

*Bibliothèque numérique*

**medic@**

**Bimar, A. . - Structure des ganglions  
nerveux**

**1878.**

**Paris : A. Parent**

**Cote : 90975**



Licence ouverte. - Exemplaire numérisé: BIU Santé  
(Paris)

Adresse permanente : [http://www.biusante.parisdescartes  
.fr/histmed/medica/cote?90975x1878x07x02](http://www.biusante.parisdescartes.fr/histmed/medica/cote?90975x1878x07x02)

2

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS.

---

STRUCTURE  
DES  
GANGLIONS NERVEUX

---

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE

---

THÈSE

PRÉSENTÉE AU CONCOURS POUR L'AGRÉGATION  
(Section d'anatomie et de physiologie)  
*et soutenue à la Faculté de médecine de Paris*

PAR

LE D<sup>r</sup> A. BIMAR

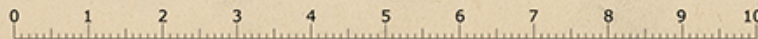
Chef des travaux anatomiques de la Faculté de Montpellier,  
Ancien interne des hôpitaux de la même ville,  
Ex-aide d'anatomie, ex-prosecteur de la même Faculté.



PARIS

A. PARENT, IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE  
29-31, RUE MONSIEUR-LE-PRINCE, 29-31.

1878





# ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DES GANGLIONS NERVEUX

PREMIÈRE PARTIE

ANATOMIE

PRÉSENTÉES AU CONCOURS POUR L'AGRÉGATION  
MÉDICALE EN 1878  
PAR  
LE D<sup>r</sup> A. BILMARD  
CHIEF DES TRAVAUX ANATOMIQUES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE  
DE PARIS  
PARIS  
A. PARENT, IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE  
1878

Bilmar



# STRUCTURE DES GANGLIONS NERVEUX

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE

---

## PREMIÈRE PARTIE

### ANATOMIE.

Considérés à un point de vue général, les ganglions nerveux sont des centres élémentaires d'innervation.

Si l'on observe, en effet, des animaux inférieurs, tels que des planaires, des ascidies, on constate que leur système nerveux est constitué par de petits amas de cellules en relation avec deux ordres de filets nerveux : 1° des filets centripètes ou afférents, portant aux cellules les excitations extérieures; 2° des filets centrifuges transmettant à l'organisme les incitations réfléchies par les cellules. Chez ces animaux, les groupes de cellules nerveuses représentent un centre élémentaire ou ganglion, et les filets nerveux ses conducteurs.

Chez les articulés, le système nerveux tend à se perfectionner. Les ganglions se multiplient; on voit paraître des connectifs, ou fibres commissurales qui les

Bimard

1



réunissent et forment avec eux des chaînes dirigées suivant l'axe du corps, pourvues aussi de filets afférents et efférents.

Le système nerveux des vertèbrés est lui-même un assemblage de ganglions, et, à ce point de vue, il peut être comparé au système nerveux élémentaire des animaux inférieurs. Dans le centre cérébro-spinal lui-même, les ganglions se tassent, les commissures se multiplient et se compliquent, mais toujours d'après le même type d'organisation.

La comparaison que nous venons d'établir est exacte au point de vue de l'anatomie philosophique. Mais si la substance grise de l'axe cérébro-spinal peut être considérée comme formée par des ganglions agglomérés et fusionnés; si même, dans certaines régions, elle se réunit en masses plus ou moins distinctes, désignées sous le nom de ganglions intra-cérébraux (couches optiques, corps striés, etc.), nous ne croyons pas devoir nous occuper ici de ces organes qui se distinguent à tant de titres des ganglions nerveux proprement dits, et dont l'étude ne peut être séparée de celle des centres nerveux encéphalo-rachidiens.

Avec tous les auteurs, nous comprenons sous le nom de ganglions, les renflements situés sur le trajet des nerfs et caractérisés par la présence de cellules, se continuant avec les tubes nerveux.

Les cellules ganglionnaires ont été découvertes en 1834 par Ehrenberg, qui les appela *corpuscules*. Leurs prolongements avaient échappé à cet auteur. Il croyait, et on a cru assez longtemps avec lui, que ces cellules



étaient entremêlées aux fibres nerveuses, mais n'affectaient avec elles aucun rapport de continuité.

Ce sont Bidder et Volkmann qui décrivirent plus tard les premiers, surtout d'après des observations d'histologie comparée, ces cellules comme munies d'un prolongement, c'est-à-dire comme servant d'origine à un tube nerveux. Pendant le cours de l'année 1847, M. Robin, en février, Wagner, en mai, Bidder, en juin, décrivirent ces cellules comme occupant toujours le trajet d'un nerf sensitif, ainsi que cela se voit très-facilement chez la raie. Enfin Stannius, en 1849, et Wagner, en 1851, établirent que le nombre des prolongements des cellules ganglionnaires, pouvait être plus considérable.

Nous nous bornerons à ces quelques indications historiques, renvoyant pour plus de détails à l'excellente thèse de M. Polaillon (1), où l'histoire des ganglions est exposée d'une manière complète.

Mais nous tenons avant d'aller plus loin à faire connaître les opinions professées depuis longtemps et aujourd'hui encore par M. Ch. Robin sur la structure de ces organes. Nous exposerons ensuite les travaux faits dans ces derniers temps à ce sujet, en donnant, bien entendu, nos conclusions sous toutes réserves.

« Au niveau des ganglions; dit M. Robin (2), chaque tube sensitif large porte un corpuscule ganglionnaire ou cellule ganglionnaire. Ce corpuscule est un corps sphéroïdal ayant 0<sup>mm</sup> 05 à 0<sup>mm</sup> 10; il fait partie du tube

(1) Etude sur les ganglions nerveux périphériques. Thèse, Paris 1865.

(2) Dictionnaire de médecine, par Littré et Robin Art. Nerveux.



nerveux; il est bien réellement autre chose qu'une simple dilatation ou boursoufflement du tube; mais il est en continuité de substance avec lui. En considérant la cellule isolément, on voit chaque tube sensitif venu de l'encéphale ou de la moelle se jeter à l'un de ses pôles, et disparaître là en se soudant à sa paroi, puis repartir au pôle opposé en reprenant la structure qu'il avait de l'autre côté du corpuscule (cellule bipolaire). Ainsi, le corpuscule ganglionnaire n'est pas une cellule séparée des tubes nerveux et sans communication aucune, comme on l'a cru longtemps; ce n'est pas non plus une cellule sans communication avec le cerveau et donnant naissance par un point de la surface à un tube nerveux (cellule unipolaire), à la manière d'un petit cerveau. Toutefois, on trouve des cellules unipolaires, ou donnant naissance à un tube nerveux, dans les ganglions de la chaîne nerveuse des invertébrés et dans celle du grand sympathique des vertébrés, des ovipares, du moins. Le corpuscule est en continuité avec chaque tube par les deux pôles opposés (cellules ou corpuscules bipolaires), de manière à interrompre pour un instant la continuité de celui-ci. . . . .

Il y a des cellules ganglionnaires qui sont en continuité de substance avec plusieurs tubes (corpuscules ou cellules multipolaires); dans les nerfs périphériques, elles peuvent être en rapport avec le cerveau par un seul tube, et avec les organes par deux et même par trois tubes nerveux. Ce fait, qui se voit surtout au ganglion du pneumo-gastrique et du grand sympathique, nous explique comment tel nerf est plus gros à sa sortie d'un ganglion qu'à son entrée. Quelquefois



deux corpuscules assez près l'un de l'autre existent sur la longueur du même tube : disposition qu'on observe, du reste, sur les ganglions des paires rachidiennes, comme sur ceux du grand sympathique. Le contenu solide des cellules ganglionnaires est manifestement en continuité de substance avec le cylindre-axe du tube nerveux y attenant. . . . .

« Les tubes minces qui passent dans les ganglions portent une cellule ganglionnaire, quelquefois deux, comme les tubes larges sensitifs. En un mot, la description générale donnée ci-dessus, des corpuscules des tubes larges, s'applique à ceux des tubes minces, dont ils diffèrent seulement par leur forme, qui est généralement plus ovoïde; par leur volume, ordinairement plus petit, et par l'épaisseur de leurs parois, qui est un peu moindre. »

On distingue, en anatomie descriptive, deux sortes de ganglions nerveux : les ganglions cérébro-spinaux et les ganglions sympathiques. Nous décrirons donc d'abord les ganglions spinaux; dans un autre chapitre, nous nous occuperons des ganglions sympathiques, après quoi nous ferons, en quelques mots, ressortir les différences et les ressemblances des deux sortes de ganglions. Enfin, dans un dernier chapitre, nous exposerons l'histoire du développement des ganglions nerveux, telle qu'on la connaît aujourd'hui. Dans nos descriptions, nous aurons surtout en vue la structure des ganglions chez l'homme.



GANGLIONS CÉRÉBRO-SPINAUX.

*Eléments nerveux des ganglions cérébro-spinaux.*

Axel Key et Gustaf Retzius (1) ont donné de la structure des ganglions cérébro-spinaux une description très-détaillée. Nous allons exposer, d'après leurs recherches, la structure de ces organes.

Si on durcit ou qu'on laisse macérer, dans divers liquides, les ganglions spinaux de l'homme, on peut constater quelques différences dans la structure intime de leurs cellules ; mais on peut cependant, en général, les ramener à un type fondamental.

La substance cellulaire, examinée de douze à vingt-quatre heures après la mort, sans le secours d'aucun réactif, se montre quelque peu réfringente, faiblement granuleuse et peu résistante : l'acide osmique et le bichromate de potasse rendent plus net cet aspect granuleux : on voit alors que ces granulations sont plongées en nombre considérable dans une substance claire et homogène ; elles sont très-réfringentes, mais ne se disposeraient point en séries pour former, comme l'a dit Arndt (2), un réticulum à mailles incurvées, particulièrement net autour du noyau. On voit, il est vrai, quelquefois la substance fondamentale présenter un

(1) Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes. Zweite Hälfte. Stockholm, 1876.

(2) Untersuchungen über die Ganglienkörper der Spinalganglien. in Arch. f. mikr. Anat., IX, 1874.



aspect strié, mais Key et Retzius l'attribuent à une illusion d'optique ou à l'action des réactifs employés.

Ces granulations sont si petites, qu'elles échappent à toute mensuration. Elles sont également réparties dans tout le corps cellulaire, et ne sont pas plus abondantes au centre qu'à la périphérie.

Key et Retzius n'admettent pas l'existence d'une membrane d'enveloppe autour des cellules ganglionnaires. Si on traite celles-ci par certains réactifs, tels que l'acide osmique faible et l'eau, on trouve dans le corps cellulaire, outre la substance intermédiaire homogène et les granulations, des amas de vésicules claires, qui semblent n'être que des vacuoles ayant pris naissance sous l'influence des réactifs.

On rencontre encore dans le corps cellulaire des granulations pigmentaires. Elles forment ordinairement une masse compacte, limitée à un seul côté de la cellule ganglionnaire; mais elles se trouvent aussi parfois éparses dans la cellule ou divisées en deux amas plus ou moins nettement délimités. Ces granulations de pigment sont très-réfringentes, d'une coloration jaune et d'une taille variable; mais elles sont toujours plus grosses que les granulations de la substance cellulaire.

Le noyau de la cellule ganglionnaire, central ou périphérique, est d'une taille variable. Il est plus gros dans les grosses cellules, plus petit dans les petites, sans qu'il y ait jamais de rapport précis entre la grosseur du noyau et celle de la cellule. Examiné sans le secours des réactifs, il apparaît avec un contour net; il est clair, transparent, homogène et dépourvu de membrane d'enveloppe. Sa forme est arrondie ou ronde-ovale. Les



cellules des ganglions spinaux de l'homme ne contiennent jamais qu'un seul noyau.

Au centre, ou plus ou moins près de la périphérie du noyau se trouve un nucléole réfringent, sphérique et teinté naturellement en gris jaunâtre ou gris verdâtre. Il semble généralement être homogène; ce n'est que rarement qu'on découvre dans sa substance de petites formations de nombre et de taille variables, qui, si elles ne sont point des produits artificiels, seraient les nucléolules. Le nucléole, toujours unique dans les cellules des ganglions spinaux de l'homme, n'est point entouré d'une membrane; sa limite est précise, mais son contour est peu net, à cause de sa sphéricité et de sa grande réfringence. Il ne pousse jamais de prolongements dans la substance nucléaire.

Le diamètre des cellules ganglionnaires est en moyenne de 50 à 65  $\mu$ ; celui du noyau est de 11 à 14  $\mu$ ; celui du nucléole de 4  $\mu$ .

Maintenant que nous avons décrit la cellule elle-même, passons à l'importante question des prolongements cellulaires. Quand on dissocie des ganglions qui n'ont pas été durcis ou qu'on a conservés dans de faibles solutions d'acide chromique, dans de la glycérine étendue d'eau, dans le carmin de Beale, la préparation présente un grand nombre de cellules ganglionnaires isolées. La plupart sont sphériques et sans prolongements. Mais on en rencontre aussi un grand nombre qui présentent un seul et unique prolongement filiforme. Dans les ganglions spinaux de l'homme, on ne trouve jamais de cellules à deux ou plusieurs prolongements. Ces cellules sont donc unipolaires et leur



prolongement doit être considéré comme du protoplasma cellulaire modifié, bien que sa constitution se différencie promptement de celle de la cellule : le nombre des granulations diminue, en effet, très-rapidement; elles deviennent indistinctes.

Le prolongement prend en outre très-vite les caractères d'un cylindre-axe, en sorte qu'après une très-courte étendue de son parcours il est impossible de l'en différencier. Il se renfle généralement à l'endroit où il se continue avec la cellule; sa direction est assez rectiligne, mais il peut parfois s'infléchir autour de la cellule. Il est assez large, à bords parallèles; sa coupe est arrondie ou ovale.

L'unipolarité des cellules des ganglions spinaux a été également reconnue et hautement proclamée par G. Schwalbe (1), qui l'a observée chez les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les amphibiens.

La myéline des tubes nerveux n'entre jamais dans la constitution de la cellule ganglionnaire. C'est à ce fait qu'est due la couleur grise, caractéristique constante des ganglions nerveux.

Quelques auteurs croient qu'il y a comme des anastomoses entre les cellules qui constituent les ganglions nerveux. Mais jusqu'à présent on n'a pas trouvé de cylindre-axe allant d'une cellule d'un ganglion à une cellule voisine dans le même ganglion. Dans la moelle, au contraire, les anastomoses sont très-fréquentes.

(1) Ueber den Bau der Spinalganglien nebst Bemerkungen über die sympathischen Ganglienzellen, in M. Schultze's Arch. f. mikr. Anatomie, IV, 1868.



On constate encore dans les ganglions nerveux la présence d'un grand nombre de cellules ganglionnaires apolaires. Dans l'état actuel de nos connaissances, on ne saurait comprendre le rôle physiologique d'une cellule nerveuse apolaire, dépourvue par conséquent de toute relation de continuité avec des points extérieurs à elle-même, d'où elle doit recevoir l'incitation ou bien auxquels elle doit la transmettre. Il convient du reste, dans le plus grand nombre des cas, sinon toujours, de rejeter sur des accidents de préparation l'apparence de ces cellules qui se montrent dépourvues de prolongements : on sait en effet combien il est facile, dans une dissociation ou en pratiquant une coupe, de détacher de son corps cellulaire, le fragile prolongement.

On est tout surpris lorsqu'en ouvrant l'Histologie de Kölliker on y trouve exposée l'opinion que les cellules des ganglions spinaux n'affectent avec les racines postérieures de la moelle aucun rapport de continuité. « En tant, dit-il (1), qu'il m'a été permis de le constater, *il n'existe dans les ganglions aucun rapport de continuité entre les racines sensibles et les globules ganglionnaires*. Les fibres qui composent ces racines ne font que traverser les ganglions, réunies en un ou plusieurs faisceaux anastomosés, suivant le volume de ces derniers. Au-dessous du ganglion, elles reconstituent un tronc, dont les fibres se mêlent immédiatement avec les racines motrices. La plupart des globules ganglionnaires pa-

(1) *Eléments d'histologie humaine*, 2<sup>e</sup> édition française. Paris, 1868, p. 415.



naissent être unis à des fibres nerveuses; tantôt ils donnent naissance à une seule fibre nerveuse, et tantôt à deux ou plusieurs. Ces fibres, auxquelles je donne le nom de fibres ganglionnaires, se dirigent généralement, peut-être toujours, vers la périphérie, se joignent aux fibres des racines qui traversent le ganglion, et qu'elles renforcent. Il s'ensuit que chaque ganglion peut être considéré comme une source de fibres nerveuses nouvelles. »

Nous verrons du reste par la suite, que depuis M. Robin d'autres observateurs sont venus encore affirmer le fait de la continuité de la cellule ganglionnaire avec les tubes nerveux des racines postérieures.

Ranvier (1) fait, dans un ganglion vertébral, une injection interstitielle d'acide osmique en solution à 2 p. 100, puis il dissocie ce ganglion dans du sérum iodé. Il constate alors que les cellules ganglionnaires sont unipolaires et que leur prolongement unique, après avoir parcouru un trajet plus ou moins long, se divise brusquement en deux branches qui s'écartent l'une de l'autre en suivant des directions diamétralement opposées et en formant à peu près chacune un angle droit avec le prolongement cellulaire. L'ensemble du prolongement cellulaire et de ses deux divisions forme un T.

Pour comprendre le rôle physiologique d'une semblable cellule ganglionnaire, il suffit de se rappeler que le cylindre-axe, avec lequel se continue son pro-

(1) Des tubes nerveux en T et de leurs relations avec les cellules ganglionnaires, in *Compt. rend.*, 20 décembre 1875.



longement, est complexe et formé de fibrilles, dont une partie peut être afférente et l'autre efférente par rapport au corps cellulaire. Les fibrilles afférentes et efférentes, mêlées les unes aux autres dans le prolongement lui-même, seraient au contraire distinctes et séparées dans chacune de ses deux branches.

R. W. Amidon (1) admet également que dans les ganglions des racines postérieures il n'existe que des cellules nerveuses apolaires ou unipolaires. Le prolongement des cellules unipolaires est un simple cylindre-axe revêtu d'une gaine de Schwann; mais bientôt il acquiert un manchon de myéline, et à ce point il se bifurque. Les deux fibres nées de cette bifurcation suivent alors une direction diamétralement opposée, à angle droit de la fibre sans myéline qui leur a donné naissance : l'une d'elles remonte jusqu'à la moelle et l'autre se dirige vers le nerf mixte.

Chaque cellule ganglionnaire est renfermée dans une enveloppe ou capsule spéciale dont la forme et la grandeur correspondent assez exactement à celles de la cellule elle-même. Cette capsule est une membrane plus ou moins sphérique, que revêt intérieurement une assise cellulaire. Sur des coupes de ganglions spinaux obtenues après durcissement, la capsule n'est pas toujours très apparente : cela tient à ce que le tissu lamineux interstitiel l'entoure très-intimement. Certains histologistes sont même partis de ce fait pour

(1) Note on the Structure and Arrangement of the medullated nerve-fibre in the Ganglia of the posterior roots of spinal nerves, in Journal of nervous and mental diseases. Chicago, juillet 1876.



dire que la capsule n'existe pas, mais que c'est une simple couche limitante de tissu lamineux. Il est toutefois facile de trancher la question. En dissociant des ganglions dans lesquels on a fait préalablement une injection interstitielle d'acide osmique, on isole facilement des cellules emprisonnées dans leurs capsules. On peut donc étudier ces dernières plus facilement que sur des coupes. On constate alors que la capsule est une membrane mince, homogène, transparente, incolore. A sa face interne, on observe un assez grand nombre de noyaux arrondis, brillants et saillants. Ces noyaux sont entourés d'un protoplasma granuleux, mais qui ne remplit point tout l'espace laissé libre entre les divers noyaux. Ce sont là les noyaux de cellules qui forment à la face interne de la capsule un revêtement continu, que O. Fraentzel (1) est parvenu à mettre en évidence par le procédé de l'imprégnation par le nitrate d'argent, et auquel il a donné le nom de « épithélium des cellules ganglionnaires. »

Kölliker (2) et G. Schwalbe (3), qui ont constaté après Fraentzel l'existence de cette couche cellulaire à l'intérieur de la capsule, refusent de reconnaître comme justifiés les rapports que Fraentzel voulait établir entre cette couche cellulaire et les cellules ganglionnaires et la rangent avec plus de raison dans cette catégorie de revêtements cellulaires, distincts des épithéliums pro-

(1) Beitrag zur Kenntniss von der Structur der spinalen und sympathischen Ganglienzellen, in Virchow's Archiv., XVIII, 1867.

(2) Gewebelehre, 5te Auflage, 1867, p. 251.

(3) Ueber der Bau der Spinalganglien, etc., in Archiv f. mikr. Anatom., IV, 1868.



prement dits et que His (1) a désignés sous le nom d'endothéliums.

La capsule n'a ni les caractères du tissu lamineux, ni ceux du tissu élastique. L'acide tartrique à chaud et l'acide acétique à froid ne transforment point sa substance en gelée; les alcalis concentrés ne la dissolvent pas à froid, contrairement à ce qui arrive pour le tissu lamineux. D'autre part, les alcalis concentrés à chaud la dissolvent; le suc gastrique à 35 ou 40° également, ce qui n'a pas lieu avec les fibres élastiques. L'acide nitrique concentré la rétracte. Toutes ces réactions sont partagées au contraire par la gaine de Schwann, dont la coque des cellules ganglionnaires n'est en effet qu'une dépendance.

R. Arndt (2) attribue aux cellules des ganglions spinaux une forme discoïde. Ces cellules seraient irrégulières, plus ou moins aplaties, et pour le moins bipolaires. Il y aurait aussi des cellules multipolaires qui, outre deux prolongements gros et bien apparents, en présenteraient encore d'autres plus fins, plus fragiles et difficiles à voir. Arndt a constaté que dans ses préparations les cellules unipolaires sont les plus nombreuses, mais il doute de leur existence réelle et admet que cet aspect provient de ce qu'un second prolongement a été cassé dans la dissociation. Les cellules apolaires qu'on rencontre aussi dans les ganglions spinaux ne seraient que le résultat d'un développement anormal.

(1) Ueber die Häute und Höhlen des Körpers. Bâle, 1865.

(2) Untersuchungen über die Ganglienkörper der Spinalganglien, in Arch. f. mikr. Anat., XI, 1874.



Les deux prolongements d'une cellule ganglionnaire prennent ordinairement naissance l'un à côté de l'autre. Chacun d'eux, en quittant la cellule, s'enveloppe d'une gaine spéciale, prolongement de la capsule de la cellule. Quelquefois, cependant, les deux prolongements se juxtaposent et s'enveloppent de la même gaine. Presque toujours ils sont, dès leur point d'émergence, entourés d'un manchon de myéline; mais on en rencontre cependant qui sont primitivement dépourvus de myéline.

Les cellules ganglionnaires remplissent-elles ou non exactement leurs capsules? Si on les examine à l'état frais dans un liquide indifférent, on constate en général qu'il n'existe point d'espace libre entre la surface de la cellule et sa capsule. Si, au contraire, on examine des cellules ganglionnaires durcies par le liquide de Müller, l'alcool, l'acide osmique, etc., on voit que les cellules ne remplissent point exactement leurs capsules. Le contour des cellules est tantôt lisse, tantôt irrégulier et bosselé; de leur surface, on voit partir souvent de fins prolongements granuleux, en nombre plus ou moins considérable, qui viennent se fixer à la face interne de la capsule par un pied un peu élargi. Ces filaments granuleux ont été souvent considérés comme de véritables prolongements cellulaires, mais ils ne sont produits que par la rétraction de la cellule sous l'influence des réactifs. L'espace libre qu'on observe entre la capsule et la cellule n'est aussi lui-même qu'un espace qui a pris naissance dans les mêmes circonstances.

Dès que le prolongement de la cellule ganglionnaire



sort de la capsule, il se trouve entouré d'un prolongement de celle-ci, sorte de gaine assez large, à la face interne de laquelle se continue le revêtement endothélial de la capsule. Mais il arrive assez fréquemment qu'avant de sortir de la capsule, le prolongement cellulaire s'enroule, souvent un nombre considérable de fois, autour de la cellule.

Le prolongement des cellules ganglionnaires, que nous avons vu prendre les caractères d'un cylindre-axe, se continue directement avec un tube nerveux à myéline. Sa gaine s'applique contre lui et devient la gaine de Schwann.

Les anatomistes se sont occupés de la question de savoir si les fibres nerveuses qui sortent du ganglion spinal sont aussi nombreuses que celles qui y pénètrent. Pour résoudre cette question, Bidder et Volkmann, en 1842, comptèrent comparativement les tubes nerveux qui entraient dans un ganglion et ceux qui en sortaient et trouvèrent une augmentation notable de ces derniers. Dans le quatrième nerf de la moelle épinière de la grenouille, le rapport du nombre des tubes minces à celui des tubes larges, au-dessus du ganglion, était comme 1 est à 50 ; au-dessous du ganglion, il était comme 4 est à 1 ; de telle sorte que le nombre des tubes minces était devenu dans le ganglion 200 fois plus grand.

Hall (1) s'est demandé également si chaque cellule nerveuse est simplement interposée sur le trajet d'un

(1) Ueber den Bau der Spinalganglien, in Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, 1876.



nerf ou si le ganglion donne naissance à de nouveaux filets nerveux. Hall a compté les filets nerveux qui entrent dans les ganglions du plexus ischiatique de la grenouille et les filets nerveux qui en sortent. Ses recherches l'ont conduit à admettre que les nerfs n'augmentent dans leur passage à travers le ganglion aucun accroissement de nombre. Cette assertion de Hall, en désaccord avec les données généralement admises, ne saurait être adoptée sans contrôle.

Key et Retzius ont trouvé aux cellules du ganglion de Gasser une structure identique à celle des cellules qui entrent dans la composition des ganglions spinaux. Il convient d'ajouter que les ganglions situés sur le tronc du nerf acoustique, le ganglion jugulaire du nerf vague et celui du glosso-pharyngien ont encore la même structure.

*Trame lamineuse des ganglions spinaux.*

Les cellules ganglionnaires des ganglions spinaux sont plongées isolément ou par groupes dans un tissu interstitiel lamineux dont il importe de distinguer deux types.

Ou bien ce tissu est composé de membranes homogènes, minces, qui ont une structure lamellaire. Sur ces membranes sont accolées des cellules qui consistent en une zone de protoplasma et un noyau sphérique ou ovale. Ces cellules se détachent assez souvent des membranes sur lesquelles elles sont fixées et flottent plus ou moins librement dans les espaces qu'on découvre avec



un fort grossissement entre les membranes. La zone protoplasmique de ces cellules est de forme variable ; elle semble tantôt être une lame polygonale ou arrondie ; elle se termine tantôt au contraire en pointe, suivant deux directions ; ou pousse deux prolongements qui, à leur tour, s'élargissent en restant aplatis.

Ou bien le tissu lamineux interstitiel est constitué par des fibres granuleuses qui interceptent entre elles des trous et des fentes visibles à un fort grossissement. Ces fibres sont revêtues de cellules membraneuses plus ou moins riches en un protoplasma granuleux et à noyau sphérique ou ovale.

Entre ces deux types bien tranchés de tissu lamineux, on rencontre tous les intermédiaires.

C'est à tort, suivant M. Robin (1), qu'on a représenté comme du tissu lamineux la substance interposée aux cellules ganglionnaires. Cette substance renfermerait des myélocytes tout à fait analogues à ceux qu'on rencontre dans le cerveau, et qui seraient de véritables *cellules d'attente*. « Il y a aussi une petite quantité de substance amorphe analogue à la substance amorphe du cerveau, mais un peu plus dense, et dans laquelle rampent les vaisseaux accompagnés d'une certaine quantité de tissu lamineux. Les anastomoses que décrivent les capillaires n'ont pas de forme bien nette, bien déterminée. Les mailles vasculaires rampent à la surface de la cellule nerveuse, mais ne pénètrent pas dans son intérieur ; la portion centrale de cette cellule est donc

(1) Voyez dans le journal *l'Ecole de médecine*, 1875, le cours professé par M. Robin à la Faculté de médecine de Paris, p. 179.



forcée d'emprunter de proche en proche les matériaux de sa nutrition. »

Quoi qu'il en soit, c'est dans ce tissu lui-même que sont plongées les cellules ganglionnaires, ainsi que les autres parties qui entrent dans la constitution du ganglion, c'est-à-dire les vaisseaux sanguins et les fibres nerveuses. Les membranes homogènes que nous avons décrites plus haut adhèrent en général assez intimement à la capsule même des cellules ganglionnaires, mais par une injection interstitielle d'acide osmique on parvient aisément à les isoler les unes des autres.

Ces vaisseaux sanguins qui serpentent dans la trame lamineuse, forment autour des cellules ganglionnaires et entre celles-ci des réseaux plus ou moins nombreux dont les canaux ont le fin calibre des capillaires. Ils se réunissent ensuite de nouveau en plusieurs troncs qui se dirigent alors vers la périphérie et prennent les caractères des veines.

Les faisceaux des tubes nerveux qui, venant des racines postérieures pénètrent dans le ganglion, sont entourés d'une enveloppe constituée par plusieurs couches lamelleuses qui envoient dans l'intérieur du faisceau des cloisons plus petites, en sorte que le faisceau se trouve décomposé en fascicules plus petits. Dans l'intérieur du ganglion, ces gros faisceaux nerveux ont disparu ; on ne trouve plus que de petits fascicules qui le traversent dans diverses directions et dont se séparent encore souvent des tubes nerveux isolés. Ceux-ci sont presque toujours pourvus d'un manchon de myéline ; mais on peut en rencontrer aussi qui n'ont pas de myéline, qui présentent sur leur trajet un noyau et qui, par



leur aspect, rappellent ces fibres qu'on trouve au voisinage de la terminaison périphérique des nerfs.

Key et Retzius ont décrit dans la trame lamineuse des ganglions spinaux un système très-complexe de « canalicules du suc » (Saftbanen) analogues à ceux que Recklinghausen a décrits dans le tissu lamineux. Pour l'étudier, ils ont eu recours à la méthode des injections interstitielles. Nous croyons ne pas devoir faire une description de ce système canaliculaire dont l'existence réelle est tout au moins problématique. Si, du reste, on veut s'en faire une idée nette, meilleure que ne pourrait le faire toute description, il suffira de se reporter aux planches IV et V de leur bel ouvrage.

---



## GANGLIONS SYMPATHIQUES

### *Éléments nerveux des ganglions sympathiques.*

La structure intime des cellules des ganglions sympathiques de l'homme est, suivant Key et Retzius, identique à celle des cellules des ganglions cérébro-spinaux. Tout ce que nous avons dit plus haut de celles-ci leur est donc applicable, déduction faite toutefois des particularités que nous faisons connaître dans ce chapitre.

Les cellules des ganglions sympathiques sont plus petites que celles des ganglions cérébro-spinaux. Leur diamètre est en moyenne de  $25\ \mu$ ; celui de leur noyau, de  $10\ \mu$ ; celui de leur nucléole, de  $3\ \mu$ . Elles sont dépourvues de nucléolule.

Il n'est pas très-rare que les cellules des ganglions sympathiques présentent deux noyaux. C'est une particularité que Remak (1) a décrite et figurée le premier. Plus tard, Guye (2) l'a retrouvée chez le lapin, et, en 1868, Schwalbe (3) a pu, chez le cochon d'Inde, confirmer ces observations. Chacun des deux noyaux renferme deux ou plusieurs nucléoles : le nombre de ceux-ci est d'ordinaire assez considérable.

Les cellules des ganglions sympathiques ont une forme très-diverse. Elles sont tantôt arrondies, tantôt

(1) Observationes anatomicæ et microscopicæ de systematis nervosi structura. Berolini, 1838, pl. II, fig. 15.

(2) Die Ganglienzellen des Sympathicus beim Kaninchen, in Med. Centralblatt, 1866, n° 56, p. 881.

(3) Loc. cit.



ovales, tantôt fusiformes, en général irrégulières et quelque peu bosselées ; elles peuvent encore être aplaties.

Quand on les dissocie après durcissement dans l'acide chromique, ou le bichromate de potasse, il est rare de les obtenir avec leurs prolongements. On en trouve cependant dans la préparation un certain nombre, dont les prolongements ne se sont pas brisés. On peut alors constater qu'elles sont munies d'un ou plusieurs prolongements. Elles n'en ont en réalité jamais moins de deux, mais peuvent en avoir quatre, cinq ou davantage. Ce sont donc des cellules bipolaires, et le plus souvent multipolaires. Les prolongements présentent encore les mêmes caractères que dans les cellules des ganglions spinaux. Leur épaisseur est variable, une même cellule pouvant donner naissance à des prolongements de volumes très-divers. Leur trajet est en général rectiligne, et parfois ils se divisent dichotomiquement, peu après être sortis du corps cellulaire. Les deux rameaux ainsi formés sont plus ou moins égaux ; ils s'écartent l'un de l'autre à angle aigu, et prennent des directions différentes ; ils se divisent souvent dichotomiquement à leur tour.

Quelque loin qu'ils aient pu poursuivre un même prolongement émané d'une cellule ganglionnaire sympathique, Axel Key et Retzius ne l'ont jamais vu s'entourer d'un manchon de myéline.

Beale (1) a décrit le premier dans le sympathique de

(1) On the Structure of the so-called apolar, unipolar and bipolar nerve-cells of the Frog, in Philosophical Transactions, vol. 153, 1863.



la grenouille, des cellules nerveuses bipolaires. L'un des prolongements est rectiligne; l'autre se contourne en spirale autour du premier. C'est un point sur lequel Key et Retzius ont fixé leur attention, mais il leur a été impossible de retrouver chez l'homme des fibres spirales. Key et Retzius ne font aucune mention des rapports qui, d'après un grand nombre d'observateurs, existeraient entre les cylindres-axes d'une part et les noyaux et nucléoles des cellules d'autre part.

De même que les cellules des ganglions spinaux, celles des ganglions sympathiques sont encore renfermées dans une capsule qui, par sa nature, correspond exactement à celle que nous avons déjà décrite. Chaque capsule est exactement remplie par la cellule qu'elle enveloppe, et si on constate quelquefois entre elles l'existence d'un espace libre, c'est que sous l'influence des réactifs employés dans la préparation du ganglion, le corps cellulaire s'est rétracté et condensé, abandonnant l'enveloppe, à laquelle il reste toutefois réuni par de nombreux prolongements fins et granuleux.

Chaque capsule envoie autour de chacun des prolongements cellulaires une gaine homogène, mince, incolore, qui se continue plus loin avec la gaine de Schwann, de même que le prolongement qu'elle entoure se continue avec le cylindre-axe d'un tube nerveux.

Toutes les cellules des ganglions sympathiques de l'homme ont la structure que nous venons de décrire. Key et Retzius ont surtout étudié les ganglions du cou et de la poitrine, et le ganglion coeliaque. Toldt (1)

(1) Lehrbuch der Gewebelehre, Stuttgart, 1877, p. 223.



attribue encore aux ganglions situés sur les ramifications du trijumeau, au ganglion géniculé et au ganglion pétreux du nerf glosso-pharyngien, la structure propre aux ganglions sympathiques.

« Il semble, dit Klein, que les cellules ganglionnaires du système sympathique soient soumises à un développement très-actif. Cela ressort d'abord de la fréquence avec laquelle on rencontre des cellules contenant deux noyaux; en second lieu, de ce fait qu'une même capsule renferme souvent deux, trois ou quatre cellules polyédriques; en troisième lieu, de ce fait qu'on peut trouver dans une capsule commune deux cellules claviformes qui s'appliquent l'une contre l'autre par une face plane, tandis qu'elles se continuent par leurs extrémités avec des prolongements; enfin, de ce qu'en beaucoup d'organes, comme par exemple dans l'appareil génital mâle et dans les ganglions de Meissner du fœtus nouveau-né, on trouve des groupes (des « nids ») de cellules ganglionnaires extraordinairement petites. Quand on prépare l'intestin du lapin de manière à tourner le plexus d'Auerbach en haut, et qu'on l'examine dans le sérum, on constate qu'il consiste en un réseau de bandes de largeur variable et dont les nœuds constituent de larges lames de forme irrégulière; le tout étant revêtu d'une sorte de gaine dans laquelle on peut distinguer des structures nucléaires. La substance des nœuds et des bandes qui les réunissent est finement striée ou granuleuse. Un plus

(1) Handbook for the physiological Laboratory, par Brunton, Foster, Klein, Sanderson. Londres, 1873, p. 74.



ou moins grand nombre de cellules ganglionnaires, globuleuses pour la plupart, sont plongées dans cette substance et sont disposées en groupes (dans les nœuds) ou en rangées (dans les bandes).... Sur une coupe d'intestin de lapin durci dans l'acide chromique, il est facile de voir la connexion de ces ganglions avec les masses ganglionnaires de forme analogue qui existent dans les fibres circulaires, et qui communiquent près de la muqueuse, avec les ganglions de Meissner. »

Si, du reste, on veut se faire une idée exacte de la structure du plexus d'Auerbach, il suffit de se reporter à la figure 77, planche XXIX de l'atlas qui accompagne l'ouvrage de Klein, Brunton, Foster et Sanderson, cité plus haut. Cette figure représente le plexus d'Auerbach de l'intestin grêle d'un fœtus humain traité par le chlorure d'or.

*Trame lamineuse des ganglions sympathiques.*

Nous n'avons rien à ajouter, à propos de la trame lamineuse des ganglions sympathiques, à la description que nous avons donnée de cette même trame dans les ganglions cérébro-spinaux. La nature et la disposition de ce tissu est identiquement la même dans les deux sortes de ganglions.

*Résumé.*

Si nous cherchons à résumer les faits que nous avons exposés sur la structure intime des cellules ganglionnaires, tant spinales que sympathiques, nous verrons

Bimar.

4



que ces cellules sont constituées par une masse plus ou moins volumineuse de protoplasma, dans toutes les parties duquel sont également réparties des granulations réfringentes. En outre de celles-ci, on y rencontre encore une masse compacte de granulations de pigment jaune, limitée à un seul côté de la cellule. Le noyau de la cellule ganglionnaire est plus ou moins arrondi, plus ou moins gros, mais dans tous les cas il y a un rapport direct entre sa taille et celle de la cellule. Il est homogène, dépourvu de membrane d'enveloppe et renferme un nucléole homogène et à contours nets.

Telle est la structure générale des cellules ganglionnaires de l'homme et des mammifères supérieurs. Les cellules des ganglions spinaux se distingueraient de celles des ganglions sympathiques par leur volume beaucoup plus considérable et par l'existence d'un seul prolongement, tandis que la cellule sympathique serait au moins bipolaire, le nombre de ses prolongements pouvant même être quelquefois de douze.

Le prolongement doit être considéré comme une sorte d'expansion du corps cellulaire: il en a, en effet, dès son point d'émergence, tout l'aspect, mais peu à peu il se modifie, et sa structure se rapproche davantage de celle du cylindre-axis et finit par s'identifier avec elle. Le prolongement se continue donc avec le cylindre-axis d'un tube nerveux et la gaine de Schwann qui enveloppe ce dernier se continue de même autour du prolongement et de la cellule elle-même sous forme de gaine élargie, puis de capsule qu'à l'état vivant le corps cellulaire remplit exactement et que tapisse inté-



rieurement une assise cellulaire identique par son aspect et ses réactions à celles que l'on rencontre à la surface des séreuses et à la face interne des vaisseaux.

En outre des fibres nerveuses qui se mettent directement en relation avec les cellules ganglionnaires, il en est d'autres qui ne font que traverser le ganglion sans entrer en connexion avec aucune cellule.

M. Cadiat (1) a fait tout récemment chez les invertébrés des observations que nous croyons devoir rappeler ici, car elles sont entièrement concordantes avec ce que nous avons dit plus haut. « Les grosses cellules des ganglions, qui atteignent le volume de 1/5 à 1/4 de millimètre, ont, dit-il, des prolongements à peu près aussi larges que les plus gros tubes nerveux périphériques, jusque dans lesquels on parvient à les suivre, comme autant de fibres remplissant le tube ou gaine homogène. »

M. Cadiat a bien voulu nous communiquer ses dessins et nous avons pu nous convaincre que chez un crustacé comme le *Maia squinado*, ou chez un Mollusque comme l'*Helix pomatia*, la structure des cellules ganglionnaires ne diffère pas sensiblement de ce qu'elle est chez l'homme et les mammifères. Chez le *Maia*, le corps cellulaire est partout régulièrement granuleux, sauf au point d'où part le prolongement unique de la cellule. Celui-ci est strié en long comme le cylindre-axe des nerfs des mammifères, surtout après l'action de l'acide azotique, et cette striation s'étend jusque

(1) Note sur la structure des nerfs chez les invertébrés, in *Compt. rend.*, 3 juin 1878, n° 22, p. 1420.



sur une partie du corps de la cellule ganglionnaire.  
Les cellules de l'escargot présentent de grosses granulations pigmentaires jaunes et on en rencontre par places de semblables sur le trajet des nerfs.



### *Développement.*

La question de l'origine des ganglions nerveux est encore actuellement l'objet de contestations. Les auteurs se divisent en deux groupes bien tranchés : les uns adoptent l'opinion ancienne de Remak, de Rathke, etc., qui fait développer les ganglions spinaux aux dépens des prévertèbres. Les principaux défenseurs de cette première manière de voir sont, de nos jours, Kölliker en Allemagne, Foster et Balfour en Angleterre, Pouchet et Tourneux en France.

Kölliker (1) affirme donc que les ganglions spinaux dérivent des prévertèbres. Il représente dans sa figure 145 les ganglions spinaux chez un embryon de poulet au quatrième jour du développement,

Foster et Balfour abondent dans le sens de Kölliker, et des embryologistes anciens. « Chaque protovertèbre, écrivent-ils (2), après avoir donné naissance à une plaque musculaire, se partage en outre en deux parties, dont l'une est le rudiment du ganglion rachidien..... » La figure 47 donne une bonne idée des rapports du ganglion avec la moelle et la racine antérieure, chez un embryon de poulet à la fin du quatrième jour.

Pouchet et Tourneux (3) décrivent également les cel-

(1) *Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* Leipzig, 1876, p. 217.

(2) *Eléments d'embryologie, édition française.* Paris, 1877, p. 179.

(3) *Précis d'histologie humaine et d'histogénie, 2<sup>e</sup> édition.* Paris, 1878, p. 370.



lules ganglionnaires comme dérivant des cellules qui ont formé à l'origine le centre de la prévertèbre.

Les livres d'embryogénie ne donnent que fort peu de renseignements sur l'apparition et le développement du système nerveux périphérique. Il est facile, cependant de s'assurer que, même en dehors des prévertèbres qui donnent naissance aux ganglions, le système nerveux périphérique présente un développement à la fois considérable et précoce, on peut dire qu'il constitue presque avec l'axe cérébro-spinal, les prévertèbres et le cœur, les premiers organes de l'embryon, distincts comme tels.

Pouchet et Tourneux (1) ont eu l'occasion de faire relativement à ce sujet quelques observations et les chiffres suivants, que nous leur empruntons, ne sont pas sans intérêt au point de vue du développement des ganglions spinaux et de leur dimension chez un embryon encore aux premiers stades de sa formation. Sur un embryon de mouton de 18 mm., une coupe passant par le foie, le corps de Wolff et la glande génitale donne les dimensions suivantes :

Ganglion spinal	300 sur 500 $\mu$ .
Racine sensitive au moment où elle abandonne le ganglion.	50 $\mu$ .
Racine motrice au même niveau.	41 $\mu$ .

Ces chiffres montrent clairement qu'aux premiers âges de la vie embryonnaire les ganglions sont, comparativement aux nerfs, extrêmement développés. Cette

(1) Société de biologie, 23 décembre 1876.



grande taille est peut-être en rapport avec l'activité fonctionnelle de ces organes, car il semble rationnel d'admettre que c'est le système ganglionnaire qui préside aux manifestations vitales de l'embryon, surtout à un âge où le cerveau et la moelle sont à peine développés ou trop peu développés pour pouvoir jouer le rôle directeur qui leur sera dévolu plus tard.

Encore un argument en faveur de l'opinion qui consiste à faire provenir les ganglions des prévertèbres, ce serait, comme nous le faisait récemment remarquer M. G. Pouchet, que, chez l'embryon du premier âge, les nerfs rachidiens naissent de la moelle en série continue et se disposent en éventails. Or, ces éventails sont juste de la largeur des prévertèbres et leur correspondent. Cette disposition est surtout bien apparente quand on examine de dos un embryon peu avancé chez lequel les nerfs forment seuls la charpente des parois thoraciques.

La seconde opinion relative au développement des ganglions nerveux est celle qui consiste à faire dériver ces organes, non plus aux dépens du feuillet moyen, comme dans le cas précédent, mais bien aux dépens du feuillet externe du blastoderme.

C'est une idée que M. Robin a émise et défendue depuis longtemps. Pour cet éminent anatomiste, les ganglions spinaux, et vraisemblablement aussi les ganglions sympathiques, proviendraient de bourgeons poussés par l'ectoderme au milieu des éléments du mésoderme.

Cette manière de voir trouva d'abord peu d'adhérents.



Mais dans ces dernières années, elle fut adoptée par His, par Schenk et par Milnes Marshall.

Suivant His, on voit, vers le troisième ou le quatrième jour de l'incubation chez l'embryon de poulet, l'épiblaste externe pousser, de chaque côté de la moelle, des bourgeons profonds, surtout apparents aux intervalles compris entre les prévertèbres. Ils se séparent bientôt de l'épiblaste, pour former des groupes de cellules qu'on voit triangulaires sur une section transversale; ils sont situés entre la moelle et les prévertèbres et recouverts de l'épiblaste. Ces groupes de cellules deviendraient les ganglions spinaux : ils pousseraient intérieurement des prolongements qui iraient rejoindre le canal médullaire, et extérieurement d'autres prolongements qui formeraient les nerfs au-delà des ganglions.

Schenk (2) a vu que chez les Batraciens les ganglions intervertébraux se développent aux dépens d'un bourgeon latéral du système nerveux central, ainsi que le ganglion de Gasser, un ganglion du facial, le ganglion cochléaire et un ganglion de l'orbite. Quand ces bourgeons se séparent du système nerveux central, ils restent cependant réunis au cerveau ou à la moelle, une partie de leurs cellules se différenciant en fibres nerveuses.

Dans une autre publication, Schenk (3) émet encore

(1) Die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig, 1868.

(2) Die Entwicklungsgeschichte der Ganglien und des Lobus electricus, in Wiener Akad. Sitzungsber. LXXIV, 1871.

(3) Lehrbuch der vergleichenden Embryologie der Wirbelthiere. Vienne, 1874, p. 37.



la même opinion relativement à l'origine des ganglions nerveux. Il est seulement à regretter qu'il ne soit pas entré dans quelques détails. « On peut, dit-il, considérer les éléments qui forment le système nerveux comme des matériaux qui serviront à former les ganglions. »

Hensen (1) fait également dériver les ganglions spinaux de la substance médullaire. La figure 54 de la planche 41 représente, chez un embryon de lapin arrivé environ au onzième jour, une coupe transversale faite au niveau du quart postérieur de la moelle. En étudiant de près cette coupe, on assiste à la naissance d'un ganglion spinal. La moelle a déjà une coupe ovale, mais les prévertèbres sont encore en contact avec elle : elles en sont seulement séparées par une très-mince couche de cellules du tissu lamineux embryonnaire accolées à la membrane prima de la moelle pour former les enveloppes de celle-ci. A la partie postérieure, on voit des cellules spéciales s'insinuer entre la moelle et la prévertèbre : elles proviennent de la moelle, s'amassent en une masse assez compacte, appliquée contre le canal médullaire, et réunie encore à celui-ci par des filaments qui serrent les nerfs de la racine postérieure. Du pôle opposé de cette masse cellulaire, qui est le ganglion, partent d'autres filaments, qui seront les parties périphériques du nerf.

Tous les ganglions cérébro-spinaux ne se formeraient pas de cette manière. Hensen (2) a vu en effet

(1) Beobachtungen über die Befruchtung und Entwicklung des Kaininchens und Meerschweinchens, in His' und Braune's Zeitschrift für Anat. u. Entwicklungsgeschichte. I, 1876.

(2) Referat über Böltcher, in Tröltsch's Archiv. für Ohrenheilkunde, II.



que le ganglion cochléaire provient de l'épithélium du limaçon.

A. Milnes-Marshall décrit (1) chez l'embryon de poulet du deuxième jour, avant l'occlusion du canal neural, un petit amas de cellules sphériques, situé dans l'angle que forme l'épiblaste en se recourbant pour se continuer avec le canal neural. Cette crête neurale (*neural ridge*), ne se développe point directement aux dépens de l'épiblaste externe ou du canal neural, mais bien aux dépens de l'angle rentrant qui les sépare l'un de l'autre. Quand l'occlusion du système nerveux s'est effectuée, les deux crêtes neurales restent en connexion avec celui-ci, mais se séparent complètement de l'épiblaste.

Ce sont elles qui donneront naissance aux nerfs. A la moelle épinière, elles deviennent plus spécialement les racines postérieures.

Chez un embryon de poulet à la quarante troisième heure (2), on voit sur une coupe transversale passant par la première prévertèbre, c'est-à-dire au niveau du premier nerf spinal, la racine postérieure s'étaler exactement au-dessous de l'épiblaste externe et s'avancer jusqu'entre celui-ci et la prévertèbre.

Sur des coupes de la région dorsale d'un autre embryon au troisième jour (3), la racine postérieure ne

(1) On the Early Stages of Development of the Nerves in Birds, in *Journal of Anatomy and Physiology*, XI, 1877.

Development of the Cranial Nerves in the Chick, in *Quarterly Journal of Microscopical Science*, XVIII, 1878.

Voir aussi, dans la *Revue internationale des sciences*, n° 49, p. 592, une analyse de ce dernier travail par M. Raphaël Blanchard.

(2) *Journal of Anatomy*, etc., pl. XX, fig. 6.

(3) *Ibid.*, fig. 7.



semble pas s'être développée beaucoup, mais elle a manifestement changé de direction. Au lieu de s'étaler encore à la surface du corps de l'embryon, elle s'est accolée contre la surface de la moelle et tend à s'insinuer entre celle-ci et la prévertèbre. La prévertèbre est toutefois, comme chez l'embryon de la quarante troisième heure, encore en contact avec les faces latérales du canal médullaire. Elle présente à son sommet un certain nombre de cellules mésoblastiques isolées, qui à première vue semblent différer très-peu des cellules dont se compose la racine postérieure, mais qui cependant s'en distinguent par leur forme irrégulière, par leur tendance à pousser des prolongements et par la teinte moins foncée qu'elles prennent dans l'hématoxyline.

Chez un embryon au quatrième jour (1), la racine postérieure se montre considérablement plus développée; elle s'est allongée de chaque côté, au contact interne du canal neural, entre celui-ci et la prévertèbre. Au niveau de la prévertèbre, elle s'est renflée considérablement, pour former le ganglion spinal.

Des deux opinions que nous venons de rapporter relativement à l'origine des ganglions nerveux, plus spécialement des ganglions cérébro-spinaux, laquelle est exacte? C'est une question qu'il ne nous appartient point de trancher. Nous devons seulement exposer les théories se rapportant à ce sujet et ayant cours actuellement dans la science.

(1) Ibid., fig. 8.



## SECONDE PARTIE

### PHYSIOLOGIE.

Dans cette seconde partie de notre travail nous nous occuperons d'abord de l'influence des ganglions nerveux en général, comme centres trophiques des nerfs avec lesquels ils sont en connexion.

Quelques mots seront consacrés à l'examen du rôle trophique qu'ils semblent jouer, d'après certains auteurs, vis-à-vis d'autres organes.

Nous étudierons ensuite séparément la physiologie des deux ordres de ganglions nerveux :

1° Des ganglions cérébro-spinaux.

2° Des ganglions sympathiques.

Nous envisagerons ces derniers d'abord sous le point de vue de leurs propriétés, puis comme centres réflexes d'innervation, transformant les excitations sensitives en excito-motricité. A cet égard, nous les considérerons : 1° pris isolément ; 2° réunis en groupes comme dans l'appareil ganglionnaire intestinal.

Nous nous occuperons ensuite des relations fonctionnelles qui existent entre les centres nerveux supérieurs et les ganglions, et nous serons ainsi amené à parler du rôle de ces derniers organes comme centres d'arrêt ou modérateurs.

Enfin, dans un dernier chapitre, nous résumerons les nombreuses expériences qui ont été faites sur l'appareil ganglionnaire du cœur, ce qui nous permettra de discuter encore la question des centres modérateurs.

---



DES GANGLIONS NERVEUX CONSIDÉRÉS COMME CENTRES  
TROPHIQUES DES NERFS.

Les ganglions nerveux jouent, par rapport aux nerfs avec lesquels ils sont en connexion, le rôle de centres nutritifs. Avant A. Valler, on avait déjà remarqué que les nerfs séparés des centres subissent une altération particulière, mais c'est au physiologiste anglais que nous devons les données les plus précises sur cette question.

Notons d'abord que c'est la portion du nerf comprise entre la section et la périphérie qui s'altère, le segment attenant au ganglion demeurant intact.

Voyons maintenant en quoi consiste cette altération : d'abord les fibres nerveuses perdent de leur transparence ; vers le huitième jour leur contenu offre un aspect manifestement trouble ; la myéline s'étend de distance en distance et tend à se segmenter. Vers le dixième jour, quelquefois, plus tôt, elle subit une véritable dislocation, une division en segments de différentes longueurs ; elle se coagule en petites masses. Les jours suivants, la segmentation continue et la myéline finit par se transformer en une foule de gouttes d'aspect graisseux renfermées dans la gaine de Schwann ; ces gouttes plus ou moins arrondies augmentent en nombre ; diminuent en volume et finissent par constituer de fines granulations qui disparaissent en dernier lieu.

Alors la gaine de Schwann revient sur elle-même, présentant des noyaux multiples très-visibles (au bout de deux ou trois mois). Quant au cylinder-axis, Waller



avait observé sa disparition. Schiff, constata qu'il était conservé dans des fibres nerveuses coupées depuis cinq mois, et M. Vulpian (1) reconnut l'existence de ce filament au bout de plus de six mois.

Mais les recherches récentes de cet observateur ont montré que dans les tubes nerveux en voie d'atrophie ce filament disparaissait au bout d'un mois ou six semaines.

Comment expliquer l'altération que nous venons d'étudier? Dira-t-on, avec certains auteurs, que les fibres nerveuses ainsi séparées des ganglions s'altèrent par suite de la suppression de leurs fonctions? Mais les expériences bien connues de Waller sur les racines des nerf rachidiens réfutent cette hypothèse. « Il s'agit là, comme le dit M. Vulpian, d'une perturbation de la nutrition des fibres nerveuses; et comme l'altération, lorsqu'on coupe le tronc d'un nerf ne se produit qu'entre le lieu de la section et la périphérie, tandis que le bout central conserve son état normal, on est conduit à penser que les fibres nerveuses ont leur nutrition soumise aux centres nerveux, qui joueraient, par rapport à elles, le rôle de centres nutritifs. »

Nous ne croyons pas devoir nous étendre plus longuement sur cette question, ni étudier les phénomènes de régénération des nerfs ainsi altérés; qu'il nous suffise de dire que les différents ganglions du système nerveux de la vie animale et du système nerveux de la vie végétative partagent leurs fonctions trophiques avec le centre cérébro-spinal. Nous ajouterons enfin que

(1) Leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux, 1866.



Waller a tiré de ses expériences un parti très-précieux pour l'étude de la distribution exacte des fibres nerveuses que le scalpel de l'anatomiste ne pouvait suivre au milieu de certaines anastomoses et de certains plexus inextricables. Si l'on sectionne, en effet, sur un animal vivant, un nerf au-dessus de son anastomose avec un autre (entre son centre trophique et la périphérie) l'altération qu'il subit quelques jours après la section permet de reconnaître ses fibres au milieu de celles de l'autre nerf resté sain, et de les suivre, à l'aide du microscope, jusqu'au niveau de leur terminaison. Ce mode d'investigation, dû au physiologiste anglais, constitue une méthode précieuse qui a rendu de grands services à l'anatomie et qui est connue sous le nom de méthode Wallérienne.

Indépendamment du rôle trophique que les ganglions nerveux jouent à l'égard des nerfs avec lesquels ils sont en connexion, nous mentionnerons certains faits cliniques et anatomo-pathologiques qui paraissent démontrer que certains ganglions exercent aussi une influence trophique sur des organes divers.

M. Charcot (1) cite à ce propos plusieurs observations dans lesquelles certaines lésions cutanées, telles que le zona, ont pu être rattachées à des altérations des nerfs et des ganglions spinaux. Dans une de ces observations empruntée à E. Wagner, l'altération était limitée aux ganglions spinaux, sans participation de la moelle des racines spinales tant antérieures que postérieures, et même des nerf intercostaux.

(1) Charcot. Leçons sur les maladies du système nerveux, faites à la Salpêtrière, 1877.



Il s'agit d'un phthisique qui, dans les derniers temps de sa vie, présenta une éruption de zona, siégeant sur les parties correspondantes aux neuvième et dixième nerfs intercostaux du côté gauche. On reconnut à l'autopsie une carie de la colonne vertébrale avec lésions de la dure-mère... « Bien que ces lésions parussent aussi prononcées à droite qu'à gauche, cependant les 9<sup>e</sup>, 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> ganglions dorsaux du côté gauche étaient seuls tuméfiés et présentaient seuls des altérations appréciables au microscope. Dans ces trois ganglions les cellules nerveuses avaient disparu, et, au voisinage immédiat des alvéoles où elles se logent, on reconnaissait tous les caractères de la prolifération conjonctive anormale poussée à un haut degré. »

Outre ces faits relatifs à des altérations des téguments consécutives à des lésions ganglionnaires, la pathologie renferme aussi un grand nombre d'exemples de lésions trophiques, périphériques, œdèmes, lésions articulaires, etc., dues probablement à la même cause. MM. Von Baerensprung, Ollivier, Charcot, ont cité des observations de ce genre fort remarquables.

M. Couty (1) a publié les intéressants résultats d'une série de recherches expérimentales sur les racines postérieures médullaires des nerfs rachidiens chez la grenouille.

Sur plus de 40 grenouilles à qui il avait sectionné les racines postérieures, M. Couty n'a obtenu des résultats que chez 3 de ces animaux :

Chez le premier, il y eut œdème persistant, mais plus

(1) M. Couty. *Gazette médicale de Paris*, 1876, p. 256.



ou moins marqué, suivant les jours, gonflement considérable des extrémités du tibia et du fémur qui concourent à la formation du genou, et rougeur de ces parties ; enfin épaissement, infiltration et injection de la synoviale.

Sur une deuxième grenouille, tuméfaction du genou, avec œdème léger du membre correspondant ; au moment de la mort, les lésions étaient moins marquées que chez la première.

Chez la troisième, œdème général dans le membre anesthésié, plus ou moins appréciable suivant les jours.

Recherchant alors la cause des troubles observés exceptionnellement dans ces trois cas, M. Couty est porté à rejeter l'idée d'une myélite et à attribuer les accidents arthropathiques à une lésion des ganglions intra-vertébraux.

« M. Vulpian l'a prouvé, dit l'auteur, les nerfs n'ont par eux-mêmes aucune propriété spéciale : ils ne fonctionnent, bien plus ils ne se nourrissent qu'en vertu de rapports avec des centres spéciaux ; or, les nerfs dits sensitifs ont pour centres trophiques les ganglions intra-vertébraux, et il est tout naturel d'expliquer par une altération de ces centres, non-seulement la dégénérescence des fibres sensitives, mais encore certaines lésions des tissus qu'elles innervent. Les ganglions postérieurs doivent jouer, par rapport au nerf sensitif et aux tissus correspondants, le rôle des cornes antérieures, par rapport au nerf moteur et au tissu musculaire...

« Nous pouvons donc résumer ainsi les résultats de nos expériences : La section des racines postérieures

Bimar.

16



médullaires n'a aucune influence appréciable sur la nutrition des parties correspondantes, parce qu'elle n'interrompt pas les rapports des nerfs centripètes et des tissus avec leurs centres trophiques.

« S'il se produit, dans quelques cas, des altérations des tissus osseux ou cellulaire, elles doivent être expliquées probablement par une lésion du ganglion intra-vertébral. »

#### GANGLIONS CÉRÉBRO-SPINAUX.

Le rôle trophique des ganglions nerveux, dont nous venons de parler, est commun aux ganglions du système cérébro-spinal et à beaucoup de ganglions du grand sympathique. Ce rôle est le seul que l'on puisse aujourd'hui attribuer aux premiers. Les ganglions spinaux sont les centres trophiques des racines postérieures et des voies de passage pour la sensibilité. C'est tout ce que l'on sait de positif sur leurs fonctions. L'expérimentation n'a encore rien appris de plus à leur sujet.

« Il est difficile d'admettre, dit M. Vulpian, qu'une si grosse masse de cellules nerveuses n'ait pas d'autre usage... Cependant il nous est impossible de décider si les ganglions rachidiens ne sont pas le lien d'origine d'un certain nombre de fibres nerveuses, concourant d'une façon spéciale à l'innervation des vaisseaux. »

#### GANGLIONS DU GRAND SYMPATHIQUE.

*Sensibilité des ganglions.* — On admet généralement



aujourd'hui la sensibilité des ganglions du grand sympathique, du moins pour quelques-uns d'entre eux. Pour s'éclairer sur cette question, fort délicate du reste, Longet (1) irrita sur plusieurs chiens les ganglions semi-lunaires, en ayant soin d'éviter la lésion des pneumo-gastriques ou des nerfs spinaux, par l'intermédiaire des nerfs splanchniques. Presque chaque fois l'animal manifesta des signes de douleur, moins vive cependant qu'à la suite de l'excitation d'un nerf de sensibilité de la vie animale. Du reste, les ganglions ne sont pas également sensibles. Le plexus cœliaque, puis les ganglions thoraciques le sont plus que le ganglion cervical supérieur (Béclard) (2).

*Motricité des ganglions.* — D'après Longet, l'excitation des ganglions sympathiques donnerait lieu à des phénomènes de mouvement dans les muscles viscéraux auxquels ils envoient leurs rameaux. En effet, lorsqu'on ouvre l'abdomen d'un animal vivant, tel qu'un chien, la masse intestinale, sous l'influence de l'air atmosphérique, s'anime de mouvements très-actifs qui, peu à peu, diminuent et deviennent très-faibles. Il suffit alors de toucher les ganglions solaires avec un morceau de potasse caustique pour voir ces mouvements reprendre toute leur énergie.

*Des ganglions sympathiques envisagés comme centres réflexes d'innervation.* — Winslow, Bichat et d'autres ana-

(1) Longet. Anatomie et physiologie du système nerveux, t. II.

(2) Béclard. Traité élémentaire de physiologie.



tomistes, pensaient que le sympathique était indépendant du système cérébro-spinal, et que ses ganglions étaient tout autant de petits cerveaux pouvant transmettre leur influence aux différents organes, sans le concours de l'axe céphalo-rachidien.

Pour Scarpa, Legallois et d'autres physiologistes, le grand sympathique et ses ganglions seraient tout à fait sous la dépendance du système nerveux de la vie de relation.

Or, voyons ce que dit l'expérimentation : On sait que, lorsqu'on arrache le cœur de la poitrine d'un animal vivant, cet organe continue à battre plus ou moins longtemps, suivant que l'animal est à sang chaud ou à sang froid. En pareil cas, le cœur d'une grenouille peut battre pendant des heures entières. Ce curieux phénomène s'explique, d'après la plupart des physiologistes, par l'existence de ganglions nerveux dans l'épaisseur au voisinage du cœur. Ces ganglions envoient dans les parois de l'organe deux ordres de fibres ; les unes, centripètes, allant de l'endocarde aux ganglions, et les autres centrifuges, allant des ganglions aux faisceaux musculaires du cœur. Ainsi se trouve constitué un véritable appareil réflexe, dont les ganglions sont le *centre excito-moteur*.

Cl. Bernard, par des expériences devenues classiques, s'est attaché à démontrer que le ganglion sous-maxillaire pouvait agir comme centre réflexe dans la sécrétion de la salive de la glande à laquelle il est en quelque sorte annexé. On sait que le ganglion sous-maxillaire est appendu au tronc tympanico-lingual, dans le point où ce nerf cotoie la glande sous-maxillaire. De ce



ganglion partent des filets destinés à la glande salivaire.

Si, sur un chien, chez lequel on a préalablement placé une canule dans le conduit de Wharton, on excite directement le nerf lingual, ou bien si l'on met du vinaigre sur la langue de l'animal, on voit s'écouler par la canule une quantité de salive, ce qui indique une suractivité sécrétoire de la glande. Dans ce cas, l'excitation centripète produite à la surface de la langue, ou par l'irritation du lingual, chemine par ce nerf jusqu'au noyau du trijumeau, puis passe dans une certaine région du noyau d'origine du facial, et de là par la corde du tympan à la glande sous-maxillaire.

Cl. Bernard (1) détruisit alors le circuit nerveux que nous venons d'indiquer par la section du nerf lingual, au-dessus du point d'où se détache son filet glandulaire; il sectionna, en outre, les rameaux que le grand sympathique fournit à la glande sous-maxillaire. Or, l'électrisation du lingual près de la langue détermina encore un écoulement de salive. Le grand physiologiste crut pouvoir conclure de cette expérience que l'excitation du nerf lingual, cheminant dans ce nerf jusqu'au ganglion sous-maxillaire, avait mis en jeu l'activité des cellules de ce ganglion, et que ce dernier, par les fibres excito-sécrétoires qu'il envoie à la glande, avait provoqué l'écoulement de salive observé. Ainsi, il était démontré, pour Cl. Bernard, que les ganglions du grand sympathique peuvent agir comme centres réflexes indépendants, lorsque leurs communications avec le centre cérébro-spinal sont supprimées.

(1) Cl. Bernard. Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux.



Certains observateurs, après avoir répété l'expérience précitée, n'ont pas cru devoir en tirer les mêmes conclusions. Eckart avança que la sécrétion salivaire ne se produisait en pareil cas que si l'on irritait le lingual avec un courant très-fort, tout près du ganglion sous-maxillaire, de façon à exciter le ganglion lui-même. Mais Vulpian (1) a confirmé les résultats de Cl. Bernard en excitant le lingual bien loin du ganglion. En outre, l'application d'une substance sapide, sur la langue d'un chien qui a subi la section du lingual dans le point sus-indiqué, donne également lieu à une hypersécrétion salivaire.

Schiff (2), de son côté, ne croit pas devoir admettre le pouvoir réflexe dont Cl. Bernard a doté le ganglion sous-maxillaire. D'après lui et Bidder, le bout périphérique du lingual contiendrait des filets de la corde du tympan, qui, par un trajet rétrograde, se rendraient à la glande sous-maxillaire ; ce serait l'excitation de ces filets qui déterminerait la mise en jeu de l'activité sécrétoire de la glande.

On le voit, les conclusions de Cl. Bernard sont contestées par certains physiologistes ; nous ne croyons pas cependant qu'elles aient été réfutées, et on est en droit de se demander si, comme le dit M. Vulpian, les arguments invoqués par Schiff ont la signification qu'il leur attribue.

Voici, du reste, une expérience qui démontre l'action indépendante d'un autre ganglion nerveux : Sur

(1) Vulpian. Leçons sur l'appareil vaso-moteur, 1875, t. I.

(2) Schiff. Leçons sur la physiologie de la digestion.



une grenouille, Liégeois (1) coupa toutes les racines du ganglion cervical supérieur du grand sympathique, en conservant les filets que ce ganglion fournit à l'œil, à la langue, etc. Les phénomènes oculo-pupillaires observés après cette section furent fort peu marqués. Ils devinrent, au contraire, très-intenses lorsque, quelques instants après, on eut fait l'ablation du ganglion. Ces expériences ont été renouvelées par M. Vulpian, qui a obtenu les mêmes résultats. Le ganglion cervical supérieur du grand sympathique est donc une source indépendante d'activité nerveuse pour l'iris (2).

Bien d'autres expériences de ce genre peuvent être citées. Ainsi, l'on sait que l'ablation du ganglion sympathique, dont nous venons de parler, donne lieu non-seulement à des phénomènes du côté de l'œil, mais encore à des phénomènes vasculaires dans le champ de distribution des rameaux de ce ganglion, et que, chez les grenouilles, notamment, on observe en pareil cas une dilatation des vaisseaux de la moitié correspondante de la langue et des parois buccales. Or, si à l'exemple de M. Vulpian on détruit préalablement, sur des grenouilles, le cerveau, l'isthme de l'encéphale, le bulbe rachidien et la partie antérieure de la moelle jusqu'en

(1) Liégeois. Comptes rendus de la Société de biologie, 1862.

(2) Nous trouvons dans la *Gazette médicale* une note communiquée à l'Académie des sciences, 10 juin 1878, dans laquelle M. Vulpian rend compte d'expériences faites sur le chat, qui prouvent que les fibres nerveuses dont l'excitation provoque la dilatation de la pupille ne proviennent pas toutes du sympathique cervical. M. Vulpian se croit autorisé à admettre que quelques-unes de ces fibres proviennent directement de l'encéphale, mêlées probablement aux fibres de tel ou tel des nerfs crâniens dont des rameaux entrent en connexion avec le ganglion ophthalmique.



arrière de l'origine des nerfs brachiaux ; si quelques instants après on arrache le ganglion cervical du grand sympathique, on voit immédiatement les vaisseaux se dilater dans la moitié correspondante de la langue et des parois buccales, et une rougeur plus ou moins vive envahir ces parties. Le ganglion cervical supérieur exerce donc une action bien démontrée sur les vaisseaux auxquels il envoie des filets nerveux.

D'autres ganglions exercent sur les vaisseaux une influence analogue. Lorsque sur des grenouilles, dont il avait détruit l'encéphale et la partie antérieure de la moelle jusqu'à l'origine des nerfs brachiaux, M. Vulpian coupait tous les filets que les ganglions abdominaux du grand sympathique envoient vers les nerfs destinés à l'un des membres postérieurs, ces nerfs restant intacts eux-mêmes, voici ce qu'il constatait : Du côté où les filets sympathiques étaient sectionnés, il observait une dilatation notable des vaisseaux de la membrane interdigitale. Cette dilatation se produisait même, mais moins intense, lorsque le centre nerveux cérébro-spinal avait été préalablement détruit en totalité. Enfin, la même dilatation vasculaire se montre lorsque, l'axe cérébro-spinal étant intact, on se borne à sectionner les filets sympathiques destinés aux nerfs lombaires.

Comme preuve à l'appui de l'influence que les ganglions nerveux du sympathique peuvent exercer sur d'autres organes que les vaisseaux, nous pourrions rappeler les intéressantes expériences de M. Vulpian, qui démontrent que les ganglions en question sont une source d'activité centrale plus ou moins indépendante pour les fibres nerveuses destinées aux cellules pigmen-



taires de la peau des grenouilles. L'on sait que les changements de coloration dont la peau de ces animaux peut être le siège sont dus à l'état de contraction ou de paralysie des cellules pigmentaires de cet organe. Les mouvements de ces cellules sont soumis à l'influence du système nerveux ; l'excitation des fibres nerveuses que reçoivent ces cellules les fait contracter, d'où teinte claire de la peau. La section des nerfs entraîne, au contraire, leur paralysie, et la peau acquiert alors une teinte plus foncée. Or, les expériences de M. Vulpian, instituées comme celles que nous avons citées plus haut, démontrent que les mouvements de ces cellules sont sous la dépendance des ganglions nerveux.

Voilà une série d'expériences qui prouvent que l'influence des ganglions nerveux, comme centres réflexes d'innervation, peut s'exercer indépendamment du centre cérébro-spinal. Mais il est difficile de dire si cette influence peut persister pendant quelque temps, lorsque les connexions des ganglions avec le myélocéphale ont été détruites.

En effet, si dans l'expérience de Cl. Bernard sur le ganglion sous-maxillaire, la salivation réflexe par excitation du nerf lingual ne peut se produire que pendant quelques heures ; si le cœur enlevé de la poitrine d'un animal vivant ne peut continuer à battre que pendant un temps limité, on ne peut tirer de ces faits la conclusion que les ganglions ont un pouvoir central de courte durée après leur isolement des autres centres nerveux. Les ganglions du cœur, notamment, lorsque cet organe a été arraché de la poitrine, se trouvent dans des conditions de vitalité tout à fait anormales qui entraînent

Bimar.

7



raient assurément la cessation de leur fonctionnement dans le cas où celui-ci serait susceptible de s'exercer pendant longtemps.

« Il est donc impossible, dit M. Vulpian (1), de décider d'une façon bien nette si l'indépendance fonctionnelle relative dont jouissent les ganglions du système nerveux sympathique peut être durable, ou si elle est nécessairement passagère. »

Arrivé à la fin de ce chapitre, il convient de rappeler en quelques mots les expériences que nous avons relatées, afin de résumer les divers modes d'action des ganglion nerveux envisagés comme centres réflexes.

Nous constatons ainsi les actions suivantes :

1° *Action sécrétoire.* — Expérience de Cl. Bernard sur le ganglion sous-maxillaire.

2° *Action motrice.* — Expériences de Liégeois sur le ganglion cervical supérieur. — Ganglions cardiaques qui entretiennent les battements de l'organe arraché de la poitrine. — Ganglions microscopiques situés dans l'épaisseur des tuniques des viscères : estomac, intestin, vessie, etc. Tous ces ganglions agissent en transformant les impressions centripètes qu'ils reçoivent par leurs filets afférents en excito-motricité. — Expériences de M. Vulpian sur les cellules pigmentaires de la grenouille.

3° *Action vaso-motrice.* — Expériences de M. Vulpian

(1) Vulpian, Leçons sur l'appareil vaso-moteur, p. 322.



sur divers ganglions : cervical supérieur, abdominaux, etc. Ces ganglions agissent comme centres réflexes de *tonus vasculaire* que l'on peut comparer au tonus musculaire. Assurément ils n'ont pas de spontanéité et leur activité centrifuge permanente est provoquée et entretenue par des excitations centripètes incessantes. Ces fibres centripètes sont imparfaitement connues ; il est probable qu'elles sont comprises dans celles que nous voyons pénétrer dans la paroi des vaisseaux et que le sang, circulant dans ces canaux, est l'excitant du réflexe dont le tonus vasculaire est la résultante.

Jusqu'à présent nous nous sommes occupé des ganglions nerveux pris isolément ; mais, dans certaines régions, ces organes s'agglomèrent et constituent de véritables appareils ganglionnaires. L'exemple le plus remarquable d'une pareille disposition nous est fourni par le plexus solaire et par l'appareil ganglionnaire de l'intestin.

L'on sait combien la richesse nerveuse de ce dernier organe est considérable, combien ses ganglions sont multipliés. L'on conçoit combien doivent être complexes les actes nerveux dont il est le théâtre ; or, en examinant la disposition générale de cet appareil ganglionnaire, on constate que ses nombreux ganglions sont en quelque sorte disposés en séries échelonnées depuis la chaîne fondamentale du grand sympathique jusque dans l'intestin. En remontant cette série, l'on trouve d'abord les petits ganglions des plexus de Meissner et d'Auerbach, situés dans les tuniques intestinales et



fournissant des filets à leurs divers éléments, fibres musculaires, glandes, muqueuses, etc.

Ces ganglions opèrent chacun dans une circonscription restreinte, où ils conservent une indépendance relative; ils président aux réflexes qui s'accomplissent dans une région limitée, mais ils subissent, par groupes, l'influence de ganglions plus volumineux qui régissent déjà un territoire plus vaste comprenant plusieurs circonscriptions. Viennent ensuite les ganglions du cordon fondamental, dont l'action rayonne sur une plus grande étendue, mais qui, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, subissent eux-mêmes la haute direction de la moelle.

Ainsi, lorsque l'intestin est détaché, ses mouvements sont irréguliers; ils portent sur des points plus ou moins éloignés les uns des autres, parce qu'ils se passent dans la sphère d'action des petits ganglions. Au contraire lorsque l'appareil ganglionnaire est intact, les mouvements intestinaux sont coordonnés et concourent à un même résultat : la progression des matières alimentaires en cours de digestion (Poincaré).

Ce fait nous paraît de nature à bien faire comprendre le résultat de la mise en jeu de l'activité d'un appareil ganglionnaire en général; mais là ne se bornent point ses fonctions; nous pourrions montrer qu'indépendamment des actes musculo-moteurs dont nous venons de parler, les ganglions intestinaux président encore à des réflexes sécrétoires et vaso-mo-

(1) Leçons sur la physiologie normale et pathologique du système nerveux, 1873.



teurs identiques à ceux que nous avons étudiés plus haut. Budge enlève le plexus solaire d'un animal (un lapin) et cette opération est suivie d'un flux intestinal très-considérable. Armand Moreau détruit les nerfs d'une portion de l'intestin comprise entre 2 ligatures (chez le chien), et constate qu'après quinze, dix-huit, vingt, vingt-quatre heures, l'anse intestinale est remplie d'un liquide qu'elle ne contenait point auparavant et qui a les caractères du liquide diarrhéique.

D'après M. Vulpian (1) « il y aurait à la fois dans ces sortes d'expériences dilatation vasculaire (par paralysie des nerfs vaso-constricteurs et par excitation des vaso-dilatateurs) et action exagérée des nerfs sécréteurs. » Ces phénomènes seraient la conséquence de la suppression de l'influence modératrice que les ganglions intra-pariétaux de l'intestin reçoivent des nerfs intestinaux.

D'après le même auteur la diarrhée par indigestion serait la conséquence d'un acte réflexe ayant l'intestin pour point de départ et pour point d'arrivée, et ne dépassant pas les centres nerveux intra-abdominaux.

#### RELATIONS DES GANGLIONS SYMPATHIQUES AVEC L'AXE NERVEUX CÉPHALO-RACHIDIEN.

L'on admet généralement aujourd'hui que le système du grand sympathique est tributaire du système

(1) Cours professé à la Faculté de Paris (année 1874), XI<sup>e</sup> leçon, p. 96.



nerveux céphalo-rachidien, et que ses racines plongent dans la substance grise du myélencéphale.

Si l'on examine, dans la région thoracique, le mode de constitution des chaînes ganglionnaires du grand sympathique, on constate facilement que chaque ganglion nerveux est uni, par sa partie externe, au nerf intercostal situé au-dessus de lui. Ces rameaux d'union entre des nerfs de la vie de relation et les ganglions nerveux, existent dans toute la longueur de la chaîne ganglionnaire avec des variétés de disposition qui n'ont pas une grande importance au point de vue du sujet qui nous occupe en ce moment. Ils sont connus sous le nom de rameaux communicants.

Ces rameaux renferment divers ordres de fibres. Les unes se portent du ganglion vers le nerf intercostal et accompagnent ensuite ce nerf vers la périphérie pour se distribuer aux vaisseaux de la région correspondante. Les autres, après avoir atteint, comme les précédentes, le nerf intercostal, se dirigent vers la moelle épinière en suivant les racines du nerf en question. Parmi ces fibres nerveuses, unissant le ganglion à la moelle, il y a à distinguer deux ordres de filets : 1° des filets allant du ganglion à la moelle et destinés aux vaisseaux de cet organe ; 2° des filets allant de la moelle au ganglion et constituant les origines médullaires du sympathique.

Ces distinctions délicates entre les filets des rameaux communicants ont été surtout établies par l'expérimentation physiologique. Quelques faits intéressants ont pu être déduits, il est vrai, de l'application de la méthode Wallérienne, mais ils ne sauraient justifier à eux seuls les conclusions que les expérimentateurs ont



eru pouvoir avancer. Courvoisier, Schiff, Giannuzzi, après avoir sectionné, chez divers animaux, à leur partie moyenne, les rameaux communicants, ont pu s'assurer, au bout de quelques jours, que les fibres attenant au ganglion étaient presque toutes dégénérées, tandis que l'extrémité centrale du même nerf renfermait un grand nombre de filets ayant échappé à l'altération. Ces expériences prouvent que la plupart des fibres des rameaux communicants ont leur centre trophique dans la moelle épinière, mais on ne peut en conclure qu'elles y aient aussi leur centre fonctionnel.

En présence de cette difficulté réelle qu'il y a à établir anatomiquement les origines médullaires du grand sympathique, on ne peut s'empêcher de reconnaître combien était peu fondée l'hypothèse de Jacobowitch, qui plaçait ces origines dans la colonne vésiculaire de Clarke, sans pouvoir baser son opinion sur aucune preuve positive.

Interrogeons maintenant l'expérimentation physiologique et voyons ce qu'elle nous apprend : Si l'on coupe sur un animal les racines des nerfs destinés au membre antérieur ou postérieur on constate une dilatation vasculaire dans le membre correspondant.

La galvanisation du bout périphérique des nerfs coupés détermine au contraire une constriction des mêmes vaisseaux. Dans le premier cas, il y a eu cessation d'action des nerfs vaso-moteurs provenant de la moelle, par suite de la section ; dans le second cas, l'excitation du bout périphérique de ces nerfs a remplacé, en quelque sorte, l'action médullaire ; en somme, paralysie et action vaso-motrice, voilà les deux faits qui



ressortent de l'expérience. Les physiologistes en ont conclu que la moelle, dans sa substance grise, renferme les origines du système nerveux grand sympathique, non-seulement pour ce qui concerne les nerfs vasomoteurs, auxquels se rapporte spécialement l'expérience que nous venons de citer, mais encore pour d'autres fibres nerveuses émanant de centres réflexes spéciaux, centre cilio-spinal de Budge et Waller, centre génito-spinal de Budge, etc.

Revenons maintenant, en quelques mots, sur les relations des rameaux communicants avec les ganglions de la chaîne sympathique. Nous avons supposé précédemment que les fibres, qui, de la moelle épinière vont aux ganglions en passant par les racines du nerf rachidien et une partie de son tronc, pénétraient dans le ganglion situé immédiatement au-dessous de ce nerf. Cette disposition n'est pas tout à fait exacte. Si, comme le fait remarquer M. Vulpian, on enlève sur de petits mammifères une partie du cordon fondamental du grand sympathique thoracique, avec les ganglions de ce cordon, les rameaux communicants, les nerfs intercostaux et leurs racines, on constate, en examinant au microscope ces diverses parties, que les filets des rameaux communicants ne se jettent pas tous dans le ganglion correspondant; la plupart ne font que le côtoyer pour s'unir au delà avec le cordon fondamental du sympathique; continuant leur trajet, ces fibres se comportent de la même manière vis-à-vis des ganglions voisins et ne s'épuisent, le plus souvent, que dans des ganglions assez éloignés de leur origine à la moelle, dans certaines régions surtout.



Dans son excellente thèse inaugurale, M. le docteur François Franck (1) insiste sur cette complexité du cordon sympathique et reproduit le schéma de la composition du cordon d'après Valentin (2). On peut s'assurer par l'examen de cette figure que les fibres primitives, émanées des racines antérieures, cheminent dans ce cordon pour ne s'épanouir qu'à cinq distances vertébrales plus bas, et celles des racines postérieures à quatre. « Il se produit ainsi un cordon longitudinal qui, on le voit sans peine, n'est pas un organe simple et n'a que l'apparence de la simplicité, puisqu'il résulte d'éléments successivement dépendant des fibres primitives des divers nerfs rachidiens. »

Nous pouvons donc conclure qu'il existe entre la moelle et le grand sympathique (ou ses ganglions) des relations anatomiques très-étroites, et que de ces connexions résulte une solidarité fonctionnelle que nous voyons se manifester à tout instant, soit à l'état physiologique, soit à l'état pathologique. Pour n'en citer qu'un exemple, nous rappellerons la dilatation de la pupille déterminée par la présence d'entozoaires dans le tube digestif. Cette dilatation est la résultante d'une action réflexe dont le centre est la moelle et dont les voies centripètes et centrifuges sont représentées par le grand sympathique.

En outre, si, comme nous l'avons établi plus haut, les ganglions agissent comme centres réflexes relative-

(1) François Franck. Recherches sur l'anatomie et la physiologie des nerfs vasculaires de la tête. Thèse de Paris, 1873.

(2) Valentin. Névrologie, trad. Jourdan, 1843 (cité par M. Franck).  
Bimar. 8



ment indépendants, transformant des excitations sensibles en excito-motricité, ils n'en sont pas moins soumis à l'influence des centres nerveux supérieurs qui entretiennent, en quelque sorte, leur activité et règlent leur fonctionnement, soit pour l'activer, soit pour le retarder.

*Rôle des ganglions comme centres d'arrêt ou modérateurs.* — Nous nous trouvons ainsi amené à parler du rôle des ganglions comme centres d'arrêt ou modérateurs, question délicate et encore controversée.

Nous devons à Ludwig et à Cl. Bernard la connaissance des nerfs qui, par l'excitation de leur bout périphérique, déterminent la dilatation des vaisseaux auxquels ils se distribuent : l'électrisation du bout périphérique de la corde du tympan fait dilater les vaisseaux de la glande sous-maxillaire et de la moitié correspondante de la langue.

Ce curieux phénomène a été interprété de différentes façons par les physiologistes et a donné lieu à diverses théories que nous n'avons pas à examiner dans ce travail. Il en est une cependant que nous devons mentionner et que notre maître M. Rouget (1) a fait connaître en 1863. Pour le professeur de Montpellier, les conditions du phénomène se trouvent dans l'existence de ganglions plus ou moins développés sur le trajet des nerfs en question. L'excitation de ces nerfs fait passer à l'état de forces vives les forces de tension accumulées par la nutrition dans le ganglion ; d'où épuisement de l'organe qui devient inactif jusqu'à ce que par la nutrition il ait de nouveau emmagasiné des forces de tension.

(1) M. Rouget. Leçons orales de physiologie.



M. Vulpian (1) fait aussi intervenir les ganglions pour l'explication du phénomène qui nous occupe : « En résumé, dit-il, les nerfs vaso - dilatateurs agiraient sur les nerfs vaso - constrictors par l'intermédiaire des ganglions et des cellules nerveuses qui sont en rapport avec ces derniers nerfs. L'activité continue de ces ganglions et cellules, qui est entretenue par le centre cérébro-spinal, et qui, mettant en jeu d'une façon incessante, les nerfs vaso-constrictors, détermine et maintient ainsi le tonus vasculaire, cesserait sous l'influence de l'excitation des nerfs vaso-dilatateurs. »

Cette explication s'appliquerait à tous les phénomènes analogues à la dilatation vasculaire que nous avons prise pour exemple :

A l'arrêt diastolique du cœur consécutif à l'excitation du bout périphérique du nerf vague;

A l'arrêt des contractions intestinales que détermine l'excitation des nerfs splanchniques;

Aux nerfs érecteurs, etc.

Nous reviendrons plus loin sur ces faits là.

---

1) M. Vulpian. Leçons sur l'appareil vaso-moteur, p. 180.



#### GANGLIONS DU CŒUR.

Les ganglions du cœur sont des centres d'action réflexe, le point de départ étant l'excitation du sang (dans la circulation normale) ou l'action de l'air (quand le cœur a été arraché de la poitrine d'un animal) et dont l'aboutissant est la contraction du muscle cardiaque.

Sur ce point, pas de contestation. Ces ganglions sont le centre excito-moteur des mouvements propres du cœur.

Mais les physiologistes ont voulu distinguer entre ces ganglions et considérer les uns comme des centres d'accélération, les autres comme des centres d'arrêt; ce qui concorderait avec ce fait que l'excitation des nerfs cardiaques sympathiques accélère les mouvements du cœur, tandis que l'excitation des nerfs pneumo-gastriques arrête le cœur en diastole. Cette opinion est-elle fondée? C'est là une question importante, difficile, encore obscure, et sur laquelle nous devons insister un peu.

« Si l'on coupe ou si on lie les différentes parties du cœur, celles qui sont pourvues de ganglions continuent à battre; celles qui en sont dépourvues s'arrêtent en diastole (1).

Voilà le premier résultat d'ensemble.

Rappelons maintenant les recherches de Stannius (2):

(1) Beaunis. Nouv. élém. de physiologie humaine, p. 957.

(2) Stannius. Zwei Reihen physiol. Versuche in Arch. f. Anat. und Physiol., 1852.



1° Si l'on coupe ou si on lie le ventricule, la pointe reste immobile ; la base, l'oreillette et le sinus battent.

2° Si la coupe ou la ligature portent sur l'oreillette, le sinus et la partie attenante à l'oreillette se contractent, le reste du cœur est immobile et l'arrêt est d'autant plus long que la coupe se rapproche du sillon auriculo-ventriculaire ; puis les battements reprennent ordinairement au bout d'un certain temps, et l'on peut en tout cas les faire reparaître en excitant la base du ventricule.

3° Si la ligature est faite à la limite du sinus veineux et de l'oreillette, le sinus continue à battre ; le ventricule et l'oreillette l'arrêtent en diastole. Si, alors, on lie dans le sillon auriculo-ventriculaire, le ventricule bat de nouveau.

Les ganglions d'arrêt seraient donc au niveau de l'oreillette, et les ganglions accélérateurs à l'orifice veineux et dans le sillon auriculo-ventriculaire (1).

Poincarré rend compte des mêmes expériences et des conclusions auxquelles elles conduisent de la manière suivante : « On est arrivé à conférer le rôle de modérateur à un ganglion situé dans la cloison interauriculaire et appelé ganglion de Ludwig, celui d'accélérateurs aux ganglions de Remak et de Bidder qui sont placés, le premier à l'embouchure de la veine cave inférieure, le second dans la cloison auriculo-ventriculaire gauche. Cette détermination s'est trouvée motivée par le triple fait qu'un morceau de cœur, taillé de façon à renfermer seulement, soit le ganglion de Remak, soit

(1) Beaunis. Loc. cit.



celui de Bidder, continue à s'agiter parce qu'il se trouve exclusivement soumis à un agent excitateur ; qu'un morceau renfermant le ganglion de Ludwig, plus un seul des deux autres reste inerte, parce qu'il est soumis à deux forces opposées, qui se neutralisent ; enfin, qu'un morceau portant en lui les trois ganglions, se meut, parce que les deux ganglions accélérateurs dominent, à eux deux, l'action du ganglion d'arrêt (1). »

Volkman (2), Ludwig (3), Heidenhain (4), Bidder (5), tout en arrivant par leurs expériences à des conclusions un peu différentes des précédentes, reconnaissent toujours deux espèces de ganglions cardiaques.

« Si l'on sépare le cœur d'un reptile en deux parties à l'aide d'une coupe passant par le sillon auriculo-ventriculaire, les deux parties continuent à se mouvoir d'une manière régulière et rythmée ; mais les mouvements de la partie inférieure ne sont plus en harmonie avec ceux de la partie supérieure. Si la coupe est faite vers le milieu de la masse ventriculaire, les battements continuent dans les oreillettes et la base du ventricule ; ils cessent absolument dans la pointe du ventri-

(1) Poincaré. Le système nerveux périphérique, p. 367.

(2) Volkman. Nachweisung der Nervencentra von Welchen die Bewegung. Von Lymphund Blutgefäss Herzen Ausgeht Muller's Archiv. f. Anat. und Physiol.

(3) Ludwig. Lehrb. der Physiol. des Menschen.

(4) Heidenhain. Dispositiones de ervisorganisque centralibus cordis. Berlin, 1854.

(5) Bidder. Ueber funktionn Verschiedene und raumlich getrennte Nervencentra im Frosch herzen. Muller's Arch. f. Anat. und Physiol 1852.



eule. Aussi les auteurs précités n'hésitent-ils pas à placer dans les ganglions de Remak et de Bidder la force qui détermine les mouvements du cœur, et dans les ganglions de la cloison interauriculaire la force qui préside à la coordination de ces mouvements (1). »

On est revenu dans ces derniers temps sur ces faits et Pagliani, notamment, a renversé ces conclusions (2).

Voulant éviter l'excitation violente produite par une section brusque ou par la ligature du cœur, il pratique de toutes petites incisions, et les répète, après un intervalle de repos, aussi souvent qu'il est nécessaire pour achever la section. De treize expériences, ainsi faites sur des grenouilles, il conclut :

1° Les ganglions nerveux du cœur fonctionnent à la manière des centres dans lesquels se fait la réflexion des excitations produites sur les terminaisons sensibles dans les membranes qui revêtent la superficie et les cavités du cœur.

2° On ne saurait admettre, dans les divers ganglions du cœur, une distinction fonctionnelle d'après laquelle les uns agiraient comme des centres d'arrêt, et les autres comme des agents d'excitation des mouvements du cœur.

3° Les effets de variation dans les mouvements du cœur ou d'arrêt de ce même organe ne dépendent pas de la séparation des ganglions les uns d'avec les autres, mais bien des variations d'excitation des fibres qui pas-

(1) Chauveau et Arloing. Art. *Cœur* (Physiologie), in Dictionn. encyclop. des Sc. méd.

(2) Pagliani. Ricerche sulla funzione fisiologica dei gangli nervosi del cuore. Torino, 1874.



sent par ces ganglions, ou qui sont émanées de leurs cellules.

4° Des fibres nerveuses, diversement impressionnables, parcourent le cœur ; les unes, très-excitables et s'épuisant facilement, perdent en partie leur activité fonctionnelle par suite d'excitations un peu fortes, tandis que cette activité est conservée, et même augmentée, si les excitations sont faibles ou très-légères. Les autres, moins excitables, exigent pour être mises en activité, de fortes excitations.

5° Les fibres très-excitables se trouvent dans le sinus des veines caves et autour de l'orifice auriculo-ventriculaire. Les moins excitables entrent dans le myocarde autour du bulbe aortique et, de là, se distribuent au cœur.

Steiner (1) est revenu, au contraire, à l'idée de séparer les divers ganglions du cœur en montrant que certains poisons agissent sur un système de ganglions et pas sur l'autre :

Ainsi, de la bile tombant goutte à goutte sur la face postérieure d'un cœur de grenouille diminue le nombre des battements et, souvent, l'arrête complètement. Le sinus lui-même cesse de se contracter, ce qui n'arrive pas dans la ligature de Stannius. Si l'on excise le sinus et qu'on le recouvre de bile, le résultat est le même ; il s'arrête. Mais après avoir séparé l'oreillette du sinus et du ventricule, on constate que la bile n'arrête pas ses pulsations. Ce liquide n'affecte donc que le système

(1) Steiner. Zur innervation des Frochherzens. Reichert's und Dubois-Reymonds Arch. 1874, analysé dans la *Revue des sciences méd.*, t. VIII, p. 489.



ganglionnaire du sinus ; et n'influence point le système auriculo-ventriculaire.

Des expériences analogues faites avec de la strychnine, etc., ont donné les mêmes résultats.

L'auteur, dont nous citons les conclusions, considère, avec Bidder, les ganglions du sinus comme un centre auto-moteur, et ceux du sillon auriculo-ventriculaire comme un centre réflexe.

Ces expériences, intéressantes en elles-mêmes, ne nous paraissent pas de nature à entraîner une conviction définitive. M. Vulpian (1) a très-bien montré combien l'action des poisons du cœur est difficile à analyser et comment elle est, en général, susceptible de plusieurs interprétations différentes. Il conclut la discussion ainsi qu'il suit ; « Il nous est donc impossible de décider sur quels éléments de l'appareil nerveux du cœur agissent les poisons analogues à l'innée. »

Dans l'espèce notamment, en ce qui nous concerne, les expériences de Steiner nous paraissent tout aussi conciliables avec la théorie de Pagliani qu'avec celles de Bidder et des autres physiologistes.

Nous croyons devoir citer aussi les expériences de Merunowicz qui paraissent de nature à modifier les données généralement acceptées sur les ganglions cardiaques. — L'on admettait jusqu'ici que les centres moteurs propres du cœur se trouvent dans la paroi interauriculaire, à la base des ventricules, et que les deux tiers inférieurs du cœur ne sont pas excitables, lorsqu'ils sont séparés du reste de cet organe. Mais

(1) Vulpian. Leçons sur l'appareil vaso-moteur, t. II, p. 710.  
Bimar.



Bowditch et Luciani ont déjà ébranlé cette théorie, en démontrant que, dans certaines conditions, le ventricule possède un pouvoir auto-moteur. Merunowicz reprend cette idée, et voici comment il essaie de la démontrer expérimentalement :

Après avoir lié le ventricule au-dessous des ganglions cardiaques, il injecte un liquide composé de : une partie de sang de lapin défibriné et de quatre parties d'une solution de sel marin à 6 p. 100; après quelque temps de repos, le ventricule bat d'une manière régulière. Il se passe toujours un intervalle de dix à soixante minutes entre l'injection et la première pulsation. L'auteur pense que ce temps est nécessaire pour produire une action chimique intra-musculaire et déterminer la contraction. — Le sérum sanguin est plus apte que le sel marin à entretenir la contractilité cardiaque. Nous trouvons enfin (*Progrès médical*, 5 janvier 1878) une communication de MM. Dastre et Morat à la Société de biologie dans laquelle les auteurs rendent compte du résultat de leurs recherches sur le rythme cardiaque.

En soumettant la pointe du ventricule de la grenouille à l'action des courants artificiels. MM. Dastre et Morat ont observé :

1<sup>o</sup> *Courants continus*. L'action des courants de pile

(1) Merunowicz. Ueber die chem. Bedingungen für die Entstehung des Herzschlages Arbeit aus der Physiol. Aust zu Leipzig, 1876. Analyse in *Rev. des sc. méd.*, t. X, p.53.

(2) MM. Dastre et Morat. Société de biologie, séance du 23 décembre 1877.



peut provoquer des contractions rythmiques.... Le rythme ne paraît dépendre ni des centres nerveux, ni des ganglions de la base, mais d'une propriété du muscle cardiaque ou des terminaisons nerveuses.

2° *Courants induits.* Chaque décharge produit une systole quand l'intensité est suffisante. La répétition des décharges augmente l'aptitude du cœur à se contracter. — Lorsque la pointe a été épuisée par une série d'excitations, on lui rend sa contractilité à l'aide de quelques gouttes de vératrine.

D'après les mêmes observateurs, « la ligature de Stannius n'arrête plus le cœur d'une grenouille curarisée. D'ailleurs, l'excitation du vague étant alors inapte à arrêter le cœur, on est amené à admettre que l'arrêt de Stannius est dû à l'action sur les terminaisons du vague, en les excitant et non pas, comme on l'a dit, en séparant des parties inférieures un centre automoteur. »

La seule conclusion à tirer de tout ce qui précède est que la question n'est point encore définitivement résolue et que toute déduction trop absolue serait évidemment prématurée.

Cependant l'on peut dire, ce nous semble, que rien ne prouve que les ganglions intra-cardiaques fassent exception à la règle générale, et qu'ils aient des fonctions à part, nettement définies. — Il semble, au contraire, qu'on doit les considérer absolument comme tous les autres ganglions, c'est-à-dire comme des centres périphériques.

Ces centres sont le siège des mouvements réflexes



habituels, nécessaires au fonctionnement de l'organe. Ils reçoivent des centres placés plus haut la quantité de mouvement nécessaire à ce fonctionnement; ils l'emmagasinent et le dépensent suivant les besoins; — à cause de la provision même qu'ils ont constamment, ils peuvent entretenir pendant quelque temps, le mouvement par leur action propre; mais ils s'épuisent, dans ces conditions, quand les centres supérieurs ne leur envoient plus l'influx nécessaire.

De plus (là comme partout ailleurs), les centres plus haut placés peuvent agir sur eux dans les deux sens, pour accélérer ou pour ralentir le réflexe auquel ils président. De là, leur rôle comme intermédiaires dans toutes les actions que les différentes parties de l'économie exercent sur le cœur par l'intermédiaire du système nerveux (1).

Voilà le rôle des ganglions intra-cardiaques, ramené au rôle général des ganglions nerveux dans l'économie.

Du reste, si les ganglions interviennent toujours dans les mouvements du cœur dans les conditions ordinaires de notre existence, il ne faut cependant pas considérer leur intervention comme absolument indispensable. — C'est ainsi que, dans l'embryon, les mouvements rythmiques du cœur existent sans qu'il y ait trace de système nerveux; il en est de même chez plusieurs invertébrés (Eckard) (2); et, chez la grenouille, quand on met le muscle cœur dans certaines conditions chimiques (Merunovicz).

(1) Voy. notamment leur rôle dans l'action réciproque des vaisseaux sur le cœur et du cœur sur les vaisseaux (Vulpian, loc. cit., p. 366.

(2) Beaunis. Loc. cit.