

§ V. — **Structure des centres nerveux.**

Lorsqu'on examine les centres nerveux, on voit que leur tissu est formé de substance grise et de substance blanche qui affectent entre elles des rapports différents dans les diverses régions. Ainsi la substance grise est tout à fait centrale dans la moelle et superficielle dans le cerveau et le cervelet; au niveau du bulbe et de la protubérance annulaire, les deux substances sont mélangées irrégulièrement; enfin on trouve au milieu des parties blanches du cerveau et du cervelet des amas plus ou moins réguliers de substance grise.

Au point de vue des éléments nerveux proprement dits, ces deux substances diffèrent totalement, mais elles possèdent deux éléments communs qui passent insensiblement de l'une à l'autre, la substance conjonctive et les vaisseaux.

A. — **Éléments nerveux de la substance blanche et de la substance grise.**

Substance blanche. La substance blanche se distingue par sa couleur. Ce que nous avons dit de la couleur des tubes nerveux à contours foncés, doit faire pressentir que cette substance est en grande partie formée de tubes nerveux à moelle. En effet, que l'on considère cette substance blanche dans la moelle ou dans les diverses parties de l'encéphale, on voit qu'elle est constituée par un assemblage de fibres nerveuses à moelle, c'est-à-dire de tubes à contours foncés.

1^o **Substance blanche de la moelle.** — Dans la moelle, la substance blanche constitue les cordons et la commissure blanche. La moelle, étant coupée par un plan vertical passant par les sillons médians et par la commissure, présente dans chacune de ses moitiés un cordon vertical antérieur, un cordon vertical postérieur et un cordon latéral. Celui-ci est séparé de l'antérieur par le sillon collatéral antérieur, sillon imaginaire qui serait placé au niveau de l'implantation des racines antérieures ou motrices des nerfs rachidiens, et du postérieur par le sillon collatéral postérieur, correspondant à l'implantation des racines postérieures ou sensitives.

Ces parties blanches sont formées de fibres nerveuses à moelle, dont le diamètre moyen est de 4 à 7 μ . Il y en a de plus volumineuses et de plus minces; ces dernières siègent principalement

1^{er} Pour l'étude des éléments nerveux, je renvoie le lecteur au 1^{er} volume de cet ouvrage, ou à mon *Traité élémentaire d'Histologie*.

dans le cordon postérieur, et plus spécialement dans le voisinage de la substance grise. Ces fibres, comme toutes les fibres à moelle des centres nerveux, sont molles et dépourvues de gaine de Schwann; elles sont réduites au cylindre-axis et à leur enveloppe de myéline; aussi ont-elles une grande tendance à s'altérer, à prendre l'aspect variqueux.

Elles affectent trois directions différentes: elles sont verticales, transversales ou obliques.

Les fibres verticales se montrent surtout à la surface des cordons; elles sont parallèles; profondément, elles ont bien la même direction verticale, mais elles présentent une certaine obliquité, de sorte qu'elles s'entre-croisent avec les fibres voisines. Sur toute l'étendue de la face interne des cordons postérieurs, séparés par le sillon médian postérieur, existent deux faisceaux de fibres fines mêlées à une grande quantité de substance conjonctive; ces faisceaux, visibles surtout à la région dorsale, constituent les *cordons cuneiformes de Goll*; ils s'amincissent à mesure qu'on se rapproche du fond du sillon, et cessent d'exister à un demi-millimètre de la commissure postérieure.

Les fibres horizontales et obliques sont constituées par les fibres commissurales, par l'entre-croisement des deux moitiés de la moelle et par les racines des nerfs rachidiens qui pénètrent dans sa substance.

Les fibres commissurales, réunies aux fibres entre-croisées des cordons antérieurs, constituent la commissure blanche; les premières sont transversales, passent au devant du canal central de la moelle pour s'épanouir en pinces dans la substance grise; les autres se portent obliquement de droite à gauche et de gauche à droite au devant des fibres commissurales, pour se jeter dans les cornes antérieures de la substance grise.

Les racines des nerfs rachidiens, réunies en petits faisceaux de fibres, croisent perpendiculairement la direction des fibres verticales pour pénétrer dans la substance grise; les unes suivent une direction transversale, les autres une direction oblique en rapport avec le trajet qu'affecte la fibre avant d'arriver à la moelle.

2^o **Substance blanche du cerveau.** — Dans le cerveau, la substance blanche des hémisphères est formée également de fibres à moelle sans aucun mélange de cellules; celle des autres parties, couches optiques, tubercules quadrijumeaux, etc., est entremêlée de substance grise, comme dans la moelle et dans le cervelet. Ces fibres sont molles et dépourvues de gaine de Schwann; leur direction est transversale en certains points, comme dans le corps calleux et dans les commissures; longitudinale ailleurs, comme dans les nerfs de Lancisi; ou

bien oblique et arciforme, comme dans la voûte à trois piliers, etc. Il nous est impossible de suivre ces fibres dans chaque partie du cerveau; du reste, nous en parlerons un peu plus tard, lorsqu'il sera question de la connexion de la substance grise avec la substance blanche.

3^o *Substance blanche du cervelet.* — La substance blanche du cervelet est constituée par des fibres de même structure que les précédentes, qui paraissent résulter de l'épanouissement, au centre du cervelet, des fibres qui constituent les trois pédoncules cérébelleux, sans mélange de substance grise.

Substance grise. — Nous venons de voir la substance blanche, formée uniquement de fibres nerveuses. Lorsqu'un point des centres nerveux ne se présente pas avec une blancheur parfaite, et qu'il prend une teinte plus ou moins jaunâtre ou grisâtre, on peut être certain qu'il y existe quelques cellules nerveuses, c'est-à-dire un mélange de substance grise. Celle-ci est en effet constituée en grande partie par des cellules; mais comme ces cellules fournissent fréquemment des prolongements rameux, sans enveloppe, fragiles, et que les tubes nerveux pénètrent dans la substance grise, il en résulte que l'étude de la substance grise est fort délicate et attend encore de nouveaux éclaircissements. Indépendamment des vaisseaux et de la substance conjonctive, qui seront étudiés plus loin, la substance grise renferme des cellules nerveuses, des fibres et les prolongements des cellules.

1^o *Substance grise de la moelle.* — La substance grise occupe le centre de la moelle; elle forme la commissure grise ou postérieure au fond du sillon médian postérieur, en arrière de la commissure blanche. De cette commissure creusée d'un canal, *canal central de la moelle, canal de l'épendyme*, se détachent quatre prolongements de substance grise, dont deux se portent à droite et à gauche dans l'épaisseur du cordon antérieur de substance blanche, les deux autres se dirigeant entre le cordon postérieur et le cordon latéral, également de chaque côté. Sur une coupe transversale de la moelle, ces prolongements représentent un X. Les deux branches antérieures s'appellent *cornes antérieures* de la substance grise, les deux autres *cornes postérieures*.

La distribution exacte des cellules et leurs rapports avec les tubes, voilà la partie importante de notre sujet. Disons d'abord que les cellules de la moelle offrent les caractères généraux que nous avons donnés dans notre description des cellules nerveuses. Ce sont des cellules sans enveloppe et pourvues de prolongements; on n'y trouve que des cellules multipolaires.

Cellules. — Quelques savants, probablement convaincus de l'union

intime des racines nerveuses avec les prolongements des cellules voisines du point d'implantation des nerfs, ont divisé en trois groupes les cellules de la moelle, tout en reconnaissant qu'en certains points il n'était plus possible de distinguer les diverses cellules. C'est ainsi qu'on a admis les cellules *motrices* dans la corne antérieure, les cellules *sensitives* dans la corne postérieure et les cellules *sympathiques* de Jacobowitsch, à la face interne de la corne postérieure, près de la commissure postérieure. Or, il faut l'avouer avec l'autorité de savants compétents qui se sont livrés à une étude consciencieuse des cellules nerveuses (Clarke, Goll, Kolliker), s'il est extrêmement probable que certaines fibres nerveuses aboutissent à des cellules, il n'est pas exact qu'on puisse l'affirmer pour le plus grand nombre: Goll et Kolliker confessent n'avoir jamais pu suivre un prolongement de cellules dans une fibre nerveuse à moelle. Il est donc préférable, dans l'état actuel de la science, d'établir une classification de ces cellules, non pas d'après des propriétés supposées, mais d'après leur configuration. Nous voyons de la sorte que les cellules de la moelle diffèrent entre elles, et qu'on peut distinguer des formes diverses dans l'extrémité libre de la corne antérieure, dans l'extrémité libre de la corne postérieure, dans l'épaisseur même de la corne postérieure et sur la face externe de la substance grise, entre la corne antérieure et la corne postérieure. Nous supposons, en ce moment, que nous examinons ces cellules à la surface d'une coupe transversale de la moelle. Si on les envisage dans toute la hauteur de la moelle, chaque espèce représente une petite colonne grise étendue d'une extrémité à l'autre de la moelle.

a. Les cellules de l'extrémité libre de la corne antérieure, cellules *motrices* de quelques auteurs, forment deux groupes, l'un interne et antérieur, l'autre externe et postérieur; elles sont volumineuses et peuvent atteindre 140 μ ; leur noyau est plus volumineux qu'un leucocyte. Autour du noyau, on trouve souvent, dans le protoplasma, du pigment brun qui forme une tache ou qui infiltre totalement la cellule; des prolongements nombreux peuvent être suivis jus qu'à un demi-millimètre.

1. Nous devons dire cependant que la plupart des anatomistes considèrent comme démontrée l'union des cellules avec les fibres nerveuses. La facilité avec laquelle on suit certains nerfs crâniens jusqu'à des groupes de cellules, les fibres nerveuses se portant toujours vers des amas cellulaires, et la fragilité des prolongements des cellules nerveuses centrales, sont autant de raisons pour faire croire à l'union des fibres et des cellules nerveuses. Si, au niveau des ganglions, les rapports sont faciles à constater, cela tient à ce que le prolongement de la cellule est pourvu d'une gaine qui lui donne une certaine résistance.

b. Les cellules de l'extrémité libre de la corne postérieure sont plongées au milieu de la substance gélatineuse de Rolando; on les appelle *cellules gélatineuses*. Nous dirons plus loin de quels éléments se compose cette substance, occupons-nous ici des cellules gélatineuses: elles sont petites et un peu jaunâtres, les plus volumineuses n'atteignent pas 20 μ ; elles ne possèdent que deux ou trois prolongements, et sont fusiformes ou triangulaires.

c. Les cellules qui composent la partie centrale de la corne postérieure sont à peu près de même dimension que les précédentes; mais elles possèdent des prolongements ramifiés multiples qui se portent dans toutes les directions.

d. Sous le nom de *colonne de Clarke*, ou *noyaux de Stilling*, Kölliker décrit une portion de substance grise étendue de la cinquième vertèbre cervicale à la douzième dorsale, et située sur la face externe de la substance grise, à l'extrémité adhérente de la corne postérieure. Les cellules de la colonne de Clarke offrent les caractères des grosses cellules antérieures, mais elles présentent rarement une coloration noire; elles n'ont point un aussi grand nombre de prolongements, et elles sont plus petites.

e. Selon Jacobowitzsch, il existe un autre groupe de cellules situé à la face interne et à la base de la corne postérieure; ces cellules, en général fusiformes, de petit volume, recevraient les fibres sympathiques des nerfs; elles donneraient naissance à une région sympathique de la substance grise, et pour cette raison cet auteur les appelle *cellules sympathiques*.

Fibres. — Dans la substance grise, la coloration est due aux cellules nerveuses, et la couleur blanche des fibres nerveuses disparaît. Il est certain que les fibres pénètrent dans cette substance, et qu'elles forment au moins la moitié du volume total de la substance grise. Ces fibres, comme toutes celles des centres nerveux, sont dépourvues de gaine de Schwann; elles se font remarquer, pour la plupart, par leur petit diamètre.

L'origine de ces fibres ne saurait être douteuse; il est certain qu'elles sont la continuation du point d'implantation des racines des nerfs et des fibres des cordons blancs de la moelle, qui se jettent dans la substance grise, dans toute son étendue. Quelques-unes,

1. Le dernier mot n'est pas dit sur ces cellules. Kölliker, Lays, Stilling, etc., les regardent comme des éléments nerveux; Frommann ne leur accorde des caractères nerveux qu'au niveau de la région lombaire; enfin Bidder et autres les considèrent comme des corpuscules de tissu conjonctif.

celles des commissures, par exemple, s'étendent entre deux points de la moelle, sans qu'on puisse savoir où elles arrivent.

Rien n'est difficile comme de démêler l'intrication de toutes ces fibres et de les suivre après qu'elles ont pénétré entre les cellules nerveuses. Nous nous occuperons des racines des nerfs lorsque nous étudierons l'origine de ces organes. Parlons des autres fibres.

Dans les cornes antérieures, on trouve des fibres affectant diverses directions: *a*, les unes sont les fibres transversales de la commissure blanche et de la commissure grise, dont les extrémités se perdent au milieu des cellules de la corne antérieure sans qu'il soit possible de les suivre; *b*, d'autres, qui paraissent se détacher des cordons latéraux et antérieurs de la moelle, et qui se portent vers les cellules de la corne antérieure, se perdent sur ces cellules, ou se continuent ensuite avec les racines antérieures des nerfs, ce qu'il est fort difficile de décider; *c*, enfin quelques fibres nerveuses courtes, qu'on ne peut suivre, les unes isolées, les autres fasciculées, s'étendent horizontalement des cornes postérieures aux cornes antérieures ou verticalement entre les cellules.

Prolongement des cellules. — Les cellules nerveuses émettent, comme nous venons de le voir, de nombreux prolongements. Ceux-ci sont ordinairement très-fins (souvent ils n'atteignent pas 1 μ) et fragiles, parce qu'ils sont formés uniquement de protoplasma sans aucune espèce d'enveloppe. Il est extrêmement probable que les cellules s'anastomosent entre elles pour former ce qu'on appelle un réseau de cellules; aussi les prolongements se portent-ils dans tous les sens, verticalement, d'avant en arrière et transversalement. Parmi ces prolongements, on admet que quelques-uns se dirigent vers les fibres nerveuses, dans lesquelles ils se continuent pour former le cylindre-axis. Nous le répétons, il est difficile de démontrer cette union de cellule à cellule et de cellule à fibre, mais des auteurs recommandables affirment l'avoir constatée.

Par ces anastomoses, on se fait une idée de l'unité du système nerveux et de la transmission des divers courants nerveux.

2° **Substance grise du cerveau.** — Ici la substance grise est superficielle, et forme à la surface des circonvolutions du cerveau une épaisseur qui varie depuis 3 jusqu'à 6 millimètres. Cependant on trouve de la substance grise dans les parties centrales: locus niger,

1. Parmi eux, citons surtout Deiters, qui a vu certains prolongements cellulaires se porter des deux cornes de la substance grise dans les fibres des cordons blancs de la moelle et dans les fibres des racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens. Cet auteur leur donne le nom de *prolongements du cylindre d'axe*.

tubercules quadrijumeaux, couches optiques, corps striés, commissure grise, glande pinéale, troisième ventricule, etc. Dans toutes ces parties centrales, la coloration est d'autant plus foncée que les cellules nerveuses sont plus abondantes.

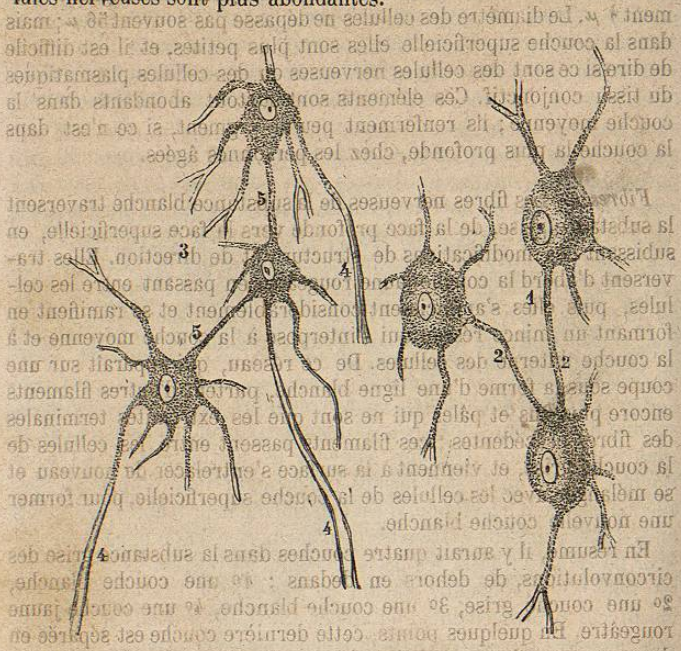


Fig. 366. — Cellules nerveuses multipolaires du cerveau de l'homme.

1. Trois cellules nerveuses reliées entre elles par deux commissures 2, 2. — 3. Trois cellules unies par des commissures 5, 5. Quelques pôles se continuent avec des fibres nerveuses 4, 4, 4.

Sur les circonvolutions, nous trouvons, comme dans la moelle, des cellules nerveuses, des fibres et des prolongements de cellules, indépendamment des vaisseaux et de la substance conjonctive.

Cellules. — Les cellules nerveuses des circonvolutions ne sont faciles à découvrir que sur les pièces macérées dans l'acide chromique. Elles sont extrêmement nombreuses et disposées suivant trois couches, parfaitement visibles à l'œil nu, sur une coupe perpendiculaire. De la partie superficielle vers la substance blanche, on voit manifestement une couche externe blanchâtre, une couche moyenne grise, et une couche interne rouge jaunâtre.

Dans les trois couches, les cellules présentent les caractères gé-

néraux des cellules nerveuses. Elles sont dépourvues d'enveloppe, et leur forme varie : elles sont fusiformes, triangulaires, polygonales ou ramifiées ; leurs prolongements, au nombre de quatre ou cinq ordinairement, sont extrêmement délicats et fragiles, et atteignent rarement 1μ . Le diamètre des cellules ne dépasse pas souvent 56μ ; mais dans la couche superficielle elles sont plus petites, et il est difficile de dire si ce sont des cellules nerveuses ou des cellules plasmatiques du tissu conjonctif. Ces éléments sont surtout abondants dans la couche moyenne ; ils renferment peu de pigment, si ce n'est dans la couche la plus profonde, chez les personnes âgées.

Fibres. — Les fibres nerveuses de la substance blanche traversent la substance grise, de la face profonde vers la face superficielle, en subissant des modifications de structure et de direction. Elles traversent d'abord la couche jaune rougeâtre en passant entre les cellules, puis elles s'amincissent considérablement et se ramifient en formant un mince réseau qui s'interpose à la couche moyenne et à la couche interne des cellules. De ce réseau, qui apparaît sur une coupe sous la forme d'une ligne blanche, partent d'autres filaments encore plus fins et pâles qui ne sont que les extrémités terminales des fibres précédentes ; ces filaments passent entre les cellules de la couche grise, et viennent à la surface s'entrelacer de nouveau et se mélanger avec les cellules de la couche superficielle, pour former une nouvelle couche blanche.

En résumé, il y aurait quatre couches dans la substance grise des circonvolutions, de dehors en dedans : 1^o une couche blanche, 2^o une couche grise, 3^o une couche blanche, 4^o une couche jaune rougeâtre. En quelques points, cette dernière couche est séparée en deux par une mince couche blanche ; cette disposition est due à des anastomoses de tubes qui se forment çà et là au centre même de la couche jaune rougeâtre et qui viennent des ramifications des tubes que nous avons signalés.

Au moment où les fibres nerveuses se terminent dans la substance grise, elles s'amincissent au point de ne présenter que 1μ de diamètre, et à cet état elles offrent la plus parfaite analogie avec les prolongements des cellules, avec lesquels elles se confondent très-probablement. D'après Valentin, les fibres, à leur extrémité terminale, se recourberaient en formant des *anses*, à convexité tournée vers la surface du cerveau, pour se terminer dans les cellules de la couche jaune rougeâtre interne. Au centre même du cerveau, on trouve des renflements nerveux plus ou moins foncés, les couches optiques, les corps striés, les tubercules quadrijumeaux, etc. Dans ces renflements, on remarque une quantité variable de cellules en connexion avec des fibres nerveuses. En plusieurs points, ces cel-

lules reçoivent des fibres qui montent des parties inférieures des centres nerveux et des fibres qui viennent des circonvolutions.

30 *Substance grise du cervelet.* — Comme dans le cerveau, la substance grise occupe la surface; elle n'existe dans les parties centrales qu'au niveau du corps rhomboïdal ou dentelé et à la voûte du quatrième ventricule. A la surface des lamelles du cervelet, elle forme une épaisseur analogue à celle de la substance grise des circonvolutions cérébrales; elle est disposée en deux couches assez distinctes à l'œil nu, l'une jaune rougeâtre, profonde, l'autre grise, superficielle, qui renferment les mêmes éléments que la substance grise du cerveau et de la moelle.

Cellules. — Elles forment trois couches distinctes et superposées.



FIG. 367. — Grosses cellules de la couche corticale de la substance grise du cervelet de l'homme. — Les prolongements supérieurs sont périphériques, l'inférieur est en continuité avec les éléments centraux. (Grossissement, 350.)

La plus profonde est constituée par des cellules très-nombreuses répandues au milieu d'un plexus nerveux à mailles très-serrées; ces cellules sont tellement délicates et molles, qu'elles s'unissent entre elles, de sorte qu'on n'aperçoit que les noyaux arrondis au milieu d'une masse de protoplasma, *noyaux en apparence libres*, pourvus d'un nucléole et présentant un diamètre égal à celui des globules rouges du sang.

La couche moyenne renferme les grosses cellules de Purkinje,

cellules que cet anatomiste a découvertes à la face interne de la couche grise superficielle, en dehors des précédentes; elles dépassent rarement 70 μ . Leurs prolongements, au nombre de deux, trois ou quatre, présentent une direction et une conformation spéciales; l'un d'eux, plus fin, est tourné vers la substance blanche, les autres regardent la surface du cervelet; ils sont très-gros à leur

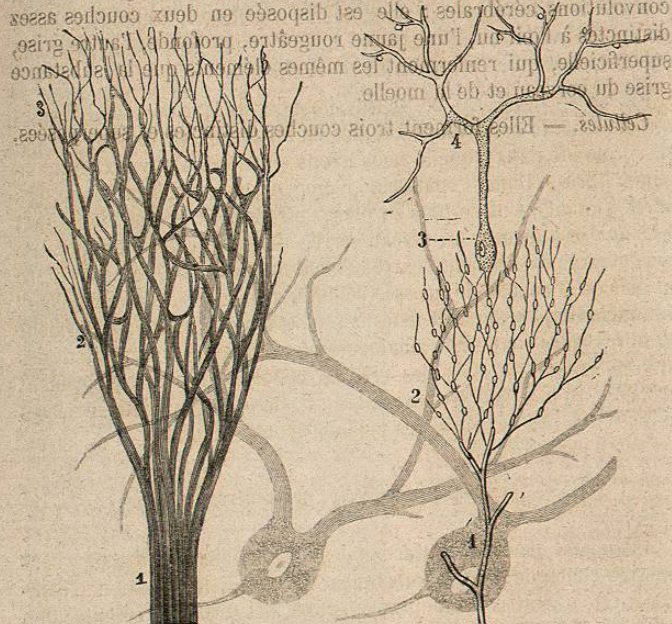


FIG. 368. — Trajet des fibres nerveuses à la surface du cervelet de l'homme. — FIG. 369. — Continuité des éléments nerveux du cervelet.

1. Fibres nerveuses de la substance blanche. — 2. Plexus nerveux dans la couche de substance grise dite substance ferrugineuse. — 3. Les fibres se terminent dans l'épaisseur de la substance grise.

1. Tube nerveux de la substance blanche du cervelet. — 2. Reticulum formé par des filaments pourvus de noyaux. — 3. Grosse cellule nerveuse émettant vers la périphérie du cervelet des prolongements 4, dont quelques-uns sont pourvus de noyaux.

origine, où ils peuvent avoir le quart du diamètre de la cellule, et se ramifient de manière à donner naissance à des faisceaux de

1. Deiters lui donne le nom de *prolongement du cylindre d'axe*, comme nous l'avons déjà vu plus haut pour les cellules du cerveau.