

des nerfs crâniens, du grand sympathique et des nerfs vasomoteurs, pour lesquels j'ai mis à contribution les leçons de M. le professeur Vulpian ; ces parties m'ont toujours paru incomplètement traitées par les auteurs. La digestion a été l'objet de mes soins. J'espère que l'importance de ces sujets me fera pardonner les détails que j'ai cru devoir donner. J'ai cherché à apporter de la clarté et de la concision dans l'exposé des *sécrétions*, de l'*absorption*, etc., etc.

La physiologie est pour les élèves une préparation à la pathologie, aussi n'ai-je point négligé de rappeler des faits pathologiques toutes les fois que j'en ai eu l'occasion.

Je n'ai rien négligé pour que mon livre soit au courant des questions les plus actuelles.

Je dois des remerciements tout particuliers à M. le docteur Berlin, médecin aide-major à l'hôpital militaire Saint-Martin, qui a bien voulu m'aider dans mes recherches. J'ai eu recours aussi à l'obligeance de M. le docteur Ricklin, de la *Gazette médicale*, qui s'est chargé de la rédaction des fonctions spéciales des centres nerveux et de l'audition. M. E. Poncy a bien voulu aussi mettre à ma disposition son expérience bien connue en histologie, pour la numération des globules du sang.

FORT.

Paris, 30 octobre 1879.

PREMIÈRE PARTIE

PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL NERVEUX

Les fonctions du système nerveux s'exercent sur tous les appareils, sur tous les organes et, à peu d'exceptions près, sur tous les tissus. En dehors du mouvement des cils vibratiles, du mouvement brownien, et des mouvements amiboïdes du protoplasma des cellules, on peut dire que tout mouvement apparent dans l'économie animale est sous la dépendance du système nerveux. Toute sensation interne ou externe est perçue par le système nerveux. Enfin, des phénomènes d'un ordre plus élevé, les facultés intellectuelles, affectives, etc., ne peuvent se manifester sans le secours du système nerveux. On comprend donc l'importance considérable qu'on doit accorder en physiologie aux phénomènes de l'innervation.

Nous avons placé ce chapitre en tête de tous les autres, parce que, l'étude préalable des derniers n'est point nécessaire et que, dans chacun d'eux, l'innervation joue un rôle important.

Après avoir donné du système nerveux une idée générale, suffisante pour en faire comprendre la physiologie, nous passerons successivement en revue les phénomènes de l'innervation : 1^o dans les nerfs, 2^o dans les centres nerveux.

CHAPITRE PREMIER

IDÉE GÉNÉRALE DU SYSTÈME NERVEUX

Remarque. — Le lecteur ne doit pas s'attendre à trouver ici une description anatomique complète du système nerveux. Comme

l'étude de la physiologie doit, logiquement, suivre celle de l'anatomie, nous envisagerons seulement les points principaux de structure indispensables, pour ainsi dire, à l'intelligence du texte. Nous renvoyons le lecteur à notre *Anatomie descriptive et Dissection*, ou aux leçons que nous avons professées en 1878, sur les *Centres nerveux*, à l'École pratique de la Faculté de médecine de Paris.

Une portion importante du système nerveux perçoit les sensations et ordonne les mouvements : ce sont les centres nerveux, dans lesquels résident, comme nous le verrons plus tard, d'autres propriétés. Les nerfs peuvent être comparés à des fils électriques conduisant les sensations aux centres nerveux et rapportant aux muscles l'influx nerveux moteur qui détermine la contraction volontaire ou involontaire des muscles.

Il n'y a que deux éléments importants dans le système nerveux. — Physiologiquement parlant, le système nerveux n'est composé que de deux éléments, la *fibre nerveuse qui conduit*, et la *cellule nerveuse qui élabore, qui fonctionne*.

§ 1^{er}. — Les cellules nerveuses et la substance grise des centres nerveux.

Il est certain qu'il existe un centre d'activité nerveuse partout où l'on trouve des *groupes de cellules*. La présence de ces cellules, globules de quelques auteurs, se manifeste à l'œil nu par une coloration grisâtre plus ou moins foncée, comme on peut le voir dans la substance grise de la moelle épinière, dans celle des circonvolutions cérébrales et des lames du cervelet, dans les corps striés et dans les couches optiques, dans le locus niger et dans quelques autres points des centres nerveux où les cellules, moins nombreuses, donnent une coloration manifeste.

Leur couleur est due au pigment qu'elles contiennent. — On comprendra que l'intensité de la coloration grise dépend de la quantité de cellules nerveuses, lorsque nous aurons dit que ces petits corpuscules contiennent des granulations pigmentaires incorporées à leur propre substance.

Elles forment la substance grise. — Voici donc un fait bien établi : ce sont les cellules nerveuses qui agissent. La substance nerveuse grise étant formée de cellules, il faut admettre que les phénomènes d'activité nerveuse résident dans la substance grise.

Elles existent aussi dans les ganglions et aux extrémités de certains nerfs. — Les cellules nerveuses, en dehors des centres nerveux, se montrent sur le trajet des nerfs, sous forme de ganglions (rachidiens, ophthalmique, otique, etc.), dont on ne connaît pas encore d'une manière complète la signification physiologique. On n'est pas plus avancé en ce qui concerne les cellules nerveuses situées vers les extrémités terminales des nerfs dans les tissus, comme on en voit à la *langue* sur les filets du glosso-pharyngien, et à l'*intestin* sur ceux du grand sympathique.

Leur composition. — Les cellules des centres nerveux offrent les dimensions les plus variées ; on en rencontre de plus petites que les globules sanguins (5μ) et de plus volumineuses que les vésicules graisseuses, jusqu'à 150μ . Elles sont dépourvues d'enveloppe et possèdent un noyau volumineux autour duquel sont

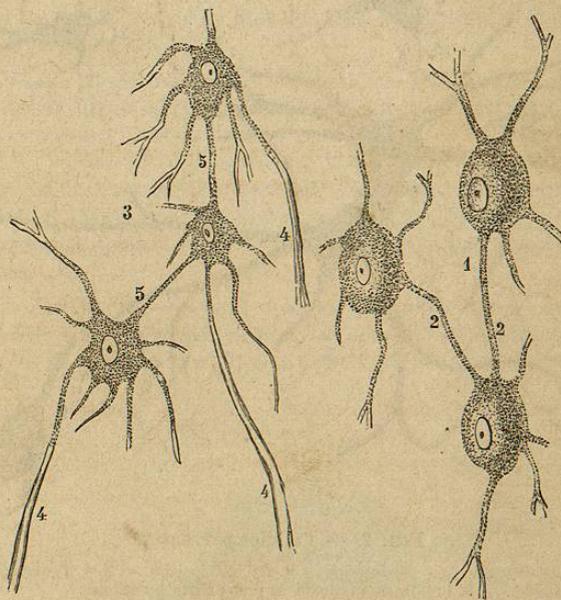


FIG. 1. — Réseau de cellules nerveuses.

Les chiffres 1, 2, 2, dans les trois cellules de droite, indiquent les prolongements du protoplasma unissant les cellules. — A gauche, les mêmes parties sont indiquées par les chiffres 3 et 5. — 4 indique le prolongement d'une cellule se continuant avec le cylindre axis des fibres nerveuses.

groupées les granulations pigmentaires. Le protoplasma dont elles sont formées, partie active de la cellule, envoie des prolongements filiformes, microscopiques, d'un intérêt capital.

Elles forment des réseaux de cellules. — On considère comme très-probable, sinon absolument démontré, que ces prolongements se portent d'une cellule à une autre, de manière à les relier toutes entre elles dans une même région et à en former un réseau de cellules plus ou moins étendu, réseau qui servirait à la propagation de l'influx nerveux de cellule à cellule (fig. 1).

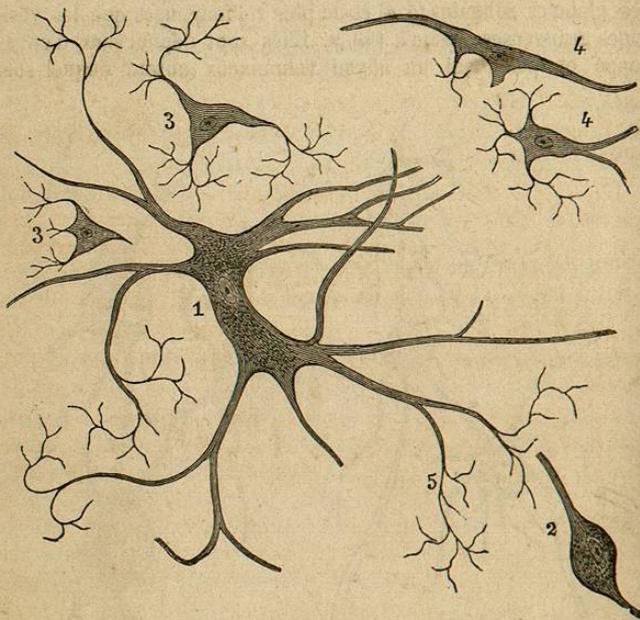


FIG. 2. — Cellules nerveuses.

1. Cellule multipolaire gigantesque. — 2. Cellule bipolaire. — 3, 4. Petites cellules multipolaires. — 5. Prolongement ramifié du protoplasma des cellules.

Elles donnent naissance au cylindre axis des fibres nerveuses. — Indépendamment de ceux qui unissent les cellules, d'autres prolongements, provenant des mêmes cellules, pénètrent dans les

fibres nerveuses auxquelles ils constituent un filament central appelé *filament axile*, *cylinder axis*, *cylindre d'axe*, qui se prolonge jusqu'à l'extrémité terminale de la fibre nerveuse.

Le nombre de leurs prolongements peut être considérable. — D'après le nombre de prolongements qu'elles fournissent, les cellules sont dites *unipolaires*, *bipolaires* et *multipolaires*. On a décrit aussi des cellules *apolaires*, mais leur existence n'est pas démontrée; ce sont peut-être des cellules dont les prolongements se sont brisés.

Les cellules multipolaires sont ordinairement volumineuses. Les plus remarquables se trouvent dans les cornes antérieures de la substance grise de la moelle épinière, où leurs prolongements ramifiés se continuent avec les racines antérieures ou motrices des nerfs rachidiens. Ces cellules, dites *motrices*, se rencontrent aussi dans les noyaux d'origine de la plupart des nerfs crâniens, et aux environs de la scissure de Rolando dans les centres moteurs des circonvolutions cérébrales.

Éléments accessoires de la substance grise. — Les autres éléments qui entrent dans la constitution de la substance nerveuse grise sont absolument inertes dans les phénomènes de l'innervation; ce sont les corpuscules dits *myélocytes*, la substance conjonctive dite *névroglie* unissant les cellules, et les nombreux vaisseaux qui entourent chaque cellule d'un *réseau capillaire* dans lequel cette cellule puise son oxygène et verse ses produits d'oxydation (urée, cholestérine).

Les cellules des ganglions sont un peu différentes. — Les cellules nerveuses des ganglions sont, en général, bipolaires, parce qu'elles se trouvent sur le trajet d'une fibre nerveuse. Elles diffè-

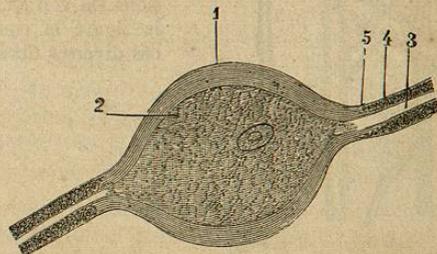


FIG. 3. — Cellules nerveuses des ganglions. (Cellule bipolaire.)

rent de celles des centres nerveux par la présence d'une enveloppe en continuité avec celle de la fibre nerveuse correspondante (fig. 3).

§ 2. — Les fibres nerveuses et la substance blanche.

Les fibres nerveuses forment les nerfs et la substance blanche des centres nerveux. — Nous avons vu que les parties grises, formées de cellulés, sont les foyers de l'activité nerveuse; il n'en est pas de même des parties blanches des centres nerveux et des fibres nerveuses des nerfs (les nerfs et la substance blanche sont uniquement formés de fibres). Toutes les fibres représentent des fils conducteurs. Elles portent les sensations aux cellules nerveuses, ce sont également des fibres qui portent aux muscles l'influx moteur fourni par les cellules nerveuses.

Leur composition. — Considérée en elle-même, la fibre nerveuse normale, fraîche, vivante, est un filament microscopique à

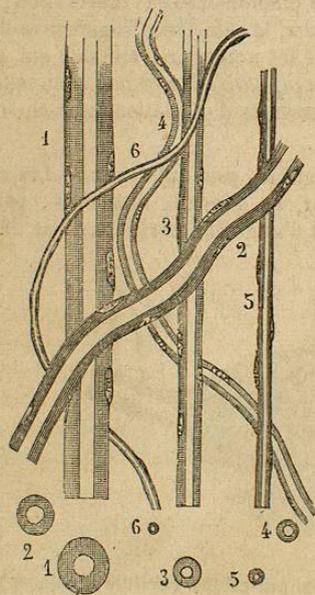


FIG. 4.—Fibres nerveuses de différentes dimensions. On voit au bas de la figure la coupe de ces diverses fibres.

surface régulière, de diamètre variable, depuis 1μ jusqu'à 20μ , de sorte qu'on a pu les distinguer en fines, moyennes et grosses. Cette fibre est formée de trois éléments : un filament central très-fin, homogène, partie essentielle de la fibre nerveuse, appelé *cylinder axis* ou *cylindre axe*; une substance blanchâtre, de nature grasseuse, parfaitement homogène, sorte de matière isolante qui entoure le *cylinder axis*, et qu'on nomme *myéline*; une mince enveloppe contenant des noyaux de distance en distance, et connue sous le nom de *gaine de Schwann*.

Des recherches récentes de Ranvier semblent prouver que les fibres nerveuses sont formées de cellules placées bout à bout, car d'après cet auteur, la gaine de Schwann offre des *étranglements annulaires* et réguliers limitant des parties dites *segments interannulaires*. Ce qui donne de la valeur à cette hypothèse, c'est qu'il existe au niveau de chaque segment, sur la face interne de la gaine de Schwann, un noyau au centre d'une petite plaque de protoplasma atrophiée. Ces étranglements, dont on aperçoit un vestige sur la myéline, n'existent pas sur le *cylinder axis*.

Indépendance de chaque fibre nerveuse. — Chaque fibre est un organe indépendant, ayant sa fonction. Dans son trajet, elle ne s'anastomose pas avec les fibres voisines.

Elles sont différentes dans les nerfs et dans les centres nerveux. — Les fibres nerveuses de la substance blanche des centres nerveux diffèrent de celle des nerfs par l'absence de gaine de Schwann.

Comment elles prennent naissance sur les cellules. — Considérée dans toute sa longueur, la fibre nerveuse est un fil conducteur étendu des divers organes du corps aux centres nerveux, ou d'un point à un autre de ces mêmes centres. Son extrémité centrale se comporte de la manière suivante : la gaine de Schwann se confond avec l'enveloppe immédiate des centres nerveux et ne pénètre pas dans leur épaisseur. Le *cylinder axis* revêtu de la myéline traverse la substance nerveuse, mais au moment où il atteint les parties grises, la myéline cesse d'exister, et le *cylinder axis* seul chemine dans l'épaisseur de la substance grise jusqu'à ce qu'il ait atteint la cellule nerveuse dont il dépend et dont il constitue un des *pôles*.

Comment elles se terminent dans les organes. — L'extrémité périphérique des fibres nerveuses se ramifie pour se terminer dans les organes. Les parties terminales sont extrêmement ténues, transparentes, dépourvues de myéline et difficiles à observer.

Dans les muscles, les filaments des nerfs moteurs se terminent par de petits renflements aplatis ou *plaques terminales* des nerfs moteurs.

Dans les papilles du derme, les fibres nerveuses terminales s'enroulent plusieurs fois autour d'un corpuscule résistant, *corpuscule du tact*, ou de Meissner, et leur extrémité pénètre au centre du corpuscule. Il suffit de regarder la figure 6 pour s'en faire une idée.

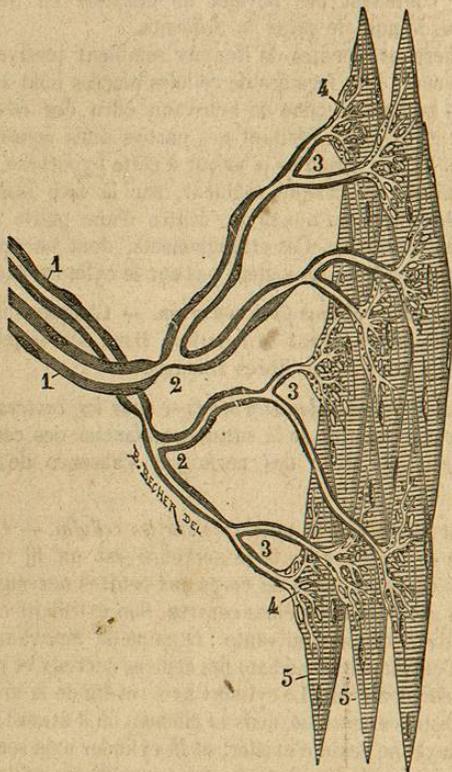


FIG. 5. — Schéma. Terminaisons nerveuses dans les muscles striés.

1, 2, 3. Divisions terminales des nerfs. — 4. Plaque terminale avec les ramifications du cylindre axis et les noyaux. — 5. Faisceaux primitifs des muscles striés.

Dans les papilles de certaines muqueuses, les fibres nerveuses se

terminent sur des corpuscules analogues dits *corpuscules de Krause*, avec cette seule différence que l'enroulement de la fibre est moins complet (fig. 7).

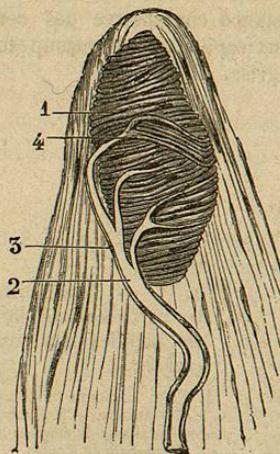


FIG. 6. — Terminaison des nerfs sensitifs dans les papilles de la peau.

1. Corpuscule de Meissner. — 2. Fibre terminale. — 3, 4. Ramifications du cylindre axis s'enroulant autour du corpuscule.

Les *corpuscules de Pacini*, que l'on trouve principalement sur le trajet des nerfs des doigts, reçoivent aussi quelques fibres sensitives. Ces corpuscules, visibles à l'œil nu, sont formés de plusieurs couches de substance conjonctive superposées et percées d'un trou à travers lequel la fibre nerveuse pénètre pour se terminer au centre du corpuscule par un petit renflement, par une cellule.

Existe-t-il dans les parties sensibles, peau, muqueuses, etc., des *plexus terminaux* à filets tellement nombreux qu'il est impossible d'enfoncer la pointe d'une aiguille sans en blesser un seul, ou bien l'extrémité du cylindre axis est-elle entourée d'une sorte d'*atmosphère nerveuse* qui envahit toute la surface sensible? C'est ce qu'on ignore.

Elles forment la substance blanche des centres nerveux. — On comprend, d'après ce qui précède, que la substance blanche des centres nerveux ne possède en elle-même aucune activité propre, attendu qu'elle est uniquement formée de fibres, et que celles-ci ne sont que des fils conducteurs.

L'état de mollesse de la substance blanche et la difficulté qu'on éprouve à isoler ses fibres tiennent à l'absence de la gaine de

Schwann dans les fibres des centres nerveux, gaine qui donne de la résistance aux fibres des nerfs.

Éléments accessoires de la substance blanche. — Les autres éléments qui complètent la structure de la substance blanche ont un rôle tout à fait accessoire : substance conjonctive des centres nerveux dite *névroglie* ; vaisseaux capillaires, beaucoup moins nombreux que dans la substance grise.

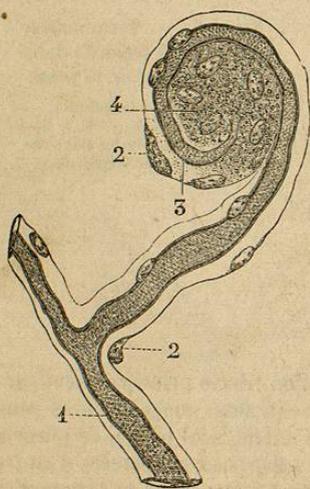


FIG. 7. — Terminaison des nerfs sensitifs dans les papilles des muqueuses.

1. Fibre nerveuse terminale.
— 2. Ses noyaux. — 3. Son enroulement autour du corpuscule.
— 4. Corpuscule de Krause.

Les fibres de la substance blanche unissent les cellules. — Les fibres de la substance blanche ne sont que des conducteurs unissant des cellules nerveuses appartenant à des régions distinctes, comme par exemple celles du corps calleux qui unissent les cellules des circonvolutions cérébrales du côté droit à celles du côté gauche ; celles qui se portent des cellules du corps strié aux cellules des circonvolutions ; celles qui, sous le nom de commissures, unissent les cellules des deux corps striés, des deux couches optiques et des deux cornes antérieures de la moelle. Les cordons blancs de la moelle épinière sont formés de fibres de même ordre, dont l'extrémité inférieure prend naissance sur les cellules de la substance grise de la partie inférieure de la moelle, et dont l'extrémité supérieure se termine dans les cellules de la partie supérieure de la

moelle, du bulbe, de la protubérance, et même des couches optiques et des corps striés.

Les fibres des nerfs traversent la substance des centres nerveux. — Cependant d'autres fibres blanches existent dans les centres nerveux ; elles sont formées par les nerfs qui pénètrent dans la substance nerveuse pour se rendre à l'axe gris cérébro-spinal où se trouve leur *origine réelle*. Sur des coupes faites aux centres nerveux dans la direction de ces nerfs, on peut suivre ces derniers sous forme de trainées blanchâtres jusqu'à l'axe gris cérébro-spinal (fig. 8).

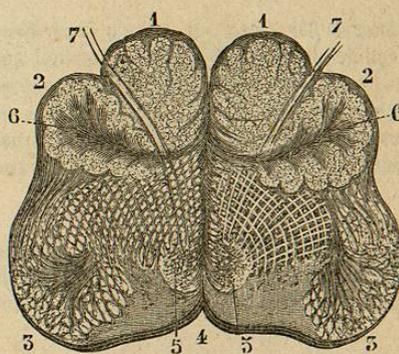


FIG. 8. — Coupe du bulbe rachidien, où l'on voit le nerf grand hypoglosse, 7, traverser le bulbe pour se rendre au groupe de cellules nerveuses 5.

Rapports de la substance grise et de la substance blanche. — Cela nous conduit à dire quels sont les rapports de la substance grise et de la substance blanche. La substance grise superficielle du cerveau et du cervelet est immédiatement appliquée sur la substance blanche ; la névroglie et les vaisseaux capillaires se continuent directement d'une substance à l'autre, les prolongements des cellules de la substance grise forment les cylindres axis des tubes nerveux de la substance blanche, et les deux substances ne diffèrent que par la couleur due à la myéline des fibres de la substance blanche, et au pigment des cellules de la substance grise. Dans la moelle, la substance grise est centrale, et ses rapports avec les fibres de la substance blanche sont les mêmes.

Axe gris cérébro-spinal. — La substance grise de la moelle forme la partie inférieure de l'*axe gris cérébro-spinal*, qui se continue en haut en formant la substance grise du plancher du qua-

trième ventricule, pour se terminer à la tige du corps pituitaire et au septum lucidum.

Cet axe gris est creusé d'un canal appelé *canal de l'épendyme*, canal microscopique dans la moelle, ouvert en arrière au niveau du quatrième ventricule, se rétrécissant au niveau de l'aqueduc de Sylvius pour s'élargir ensuite considérablement et donner naissance aux cavités ventriculaires. On appelle *épendyme* la couche épithéliale qui tapisse les parois de toutes ces cavités.

§ 3. — Les nerfs.

Ils sont formés de faisceaux de fibres nées sur l'axe gris cérébro-spinal. — C'est dans les cellules de l'axe gris cérébro-spinal que prennent naissance, sous le nom de *racines*, les fibres nerveuses qui émergent des centres nerveux pour se réunir en faisceaux et constituer les *nerfs*. Nous parlons ici des nerfs cérébro-spinaux, c'est-à-dire des nerfs volontaires; nous traiterons ailleurs du grand sympathique.

1° Nerfs rachidiens. — Les nerfs rachidiens (31 paires) naissent tous de la même manière sur la substance grise de la moelle épinière, par deux ordres de racines, antérieures et postérieures.

Les racines antérieures naissent sur les cornes antérieures de la moelle. — Les racines antérieures naissent sur les prolongements des cellules multipolaires de la corne antérieure de la substance grise, comme l'a fait voir Stilling. Elles sortent de la moelle entre le cordon antérieur et le cordon latéral, se portent ensuite en dehors, jusqu'au trou de conjugaison, en formant des faisceaux triangulaires, dont le sommet se confond avec les racines postérieures, pour constituer le tronc nerveux.

Les racines postérieures viennent des cornes postérieures. — Les racines postérieures prennent naissance sur les prolongements des cellules nerveuses de la corne postérieure de la substance grise, émergent au niveau du sillon collatéral postérieur, et forment des faisceaux triangulaires ayant la même direction que les faisceaux antérieurs. Ces racines, avant de se réunir aux racines antérieures, dans le trou de conjugaison, traversent un ganglion dit *ganglion rachidien*.

Composition du nerf. — Le *tronc nerveux*, formé par la réunion

des racines antérieures et postérieures, présente la même structure dans toute son étendue. Il est entouré d'une gaine celluleuse dite *névrième*. Les fibres nerveuses qui constituent le nerf sont groupées en gros faisceaux longitudinaux parallèles, séparés les uns des autres par des cloisons du névrième. Chacun des faisceaux précédents est formé par d'autres faisceaux plus petits, *faisceaux primitifs*, entourés eux-mêmes d'une gaine spéciale, striée longitudinalement, et dite *périnèvre*. Ces faisceaux primitifs sont unis par les cloisons les plus déliées du névrième. Au-dessous du périnèvre, les fibres nerveuses formant le faisceau primitif sont en contact sans intermédiaire d'aucune substance.

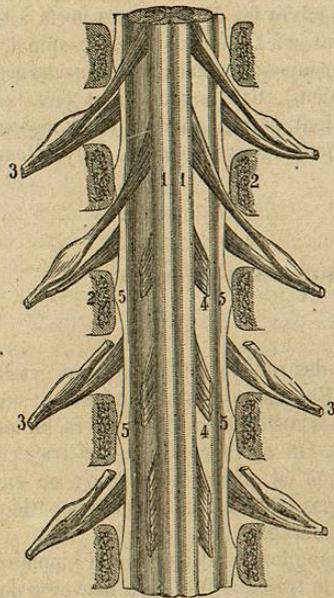


FIG. 9. — Origine des nerfs rachidiens.

1. Faisceaux postérieurs de la moelle. — 2. Pédicules des vertèbres. — 3. Nerfs rachidiens. — 4. Racines postérieures — 5. Ligament dentelé.

Indépendance de chaque fibre. — Chaque fibre nerveuse constitue un organe indépendant, mettant en communication les centres nerveux avec une partie déterminée du corps, douée de mouvement ou de sensibilité.

Des vaisseaux capillaires se jettent sur le névrième et passent

dans ses cloisons, de manière à former un réseau capillaire autour des faisceaux primitifs.

2° Nerfs crâniens. — Les nerfs crâniens ne diffèrent pas des nerfs rachidiens, quant à la structure du tronc nerveux et à leur terminaison. Mais ils en diffèrent par l'origine, et, comme nous le verrons plus tard, par leurs fonctions. Nous verrons, en effet, qu'au lieu de former seulement des nerfs mixtes, comme les nerfs rachidiens, ils constituent tantôt des nerfs sensoriels, tantôt des nerfs moteurs, et tantôt des nerfs mixtes.

Origine des nerfs crâniens. — Leur origine n'est pas régulière comme celle des nerfs rachidiens. On les voit émerger de la surface de l'encéphale en des points différents pour chaque nerf : *origine apparente*. Mais on peut suivre les fibres de ces nerfs à travers la substance nerveuse, jusqu'à l'axe gris cérébro-spinal, où ils prennent naissance sur des groupes de cellules, ou *noyaux des nerfs*, (*origine réelle* des nerfs crâniens). Ces noyaux, dont l'existence a été démontrée par Stilling, font partie, pour les nerfs moteurs, des *centres réflexes* du nerf moteur correspondant. (Voy. *Mouvements réflexes*.)

§ 4. — Les ganglions nerveux.

Les *ganglions nerveux* sont des renflements de couleur grisâtre situés sur le trajet des nerfs. En général, ils se rencontrent sur le trajet des nerfs sensitifs (racines postérieures des nerfs rachidiens, racine sensitive du trijumeau). On en rencontre sur le trajet des nerfs mixtes (glosso-pharyngien et pneumogastrique); on en a signalé quelquefois sur des nerfs moteurs. Le grand sympathique en renferme une quantité considérable.

Les cellules nerveuses des ganglions sont en général bipolaires, parce qu'elles sont situées sur le trajet d'une fibre nerveuse dont la gaine se continue avec l'enveloppe de la cellule.

Quelques cellules ganglionnaires donnent naissance à des fibres qui se portent vers la terminaison du nerf, de sorte qu'elles représentent un centre pour ces fibres. On comprend donc que les fibres qui sortent du ganglion peuvent être plus nombreuses que celles qui y pénètrent.

Le névrilème et ses cloisons se comportent sur le ganglion comme

sur le nerf; il en est de même des vaisseaux, dont les capillaires passent entre les cellules nerveuses.

Le volume du ganglion tient uniquement à l'agglomération des cellules et à leur nombre.

CHAPITRE DEUXIÈME

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE DES NERFS

§ 1. — Fibres motrices et fibres sensitives.

Laissant de côté les nerfs sensoriels, on peut dire que tous les nerfs cérébro-spinaux sont formés de fibres sensitives et de fibres motrices.

Cinq nerfs crâniens sur douze (3^e, 4^e, 6^e, 7^e, 12^e paires) sont exclusivement formés, à leur origine, de fibres motrices; les autres sont un mélange en proportions indéterminées de fibres sensitives et de fibres motrices (9^e, 10^e, 11^e paires).

La 5^e paire est également formée de fibres sensitives et de fibres motrices, mais ces fibres ne sont pas mélangées à l'origine du nerf; les motrices forment la petite racine, complètement séparée de la grosse racine, qui est exclusivement sensitive.

Les racines postérieures des nerfs rachidiens ne renferment que des fibres sensitives, et quelques fibres du grand sympathique. Les racines antérieures de ces mêmes nerfs sont formées de fibres motrices, mais elles renferment quelques fibres sensitives récurrentes. Après la réunion des racines antérieures et postérieures, le tronc du nerf rachidien constitue un nerf mixte, renfermant à proportions sensiblement égales des fibres sensitives et des fibres motrices.

§ 2. — Excitation des nerfs.

Les excitations de tout genre portées sur les nerfs mettent en jeu leurs propriétés. Si l'on excite un *nerf sensitif*, ou les racines