissements d'où partent les connectifs.

Si l'aspect général que nous venons d'indiquer est encore facile à reconnaître à l'aide de préparations soigneusement faites, il n'en est pas de même du cours des fibres; sans doute, quelques dispositions sont faciles à observer: mais les difficultés commencent, si l'on veut suivre les fibres d'une manière précise, sans avoir recours à des moyens qui, détériorant la préparation, conduisent à des erreurs.

Voici à quels résultats nous sommes parvenu après un nombre considérable d'observations. Si l'on suit les deux nerfs médians au moment de leur entrée dans le ganglion, on voit que les fibres qui en émanent se divisent en trois groupes, des fibres ascendantes, transverses, descendantes.

Les fibres ascendantes ou antérieures ne se dirigent pas toutes directement en haut, mais elles se développent à la manière d'un éventail; elles affectent plusieurs directions: les unes peuvent être suivies en haut et en dehors; d'autres en haut, et sur la ligne médiane; d'autres, enfin, en haut et en dedans. Bien que ces dernières paraissent se porter du côté opposé de la moelle pour y prendre naissance, sans doute par des cellules, et s'entrecroiser avec les fibres semblables du côté opposé, nous ne les avons jamais suivies que très rarement jusqu'à leur origine, et nulle part nous n'en avons trouvé manifestement l'entrecroisement.

Les fibres descendantes et postérieures s'étalent aussi en éventail, s'infléchissant en dedans et en dehors. Deux groupes de ces fibres ont une disposition très précise; nous voulons d'abord parler de celles qui vont d'un nerf au nerf suivant, de la paroi médiane d'un même côté, en décrivant une anse dont la convexité est tournée vers l'axe de la moelle. Ces fibres ont été vues par divers observateurs; elles sont très régulièrement disposées.

Il est aussi des fibres descendantes que nous avons trouvées se rendant d'un nerf médian au nerf unique postérieur du même côté. Chacun des nerfs médians possède à la fois les fibres ascendantes et descendantes que nous venons de décrire.

Il nous reste à parler du groupe des fibres transversales ; celles-ci mettent en rapport les deux paires nerveuses médianes des côtés opposés ; elles sont donc perpendiculaires au grand axe de la chaînette.

Dans des préparations qui ont bien réussi, nous avons pu voir qu'au niveau des nerfs médians, il existe deux plans de fibres avec la triple direction que nous avons assignée : l'un des plans est supérieur, et l'autre inférieur.

L'observation démontre aussi que chaque tronc de la paire unique offre également des fibres ascendantes, descendantes et transverses.

Nous avons dit que les cellules qui occupent la périphérie des renflements sont unipolaires ou multipolaires. Il était intéressant de chercher la direction de tous ces prolongements et le lieu de leur terminaison ; aussi avons-nous multiplié nos recherches dans l'espoir d'atteindre quelques résultats positifs, et d'obtenir des préparations que nous puissions facilement reproduire. Malheureusement nos efforts ont échoué jusqu'ici ; cependant nous pouvons assurer que nous avons vu quelques fibres ascendantes ou descendantes qui se portent de l'autre côté de l'axe nerveux vers les cellules latérales, et en forment les prolongements.

Toutes les conjectures que nous pouvons faire à présent sur la marche des fibres dans la moelle du Lombric, sur l'importante question de savoir s'il y a des fibres qui traversent toute la chaîne pour se porter à l'encéphale, semblent favorables à l'opinion que nous avons émise à propos de la Sangsue. En effet, le volume de la chaînette nerveuse n'augmente pas, à mesure que l'on approche du cerveau ; les diamètres des connectifs ne sont pas sensiblement différents dans toute l'étendue de la moelle ventrale, et il règne un remarquable rapport entre l'augmentation de volume des ganglions et celui des troncs nerveux qui en émanent.

Du cerveau. — Le cerveau du Lombric consiste en deux masses

réunies par une commissure échancrée ; son aspect, sa consistance, sa couleur, rappellent les propriétés analogues des autres renflements de la chaîne : on peut y distinguer deux bords, deux faces et deux extrémités.

Le bord antérieur décrit une ligne à deux convexités latérales et à concavité médiane. Le bord postérieur présente une semblable disposition ; seulement l'échancre médiane est plus marquée. Ces faces supérieures et inférieures se composent de deux masses séparées par un sillon médian. Chaque lobe donne naissance en avant à deux paires nerveuses, et en arrière à la commissure.

Si l'on regarde le cerveau avec une forte loupe, on reconnaît qu'il se divise en deux zones, de coloration et d'aspect différents ; l'une d'elles, occupant la masse du cerveau, est d'un blanc laiteux, et semble constituée par des granulations irrégulières ; l'autre est une bande étroite, pâle, se portant, en suivant le bord antérieur du cerveau, d'une paire de nerf à celle du côté opposé. Nous avons signalé dans les ganglions médullaires un aspect analogue.

En examinant sans compression, à un faible grossissement et avec le secours de la glycérine et de l'acide acétique étendu, un cerveau convenablement préparé, nous avons reconnu facilement que la bande claire est due à un plan fibreux, et que la zone blanche est formée surtout par un nombre considérable de cellules. Est-il possible de distinguer la marche des fibres dans l'intérieur du cerveau ? Nous pouvons déjà présenter sur ce point des observations très nettes.

Face supérieure du cerveau. — Les fibres qui composent les deux troncs nerveux latéraux se comportent de la manière suivante, à leur entrée dans le centre cérébral :

Les unes suivent transversalement, d'un bout à l'autre, le bord antérieur et les sinuosités qui s'y présentent ; elles se rendent dans les nerfs latéraux du côté opposé ; elles mettent donc en communication directe la paire nerveuse cérébrale droite avec la paire nerveuse gauche.

D'autres fibres, moins nombreuses que les précédentes, mais faciles à suivre, se portent des deux nerfs d'un côté au connectif

du même côté, figurant ainsi une anse pareille à celle que nous avons vue exister dans le reste de la chaîne nerveuse.

Enfin d'autres fibres disposées en éventail se rendent, suivant diverses directions, jusqu'au sein de la masse intérieure du cerveau où elles prennent sans doute naissance dans des cellules unipolaires. Nous avons vu, dans quelques préparations, que les fibres qui se rendent au cerveau, du tronc nerveux gauche à la partie droite postérieure, s'entrecroisent avec les fibres qui se dirigent du tronc nerveux droit à la partie gauche postérieure.

Comparons un moment les dispositions de texture du cerveau avec celles des ganglions.

Dans le cerveau comme dans les ganglions, on trouve des fibres transversales allant d'une paire nerveuse droite à une paire nerveuse gauche; d'autres qui se rendent d'un tronc nerveux au tronc nerveux du même côté; d'autres enfin obliquement descendantes, et paraissant entrecroisées d'un côté à l'autre. Voilà des faits de texture qui rapprochent les centres médullaires du centre cérébral; mais entre ces centres, il y a aussi des différences marquées, que la Sangsue même ne nous avait pas présentées. En effet, le cerveau de la Sangsue avait une face supérieure fibreuse et une face inférieure cellulense, comme chacun des autres ganglions. Dans le cerveau du Lombric, la disposition est tout autre: les faces supérieures et inférieures des deux lobes présentent également un nombre considérable de cellules inégales et irrégulièrement accumulées. La bande fibreuse, qui suit les contours du bord antérieur, est visible aussi nettement par les deux faces.

Nous n'avons jamais vu partir du cerveau aucun nerf pourvu de renflements cérébroïdes.

Nerfs. — Nous avons déjà fait connaître le mode d'origine des paires nerveuses soit médianes, soit antérieures. Nous allons maintenant nous occuper plus spécialement de la texture de chacun de ces nerfs.

La disposition histologique est bien différente dans les filets nerveux de la Sangsue et dans ceux du Lombric. Dans la Sangsue, nous avons décrit des tubes distincts, fréquemment divisés, anastomosés les uns avec les autres, offrant dans leur trajet des cel-

lules unipolaires ou bipolaires ; nous avons parlé des ganglions au niveau de l'origine du tronc antérieur. Chez le Lombric, rien de semblable. Les éléments qui constituent un tronc ou un filet sont tellement serrés les uns contre les autres qu'aucun réactif ne peut les séparer ; ils sont tellement fins, qu'il est de la plus extrême difficulté d'en suivre le cours.

Ces éléments consistent en des tubes noueux, renflés de distance en distance, et remplis de matière granuleuse et d'un noyau. En employant un grossissement très fort, on ne distingue dans tout le trajet des branches que de semblables éléments très intimement unis, et que la moindre pression, la moindre réaction chimique, suffit pour désagréger. Jamais de grosses cellules unipolaires, jamais de cellules apolaires accumulées sur la branche antérieure.

A une certaine distance de la moelle, les deux troncs nerveux médians s'anastomosent par une branche transverse qui va de l'un à l'autre ; nous avons reconnu là quelques détails de texture. On voit très bien que certaines fibres suivent la longueur du tronc principal sans dévier ; que d'autres, au contraire, se recourbent, passent du nerf inférieur au supérieur par la branche collatérale, et continuent à s'éloigner de l'axe ; d'autres fibres forment une anse d'un nerf à l'autre, en revenant près de l'axe. Lorsqu'un des nerfs principaux émet un rameau, celui-ci reçoit à la fois des fibres ascendantes et descendantes de la branche principale d'où il naît.

Nous avons suivi aussi loin que possible, soit les ramuscules des nerfs crâniens, soit les branches les plus ténues des renflements médullaires ; jamais nous n'avons vu un arrangement autre que celui dont nous avons déjà parlé, et jamais nous n'avons reconnu de ces groupes de cellules signalées chez la Sangsue par exemple, au niveau de la bifurcation des branches du nerf antérieur. Il nous a été impossible de déterminer la terminaison des tubes nerveux à la surface de la peau et dans l'intérieur des muscles. Ce point mérite de fixer l'attention des observateurs.

Nous ajouterons que nous n'avons point trouvé chez le Lombric ces cellules ovoïdales granuleuses à l'intérieur, que la Sangsue

nous a présentées au niveau de la bifurcation de certains nerfs, et que Meissner a si bien représentées chez le Mermis.

2^o Système nerveux de la vie organique.

Nous nous expliquerons dans la dernière partie de ce travail sur les expressions de système de la vie organique dont nous nous servons ici. Nous indiquerons le sens précis que nous y attachons, et sa signification générale relativement au système nerveux de la vie animale.

Chez le Lombric, nous entendons, par système de la vie organique, le vaste système nerveux qui recouvre le pharynx, et prend en partie naissance par de volumineux cordons dans les connectifs droits et gauches. Plusieurs auteurs ont connu et décrit ce plexus qui n'est pas difficile à distinguer ; mais il n'en est aucun qui, à notre connaissance, ait cherché à en discerner la structure et à en analyser les éléments.

Le pharynx du Lombric se compose de deux couches : l'une, intérieure, très mince, épithéliale, en continuité directe par l'ouverture buccale avec l'épithélium qui revêt extérieurement les anneaux céphaliques ; cette couche est formée par des cellules irrégulières, nucléées, renfermant de nombreuses et fines granulations. En dehors se trouve la paroi musculaire et vasculaire du pharynx dont nous n'avons pas à décrire les détails histologiques. Entre les deux couches précédentes, et spécialement dans l'épaisseur de la dernière, s'étale avec toute sa richesse le réseau nerveux pharyngien. Pour le voir très bien il faut diviser le cerveau en deux moitiés, partager également la face supérieure du pharynx, et retourner celui-ci de manière qu'il présente la face supérieure étalée et en haut. On peut reconnaître alors que le plexus pharyngien se compose de deux cordons principaux : l'un, qui règne parallèlement à la face interne du connectif sur une grande étendue, c'est pour nous le cordon pharyngien latéral ; l'autre, qui, né vers l'extrémité inférieure du connectif, se porte transversalement en dedans : nous le nommons pharyngien postérieur.

Le cordon pharyngien latéral est facile à voir ; il est inégal , noueux , parallèle au connectif de son côté , et s'y rattachant , soit médiatement , soit immédiatement : le rapport médiat est établi par quatre ou cinq branches nerveuses , droites , courtes , partant perpendiculairement du connectif pour aboutir au cordon . Vers le milieu de son trajet , le cordon paraît se renfler et s'accoler lui-même immédiatement au connectif . Il est bien difficile , à cause de la ténuité des parties , de leur enchevêtrement au sein des autres tissus , de parvenir à démêler la texture du cordon latéral et des branches qui en partent . Cependant plusieurs détails importants ne nous ont pas échappé , lorsque employant le procédé par l'acide acétique , nous avons attendu un temps suffisamment long pour que le cours des fibres pût être distingué . Le cordon latéral consiste en une suite de renflements irréguliers disposés en ligne droite , et émettant des filets externes et internes : les filets externes , dont nous avons déjà parlé , se rendent au connectif , ils conservent la disposition ordinaire ; les branches internes , au contraire , tantôt grêles , tantôt épaisses , se perdent dans un inextricable réseau dont les mailles sont formées par des renflements variés , et dont les interstices laissent voir le tissu même du pharynx . On peut distinguer plusieurs lignes de renflements plexiformes s'étendant ainsi jusqu'au milieu de la face postérieure du pharynx pour s'anastomoser avec les mailles du cordon latéral opposé . Aucune description exacte ne peut donner une idée de l'enchevêtrement anastomotique dont nous parlons , et dont la figure qui accompagne ce travail fera comprendre toute la complexité . Certains détails de texture nous ont paru évidents . Ainsi le connectif émet manifestement , au niveau de chaque rameau qui se rend au cordon , des fibres ascendantes et descendantes qui le pénètrent : il y a aussi des fibres en anses qui vont d'un cordon à l'autre .

Autour des mailles on trouve des fibres orbiculaires , et dans les renflements les fibres s'entrecroisent dans les directions les plus variées .

Un point de texture qu'il importait d'éclaircir , c'était de rechercher si les divers renflements pharyngiens étaient formés seulement de fibres , ou si l'on y trouvait des cellules , en d'autres termes

s'ils étaient de véritables centres nerveux, ou simplement des plexus fibreux. Tout doute s'est dissipé dans notre esprit lorsque nous avons vu des cellules nerveuses, nous ne dirons pas dans tous les renflements, mais dans un certain nombre seulement. Les cellules en occupent rarement le centre; elles se dessinent en nombre variable à la périphérie, elles sont le plus souvent accumulées sur un point. Les cellules sont unipolaires ou apolaires très petites; cependant leur enveloppe, leur contenu granuleux, parfois même leur noyau est distinct. Nous avons trouvé souvent les cellules dans le milieu de l'angle de bifurcation d'un faisceau nerveux en deux branches; nous en avons même vu dans le milieu de quelques rameaux.

Nous sommes donc autorisé à admettre que ce plexus pharyngien paraît composé d'une série de petits centres en rapport les uns avec les autres par l'intermédiaire de nombreux filets. Avant d'arriver à cette conclusion, nous avons eu à combattre deux causes d'erreur: en premier lieu, nous avons évité la pression, car elle refoule les cellules d'une région dans une autre, et ne nous indique plus les rapports normaux; en second lieu, nous avons étudié attentivement les cellules d'épithélium qui, vues par transparence, pouvaient être prises pour des cellules nerveuses; nous avons même enlevé des lambeaux de la couche épithéliale.

Nous avons parlé des cellules. Quant aux fibres qui forment la masse des plexus, elles sont certainement les mêmes que celles qui composent la chaînette nerveuse et les troncs qui en sortent. Il n'y a de différences appréciables ni par l'aspect, ni par les réactions. Nous pouvons donc penser que le plexus pharyngien du Lombric est formé de petits centres ganglionnaires; mais si l'on considère, d'une part ses connexions intimes et multipliées avec les connectifs cérébraux, de l'autre sa distribution à des fibres musculaires de nature striée, enfin, en troisième lieu, l'analogie parfaite des éléments, on doit regarder le plexus pharyngien du Lombric comme une forme du système nerveux de la vie animale. Il n'y a plus rien de semblable à ce que nous avons distingué chez la Sangsue, et décrit pour la première fois. Nous le répétons, c'est plutôt du pneumogastrique qu'il faut rapprocher le plexus du

Lombric, et c'est aussi plutôt au sympathique proprement dit qu'il faut rapporter celui de la Sangsue.

Ce sont là des formes différentes, et dont les naturalistes saisiront sans doute ultérieurement la signification.

Quelles sont les limites du plexus pharyngien ? Il ne dépasse pas le pharynx lui-même, et s'étend à peine sur l'origine de l'œsophage. Un moment nous avons pu croire que ce plexus se prolongeait jusque sur l'estomac et l'intestin. Cette extension nous paraissait d'autant plus naturelle qu'elle a été très communément observée sur les Insectes et les Crustacés ; d'une autre part, nous pensions retrouver peut-être sur l'estomac quelques vestiges du grand appareil nerveux stomacal de la Sangsue. Nous avons donc fait des observations répétées, variées et persévérantes : toutes ont été vaines ; elles ont démontré que l'œsophage, l'estomac, l'intestin sont dépourvus complètement de nerfs.

Dans l'espoir de trouver peut-être dans d'autres appareils des nerfs particuliers qui nous échappaient sur le tube digestif, nous avons interrogé avec le microscope les parois des vaisseaux latéraux, les enveloppes des vésicules copulatrices, les glandes muicipares : nous avons bien vu la texture particulière de chaque partie sans jamais observer de nerfs. Il est donc certain, du moins d'après les études qui nous sont propres, que tout le système nerveux du Lombric consiste dans la chaîne ventrale, le cerveau et le plexus pharyngien.

TROISIÈME PARTIE.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

1° Quelques remarques sur la structure comparée du système nerveux chez plusieurs Invertébrés.

Nous avons fait connaître, avec toute la précision possible, les résultats de nos minutieuses observations. Il nous semble utile d'envisager maintenant, d'une manière générale, les faits que nous avons recueillis et ceux que d'autres ont constatés avant nous. Pour rendre nos considérations plus claires, nous nous occuperons d'abord de la texture intime des divers renflements nerveux.

Une première conséquence de nos études, c'est que les résultats déjà obtenus par Newport sur les Crustacés, les Myriapodes et les Insectes, s'étendent en grande partie à la Sangsue et au Lombric. En effet, Newport a montré que les deux faces de la chaîne nerveuse présentent deux aspects bien différents. La face supérieure est fibreuse, la face inférieure est celluleuse. Le même aspect se constate parfaitement chez la Sangsue et le Lombric dans tout l'ensemble de la chaîne nerveuse. Newport a fait connaître, chez les Insectes et les Crustacés, un nerf qu'il appelle intermédiaire; nous avons bien retrouvé ce nerf chez la Sangsue, mais jamais chez le Lombric.

Enfin plusieurs directions de fibres indiquées par le savant anatomiste anglais nous ont paru évidentes. Voici, en effet, à quoi nous pouvons réduire, de la manière la plus générale, la structure du centre nerveux, soit du Lombric, soit de la Sangsue. Elle consiste : 1° en fibres naissant directement du ganglion lui-même, de cellules unipolaires placées dans toute la périphérie; 2° en fibres qui vont, comme une anse, d'un nerf latéral au nerf latéral du même côté; 3° en d'autres fibres ascendantes et descendantes qui traversent un ganglion pour se rendre au ganglion suivant; 4° en fibres transverses qui vont d'un nerf latéral au nerf correspondant du côté opposé; 5° enfin en fibres qui traversent directement le renflement nerveux, et en cellules apolaires qui se voient à la face inférieure. Tels sont les résultats les plus généraux auxquels nous sommes parvenus, et qui certainement laissent encore beaucoup à désirer. Loin de nous la pensée de ne chercher que les analogies; nous les constatons, et nous ne les prévoyons pas théoriquement.

A côté des analogies, il existe des différences très sensibles que nous mentionnerons. Nous n'avons pas vu, comme Newport, que les fibres de la face postérieure se rendent directement à l'encéphale, en traversant toute la chaîne nerveuse; tout nous semble démontrer le contraire, comme nous l'avons déjà dit; nous signalons aussi de notables différences entre les nerfs du Lombric et ceux de la Sangsue.

On ne voit nulle part chez le Lombric de cloisons qui partagent

en segments la face inférieure des ganglions, nulle part de système intermédiaire, aucune trace de la cellule qui joint les deux troncs d'un même côté, aucune trace de cellules ganglionnaires sur la racine antérieure et dans les points de bifurcation. Ajoutons que le Lombric l'emporte beaucoup sur la Sangsue par la quantité des renflements et des nerfs.

Nous pouvons apprécier ce fait en disant que, dans un tronçon de Sangsue de 0^m,05, nous comptons au plus cinq ganglions et vingt troncs nerveux; tandis que, dans un fragment de Lombric de la même étendue, il n'existe pas moins de trente ganglions et environ cent quatre-vingt troncs nerveux: nous rappelons qu'il y a chez le Lombric une paire nerveuse qui n'a point son analogue chez la Sangsue. La richesse vasculaire du cordon médullaire permet encore de concevoir la multiplicité des centres ganglionnaires du Lombric.

Toute part faite entre les différences et les rapports, nous constatons que chaque renflement nerveux, chez le Lombric et la Sangsue, se présente à nous avec des caractères analogues, et qu'on retrouve dans chacun des renflements de la chaîne.

Nous irons plus loin, et nous aborderons la question de savoir si le cerveau n'est pas au fond un ganglion médullaire modifié, ou s'il est construit sur un type différent.

Pour procéder avec méthode, nous nous appuierons successivement sur les faits d'anatomie comparée, d'histologie, d'embryogénie et de physiologie expérimentale admis aujourd'hui par tous.

Ce fait, que le cerveau n'est que le premier ganglion de la chaîne, n'a pas échappé à la sagacité de MM. Audouin et Milne Edwards dans leur mémorable travail sur les nerfs des Crustacés. « Dans le » Talitre, disent ces auteurs, la première paire de ganglions, ou la » céphalique, ne diffère pas essentiellement des ganglions qui suivent. » Et plus loin, ils parlent des ganglions que l'on a désignés sous le nom de cerveaux. Ces célèbres zoologistes indiquaient dans une note qu'ils appuieraient cette démonstration sur des preuves physiologiques; mais les circonstances en ont décidé autrement (1).

(1) Mémoire de MM. Audouin et Milne Edwards, *Ann. des sc. nat.*, t. XIV, p. 80 (1848).

Quoi qu'il en soit, bien des faits sont venus depuis confirmer l'assertion des auteurs. On a vu que le cerveau se comporte dans ses modifications, dans son développement, comme les autres ganglions; qu'il peut être composé de deux masses distinctes plus ou moins réunies ou complètement soudées, comme cela a lieu pour les ganglions dans leurs développements successifs. Ce qui semble assigner au cerveau un caractère spécial, c'est qu'on voit naître des nerfs qui se portent aux organes des sens, et spécialement à l'œil. Il peut arriver cependant que les divers ganglions médullaires émettent aussi des nerfs optiques. M. de Quatrefages l'a constaté chez le Polyophtalme, singulier Annelé, dont chaque anneau porte latéralement des yeux. Ehrenberg a vérifié le même fait chez l'*Amphicora*; Grube, Krohn, Will, l'ont tour à tour reconnu sur les Peignes, les Spondyles, les Tellines, les Pinnes, les Arches, les Pétoncles et d'autres Mollusques.

A ces faits nous pouvons joindre des expériences physiologiques qui démontrent que chez les animaux inférieurs chaque ganglion de la chaîne se comporte à la manière d'un ganglion qui sent, veut, dirige et coordonne. Les Némertes, les Sangsues, certains Insectes, comme la Mante-prie-Dieu sur laquelle Dugès a expérimenté, ne se meuvent-ils pas après l'ablation du cerveau, ne se dirigent-ils pas, d'une certaine manière, en évitant les obstacles? Tout le monde sait que les mêmes phénomènes se passent chez le Lombric privé de son cerveau, et qui ne l'a pas encore régénéré (1).

Aux preuves précédentes, que nous pourrions développer davantage, nous ajouterons celles tirées de la texture; nous avons montré comment dans la Sangsue la face supérieure du cerveau est fibreuse comme celle des ganglions, tandis que l'inférieure est celluleuse; chez le Lombric, nous avons indiqué soigneusement des directions de fibres tout à fait semblables à celles qu'on peut constater dans les renflements. Nous renvoyons aux détails déjà mentionnés, en nous bornant à faire remarquer l'analogie déjà incontestable que la structure révèle entre un ganglion et le cerveau.

Nous avons cherché à établir que la chaîne nerveuse se compose

(1) Les considérations que nous présentons ici s'appliquent surtout au sous-embouchement des Vers.

de ganglions ou centres, offrant entre eux une remarquable analogie. Voyons maintenant si, dans cette simplification, nous ne pourrions pas aller plus loin, et s'il ne nous sera pas possible de saisir quelque indication plus générale du plan primitif. En envisageant la texture plus intimement, nous émettrons cette opinion que, si les ganglions sont les unités apparentes ou organiques, les cellules paraissent être les centres primitifs, auxquels se réduisent les ganglions et les nerfs. Quelques développements sont nécessaires pour l'intelligence de cette proposition.

L'état le plus simple, dans lequel se présente à nous un système nerveux chez les Invertébrés, se réduit précisément à l'apparition de quelques cellules nerveuses et de leurs prolongements, les cellules se disposant comme centres, les prolongements comme tubes conducteurs. Ces faits sont démontrés par nos propres recherches sur les nerfs organiques de la Sangsue médicinale; par les observations nettes de Leydig sur la Lacinulaire sociale, les Hydatines, les Brachions et les autres Rotateurs; et par des études encore inédites de M. Davaine sur les Helminthes. M. Davaine a trouvé les cellules nerveuses isolées; Leydig a vu que, chez les Rotateurs, le cerveau et le ganglion caudal, qui seuls existent, sont formés de quatre ou cinq cellules nerveuses seulement. Quant à nous, nous avons mis hors de doute l'existence d'un grand réseau nerveux, uniquement formé de cellules et de tubes.

Si nous passons à des types plus parfaits, nous verrons que le nombre des cellules augmente, qu'une partie se cache sous une enveloppe spéciale, tout en restant cependant plus ou moins isolée: c'est ce qu'on peut voir chez les Gordius et les Mermis. Enfin, dans des animaux plus élevés, tels que la Sangsue et le Lombric, les cellules semblent s'isoler plus difficilement; elles confondent leur contenu, et s'associent pour constituer les centres à de nombreuses fibres et à une matière granuleuse.

Il suit de ce que nous venons de dire, que les cellules étant des centres primitifs, les ganglions formés par la réunion de cellules doivent être considérés comme un ensemble de petits centres nerveux, anatomiquement du moins. Les ganglions, que forment les cellules par leur réunion, peuvent être de différentes espèces.

Il y a des ganglions de premier ordre, à arrangement plus ou moins régulier, et dont les nerfs se distribuent aux organes de la vie animale : ce sont ceux du cerveau et de la chaîne nerveuse. Il y a d'autres ganglions formés aussi par des cellules, mais très irrégulièrement disposés, et dont les filets n'aboutissent qu'à des organes de la vie végétative : ce sont ceux dont l'ensemble constitue le système de la vie organique.

Enfin on trouve sur le trajet des nerfs de la vie animale des centres plus petits, souvent en grand nombre, et qu'il faut envisager comme des ganglions de la vie animale. Il est utile que nous insistions un moment sur les ganglions de ce troisième ordre, leur présence se rattachant à l'étude de la structure intime des nerfs et de leurs filets.

Nous avons dit dans l'historique que Leydig avait particulièrement insisté sur les cellules que l'on trouve sur le trajet des nerfs antérieurs, chez le *Branchypus stagnalis*, la larve du *Corethra pulmicornis*, la Carinaire, la Lacinaire sociale, et plusieurs autres Annelés. Nous avons vu, comme Bruch, les mêmes cellules bipolaires sur le trajet des tubes nerveux de la Sangsue, et nous en avons aussi constaté la présence chez le Lombric. Cet ensemble de faits, observés chez des animaux dégradés, ne porte-t-il pas à admettre que primitivement les tubes nerveux eux-mêmes ont été des cellules ultérieurement allongées, et qu'ainsi les nerfs, comme les centres, ont dû leur origine à des cellules? Plusieurs faits, outre les précédents, semblent donner raison à cette manière de voir : nous avons distingué dans le grand sympathique de la Sangsue toutes les nuances entre la cellule qui s'allonge et le tube; chez le Lombric, nous avons observé également des cellules de plus en plus allongées, et constituant les éléments des nerfs.

Nous pensons donc, jusqu'à ce que de nouvelles observations viennent renverser notre opinion, que les tubes nerveux résultent de la modification de cellules primitives, lesquelles peuvent persister dans certains cas, et offrir les apparences qui ont été souvent constatées.

En nous appuyant sur les résultats acquis, nous venons de voir

que le système nerveux dans son ensemble présente un mode assez simple de composition et de texture. Entrons maintenant dans quelques considérations plus particulières sur cette forme, qu'on est convenu de désigner sous les noms de *système de la vie organique*, *système grand sympathique*, *stomato-gastrique*.

Toutes ces dénominations sont loin d'avoir un sens très précis, et de correspondre à des dispositions bien déterminées; s'il règne encore de l'obscurité sur quelques points de l'histoire des nerfs chez les Invertébrés, c'est certainement sur ces réseaux nerveux que Brandt, Newport, ont signalés spécialement.

Cherchons à préciser les termes dont on doit se servir en abordant cette difficile étude.

Le nom de *système nerveux de la vie organique* nous paraît parfaitement convenir à tous les nerfs qui se distribuent aux organes de la vie intérieure, de la vie de nutrition et de reproduction. Par conséquent, nous dirons que le stomato-gastrique, tel que les auteurs le décrivent, et que le système découvert par nous sur l'estomac de la Sangsue appartient à la vie organique. Mais le système de la vie organique est loin d'être simple; chez les Vertébrés, il est représenté par deux appareils bien différents: le grand sympathique proprement dit et le pneumogastrique. Le grand sympathique a des caractères propres, une distribution spéciale, et il n'est qu'accessoirement en rapport avec les centres nerveux de la vie animale; le pneumogastrique, au contraire, paraît participer à la fois des deux autres systèmes, par sa texture, par son origine, ses anastomoses et sa distribution. Chez les Invertébrés, nous croyons que ces deux appareils sont représentés à divers degrés. Les nerfs qui naissent du cerveau ou des centres cérébroïdes, qui se portent au pharynx, à l'œsophage, à l'estomac, aux organes respiratoires ou circulatoires, et dont la texture et l'aspect rappellent les nerfs de la chaînette, nous paraissent, comme à Newport, être des pneumogastriques plus ou moins modifiés. Au contraire, nous sommes plus disposé à rapporter au grand sympathique les réseaux nerveux de l'estomac des Sangsues; la distribution, la texture différente des éléments, l'aspect, et surtout l'absence de communication directe par de grands troncs nerveux,

avec le cerveau ou la chaînette, nous semblent militer en faveur de cette dernière opinion.

Si nous entrons dans les détails, nous constaterons une très grande différence entre les systèmes nerveux organiques de la Sangsue et du Lombric.

Ces systèmes se distinguent par leur distribution, leur structure, leurs connexions : 1° par leur distribution ; le système organique du Lombric forme seulement un plexus pharyngien ; il s'associe à la couche musculuse du pharynx, et cesse avec elle. Chez la Sangsue, il forme un immense réseau, en rapport avec la couche fondamentale de ce viscère, et non avec un tissu musculaire.

2° Par leur structure : chez le Lombric, le plexus pharyngien rappelle, par ses éléments et sa texture, toute autre portion des nerfs de la vie animale ; tandis que chez la Sangsue, les éléments se distinguent sous plusieurs rapports des éléments nerveux ganglionnaires, et que leur mode d'arrangement n'est pas moins différent.

3° Connexions avec les nerfs de la vie animale : elles établissent une autre différence bien marquée. Chez le Lombric, les plexus reçoivent des connectifs, au moins dix troncs nerveux ; chez la Sangsue, le sympathique n'a de rapport direct ni avec le cerveau, ni avec les connectifs ; si des rapports existent, ce dont nous doutons, ils n'ont lieu, comme le dit Brandt, qu'avec le ganglion cérébroïde médian. De ce parallèle, il ressort que le système organique de la Sangsue, par ses caractères à part, semble n'avoir de rapports qu'avec le grand sympathique ; tandis que le plexus pharyngien du Lombric, si directement constitué comme les nerfs de la vie animale, se rapporte surtout au pneumogastrique des Vertébrés.

Dans un sujet mal connu, les conjectures sont séduisantes et les erreurs faciles. On ne prendra donc pas nos explications pour des thèses absolues ; mais on devra les envisager comme des tentatives destinées à coordonner les faits acquis à la science.

Nous ne saurions terminer les réflexions générales sans parler un moment d'un nerf encore bien énigmatique : le nerf transverse ou respiratoire de Newport. Quelques faits peuvent en éclairer l'histoire. Le nerf transverse existe chez le *Sphinx ligustris*,

Astacus marinus et d'autres Annelés ; il émet des filets nerveux qui se distribuent aux organes respiratoires ; il semble avoir acquis un très grand développement dans ces êtres. Chez la Sangsue, on le retrouve aussi, mais il offre deux caractères spéciaux : il n'émet jamais de nerfs ; il s'accôle, ou plutôt il adhère intimement dans une certaine étendue à l'un ou à l'autre connectif. Enfin, chez le Lombric, il n'en existe pas de traces ; d'après Newport, il n'existerait pas non plus chez quelques Myriapodes.

Tous ces faits ne rendent-ils pas vraisemblable l'opinion d'après laquelle on regarderait le nerf intermédiaire comme une portion des connectifs et des ganglions pouvant s'isoler accidentellement, et devenir même indépendante ?

Nous n'avons fait qu'indiquer, d'après le petit nombre de résultats acquis à la science, quelques traits du parallèle à établir entre les divers systèmes nerveux des Annelés.

Nous nous estimerions heureux si les considérations générales que nous avons émises inspiraient des études plus étendues et plus complètes que les nôtres.

2° Résultat de nos études touchant la comparaison à établir au point de vue histologique entre le système nerveux des Vertébrés et des Invertébrés.

Les observateurs de la nature suivent souvent dans les méthodes qu'ils emploient, dans les jugements qu'ils portent, deux tendances bien différentes : ils isolent ou ils généralisent ; ils distinguent ou ils réunissent ; ils se livrent à une analyse ou à une synthèse exclusive.

Au gré de cette double tendance, ils se portent à des excès toujours nuisibles à la vraie science, soit qu'une expérimentation stérile les entraîne, ou que de vagues hypothèses les séduisent. C'est peut-être à la domination successive de ces deux procédés qu'il faut attribuer l'incertitude de nos connaissances sur le rapport du système nerveux chez les Vertébrés et les Invertébrés. Tantôt on semble oublier que, pour résoudre les problèmes complexes d'anatomie et de physiologie, il est logique d'interroger les deux termes simples des embryons et des Invertébrés ; tantôt avec élément

esclave de l'unité de composition, on repousse systématiquement les différences.

En abordant la question qu'il s'agit de traiter, nous nous sommes gardés autant que possible des fautes de méthode que nous blâmons, et nous avons essayé, en prenant pour base les faits, de bien saisir les analogies. La comparaison des éléments nerveux entre les animaux vertébrés et invertébrés nous occupera d'abord.

Présentons, avant d'aller plus loin, un court résumé de l'état actuel de la science sur les éléments nerveux des Vertébrés. D'après les travaux de Swann, Bischoff, Valentin, Hannover, Henle, Wagner, Kœlliker, Stilling, Remak, Robin et plusieurs autres savants, nous croyons devoir distinguer dans les embryons, ou dans les Vertébrés parfaits, quatre formes spéciales de tubes nerveux :

- 1° Des tubes à noyaux simples sans moelle ;
- 2° Des tubes à noyaux multiples avec ou sans moelle ;
- 3 Des tubes sans noyaux et sans moelle ;
- 4° Des tubes sans noyaux et avec moelle.

Ces quatre espèces forment deux groupes : fibres à noyaux et fibres sans noyaux.

1° Les tubes à noyaux simples sont fusiformes. On les rencontre chez les très jeunes embryons des animaux supérieurs ; aussi Kœlliker en a figuré chez des embryons humains de deux mois ; nous en avons trouvé de semblables chez un embryon humain de sept semaines, et dans la moelle du *Cyclopterus Lumpus*. Ce qui nous semble un fait digne d'intérêt, c'est que cette forme élémentaire, transitoire du système nerveux des animaux supérieurs, ressemble parfaitement à la forme élémentaire définitive que nous avons décrite chez le *Lombric* terrestre : il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur les figures que nous avons données.

2° Nous avons donné le nom de *tube à noyau multiple* à un élément nerveux des Vertébrés plus complexe que le précédent, et résultant de la soudure de plusieurs cellules nerveuses primitives et fusiformes. Les noyaux se voient sur la gaine, dans l'intérieur de laquelle se développent quatre à cinq tubes foncés ; ce mode de

développement, mentionné d'abord par Swann (1), a été observé ensuite par Kœlliker sur les larves des Batraciens (2), par Wagner sur les nerfs de la Torpille (3), par Ecker sur les nerfs du même poisson (4). Nous rattachons à cette forme les tubes cylindriques à gaine nucléée, qu'Hannover a rencontrés chez les embryons de Chat, de Pigeon; et il nous semble naturel d'y ranger les tubes à noyaux du grand sympathique, ainsi que les fibres dites de Remak, qui vraisemblablement ne sont que des formes embryonnaires persistantes.

Si l'on vient à comparer d'une manière générale la forme que nous venons de décrire chez les Vertébrés, avec l'aspect des tubes nerveux de l'Écrevisse, il sera impossible de méconnaître une ressemblance singulière.

Nous avons déjà signalé une étroite analogie entre la forme des tubes nerveux chez les Lombrics, et les tubes nucléés simples des embryons chez les Vertébrés supérieurs.

Nous ajoutons que la forme des tubes de l'Écrevisse rappelle les tubes à noyaux multiples communs chez les embryons des Vertébrés, et persistant aussi chez les adultes.

En passant au groupe des tubes sans noyaux, nous allons reconnaître d'autres rapports.

Il y a des tubes sans noyaux et dépourvus de moelle, et des tubes sans noyaux et pourvus de moelle.

1^o Les tubes dépourvus de moelle et de noyaux, appelés aussi tubes pâles, sont communs chez les embryons des animaux supérieurs; chez les adultes il faut ranger dans ce groupe les tubes qui prolongent les cellules, les fibres nerveuses transparentes et sans noyaux qu'on trouve dans la cornée, les fibres optiques de la rétine, etc.

C'est cette forme que nous trouvons surtout développée sur les troncs nerveux de la Sangsue; nous en avons longuement parlé, et nous nous sommes efforcé de faire voir que le contenu des tubes

(1) *Microsc. Unters.*, § 477.

(2) *Ann. sc. nat.*, 1846, p. 102, pl. 6 et 7.

(3) *Ann. sc. nat.*, 1817, p. 27.

(4) *Zeitschrift*, 1849, p. 138.

pâles représente à la fois le cylindre d'axe et la matière grasse qui constitue la moelle.

2° Les tubes sans noyaux, et pourvus d'une couche médullaire, sont la forme la plus commune chez les Vertébrés adultes ; il n'en est pas ainsi chez les Invertébrés : aucun de ceux que nous avons examinés ne nous a offert un cylindre d'axe et une couche médullaire distincte.

Il est encore une modification des tubes que nous ne pouvons passer sous silence : c'est celle que M. Robin a si bien décrite, et qui consiste en un cylindre d'axe et une moelle sans enveloppe. Cette forme, qui paraît exister spécialement dans le cerveau, semble avoir son analogue chez les Invertébrés : n'avons-nous pas vu, en effet, Leydig et Meissner n'ont-ils pas observé que dans les centres des animaux inférieurs les gaines disparaissent, tandis que la matière granuleuse, mêlée et comme épanchée au milieu des renflements, est partout en contact avec elle-même ?

Quelle importance physiologique peut avoir cette disposition dans les centres nerveux ? Nous l'ignorons encore complètement.

Tous les détails qu'on vient de lire concourent à établir une loi très importante que nous essaierons de formuler, sans vouloir lui accorder une portée qu'elle n'a pas encore.

Nous dirons donc : chez certains Invertébrés au moins, les éléments permanents du système nerveux rappellent les éléments embryonnaires et transitoires du système nerveux des Vertébrés les plus parfaits.

L'opinion que nous émettons trouve une confirmation bien inattendue dans un autre ordre de faits.

Lorsqu'on coupe un nerf chez un animal supérieur il se régénère, c'est-à-dire que, dans toute l'acception du mot, il se génère, il se constitue de nouveau, et cet acte s'accomplit par le développement successif de chaque fibre nerveuse. C'est une évolution embryonnaire complète, mais locale, bornée à une région circonscrite que l'opérateur détermine selon sa volonté. Si nous suivons ainsi la régénération des tubes nerveux dans une section, nous verrons se succéder certaines formes nerveuses embryonnaires qui se

rapportent encore aux formes nerveuses définitives observées sur nos Invertébrés.

M. Waller, qui a fait ces expériences, et M. Robin, qui a examiné au microscope les parties régénérées, ont bien voulu nous communiquer quelques-uns de leurs dessins. Nous avons vu que les fibres de nouvelle formation présentent des noyaux sur leur trajet, et qu'elles sont d'abord dépourvues de moelle; successivement la moelle se forme, et elle paraît de plus en plus évidente: les noyaux diminuent de volume. La forme de tube cylindrique, pourvu de noyaux et sans moelle, nous rappelle l'état des nerfs de l'Écrevisse, et, sous plusieurs rapports, des nerfs de la Sangsue. Nous n'allons pas plus loin; nous ne savons pas encore si l'on a observé les tubes fusiformes à un seul noyau.

Nous allons essayer maintenant de comparer au point de vue de la texture les centres nerveux des Vertébrés et des Invertébrés.

Nous toucherons par cette question à un des problèmes les plus difficiles de la science, et, par conséquent, les plus accessibles aux controverses et aux hypothèses. Il s'agit du parallèle à établir entre le système nerveux des animaux sans vertèbres, et celui des Vertébrés.

Cette vaste question n'est pour nous qu'incidente; nous ne pouvons et devons la juger que d'après nos observations limitées: nous nous bornerons donc à bien établir les faits qui peuvent éclairer telle ou telle solution. On a depuis longtemps agité ce problème; les observateurs n'ont pas manqué, mais les observations probantes ont fait défaut: si bien que la question, souvent traitée, l'a rarement été avec le concours d'une bonne méthode.

Ce que nous entendons par bonne méthode, c'est celle qui se fonde à la fois sur l'embryogénie comparée, l'anatomie normale, la physiologie expérimentale. On s'est presque toujours placé au point de vue de l'anatomie descriptive la plus simple, et l'on a émis des opinions que nous ne rapporterons pas parce qu'elles sont partout.

Disons seulement que Scarpa, Blumenbach, Cuvier, Gall, Müller, Stannius et Siebold, Newport, Carpenter et d'autres, considèrent la chaînette nerveuse comme l'analogue de la moelle chez les

Vertébrés : nous nous rangeons aux avis de ces anatomistes célèbres, et pour mieux établir les faits qui motivent notre jugement, nous examinerons le parallèle au point de vue général et au point de vue de la texture intime.

1° *Disposition générale.* — Chez les Invertébrés (les Annelés spécialement), le système nerveux est constitué par une succession de renflements et de resserrements : il est primitivement double. La fusion antéro-postérieure et transversale des deux cordons explique les nuances et les dispositions si variées qui sont comme les détails dérivés d'un type général.

Chez les Vertébrés, de semblables dispositions existent-elles ? Non, sans doute. Chez les Vertébrés supérieurs la moelle est simple, sans alternative de ganglions et de connectifs ; mais il en est autrement si l'on examine des animaux de moins en moins parfaits. On connaît les renflements médullaires volumineux de quelques Oiseaux ; Carus a observé chez les Ophidiens de légers renflements à l'origine de chacun des nerfs spinaux ; enfin, chez Poissons, de Quatrefages, Müller, Retzius ont signalé la moelle noueuse de l'*Amphioxus*, et nous en avons rencontré une chez le *Cyclopterus Lumpus*, trop intéressante pour que nous n'y consacrons pas quelques lignes. Cette moelle présentait une succession de renflements et une division de la partie postérieure en deux cordons. Les renflements, au nombre de vingt-huit, étaient d'autant plus marqués qu'ils s'éloignaient plus de l'encéphale ; du milieu de chacun d'eux naissait une paire nerveuse près du sillon inférieur. Il était impossible de voir une moelle plus semblable par tous ses caractères extérieurs à la chaînette du Lombric, par exemple. De pareilles formes devraient être recherchées, et on les trouverait, sans doute, si on étudiait les moelles des jeunes Reptiles et des jeunes Poissons.

2° *Texture intime.* — Des recherches physiologiques et histologiques récentes ont jeté de vives lumières sur la texture de la moelle épinière de l'Homme et des Mammifères.

Les résultats suivants, qui précisent l'état de la question, sont dus aux travaux anatomiques de Volkmann, Kœlliker, Robert Wagner, et surtout Stilling et Leuckart Klarke, comme aux résul-

tats physiologiques obtenus par M. Brown-Séguard dans ses derniers et remarquables travaux (1).

Toutes les fibres blanches de la moelle ne paraissent pas se rendre directement à l'encéphale ; mais une partie au moins, très considérable, prend origine dans la moelle elle-même.

Les fibres des racines postérieures, loin d'être toutes ascendantes pour se porter à l'encéphale, offrent trois directions différentes : les unes sont ascendantes, et se dirigent, soit en dehors dans la substance blanche, soit en dedans dans la substance grise ; les autres sont descendantes et se portent surtout vers la substance grise ; d'autres enfin sont transversales, marchant vers le côté opposé de la moelle. M. Brown démontre qu'une partie des fibres ascendantes des racines postérieures s'entrecroisent dans la moelle, à une distance peu éloignée du point d'origine des racines.

Des coupes transversales démontrent que les fibres des racines postérieures peuvent être suivies dans le cordon postérieur du côté correspondant, et dans celui du côté opposé, dans les cordons latéraux des côtés correspondant et opposé, dans les racines antérieures des côtés correspondant et opposé.

Quant aux racines antérieures, une coupe longitudinale fait voir qu'un grand nombre de leurs fibres sont descendantes, d'autres ascendantes, d'autres transverses. Une coupe perpendiculaire à la précédente montre aussi des fibres allant d'une racine antérieure à une autre ; enfin des fibres d'un côté s'entrecroisant avec celles du côté opposé.

Avant d'établir un rapprochement entre ces faits et ceux que nous avons observés, faisons remarquer combien la position des racines est différente dans les êtres que nous comparons. Chez le Lombric et la Sangsue, les racines antérieures et postérieures ne sont pas superposées, mais elles sont, à peu de chose près, sur le même plan, l'une en avant, l'autre en arrière. Ces racines, ou mieux les nerfs latéraux d'un côté, sont éloignées des nerfs latéraux du ganglion suivant. Il faut surtout ajouter que c'est seulement d'une

(1) On trouvera l'indication des sources dans Kœlliker, *Éléments d'histologie*, fascicule II, p. 383 et 384 ; et aussi dans les *Mémoires de la Société de biologie*, année 1855, pages 51, 77 et 334.

manière générale que nous pouvons comparer les racines des Vertébrés et des Invertébrés ; car on n'a pas encore rigoureusement démontré chez les Annelés une racine motrice distincte d'une sensitive.

Ces remarques présentées, voici les faits que nous avons observés :

1° Nous avons bien vu que , chez le Lombric comme chez la Sangsue, les nerfs latéraux offrent des fibres ascendantes nombreuses, et des fibres descendantes dont on peut suivre le trajet.

2° Nous avons distingué , chez le Lombric et la Sangsue , des fibres en anses qui vont d'un tronc nerveux au suivant, établissant ainsi une communication entre les deux troncs nerveux d'un même côté.

3° Nous avons également constaté la présence de fibres transversales, qui uniraient les troncs nerveux d'un côté à ceux du côté opposé.

4° Comme Bruch, nous avons vu, chez la Sangsue, qu'une certaine portion des fibres qui constituent les racines prennent naissance sur la paroi opposée du ganglion : il existe donc un véritable entrecroisement. Tout nous fait supposer qu'il en est ainsi chez le Lombric ; mais nous ne saurions encore l'affirmer.

5° Chez la Sangsue comme chez le Lombric, il est manifeste que la plus grande partie des fibres prend naissance dans chaque ganglion par des cellules uni ou multipolaires.

Tels sont les points les plus précis de nos recherches. On ne songera pas à contester, nous l'espérons du moins , qu'il n'y ait des ressemblances remarquables entre ces faits et les faits que l'anatomie et la physiologie ont révélés dans la moelle des animaux supérieurs. On reconnaîtra que les inductions tirées de la texture (si peu complètes qu'elles soient encore) n'en tendent pas moins à appuyer l'opinion suivant laquelle la chaînette des Annelés n'est qu'une moelle , et , par conséquent, la moelle des animaux supérieurs qu'une série de ganglions intimement unis.

Nous désirions porter l'attention sur un sujet auquel nous espérons consacrer encore de longues études.

3° Application des résultats qui précèdent à la physiologie du système nerveux.

Nous écrivons sous toute réserve cette dernière partie de notre travail ; et en effet, on ne saurait trop apporter de circonspection lorsqu'il s'agit de conclure d'un ordre de faits à un autre ordre de faits. En se hâtant d'établir des déductions prématurées, on oublie qu'une des questions obscures est celle du lien mystérieux de l'ordre anatomique et de l'ordre physiologique, et qu'avant tout il faudrait savoir comment et jusqu'où il est possible de conclure de l'un à l'autre.

Les progrès récents de la physiologie et de l'histologie chez les animaux supérieurs jettent pour nous quelques lumières sur la question, en nous indiquant déjà des circonstances dans lesquelles on voit comme une sorte d'indépendance entre la texture des organes et les fonctions qu'ils remplissent.

Les glandes salivaires, par exemple, ont des fonctions bien distinctes, comme l'a rigoureusement démontré M. Claude Bernard ; elles n'offrent pas histologiquement de différences correspondantes.

D'après de récentes découvertes de notre célèbre physiologiste, le foie ne produit pas de sucre avant le troisième mois de la vie intra-utérine ; depuis cette époque, la fonction glycogénique se manifeste : il était naturel de penser qu'avant le troisième mois et après ce terme la cellule hépatique devait avoir subi des modifications en rapport avec l'état physiologique. Il n'en est rien cependant ; nous avons pu examiner quelques foies d'animaux avant et après le troisième mois, et même à une époque très avancée de la vie, et jamais nous n'avons trouvé de différences importantes dans les cellules de cet organe. Les choses paraissent donc se passer comme si la constitution intime de l'organe était indifférente à sa fonction.

Nous avons voulu rapporter ces faits, afin de bien indiquer les obstacles du sujet que nous abordons. Entrons maintenant dans les détails.

Les études histologiques peuvent-elles nous éclairer sur la

distinction des nerfs moteurs et sensitifs des animaux invertébrés? A la suite de ses recherches, Leydig est arrivé à le croire, et il a formulé son opinion en disant que les nerfs de la sensibilité se terminent au voisinage de la peau par des cellules en continuité avec les tubes ; il n'en est jamais ainsi pour les nerfs moteurs. Beaucoup de faits que nous avons déjà rapportés dans l'historique appuient cette manière de voir ; cependant elle est loin de présenter pour nous une grande certitude. Si nous en jugions par la Sangsue, nous établirions aussi avec Ch. Bruch une distinction du même genre entre le tronc antérieur et le tronc postérieur. Le premier, en effet, contient toujours des groupes de cellules au niveau des principales bifurcations ; mais chez le Lombric, il en est autrement. Toute notre attention à suivre ces deux troncs nerveux ne nous a pas fait découvrir une autre texture tant dans l'un que dans l'autre ; nous ne saurions donc admettre ici une distinction que les faits repoussent. Il est juste de dire, malgré cette objection, que chez un certain nombre d'Invertébrés on a trouvé des ganglions sur les troncs antérieurs, ce qui paraît appuyer fortement la comparaison avec les racines sensitives des Vertébrés.

En admettant que le tronc nerveux antérieur soit sensitif, il résulte de nos recherches que, du moins, ce tronc n'est pas complètement distinct du nerf moteur. Chez la Sangsue et le Lombric, nous avons parlé des fibres en anses qui vont de l'un à l'autre ; et chez la Sangsue, nous avons noté, en outre, cette singulière cellule bipolaire, dont chaque branche aboutit à un des troncs nerveux.

Si nos recherches ne donnent point d'importants résultats sur la question des nerfs moteurs et sensitifs, elles nous fournissent des faits précieux sur la marche des impressions, et nous conduisent à repousser chez les animaux invertébrés la théorie du clavier nerveux, déjà combattue avec succès chez les animaux supérieurs (1).

D'après la théorie du clavier, l'isolement des sensations et la faculté d'agir sur tel ou tel muscle séparément dépendraient de ce que les tubes nerveux conducteurs, soit des ordres de la volonté,

(1) Voyez Brown-Séquard, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1847, t. XXIV, p. 339.

soit des impressions sensibles, sont isolés l'un de l'autre, dans toute leur longueur, depuis l'encéphale jusqu'aux divers organes de l'économie.

Une pareille théorie est inadmissible chez la Sangsue ; en effet, nous avons démontré que, dans les troncs nerveux et surtout l'an-
térieur, les tubes sont fréquemment anastomosés les uns avec les autres ; ainsi une impression ne saurait être rapportée par un tube isolé de la peau à un centre ganglionnaire.

Nous allons plus loin : dans les connectifs, dans le nerf intermédiaire, il n'y a point d'isolement. Nous avons vu que la matière granuleuse est essentiellement mêlée, sans qu'on puisse distinguer d'enveloppes de tube. Comment les impressions sont-elles transmises au sein de cette masse, et surtout comment sont-elles transmises distinctement ? Nous ne le savons pas, et nous l'ignorons peut-être toujours ; mais ce que nous savons, c'est qu'on ne voit pas dans les connectifs de tubes distincts se portant jusqu'à l'encéphale.

Il y a dans les tubes une enveloppe et de la matière granuleuse, dans les cellules une enveloppe, de la matière granuleuse et un noyau. De toutes ces parties, quelles sont les plus importantes ? Celles par lesquelles la transmission s'opère, dans lesquelles la force nerveuse se produit ? Tout ce que nous pouvons dire, c'est que, dans certaines parties du système nerveux, l'enveloppe des tubes disparaît ainsi dans les connectifs et certaines régions des ganglions, que les noyaux ne se trouvent que dans les cellules, tandis que la matière granuleuse subsiste toujours, et partout indépendante de la forme des éléments et de la place qu'ils occupent. D'un Invertébré à un autre, du Lombric à la Sangsue, les éléments diffèrent notablement, mais toujours dans les centres et dans les nerfs de la matière granuleuse. On ne saurait donc se refuser à regarder la matière granuleuse comme une partie tout à fait essentielle. La matière granuleuse des cellules a-t-elle d'autres propriétés et d'autres usages que celle des tubes ? Est-on en droit d'admettre que les cellules soient les véritables centres nerveux et les tubes de simples conducteurs ? Voilà des questions que nous pouvons poser, mais que nous ne saurions résoudre. Si l'on regarde les cellules

comme des centres physiologiques, il n'y a pas de raison pour ne pas admettre ces centres non-seulement sur le système de la vie organique où ils sont nombreux et isolés, mais encore sur les nerfs même de la vie animale. Là aussi on trouve des cellules apolaires ou polaires très distinctes.

Mais doit-on regarder les cellules comme des centres physiologiques? Ce qu'on peut dire, c'est que le cerveau et les ganglions, qui sont de vrais centres, se caractérisent par le nombre énorme des cellules qu'ils renferment; tandis que dans les tubes, dans les connectifs, les cellules ne sont qu'exceptionnelles. D'après cela, les cellules semblent se présenter comme les éléments centraux, fondamentaux, et jouent incontestablement le principal rôle.

L'analyse anatomique a son terme; nous l'avons atteint suivant la limite de nos forces; nous nous arrêterons donc, attendant que de nouvelles recherches toutes physiologiques viennent confirmer ou infirmer les conséquences que nous avons cru devoir tirer de nos études histologiques.

Conclusions.

Nous essaierons de résumer nos recherches dans les propositions suivantes :

1° Il existe chez la Sangsue un système nerveux de la vie organique, formé de réseaux qui tapissent toute la surface de l'estomac.

2° On trouve chez la Sangsue un nerf intermédiaire qui traverse toute la chaîne sans émettre de branches, et en s'accolant plus ou moins aux connectifs.

3° En dehors des ganglions, entre les deux troncs nerveux d'un même côté, il existe toujours une vaste cellule bipolaire, dont chaque prolongement s'accôle à un tronc nerveux.

4° Le tronc nerveux antérieur est composé de tubes qui s'anastomosent très manifestement entre eux; cette disposition se voit également sur le tronc nerveux postérieur. Beaucoup de tubes, surtout au niveau des divisions, présentent des cellules dans leur trajet.

5° Dans les connectifs, on ne voit plus de tubes proprement dits; la matière granuleuse est partout en contact avec elle-même.

6° Outre les fibres que Bruch a signalées dans chaque ganglion, nous avons reconnu des fibres descendantes, transverses, et allant d'un tronc au tronc nerveux du même côté.

7° Nous avons montré comment le cerveau est conformé d'une manière générale sur le même plan que chaque ganglion; la face inférieure est celluleuse, la face supérieure est fibreuse.

8° Le contenu de chacun des tubes correspond à la fois au cylindre d'axe et à la moelle des Vertébrés.

9° Chez le Lombric terrestre, nous avons décrit les éléments, et montré comment ils se ramènent à la cellule.

10° Nous avons fait voir le rapport entre la texture du cerveau et de chaque ganglion.

11° Nous avons montré les rapports intimes qui rattachent le système nerveux du Lombric et de la Sangsue.

12° L'étude complète du système nerveux de la vie organique chez le Lombric nous a conduit à reconnaître qu'il différait essentiellement de celui de la Sangsue, et se rapprochait du système nerveux de la vie animale.

13° Dans nos considérations générales, nous avons fait ressortir, d'après les faits connus, la composition très simple du système nerveux étudiée comparativement chez divers Annelés.

14° En comparant le système nerveux de la Sangsue et du Lombric au système nerveux embryonnaire et définitif des Vertébrés, nous avons établi : 1° que les éléments définitifs du système nerveux des êtres simples dont nous avons fait l'étude représentent les formes embryonnaires des tubes nerveux chez les Vertébrés; 2° que la marche des fibres dans le ganglion de la Sangsue et du Lombric correspond en quelques points fondamentaux à la marche des fibres dans la moelle de l'Homme et de quelques Mammifères. De ces faits résultent de nouvelles preuves en faveur de la nature vraiment médullaire de la chaînette nerveuse chez les Annelés soumis à notre examen.

15° La théorie du clavier nerveux ne peut pas être admise chez le Lombric et la Sangsue; la transmission des impressions s'opère spécialement par la substance granuleuse.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 1.

Cette planche représente l'ensemble du système nerveux de la vie organique et de la vie animale chez la Sangsue médicinale.

- Fig. 1.** Portion du système nerveux de la vie organique, prise sur le milieu de la paroi inférieure de l'estomac. — *A*, tronc nerveux principal ou nerf de Brandt; *B*, tronc nerveux plus petit qui se continue avec le précédent; *CC*, cellules nerveuses dont les prolongements contribuent à la formation de ce tronc : on peut y distinguer un espace entre l'enveloppe et la portion granuleuse; *DDD*, anastomoses des tubes nerveux entre eux; *E*, une cellule à six prolongements et à trois noyaux. Grossissement d'environ 500 diamètres.
- Fig. 2.** Cerveau vu par sa face inférieure : grossissement d'environ 200 diamètres. — *A*, bord antérieur; *B*, bord postérieur; *CC*, extrémités se continuant avec les connectifs; *DD*, traces des cloisons qui divisent le cerveau en un certain nombre de loges; *EEE*, cellules nerveuses qui se distinguent à travers la membrane d'enveloppe sur toute la face inférieure.
- Fig. 3.** Le même cerveau vu par sa face supérieure. — *A, B, C*, comme précédemment; *HH*, bande ou zone fibreuse qui constitue la plus grande partie de la face supérieure; *II*, lobes remplis de cellules nerveuses entourant en avant et en arrière la bande précédente.
- Fig. 4.** Ganglion vu par sa face inférieure. — *A*, connectif antérieur; *B*, connectif postérieur; *CC*, tronc nerveux antérieur; *DD*, troncs nerveux postérieurs; *EE*, traces des cloisons qui divisent le ganglion en plusieurs compartiments; *FF*, cellules apolaires qui tapissent toute la face inférieure : les plus volumineuses sont centrales.
- Fig. 5.** Ganglion vu par sa face supérieure. — *A, B, CC, DD*, *ut supra*; *GG*, double zone fibreuse qui règne dans toute la longueur du ganglion; *HH*, cellules unipolaires de la zone latérale.
- Fig. 6.** Dernier ganglion vu par sa face supérieure. — *A*, connectif antérieur; *PP*, espace médian fibreux; *RR*, lobes se recouvrant plus ou moins les uns les autres : on ne distingue pas de cellules à leur surface.
- Fig. 7.** Dernier ganglion vu par sa face inférieure. — *A*, connectif antérieur; *RR'*, double rang de lobes disposés dans toute l'étendue de cette face : dans l'espace qu'ils interceptent, on voit naître en *O, O*, les troncs nerveux. On distingue à travers l'enveloppe les cellules nerveuses. Les figures 4, 5, 6, 7 sont vues à un grossissement de 200 diamètres.

PLANCHE 2.

- Fig. 1.** Ganglion vu par sa face supérieure : il a été soumis à l'action du suc gastrique et légèrement comprimé. Les lettres *A, B, CC, DD*, comme dans

la figure 4, planche 1; *S, S*, nerf intermédiaire; *OO*, cellules unipolaires disposées autour de la masse fibreuse, et envoyant leurs prolongements dans le sens du centro ganglionnaire; *KK*, cellules bipolaires placées en dehors de l'enveloppe, entre les troncs nerveux latéraux, auxquels elles envoient des prolongements; *XX*, cellules volumineuses distinguées par transparence au-dessous de la couche fibreuse.

Fig. 2. Portion de connectifs traités par le suc gastrique, et vus avec un grossissement de 500 diamètres : cette figure montre aussi le nerf intermédiaire et ses détails de texture. — *AA*, enveloppe fibreuse; *BB*, les deux cordons du connectif formés par de la matière granuleuse, qui ne semble pas renfermée dans des tubes distincts; *CC*, deux gros noyaux sphériques d'apparence graisseuse qu'on trouve toujours au niveau des deux tiers supérieurs de chaque cordon; *SS*, nerf intermédiaire; *TT*, portions de ce nerf qui adhèrent intimement, soit au cordon droit, soit au gauche : les adhérences par continuité indiquent l'origine du faisceau intermédiaire; *XX*, filaments vasculaires.

Fig. 3. Filets nerveux appartenant au tronc nerveux du sixième ganglion : ces filets, traités par le suc gastrique, sont vus à un grossissement de 500 diamètres. — *AA*, enveloppe fibreuse; *BB*, cellules nerveuses disposées en amas dans le voisinage de la séparation des filets; *C*, mode de disposition des tubes nerveux dans une anastomose; *D*, croisement au niveau de la division d'un rameau en deux filets : on distingue en ce point deux cellules nerveuses.

Fig. 4. Elle est destinée à représenter les deux éléments principaux du système nerveux de la Sangsue, savoir les cellules et les tubes; les lettres *A, B, C, D, E, F* se rapportent aux tubes, lesquels ont été dessinés sur des préparations effectuées à l'aide du suc gastrique (grossissement comme fig. 2 et 3). — *A*, tubes pris dans la branche antérieure du sixième ganglion, et montrant les anastomoses; *B*, autre tube pris sur la même branche, et offrant sur son trajet une cellule à noyau, et à son extrémité une bifurcation; *C*, tubes de la branche postérieure du sixième ganglion montrant plusieurs anastomoses; *D*, tube pris sur la même branche, et offrant en son milieu une cellule avec un noyau et un nucléole; *E, F*, tubes divisés et anastomosés pris sur la même branche; *G, H, I, J, K* sont des cellules nerveuses préparées de diverses manières; *G, H, K*, cellules apolaires et unipolaires du dixième ganglion soumises à la seule action de l'eau; *I, J*, cellules prises dans le même ganglion, mais traitées par l'acide chromique étendu : en *I*, une masse granuleuse plus noire se voit autour du noyau; en *J*, on distingue un léger espace entre la membrane d'enveloppe et le contenu.

Fig. 5. Cette figure représente d'une manière schématique la marche des fibres nerveuses dans l'intérieur d'un ganglion. Plusieurs des directions que nous indiquons ici ont été représentées dans quelques-unes de nos figures. — *A, B, CC, DD*, comme dans la figure 4 de cette planche; *EE*, fibres se rendant des deux nerfs latéraux au cordon du connectif antérieur : elles ont été vues

très distinctement par Bruch et par nous; *F*, fibres descendantes allant du nerf latéral postérieur au connectif du même côté; *G*, fibres se rendant d'un des nerfs latéraux au suivant du même côté; *H*, fibres se portant directement à travers le ganglion du connectif supérieur à l'inférieur; *I, I*, cellules des deux cordons latéraux supérieurs donnant naissance à des prolongements qui se portent aux nerfs latéraux du côté opposé, et s'entrecroisent sur la ligne médiane: Bruch a vu et figuré cet entrecroisement, nous l'avons vu aussi nettement, mais nous n'avons pas de procédé certain pour reproduire à volonté les préparations qui le montrent; *J*, cellules des deux cadrans latéraux inférieurs: les prolongements se dirigent de manière à s'entrecroiser sur la ligne médiane, mais nous n'avons pas pu les y suivre; *K*, fibres allant d'un connectif au connectif semblable du côté opposé: nous ne les avons suivies que dans une partie du trajet, aussi les figurons-nous hypothétiquement; *L*, groupes de cellules à prolongements descendants: on peut supposer par la pensée qu'ils se rendent dans le connectif inférieur; *M*, quelques cellules à prolongements ascendants (elles ont été incomplètement représentées dans le dessin); *SS*, nerf intermédiaire entrant par un connectif supérieur et sortant par l'autre: son trajet distinct dans toute l'étendue du ganglion ne nous est pas encore suffisamment démontré.

Fig. 6. Un des ganglions de la chaînette revêtu de son enveloppe pigmentaire; il a été traité par la glycérine, qui rend les détails plus apparents.

Fig. 7. Lambeaux de l'enveloppe pigmentaire traités par la glycérine, et vus à un grossissement de 500 diamètres.

PLANCHE 3.

Détails sur la structure du système nerveux du *Lombric trapézoïdal*.

Fig. 1'. Ensemble du système nerveux de la vie organique vu à un faible grossissement. — *A*, cerveau dont on ne voit qu'une moitié; *B*, connectif; *C*, section faite au point de jonction du connectif et de la chaînette; *DD*, troncs nerveux formant l'origine du plexus pharyngien représenté en *EE*.

Fig. 1. Elle est destinée à faire comprendre la texture du plexus pharyngien. — *B*, connectif; *CC*, cellules nerveuses qu'on peut distinguer à l'aide de la préparation avec l'acide acétique au milieu des fibres nerveuses: grossissement de 500 diamètres.

Fig. 2. Cerveau du *Lombric* vu par sa face supérieure (préparation à l'aide de l'acide acétique, grossissement de 200 diamètres). *BB*, connectifs; *CC'*, nerfs cérébraux; *D*, fibres qui vont d'un nerf cérébral à celui du côté opposé; *E*, fibres qui se rendent d'un nerf au connectif du même côté; *F*, fibres qui descendent plus ou moins obliquement dans la masse même du cerveau; *G*, cellules nerveuses.

Fig. 3. Un ganglion et un connectif de la chaînette vus par la face inférieure; préparation par l'acide acétique. — *AA*, enveloppe; *BB*, ganglion; *CC*, paire

nerveuse unique; *DD*, quatre nerfs latéraux, avec une communication en *E*, entre les troncs nerveux d'un même côté; *FF*, connectifs; *G*, couche de cellules qui revêt toute la surface du ganglion, et au travers de laquelle on distingue la zone fibreuse médiane.

Fig. 4. Même préparation que la précédente, mais vue par la face supérieure; mêmes lettres *A, B, C, D, E, F, G*, couches de cellules n'existant qu'aux deux côtés du ganglion; *H*, fibres nerveuses ascendantes d'un des nerfs latéraux; *I*, fibres descendantes à peine marquées dans la figure; *J*, fibres se portant d'un nerf latéral au suivant du même côté; *K*, fibres obliques et transverses: quelques-unes de ces dernières se dirigent dans le tronc nerveux du côté opposé.

Fig. 5. Éléments nerveux pris chez un *Lombric*, qui a macéré pendant deux jours dans l'acide acétique étendu. — *A, B, C*, cellules du cerveau plus ou moins allongées; *D, E, F, G*, autres éléments du cerveau; *H*, élément fusiforme d'un tube nerveux. Tous les autres éléments, qui ne sont point désignés par des lettres, ont été pris dans les tubes nerveux.

Fig. 6. *M*, matière granuleuse qui remplit les cellules; *N, O*, cellules cérébrales soumises à l'action de l'eau pure; *R, S, T, U*, cellules multipolaires prises dans un fragment de moelle durci dans l'acide chromique étendu (grossissement de 500 diamètres).

Vu et approuvé,

Le doyen de la Faculté des sciences,

MILNE EDWARDS.

Permis d'imprimer,

Le vice-recteur de l'Académie de Paris,

CAYX.

Paris, le 10 décembre 1856.

PROPOSITIONS DE BOTANIQUE

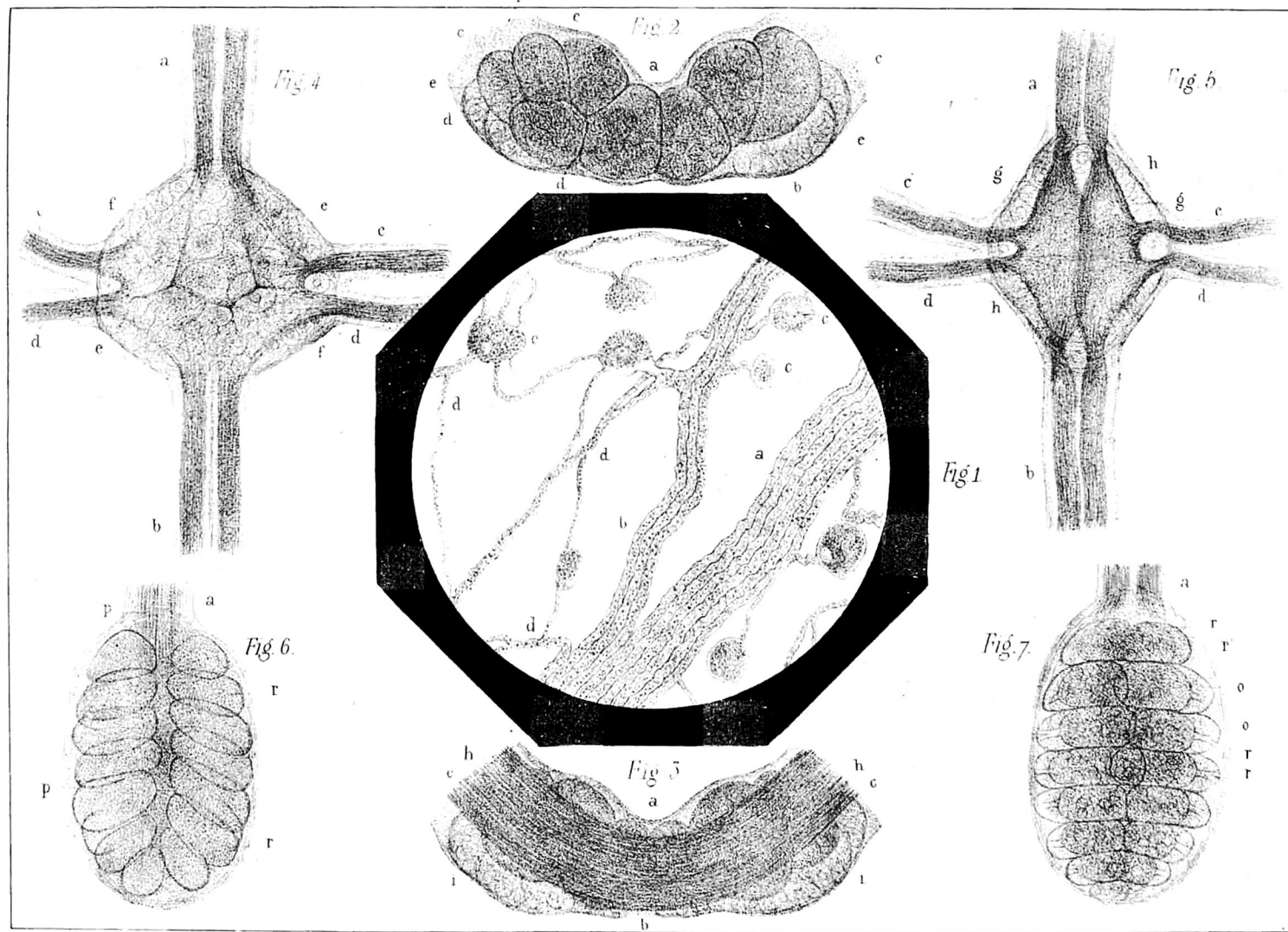
DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

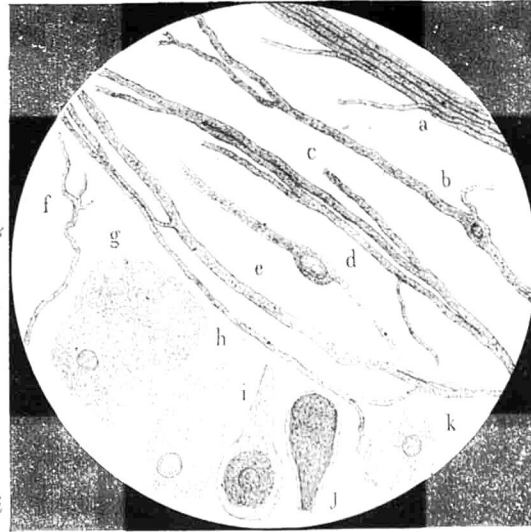
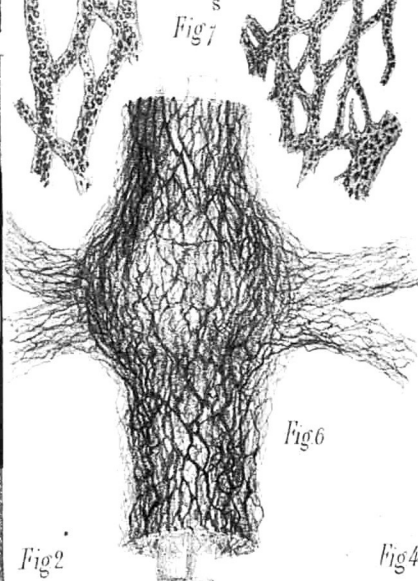
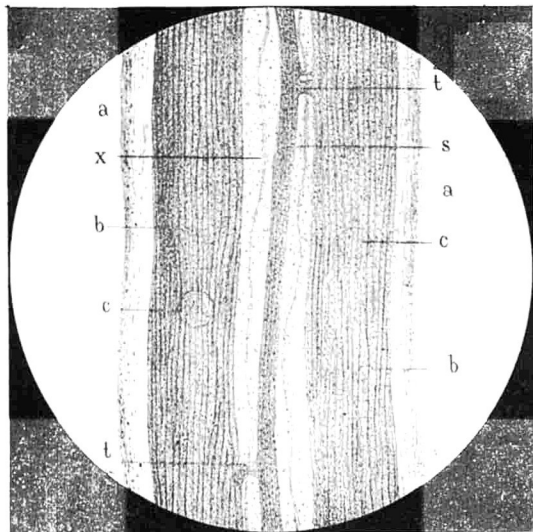
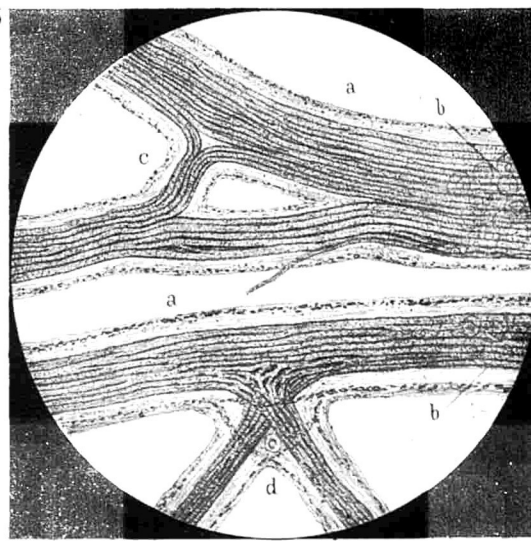
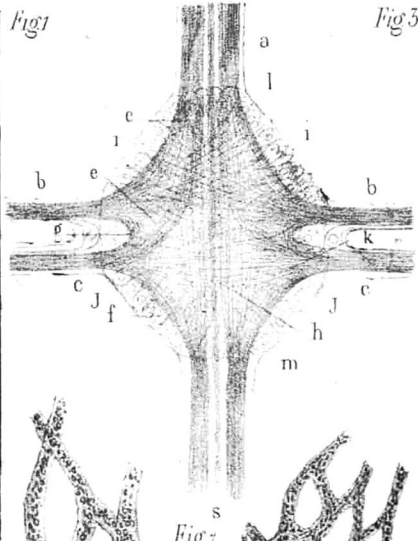
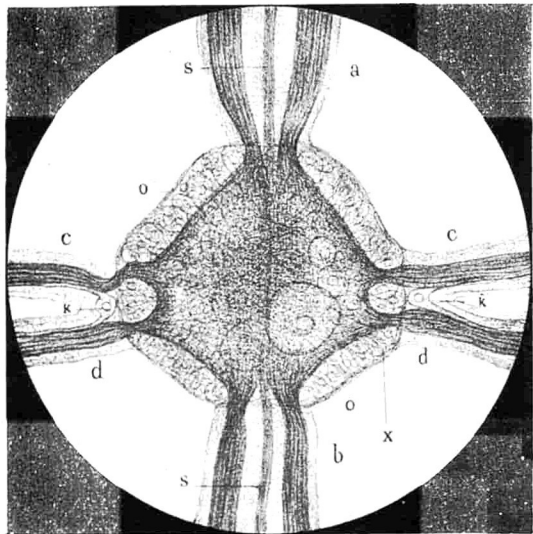
- 1° Des inflorescences ;
- 2° De l'accroissement des tiges ;
- 3° De la classe des Violinées de M. Brongniart, et des principaux caractères des familles qu'elle comprend.

Vu et approuvé ,
Le doyen de la Faculté des sciences ,
MILNE EDWARDS.

Permis d'imprimer,
Le vice-recteur de l'Académie de Paris ,
CAYX.

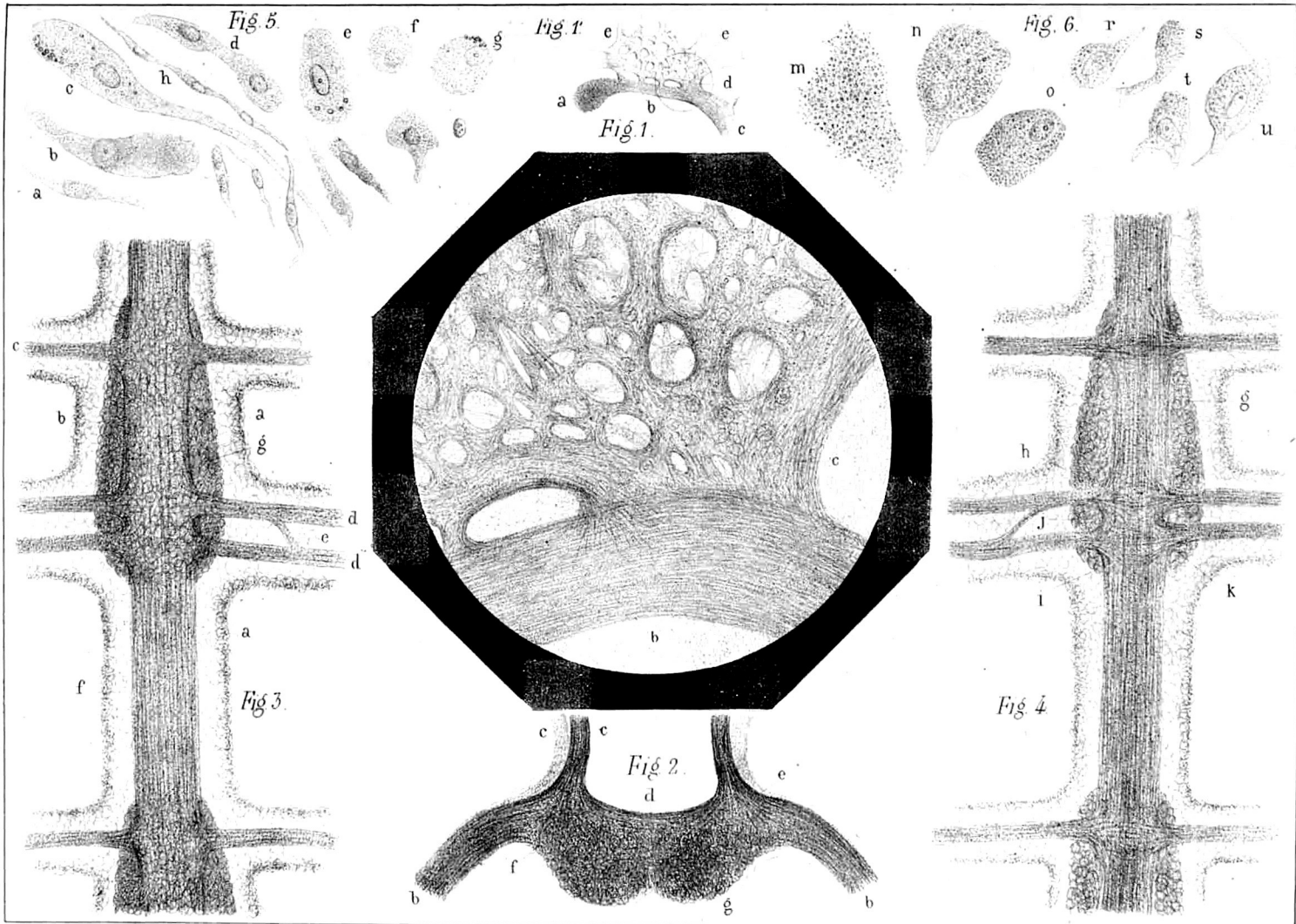
Paris, le 10 décembre 1856.





P. Lackerbauer, ad nat in lap del^t

Im. Lemercier Paris



Plackerbauer ad nat in lap del'

Imp Lemercier, Paris