

Dans ces cas, l'absence de sensibilité des parties innervées par le bout périphérique du nerf divisé tenait à la douleur, à la commotion, etc., et le retour de cette sensibilité n'était autre chose que la sensibilité récurrente, qui se produisait par des filets sensitifs des nerfs voisins remontant de leurs extrémités vers le tronc du nerf médian.

Sensibilité récurrente des nerfs crâniens. — Les nerfs crâniens moteurs se comportent comme les racines antérieures des nerfs rachidiens ; c'est-à-dire que le bout périphérique d'un nerf moteur divisé est sensible, son bout central étant dépourvu de sensibilité. Cette sensibilité récurrente est due à des filets d'un nerf sensitif voisin, remontant le long du nerf moteur. Il est très-facile de faire l'expérience sur le nerf facial, qui reçoit du trijumeau des *filets sensitifs récurrents*.

La sensibilité récurrente est le critérium de la paire nerveuse physiologique. — Anatomiquement, une paire nerveuse est formée par un nerf d'un côté, et le nerf homologue du côté opposé ; ainsi, les deux optiques, les deux faciaux, constituent des paires nerveuses anatomiques. L'expression de *paire nerveuse physiologique*, établie avec tant de soin par Cl. Bernard, s'applique à l'association d'un nerf moteur et d'un nerf sensitif, qui envoie au premier des fibres sensitives pour lui donner sa sensibilité récurrente.

Chaque *nerf rachidien*, pris isolément, représente une paire nerveuse, dans laquelle les racines antérieures représentent le nerf moteur et les postérieures le sensitif.

Dans les *nerfs crâniens*, chaque nerf moteur correspond, physiologiquement parlant, à un nerf sensitif.

La communication de la sensibilité de la racine postérieure à la racine antérieure, dans les nerfs rachidiens, s'établit exclusivement entre deux racines du même nerf ; il n'existe aucune communication entre les filets nerveux d'une paire physiologique et ceux des paires voisines. La section des racines postérieures situées au-dessus et au-dessous n'a aucune influence sur une racine antérieure, tant qu'on respectera la racine postérieure qui lui correspond.

Dans les nerfs crâniens, on ne voit pas aussi clairement, *à priori*, les paires physiologiques ; mais l'expérience démontre que des nerfs moteurs sont associés à des nerfs sensitifs, de la même manière que les racines antérieures le sont aux racines postérieures ; ainsi, le facial et le trijumeau, les nerfs moteurs de l'œil et la branche ophthalmique du trijumeau. Nous dirons avec Cl. Bernard : qu'un

nerf moteur joue le rôle de racine antérieure vis-à-vis d'un nerf sensitif, lorsque celui-ci lui fournit sa sensibilité récurrente.

Particularités de la sensibilité récurrente. — Nous avons dit que la sensibilité récurrente peut disparaître dans les nerfs moteurs, pour revenir quelque temps après. La manière dont se fait cette disparition et ce retour est des plus intéressantes à connaître. On peut la supprimer et la faire reparaître à volonté, en soumettant l'animal aux *inhalations d'éther ou de chloroforme*. A mesure que l'anesthésie fait des progrès, on peut constater : 1^o que les racines antérieures des nerfs rachidiens perdent d'abord leur sensibilité, la peau, la racine postérieure et la moelle restant sensibles ; 2^o que la peau, et par conséquent les extrémités nerveuses, deviennent insensibles ensuite ; 3^o que la racine postérieure perd un peu plus tard sa sensibilité ; 4^o enfin, que la moelle devient à son tour insensible. Lorsqu'on cesse les inhalations, on remarque que la sensibilité revient en sens inverse : on la constate d'abord dans la moelle, puis dans la racine postérieure, puis à la peau ; enfin, dans la racine antérieure.

L'épuisement nerveux qui suit l'opération pratiquée sur l'animal en expérience agit à la manière des anesthésiques, en supprimant d'abord la sensibilité dans la racine antérieure. On comprend pourquoi le repos, rétablissant l'équilibre nerveux, favorise le retour de la sensibilité récurrente, momentanément perdue, dans la racine antérieure.

b. La sensibilité récurrente n'est pas limitée à la racine antérieure, elle s'étend jusqu'à la moelle ; aussi, quand on divise les racines antérieures, on constate que la sensibilité a disparu, non-seulement sur le bout central, mais aussi sur une petite zone de la surface de la moelle occupant le cordon antérieur et le cordon latéral, zone qui redevient sensible lorsque la sensibilité reparaît dans la racine antérieure. (La surface de la moelle épinière présente une certaine sensibilité, quoique ses parties profondes soient insensibles.)

§ 11. — Centres trophiques ou nutritifs des nerfs. — Dégénérescence atrophique des nerfs.

Définition. — On donne le nom de centres trophiques à des amas de cellules nerveuses exerçant une sorte d'action nutritive, vitale, sur les nerfs en connexion avec ces cellules.

Explication. — Lorsqu'on divise un nerf sur un point quelconque de son trajet, la partie qui tient au centre trophique conserve sa structure normale, tandis que celle qui en est séparée par la section présente une altération caractéristique de ses fibres à laquelle on donne le nom de *dégénération nerveuse*, ou de *dégénérescence atrophique*, expression que nous accepterons. Il est impossible de dire, dans l'état actuel de la science, en quoi consiste cette action trophique de la cellule nerveuse sur la fibre. On en constate les effets sans pouvoir les expliquer.

Historique. — Nasse est le premier qui a fait connaître cette altération du bout périphérique d'un nerf divisé (*Muller's Archiv.*, 1839). C'est à Waller (*Gazette médicale*, 1856) que nous devons les travaux les plus remarquables sur ce sujet; il a étudié la dégénération nerveuse sur une grande quantité de nerfs, et il a institué une méthode de recherche des anastomoses nerveuses basée sur le principe de l'altération des nerfs divisés. Schiff et Vulpian, dans des travaux plus récents (*Vulpian, Leçons sur la physiologie du système nerveux*, 1866), ont confirmé et complété les découvertes de Waller.

Caractères anatomiques de la dégénérescence atrophique. — L'altération dont nous allons parler s'observe aussi bien dans les fibres motrices que dans les fibres sensibles.

Jusqu'au cinquième jour, il n'existe dans le bout du nerf divisé aucune altération appréciable au microscope.

Le cinquième jour, les fibres nerveuses sont moins transparentes et leurs bords présentent moins de netteté.

Vers le huitième jour, les fibres ont perdu leur transparence, la myéline présente de distance en distance des étranglements irréguliers, commencement de segmentation; les bords des fibres sont irréguliers, et le nerf prend une teinte noirâtre.

Vers le dixième jour, la myéline se trouve segmentée en petits fragments séparés les uns des autres.

Un peu plus tard, la gaine de Schwann se trouve remplie par des granulations d'apparence grasseuse qui occupent la place de la myéline.

Au bout d'un mois, l'altération des fibres nerveuses existe sur toute leur longueur.

Plus tard, les granulations diminuent de volume, et elles représentent au bout de trois mois une poussière très-fine qui finit par disparaître.

La myéline ayant complètement disparu, la gaine de Schwann s'applique sur le cylinder axis, le nerf devient grisâtre et ressemble à un faisceau de fibres de tissu conjonctif.

Pendant tout ce temps, le cylinder axis ne subit aucune altération, et au bout de six mois on peut encore constater son existence.

D'après Ranvier (communication à la Société de biologie, 1873), on observerait les altérations suivantes sur le *bout périphérique* du pneumogastrique, chez le lapin :

Au bout de vingt-quatre heures, gonflement des noyaux de la gaine de Schwann et du protoplasma qui les entoure;

Le deuxième jour, le protoplasma, encore plus volumineux, déprime et déforme la myéline;

Le troisième jour, les noyaux et le protoplasma sont tellement gonflés qu'ils emplissent complètement le tube, le protoplasma est parsemé de granulations grasseuses;

Le quatrième jour, le cylinder axis est brisé au niveau de chaque noyau, et l'excitabilité du nerf est perdue;

Le sixième jour, la myéline est fragmentée, les granulations grasseuses du protoplasma sont plus nombreuses et les noyaux se sont multipliés. Tous les éléments qui avoisinent les tubes subissent aussi la dégénérescence grasseuse : tissu conjonctif, cellules épithéliales des vaisseaux, fibres de Remak. Les noyaux des fibres de Remak se multiplient également.

Dans le *bout central*, d'après Ranvier, la myéline devient granuleuse, le cylinder axis se conserve jusqu'au point de section du nerf, parce qu'il reçoit l'influence trophique des centres nerveux, les noyaux se multiplient et sont maintenus aplatis contre la membrane de Schwann, par le protoplasma devenu très-évident. (Voyez plus haut la *Structure des nerfs*, d'après Ranvier.)

Étendue de l'altération. — Il est démontré que la dégénérescence atrophique ne progresse pas d'un bout à l'autre du nerf, mais qu'elle se produit en même temps sur toute l'étendue des fibres sensibles et motrices jusque dans leurs filets terminaux, comme on l'a constaté pour les nerfs des papilles de la langue (Waller), pour les nerfs des corpuscules de Meissner (Krause), pour ceux des fibres musculaires (Vulpian).

Excitabilité des fibres nerveuses atrophiées. — Il résulte de nombreuses expériences faites par plusieurs physiologistes, et notamment par Longet, que le *bout périphérique* d'un nerf divisé perd son excitabilité au bout de quatre jours, chez tous les mammifères.

La perte de l'excitabilité s'observe en même temps sur les fibres motrices et sur les fibres sensibles, c'est-à-dire que l'excitation des premières ne provoque plus la contraction des muscles, et que celle des fibres sensibles ne produit plus de douleur.

Sens dans lequel disparaît l'excitabilité. — On peut constater que l'excitabilité des fibres motrices disparaît insensiblement du point de section vers la périphérie, de sorte qu'une portion du nerf qui était excitable la veille ne répond plus aux excitants le lendemain, et qu'on est obligé de se rapprocher davantage de l'extrémité terminale du nerf pour retrouver cette excitabilité, qui disparaît complètement le quatrième jour, comme nous l'avons vu.

Quant aux fibres sensibles, qui sont centripètes, on conçoit que le bout périphérique perd son excitabilité au moment de la division du nerf, mais le bout central, qui tient aux centres nerveux, perd son excitabilité de la périphérie vers le centre. (Voyez *Nerfs rachidiens*.)

C'est du reste dans le même sens que se perd l'excitabilité des nerfs au moment de la mort, du centre à la périphérie pour les nerfs moteurs, et de la périphérie au centre pour les nerfs sensitifs.

Divers centres trophiques. — Tous les nerfs ont un centre trophique, centre nutritif. Le centre trophique des racines antérieures des nerfs rachidiens est représenté par la substance grise de la moelle épinière, que Waller considère comme un immense ganglion. Les ganglions rachidiens sont les centres trophiques des racines postérieures (voyez *Nerfs rachidiens*).

Waller a montré que le ganglion de Gasser est le centre trophique du trijumeau, et que la plupart des nerfs du grand sympathique ont pour centres trophiques les ganglions mêmes du grand sympathique.

Waller pense que les cellules nerveuses de la rétine représentent un ganglion qui serait le centre trophique du nerf optique.

Pour les nerfs crâniens moteurs, le centre trophique est représenté par leur noyau d'origine réelle, situé dans l'axe gris cérébro-spinal (3^e, 4^e, 6^e, 7^e, 11^e et 12^e paires). Lorsque l'un de ces troncs nerveux se trouve divisé expérimentalement ou altéré par une lésion pathologique, dans l'épaisseur des centres nerveux, entre son origine apparente et son origine réelle, le nerf est paralysé et ses fibres subissent la dégénérescence. Il est probable que les nerfs crâniens sensitifs ont leur propre ganglion pour cen-

tre trophique, ce qui est prouvé pour la portion sensitive du trijumeau. On manque d'expériences directes sur les centres trophiques des diverses fibres des 4^{re}, 8^e, 9^e et 10^e paires, ainsi que sur le centre trophique du nerf de Wrisberg.

Méthode wallérienne. — D'après Vulpian, on donne le nom de *méthode wallérienne* à cette précieuse méthode préconisée par Waller, et qui consiste à disséquer physiologiquement, à poursuivre à l'aide du microscope, dans l'épaisseur des plexus et dans les anastomoses nerveuses, les fibres altérées des nerfs séparés de leur centre trophique.

Quoique la recherche de ces nerfs ne soit pas de la plus grande facilité, on peut espérer qu'elle produira, dans l'avenir, des résultats considérables : 1^o lorsqu'on arrache le spinal, on peut, au bout d'une quinzaine de jours, suivre ses rameaux dégénérés et constater la part qu'ils prennent à la formation des branches du pneumogastrique (nerf pharyngien, nerfs laryngés), avec lequel le spinal s'anastomose ; 2^o en arrachant la partie centrale du facial et en poursuivant les fibres altérées de sa branche appelée *corde du tympan*, Vulpian a pu s'assurer que cette branche nerveuse ne fait que s'accoler au lingual et s'arrête au ganglion sous-maxillaire.

Régénération des nerfs altérés. — On pourrait croire que les nerfs dont les fibres sont dégénérées et ont perdu leur excitabilité sont perdus sans retour. Il n'en est rien, et il suffit qu'une cicatrice s'établisse entre les deux bouts du nerf divisé, pour que les fibres du bout périphérique recouvrent leur structure normale et redeviennent excitables. Ce retour à l'état normal constitue la *régénération nerveuse*. Nous ferons précéder l'étude des modifications qui se produisent dans les fibres de celle de la cicatrisation.

Cicatrisation du point divisé. — Plus l'animal sur lequel on expérimente est jeune, plus la cicatrisation est rapide et facile. Elle sera également plus facile et plus rapide si les deux bouts sont rapprochés. La puissance de réparation est telle, que les deux bouts du nerf peuvent se cicatriser même lorsqu'ils sont séparés par un intervalle de quatre, cinq et même six centimètres au plus. Vulpian a vu un intervalle de six millimètres séparant les deux fragments du nerf sciatique, chez de très-jeunes rats, se cicatriser en moins de dix-sept jours. Schiff enlève à deux jeunes chats trois

centimètres du nerf lingual, et la sensibilité de la langue se rétablit au bout de quatorze jours.

Bourgeonnement du bout central. — Pendant que la dégénérescence atrophique s'opère dans le bout périphérique du nerf divisé, le travail réparateur, la cicatrice nerveuse, se fait dans le lieu de la division. Le bout central est le siège de tous les phénomènes. On voit, en effet, *sur ce bout central*, se développer une sorte de *champignon*, de saillie grisâtre, qui se termine par une pointe libre et qui s'allonge lentement, insensiblement, jusqu'à ce qu'elle arrive au contact du bout périphérique.

Dans cette saillie, on voit apparaître des tubes nerveux parfaitement constitués et plus minces que les tubes du tronc nerveux. Ces tubes sont un prolongement, une sorte de bourgeonnement de ceux qui existent dans le bout central.

Restauration des fibres atrophiées. — Au moment où l'extrémité du bout central prolongé arrive au contact du bout périphérique, celui-ci devient le siège d'une modification, d'une restauration complète, consistant essentiellement dans la *réapparition de la myéline* qui remplit les tubes et sépare le cylindre axis de la gaine de Schwann.

Cette restauration se montre en même temps sur les fibres sensitives et motrices, et dans toute leur étendue à la fois. Schiff, Philipeaux et Vulpian pensent qu'il ne s'agit pas de la formation de nouvelles fibres nerveuses, mais que ce sont les anciennes fibres altérées qui deviennent le siège de la restauration.

Retour de l'excitabilité des fibres nerveuses. — Les propriétés du nerf qui est le siège de la régénération se rétablissent insensiblement, mais il faut, d'après Vulpian, pour que la communication des excitations se fasse d'un bout à l'autre du nerf, que les tubes nerveux de la cicatrice contiennent de la myéline.

L'excitabilité des fibres sensitives reparait avant celle des fibres motrices.

Régénération autogénique des nerfs divisés. —

La régénération des nerfs peut-elle se faire sans que le bout périphérique soit mis en communication avec le centre trophique? On verrait, d'après Vulpian, cette régénération se faire sur des nerfs *définitivement séparés des centres nerveux*, ayant subi la dégénérescence. C'est là ce qu'il nomme *régénération autogénique* des nerfs. Dans ces cas, le nerf a perdu sa fonction, puisqu'il est séparé des centres nerveux, mais il a recouvré son excitabilité. De nouvelles recherches sont nécessaires pour bien établir ce fait.

CHAPITRE TROISIÈME

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE DES CENTRES NERVEUX

§ 1. — Des actes réflexes.

Jusqu'à nos jours on était habitué à considérer l'acte réflexe comme un mouvement *involontaire, automatique*, succédant à une impression *non perçue*. Quand, par exemple, on décapite une grenouille, d'après les idées qui ont cours en physiologie, on supprime chez cet animal l'influence des centres de la volonté et de la perception consciente, localisés dans la substance grise des circonvolutions. En effet, la grenouille décapitée est devenue incapable d'exécuter des mouvements spontanés, sa volonté est entièrement abolie.

Mais si on vient à irriter une des pattes de l'animal décapité, il retirera sa patte pour la soustraire à la cause d'irritation. De même un lapin décapité se soustraira par la fuite à toute excitation portée sur lui. C'est à cette catégorie de mouvements inconscients et automatiques qu'on réservait d'abord la qualification de *réflexes*.

On établissait ainsi une distinction fondamentale entre ces mouvements et les mouvements *volontaires et conscients*.

Le phénomène réflexe, compris de la sorte, impliquait donc l'absence de perception et surtout d'intervention de la volonté. On lui assignait comme centre d'origine la substance grise du névraxe rachidien et des ganglions centraux des hémisphères.

Acception moderne de l'acte réflexe. — La dénomination d'acte réflexe a été de nos jours étendue à toute activité d'un centre de substance grise se traduisant par un mouvement quelconque. D'après cette manière de voir, on dit qu'il se produit un acte réflexe chaque fois qu'une impression, perçue ou non, vient ébranler un centre nerveux, et que celui-ci entre en activité pour donner naissance à une excitation motrice, volontaire ou automatique.

Ce terme d'acte réflexe signifie donc simplement qu'une impression, venant à atteindre un centre *quelconque* de substance