

par des proportions numériques. Cependant, quoique tous les animaux, jusqu'à l'Infusoire, soient organisés d'une manière également parfaite sous le rapport de ce qui est nécessaire à la vie animale, on doit accorder qu'il y a une différence de perfection entre eux eu égard au développement intellectuel et à ses organes, et cette différence se révèle dans la structure du cerveau.

On voit, d'après ce qui précède, qu'une comparaison établie entre la force des nerfs et celle des parties centrales du système nerveux, prises ensemble, est peu propre à fournir des conclusions physiologiques. Il est bien vrai que, chez les animaux vertébrés inférieurs, la force des nerfs croît généralement en proportion des parties centrales; mais, pour s'exprimer d'une manière exacte, on doit dire qu'elle augmente seulement en proportion du cerveau. Un autre appareil des parties centrales, le cordon rachidien, qui non seulement sert de conducteur entre le cerveau et les nerfs auxquels lui-même donne naissance, mais encore représente une colonne chargée de force motrice, dont l'énergie correspond aux forces motrices du corps, semble être partout en rapport avec ces forces motrices sous le point de vue de sa masse (mais non de sa longueur, qui varie beaucoup) et des nerfs auxquels il donne origine. Suivant Carus, la masse de la moelle épinière est à celle du corps :: 1 : 481 dans la Lote, :: 1 : 190 dans la Salamandre terrestre, :: 1 : 305 chez le Pigeon, :: 1 : 180 chez le Rat, :: 1 : 161 chez le Chat. Il y a, chez les Poissons, des troncs nerveux, tels que le nerf trijumeau et le nerf vague, dont le diamètre excède celui du cordon rachidien. Cependant lorsque l'on veut comparer les nerfs et la moelle épinière ensemble, chez des animaux différens, il faut bien avoir égard au volume des premiers; mais, pour ce qui concerne la seconde, ce n'est pas sa grosseur seulement, c'est encore sa longueur qu'on doit prendre en considération, ou, pour mieux dire, il faut comparer sa masse entière à la somme de tous les

nerfs qui naissent d'elle. Mais alors la force des nerfs cérébraux qui proviennent des prolongemens de la moelle épinière dans le cerveau ne saurait être comparée d'une manière fructueuse à celle du cordon rachidien proprement dit, derrière l'encéphale (1).

CHAPITRE II.

De la moelle épinière.

La moelle épinière diffère déjà des nerfs sous le point de vue anatomique. Comme le cerveau, elle renferme des fibres tubuleuses. On trouve, dans son intérieur, de la substance grise, qui, sur la coupe transversale, représente une espèce de croix, de sorte que la figure se prolonge de chaque côté, en manière de cornes, dans les cordons antérieurs et postérieurs. J'ai parlé plus haut, en traitant de la structure intime des nerfs, des deux sortes de substance grise qu'elle renferme, et de la substance cendrée gélatineuse que Rolando admet dans ses cornes postérieures. La disposition de la substance blanche est toute spéciale aussi. Rachetti et Rolando ont reconnu que cette substance est partagée en

(1) Les considérations dans lesquelles je viens d'entrer, suffisent pour ouvrir la voie à une étude plus approfondie des forces dont sont doués la moelle épinière et le cerveau eux-mêmes. Les ouvrages les plus importants sur la physiologie de ces deux appareils sont ceux de Gall et Spurzheim (*Anat. et physiolog. du système nerveux*, Paris, 1810. — *Sur les fonctions du cerveau*, Paris, 1824, 6 vol. in-8.); de Tiedemann (*Anat. de cerveau*, trad. par A.-J.-L. Jourdan, Paris, 1823); de Burdach (*Vom Bau und Leben des Gehirns*, Leipzig, 1819-1826); de Carus (*Versuch einer Darstellung des Nervensystems*, Leipzig, 1811); de Desmoulins et Magendie (*Anatomie des systèmes nerveux*, Paris, 1825); de Serres (*Anat. comparée du cerveau*, Paris, 1824); de Rolando (*Saggio sopra la vera struttura del cervello*, Turin, 1828); de Flourens (*Recherches expérimentales sur le système nerveux*, Paris, 1824); de Treviranus (dans *Tiedemanns' Zeitschrift fuer Physiologie*, t. IV); de F. Leuret (*Anatomie comparée du système nerveux, considérée dans ses rapports avec l'intelligence*, Paris, 1839, in-8 et atlas in-fol.).

lamelles allant du dehors en dedans, qu'on peut rendre visibles en conservant pendant long-temps des segmens transversaux de moelle épinière dans du sel marin, et Rolando prétend qu'elle ne consiste qu'en plis superposés d'une membrane disposée à peu près comme la feuille d'un éventail, plis entre lesquels s'insinuent du dehors des prolongemens de la pie-mère, tandis qu'à l'intérieur ils sont séparés par des couches minces de substance grise. On dit que la membrane médullaire passe d'un côté à l'autre dans la commissure blanche antérieure, et que la même chose n'a point lieu en arrière.

Sous le rapport physiologique, la moelle épinière ressemble aux nerfs en ce qu'elle propage les effets de ses nerfs au cerveau, comme les nerfs cérébraux transmettent directement les leurs au sensorium commun, et qu'elle conduit aussi les actions cérébrales à ses nerfs, comme si ces derniers les recevaient immédiatement du cerveau. Mais, sous d'autres points de vue, elle diffère essentiellement des nerfs par les forces qui lui sont dévolues en sa qualité de partie centrale, et que ceux-ci ne possèdent point. Examinons de plus près ces deux propriétés.

I. La moelle épinière est conducteur du principe nerveux ou de ses oscillations.

Tous les nerfs cérébraux et spinaux sont mis, par elle, sous l'influence du cerveau, les premiers immédiatement et les autres médiatement. Dès que cette influence vient à être interrompue, les excitations des nerfs sensitifs ne parviennent plus à la conscience, et le cerveau ne peut plus exciter volontairement la force motrice des nerfs, qui sont soustraits à son empire.

Les causes qui interrompent la communication entre le cerveau et la moelle épinière, d'une part, et les nerfs, de l'autre, sont la compression exercée sur ces derniers, leur destruction, leur section, et la paralysie de leur force motrice

par des substances solubles, par exemple dans l'empoisonnement par des préparations saturnines.

Aussi souvent que de telles causes agissent sur un nerf, toutes les branches qui se détachent au dessous du point lésé sont soustraites à l'excitation volontaire de la force motrice; les muscles auxquels elles se rendent sont paralysés sous le point de vue du mouvement volontaire, et la partie cesse en même temps d'être sensible aux stimulations du dehors.

Au contraire, les branches du nerf qui naissent au dessus du point lésé ne sont point soustraites à l'influence du cerveau et des déterminations de la volonté sur leurs muscles, parce que leurs fibres primitives communiquent encore sans interruption avec l'encéphale. Par la même raison, tous les nerfs sensitifs qui naissent au dessus du point de la lésion conservent le sentiment.

La lésion d'un nerf sur un point ne détruit que la liaison avec le cerveau ou l'organe de la conscience et des excitations volontaires; les portions de ce nerf situées plus bas demeurent en jouissance de leur force motrice pendant un certain laps de temps; elles ont seulement cessé de pouvoir ressentir l'influence du cerveau. Aussi, quand on pique, écrase, brûle, cautérise, électrise ou galvanise un nerf qui a été frappé de paralysie, soit parce que l'influence cérébrale n'arrive plus jusqu'à lui, soit parce qu'il cesse de communiquer avec le cerveau, l'animal n'a aucune sensation, parce que l'irritation ne peut plus parvenir jusqu'au cerveau; mais les muscles auxquels il envoie des ramifications se contractent, parce, que si l'influence cérébrale sur la force motrice est paralysée, la force motrice des nerfs ne l'est point au dessous du lieu de la lésion. Ce n'est qu'après avoir été soustrait pendant plusieurs mois à l'influence des parties centrales, qu'un nerf perd totalement son irritabilité, comme le démontrent les expériences faites par moi et Sticker.

Ainsi, chez l'homme et les animaux supérieurs, la moelle

épineière se comporte envers le cerveau de la même manière exactement que tous les nerfs cérébraux, et elle doit être considérée comme le tronc commun de tous les nerfs du tronc, quoiqu'elle possède encore des forces particulières, dont ceux-ci sont dépourvus. Les fibres primitives de tous les nerfs du tronc tiennent par elle au cerveau, tandis que les nerfs cérébraux se rendent immédiatement à cet organe.

Les conséquences des lésions de la moelle épineière doivent être jugées d'après cela. La lésion de l'extrémité inférieure du cordon entraîne la paralysie des membres pelviens, du rectum, de la vessie; celle de l'organe à une hauteur plus considérable détermine la paralysie de ces mêmes parties et des muscles abdominaux; plus haut encore, on observe en outre celle des muscles pectoraux; au cou enfin, plus bas que la quatrième vertèbre, on voit survenir aussi celle des bras, mais non celle du diaphragme, parce que le nerf phrénique naît du quatrième cervical. La lésion de la moelle allongée paralyse le tronc entier. Lorsqu'une lésion procède de bas en haut, la paralysie suit la même marche, comme dans la phthisie dorsale. En cela donc, la moelle épineière se comporte absolument comme tronc commun des nerfs du tronc. Si l'on exerce une irritation mécanique ou galvanique sur son extrémité supérieure, on voit entrer en convulsion les muscles du tronc entier, de même qu'en irritant un cordon nerveux, on fait contracter tous les muscles qui reçoivent des branches de lui. Si l'on coupe un nerf en travers, la portion soustraite à l'influence cérébrale est susceptible, quand on l'irrite, de déterminer des contractions dans les muscles auxquels elle se distribue; de même, après la section transversale de la moelle épineière, le bout inférieur peut encore, lorsqu'on l'irrite, exciter tous les nerfs qui en naissent et agir par-là sur leurs musclés.

La moelle épineière ne remplace pas seulement tous les nerfs du tronc en masse dans le cerveau; elle y remplace aussi

toutes leurs fibres primitives, car l'affection de certaines parties de ce cordon n'interrompt que l'influence cérébrale sur certains muscles du tronc, et la lésion de certaines parties du cerveau n'entraîne non plus que la paralysie de certaines parties du tronc. Une cause qui n'agit que sur une moitié du cerveau et de la moelle épineière n'amène qu'une paralysie d'une des deux moitiés latérales du tronc, et plus la lésion est faible, moins elle attaque de cordons de la moelle épineière, moins aussi il y a de parties soustraites par elle à l'influence cérébrale. Si l'on réfléchit en outre que du cerveau dépend le nombre des muscles du tronc qui sont mis chaque fois en mouvement, il paraît découler nécessairement de là que les fibres primitives des troncs nerveux qui pénètrent dans la moelle épineière ne s'unissent pas non plus dans cette dernière, mais qu'elles continuent d'y marcher parallèlement les unes aux autres, comme dans le tronc d'un nerf, et qu'elles arrivent ainsi au cerveau, afin de pouvoir, chacune isolément, lui communiquer les impressions locales et recevoir de lui les excitations nécessaires pour donner lieu à des mouvements. En effet, si elles s'unissaient ensemble dans la moelle épineière, toute sensation locale au tronc serait aussi impossible que toute contraction isolée d'un seul muscle du tronc. D'ailleurs, la cause des convulsions qui réside dans le cerveau et la moelle épineière agit aussi sur des parties isolées du tronc, et les lésions dont certaines régions de ces centres viennent à être affectées, donnent lieu à des sensations locales dans le tronc.

Au reste, l'ordre des fibres primitives que produisent les nerfs, n'est point encore préformé à leur sortie de la moelle épineière, et il ne se manifeste que par la réunion des filets radiculaires en faisceaux. On sait que les racines antérieures et postérieures s'insèrent aux cordons antérieurs et postérieurs sur une ligne latérale qui, de chaque côté, s'écarte un peu de la ligne médiane. Les faisceaux radiculaires de la queue de

cheval s'insèrent immédiatement les uns à côté des autres sans interruption, tandis que les racines des autres nerfs semblent laisser une intervalle entre elles, attendu que les fibres s'écartent bien les unes des autres, mais que les faisceaux des racines nerveuses ne se touchent point. Il en est ainsi, en apparence, dans les lignes latérales d'insertion, où les faisceaux des fibres percent la pie-mère. Mais, à partir de la ligne d'insertion, ils s'écartent encore davantage les uns des autres, et lorsqu'on les poursuit à une plus grande profondeur, on voit que les commencemens des racines de tous les nerfs forment presque une ligne longitudinale non interrompue, de sorte que la racine d'un nerf spinal résulte seulement de la réunion d'un certain nombre de faisceaux primitifs. Si l'on fait abstraction de la réunion de ces fibres en faisceaux pour produire des troncs nerveux, et si l'on prend en considération la manière dont elles naissent, dans la moelle épinière, les unes à la suite des autres, celle dont elles demeurent isolées dans les troncs nerveux, celle enfin dont elles s'étalent dans les dernières ramifications de ceux-ci, on arrive à se représenter la moelle épinière comme un tronc formé de fibres nerveuses, de la partie antérieure et de la partie postérieure duquel sortent avec régularité, et sans nulle interruption, des millions de fibres primitives, douées les unes de force motrice, et les autres de force sensitive, qui se rendent, comme autant de rayons, à toutes les parties du corps, qui enfin, dans l'intervalle compris entre leurs origines rachidiennes et leurs extrémités périphériques, sont réunies, par des gânes, en autant de faisceaux, gros et petits, qu'il y a de nerfs rachidiens et de ramifications à ces nerfs. Mais nous avons déjà vu que cette réunion a lieu sans que les fibres primitives s'unissent ensemble et sans qu'elles puissent se communiquer leurs forces primitives.

L'anatomie comparée ne nous fournit aucune lumière en ce qui concerne les relations des nerfs avec la moelle épinière.

Nous trouvons de grandes différences dans la longueur de ce dernier organe. Chez le Hérisson, dont le muscle cutané a besoin d'une influence nerveuse considérable, tandis que la peau, armée de piquans, est peu propre à recevoir des impressions tactiles, la moelle épinière cesse de si bonne heure, que toute sa moitié postérieure manque. Chez la plupart des autres Mammifères, elle occupe presque toute la longueur du canal vertébral, et, chez le Lapin, le Cochon-d'Inde, elle s'étend jusqu'au-delà des vertèbres sacrées, nonobstant la brièveté de la queue (1), ce qui prouve que sa longueur ne dépend pas uniquement de la longueur et de la force de cet appendice. Dans le Kangaroo, dont la queue très-grosse sert plus à la progression qu'au toucher, elle n'est pas plus prolongée que dans le Chien, au dire de Desmoulins. Chez les Quadrumanes à queue préhensile, elle s'étend jusqu'aux vertèbres sacrées, en conservant encore un volume assez considérable. Le Poisson-Lune, qui a presque autant de hauteur que de longueur, semble, au premier aperçu, n'avoir pas du tout de moelle épinière; son cerveau se termine en un moignon conique extrêmement court, d'où les racines des nerfs partent, les unes à côté des autres, comme autant de cordes, en formant deux séries, l'une antérieure, l'autre postérieure. Chez la plupart des animaux, la moelle épinière est un cordon qui ne diminue pas à mesure que des racines de nerfs s'en échappent, comme on le voit surtout chez les Poissons et les Chéloniens, et qui conserve encore à sa partie inférieure un volume presque égal à celui qu'il présente à sa partie supérieure. Il est donc vraisemblable que les fibres primitives de ce cordon, venant du cerveau, fournissent bien les fibres radiculaires des nerfs dans les points correspondans à ceux-ci, mais qu'elles continuent de se porter plus loin dans le cor-

(1) *Loc. cit.*, p. 539.

don, ou que celui-ci en renferme beaucoup d'autres encore.

La découverte des propriétés diverses dévolues aux racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens, dont les premières sont motrices, et les autres sensitives, a répandu beaucoup de lumière sur l'histoire des paralysies. On sait qu'il arrive quelquefois au sentiment de s'éteindre dans un membre, dans tout un côté du corps, ou dans sa moitié inférieure, tandis que la faculté de se mouvoir conserve son intégrité : dans d'autres cas, c'est la mobilité qui disparaît, et le sentiment persiste ; dans d'autres encore, les deux facultés sont simultanément abolies. La différence entre les nerfs moteurs et les nerfs sensitifs se répète-t-elle aussi à la moelle épinière, et celle-ci envoie-t-elle au cerveau des fibres sensorielles différentes des fibres motrices ? La diversité des paralysies semblerait l'annoncer ; car autrement il serait impossible d'expliquer ces remarquables phénomènes pathologiques. Mais c'est une toute autre question que d'indiquer d'une manière précise quelles parties de la moelle épinière sont motrices. On peut admettre, ou que les cordons antérieurs et postérieurs d'où naissent les racines motrices et sensibles, sont uniquement, les premiers moteurs et les seconds sensibles jusqu'au cerveau, ou qu'une des deux fonctions appartient à la substance corticale blanche et l'autre à la substance grise. La première hypothèse est celle de Bell et de Magendie ; elle n'a pour elle aucune preuve satisfaisante, ni expérimentale, ni pathologique. Il y a impossibilité de tenter des expériences sur lesquelles on puisse compter ; car, en faisant agir l'instrument tranchant sur les cordons postérieurs de la moelle épinière, on comprime nécessairement les antérieurs. Autant les résultats sont positifs par rapport aux racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens, autant ils le sont peu en ce qui concerne les cordons antérieurs et postérieurs de la moelle, dont l'anatomie ne parvient même pas à démontrer la sépara-

tion (1). Magendie (2) a trouvé que les cordons postérieurs étaient très-sensibles, et que les antérieurs ne l'étaient point, mais qu'ils excitaient de violentes convulsions lorsqu'on les irritait. Plus tard (3), il convint que ce résultat n'était point absolu. Backer (4) a vu la section des cordons antérieurs paralyser le mouvement seul, et celle des cordons postérieurs n'abolir que le sentiment ; les animaux sur lesquels il coupait les cordons antérieurs de la moelle, à la région dorsale, n'éprouvaient de spasmes que dans leurs membres thoraciques après avoir été empoisonnés avec de la noix vomique. Les expériences de Seubert ont eu un résultat positif quant aux racines des nerfs, mais elles n'en ont donné qu'un incertain en égard à la moelle épinière ; elles semblent établir que la partie antérieure du prolongement rachidien préside principalement, mais non exclusivement, au mouvement, et que la même chose a lieu pour la partie postérieure, sous le point de vue du sentiment. Les expériences plus anciennes de Schœps (5) avaient déjà conduit aux mêmes conclusions, en apprenant que la section des cordons antérieurs diminue la sensibilité, que cette faculté demeure plus prononcée après celle des cordons antérieurs qu'après celle des postérieurs, que la section de ces derniers entraîne la perte du mouvement des extrémités, mais que celles-ci recouvrent plus tard leur mobilité, et enfin que le mouvement cesse tout-à-fait après la section des cordons antérieurs. Les faits pathologiques qu'on trouve réunis dans l'ouvrage de Seubert (6), ne sont favorables qu'en partie à l'hypothèse ; plusieurs parlent ouvertement contre elle,

(1) C'est ce que j'ai déjà remarqué, en 1831, dans les *Annales des sciences naturelles*.

(2) *Journal de phys.*, t. III, p. 453.

(3) *Ibid.*, t. III, p. 368.

(4) *Comment. ad quæst. physiol.*, Utrecht, 1830.

(5) MECKHEL, *Archiv*, 1827.

(6) *De funet. rad. ant. et post. nerv. spin.*, Carlsruhe, 1833.

comme aussi la circonstance que le nerf accessoire, qui est moteur, naît en totalité des cordons postérieurs chez les Oiseaux et les Reptiles. Bellingeri (1) prétend que les racines postérieures tirent leur origine de trois points, des cornes postérieures de la substance grise, des faisceaux postérieurs blancs de la moelle épinière, et des faisceaux latéraux, et que les racines antérieures naissent également de trois points distincts, des faisceaux antérieurs, des sillons antéro-latéraux et des faisceaux latéraux. Si ces assertions étaient exactes, ce qui est fort douteux, les racines postérieures seraient les seules qui eussent des connexions avec la substance grise. Bellingeri admet sans preuve que la substance grise intérieure préside au sentiment, et la blanche au mouvement, que les cordons antérieurs de la moelle et les racines antérieures sont destinés au mouvement des muscles fléchisseurs, les postérieurs à celui des extenseurs, ce qui est inexact, du moins par rapport aux racines. D'après E.-H. Weber, on parvient quelquefois à suivre les traces des racines nerveuses jusqu'à la substance grise, ce que Rolando révoque en doute. Malheureusement nous ne pouvons pas faire d'expériences sur la part que la substance grise et la substance blanche prennent aux deux fonctions, et ce qui frappe d'incertitude toutes celles qu'on exécute sur les cordons antérieurs et postérieurs, c'est l'aptitude de la moelle épinière qui lui permet de transmettre par réflexion une affection sensorielle à l'appareil moteur. En supposant, par exemple, que réellement les cordons antérieurs soient moteurs seulement, et les postérieurs consacrés exclusivement à la sensibilité, une lésion de ces derniers ne manquerait guère d'exciter, par association d'affection, des convulsions dans les cordons antérieurs, parce que, toutes les fois que la moelle épinière éprouve une lésion considérable, elle tombe dans l'état réflexif, qui fait que toute irritation des

(1) *De medulla spinali*, Turin, 1823.

nerfs sensitifs parvenue jusqu'à elle se réfléchit sur les nerfs moteurs.

Les fibres de la moelle épinière arrivent au *sensorium commune* à travers la moelle allongée. Sans anticiper ici sur ce que j'aurai à dire des propriétés dévolues aux diverses parties du cerveau, et des autres particularités de la moelle épinière, je ferai seulement remarquer que cette dernière remplace par ses fibres, dans le cerveau, les fibres primitives de tous les nerfs spinaux, de même que les nerfs cérébraux sont remplacés dans l'encéphale par leurs fibres primitives. Le cerveau reçoit les impressions de toutes les fibres sensibles de l'organisme entier; il en acquiert la conscience, et connaît l'endroit où elles ont lieu, d'après celles des fibres primitives qui sont affectées; à son tour, il excite la force motrice de toutes les fibres primitives motrices et de la moelle épinière, dans le mouvement volontaire. Nous admirons, dans cette activité, un mécanisme infiniment compliqué et délicat, quant à la disposition des élémens, tandis que les forces elles-mêmes sont de nature purement idéale. Quelque diverse que soit la manière d'agir, cependant l'action du cerveau, quand il excite telle ou telle partie parmi le nombre immense des fibres primitives, ressemble au jeu d'un instrument garni d'une multitude de cordes qui résonnent lorsqu'on remue les touches. L'esprit est le joueur ou l'excitateur; les fibres primitives de tous les nerfs, qui se répandent dans le cerveau, sont les cordes, et les commencemens de ces fibres sont les touches. Niemeyer (1) explique les mouvemens volontaires par la cessation de la tension des antagonistes; mais il y a des muscles qui continuent d'obéir aux ordres de la volonté après qu'on a pratiqué la section de leurs antagonistes.

Les troncs nerveux et la moelle épinière, tronc des nerfs du corps, se ressemblent encore en ce que les affections de

(1) *Materialien zur Erregungstheorie*, Göttingue, 1800.