

Tandis que la transmission de la motricité dans la moelle est, comme nous l'avons dit, principalement directe, la transmission de la sensibilité (du moins de la sensibilité à la douleur) paraît y être surtout croisée. Deux sortes d'expériences le prouvent : l'hémisection transversale et la section longitudinale.

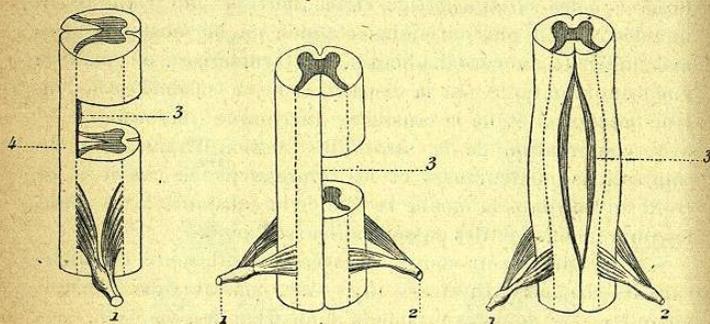


Fig. 149.

Fig. 150.

Fig. 151.

Schéma des vivisections médullaires.

Fig. 149. — Section transversale de toute la moelle, sauf les cordons postérieurs 4. (Expérience de SCHIFF.) Conservation de la sensibilité tactile.

Fig. 150. — Hémisection transversale de la moelle. 1, anesthésie. — 2, paralysie de la motilité et hyperesthésie. (Syndrome de BROWN-SÉQUARD.)

Fig. 151. — Section longitudinale de la moelle. (Expérience de GALIEN.) Sensibilité à la douleur éteinte dans 1 et 2.

nale de la moelle. Si l'on coupe transversalement une moitié de la moelle (fig. 150), les phénomènes suivants (*syndrome de BROWN-SÉQUARD*) s'observent au-dessous de la section : du même côté que la lésion la motricité est abolie, mais la sensibilité est conservée et même exaltée au début ; le moindre attouchement éveille de la douleur (*hyperesthésie*) ; du côté opposé au contraire, la motricité est à peu près intacte, mais la sensibilité à la douleur complètement abolie ; les piqûres, brûlures, écrasement du membre inférieur ne sont pas sentis. L'hémisection transversale de la moelle produit donc une paralysie muscu-

laire directe et une anesthésie croisée, et réalise ainsi une dissociation remarquable de la motilité et de la sensibilité. Quant à l'hyperesthésie qui se montre du côté de la section, elle est probablement due à une exaltation de l'excitabilité des centres nerveux sous l'influence du traumatisme exerçant à distance une action *dynamogénique*, pour adopter l'expression de BROWN-SÉQUARD. Si maintenant, on sépare la moelle en deux moitiés symétriques sur une certaine étendue par une incision longitudinale et médiane portant sur les commissures, un grand nombre de fibres sensibles se trouvent sectionnées au niveau de leur entre-croisement (fig. 151). Le résultat de cette expérience ancienne de GALIEN, répétée par BROWN-SÉQUARD, est en effet sinon d'abolir, du moins d'émousser notablement la sensibilité à la douleur au-dessous de la lésion.

3° Application de la méthode anatomique à l'étude des voies de conduction dans la moelle.

— Nous savons que lorsqu'un cylindraxe est séparé par section de son centre trophique, c'est-à-dire du corps du neurone, son bout périphérique dégénère. Nous possédons ainsi un moyen de connaître la position respective des corps de neurone d'où émanent les fibres médullaires et de poursuivre le trajet de ces fibres dans toute leur étendue. Telle est la méthode dite des *dégénérescences secondaires*. Grâce à cette méthode on a appris que les corps de neurone des fibres des cordons ne se trouvent pas tous dans la moelle et les ganglions rachidiens, mais encore dans les centres nerveux supérieurs. Après la section transversale de la moelle sur l'animal vivant, certaines fibres dégèrent de bas en haut, d'autres de haut en bas, à partir de la surface de section. Les premières, à *dégénérescence ascendante*, ont évidemment leur centre trophique et par conséquent leur cellule d'origine dans le segment inférieur de la moelle coupée ou dans les ganglions rachidiens ; elles sont groupées en faisceaux et occupent dans le segment supérieur de la moelle certaines régions déterminées. Pour les secondes, à *dégénérescence descendante*, les corps cellulaires se trouvent dans l'axe médullaire au-dessous de la section et même aussi très haut dans les

centres nerveux supérieurs ; ces fibres forment dans le segment inférieur de la moelle coupée des zones de dégénérescence différentes de celles que présente le segment supérieur. Il est facile de concevoir que le sens de la dégénérescence des fibres indique aussi le sens de la conduction, en sorte que l'on peut établir d'une façon générale que les faisceaux moteurs dans la moelle présentent une dégénérescence descendante et les faisceaux sensitifs une dégénérescence ascendante.

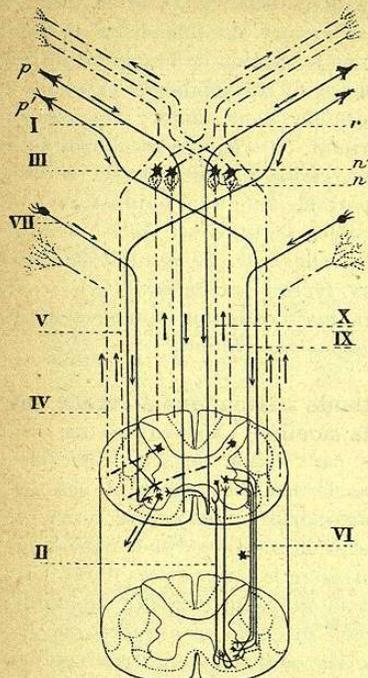


Fig. 152.

Épure montrant le trajet et les connexions des faisceaux de la moelle.

p, p', cellules pyramidales. — *n, n'*, cellules des noyaux de Goll et de Burdach. — *r*, ruban de Reil. — I, cordon de Türck. — II, fondamental antérieur. — III, pyramidal croisé. — IV, cérébelleux direct. — V, de Gowers. — VI, latéral profond. — VII, intermédiaire. — IX, de Burdach. — X, de Goll. (Ces chiffres se rapportent aux mêmes parties que dans la figure 142.) Les flèches indiquent le sens du courant nerveux et de la dégénérescence.

En combinant cette coupe avec le dessin ci-joint (fig. 152), qui est une épure montrant le trajet et les connexions des fibres des cordons, et avec les figures

170 et 171 (p. 569 et 572) on doit pouvoir suivre sans peine notre description.

A. CORDON ANTÉRIEUR. — Dans le cordon antérieur la partie la plus interne avoisinant le sillon médian antérieur (I) porte le nom de *faisceau pyramidal direct* ou de Türck. Ce faisceau est composé de fibres longues à dégénérescence descendante dont la cellule d'origine (*p*) se trouve dans l'écorce cérébrale de l'hémisphère du côté correspondant et dont l'arborisation terminale se met en rapport avec une cellule radulaire de la corne antérieure de la moelle. Le trajet de ce cordon est direct depuis le cerveau jusqu'à la moelle, en passant par le pied du pédoncule cérébral et la pyramide bulbaire du même côté (d'où son nom de pyramidal direct) ; cependant la plupart de ses fibres arrivées dans la moelle passent par la commissure antérieure et vont se mettre en rapport avec les cellules radulaires de la corne antérieure du côté opposé. Ce faisceau est donc en réalité en grande partie croisé, mais seulement dans sa portion terminale.

Le reste du cordon antérieur (II) ou *zone radulaire antérieure* est formé par des fibres commissurales courtes (à dégénérescence peu étendue et à la fois ascendante et descendante). Ces fibres relient entre eux différents étages rapprochés de la corne antérieure.

B. CORDON LATÉRAL. — Dans le cordon latéral, se trouve (en III) un faisceau volumineux appelé *pyramidal croisé*. Il occupe une région très étendue du segment postérieur du cordon latéral ; en dedans il confine à la partie externe de la corne postérieure, en dehors il est séparé de la surface de la moelle par la bandelette étroite du faisceau cérébelleux direct ; ses fibres à dégénérescence descendante ont leur origine dans les cellules pyramidales (*p'*) de l'écorce cérébrale de l'hémisphère du côté opposé ; elles présentent le même trajet que les fibres du cordon de Türck jusqu'au bulbe ; mais là elles s'entrecroisent en bloc avec celles de l'autre côté, au niveau de l'entre-croisement des pyramides (d'où le nom de pyramidal croisé donné au faisceau). Après leur entre-croisement, les

fibres restent du même côté de la moelle ; dans leur trajet médullaire elles se détachent successivement du faisceau pour se mettre en rapport par des arborisations terminales avec les cellules radiculaires de la corne antérieure du même côté. Ainsi le faisceau va en diminuant progressivement de volume de haut en bas. Mais, comme le nombre de ses fibres est infiniment moindre que celui des cellules motrices des cornes antérieures, chaque fibre avant sa terminaison émet de plus sur son trajet une série de fines collatérales qui pénètrent à différents étages dans la corne antérieure et s'y comportent comme la fibre terminale. Il en est de même du reste pour les fibres du cordon de TÜRCK. De cette façon, chaque cellule radiculaire de la corne antérieure peut être en relation par ses dendrites avec une division du prolongement cylindraxile de la cellule cérébrale (voy. fig. 155 et 170, p. 521 et 569). Le faisceau pyramidal croisé constitue avec le faisceau pyramidal direct la longue voie motrice centrale reliant les cellules pyramidales des circonvolutions motrices de l'écorce cérébrale aux cellules motrices de la moelle.

En dehors du faisceau pyramidal croisé on voit en IV le faisceau *cérébelleux direct* de FLECHSIG. Les fibres de ce faisceau subissent la dégénérescence ascendante ; elles naissent des cellules de la colonne de CLARKE et remontent vers l'hémisphère cérébelleux du même côté où elles se terminent (plus spécialement dans les noyaux du toit ou de STILLING.) Ce faisceau représente une voie sensitive longue transmettant au cervelet les impressions périphériques qui doivent intervenir dans le mécanisme de la coordination des mouvements ; aussi quelques auteurs le considèrent-ils comme la principale voie conductrice de la sensibilité musculaire.

En avant des faisceaux précédents, le *faisceau de GOWERS*. Ses fibres prennent leur origine dans les cellules cordonales de la moitié opposée de la substance grise et s'entre-croisent aussitôt dans la commissure avec celles du côté opposé, pour remonter ensuite dans le cordon latéral où elles occupent la région figurée en V. Elles subissent la dégénérescence ascendante, mais leur terminaison n'est pas parfaitement connue. Dans la

figure 152 elles sont représentées comme remontant jusque dans l'écorce cérébrale ; telle est, en effet, l'opinion d'EDINGER, de V. GEHUCHTEN, etc. Le faisceau de GOWERS constitue une partie de la longue voie sensitive centrale, croisée à son origine et directe ensuite dans son trajet médullo-encéphalique.

Le reste du cordon latéral, ou *faisceau latéral profond*, moulé dans la concavité de la substance grise, en VI, est formé de fibres très fines commissurales entre différents étages de la moelle ; il constitue par conséquent dans le cordon latéral un système analogue à celui de la zone radiculaire antérieure dans le cordon antérieur. Mais, de plus, il contient dans sa partie antérieure en VII (*faisceau intermédiaire*) des fibres à dégénérescence descendante, longues, ayant leur origine dans les cellules du cervelet et leur terminaison dans la corne antérieure, d'après les recherches de MARCHI. Un certain nombre de ces fibres se trouvent aussi disséminées dans le cordon antérieur. La moelle serait donc en connexion avec le cervelet non seulement par un faisceau centripète (cérébelleux direct), mais aussi par un faisceau centrifuge (voy. aussi les figures 155 et 156 où ces faisceaux cérébelleux sont représentés).

Enfin tout à fait en arrière, au contact de la racine postérieure en VIII, on a figuré la *zone de LISSAUER* formée par des fibres de la racine postérieure.

C. CORDON POSTÉRIEUR. — Le cordon postérieur est divisé classiquement en deux faisceaux, le *cordon de GOLL* (X) et le *cordon de BURDACH* (IX), séparés du reste anatomiquement par un tractus conjonctif ; les fibres qui les constituent sont de deux sortes : les unes ont une origine extra-médullaire et méritent pour ce motif le nom de *fibres exogènes* ou *extrinèques* ; elles subissent la dégénérescence ascendante ; les autres naissent dans la substance grise de la moelle et s'y terminent, ce sont les fibres *endogènes* ou *intrinèques*.

a. *Fibres exogènes*. — Elles forment les racines postérieures des nerfs rachidiens ; aussi les nomme-t-on encore *fibres radiculaires*. Les fibres des racines postérieures naissent toutes de la cellule du ganglion rachidien ; cette cellule uni-

polaire en apparence est en réalité bipolaire, comme chez les poissons, car le prolongement simple qu'elle émet se divise bientôt en deux branches, l'une se rendant à la périphérie (fibre du nerf sensitif), l'autre, qui est le véritable prolongement cylindraxile, se rendant vers la moelle (fibre de la racine). Aussitôt qu'elles ont pénétré dans la moelle, les fibres radiculaires se dépouillent de leur myéline et, réduites à leur cylindraxe, se divisent en deux ordres de branches, les unes descendantes, les autres ascendantes, qui vont se mettre en rapport avec les dendrites de différents neurones. Les plus importantes, les fibres ascendantes, peuvent être divisées en courtes, moyennes et longues. Les fibres courtes (α , fig. 142) s'irradient dans la corne postérieure au niveau de leur point de pénétration. Les fibres moyennes (β) après un trajet ascendant plus ou moins long se terminent à différents étages de la corne postérieure en se mettant en contact avec les cellules moyennes et celles de la colonne de CLARKE. Les fibres longues (γ) sont moins nombreuses, mais présentent un trajet très remarquable; elles passent dans le cordon postérieur et s'élèvent d'un trait, sans aucun arrêt, jusqu'au bulbe où elles se terminent au contact des cellules de deux noyaux appelés, l'un *noyau des cordons grêles* ou de GOLL (*n*, fig. 171, p. 572) situé dans la pyramide postérieure, l'autre *noyau restiforme* ou de BURDACH situé dans le corps restiforme (*n*^o). Dans leur trajet ces fibres n'occupent pas constamment la même position; les fibres d'une racine quelconque se placent d'abord sur la face interne de la corne postérieure, puis, à un étage au-dessus, elles sont refoulées en dedans par l'arrivée des fibres d'une autre racine et ainsi de suite; il en résulte que les fibres radiculaires dont l'origine est la plus inférieure sont les plus internes dans le cordon postérieur, sur les coupes de la moelle cervicale, et qu'il n'existe aucune distinction fonctionnelle entre les cordons de GOLL et de BURDACH. Les cylindraxes qui émanent ensuite des cellules des noyaux de GOLL et de BURDACH s'entre-croisent en bloc dans le bulbe avec ceux de l'autre côté (entre-croisement sensitif du *ruban de REIL*) et gagnent ainsi l'hémisphère cérébral du côté opposé. La voie sensitive représentée par le cordon pos-

térieur est donc directe dans la moelle et croisée dans le bulbe.

Les fibres radiculaires émettent dans leur trajet un grand nombre de collatérales, les unes courtes se terminant autour des cellules de la substance gélatineuse de ROLANDO et du noyau de la tête, d'autres moyennes se mettant en rapport avec les cellules de la colonne de CLARKE du même côté et avec les cellules de la corne postérieure du côté opposé en traversant la commissure grise (*commissurales δ*); d'autres enfin longues, allant s'épanouir dans la corne antérieure et se mettre en contact avec les cellules radiculaires; ces dernières (ϵ) constituent le *faisceau collatéral réflexe* de KÖLLIKER ou *faisceau sensitivo-moteur* de CAJAL: elles représentent le trait d'union le plus simple qui puisse exister entre le neurone sensitif et le neurone moteur, et la voie réflexe la plus courte.

b. *Fibres endogènes*. — Ce sont des fibres commissurales entre différents étages de la corne postérieure; mais elles ne forment pas un système nettement délimité, comme dans les cordons antérieur et latéral. Toutefois, dans la partie la plus profonde du cordon postérieur, en contact avec la commissure grise en XI, se trouve un petit système de fibres commissurales qui restent intactes dans le tabes; on donne à cette zone de fibres le nom de *faisceau fondamental* ou *zone ventrale du cordon postérieur*.

D'après toute cette description, il est facile de voir que les fibres des cordons blancs de la moelle sont de deux sortes: des fibres courtes commissurales entre différents étages rapprochés de la substance grise, et des fibres longues reliant la moelle aux centres nerveux supérieurs, bulbe, cerveau et cervelet. Parmi ces dernières, les unes sont centrifuges: fibres cérébrales (cordon pyramidal direct et pyramidal croisé), et fibres cérébelleuses (*faisceau intermédiaire*); les autres centripètes: fibres cérébrales (*faisceaux de GOWERS, de GOLL et de BURDACH*) et fibres cérébelleuses (*faisceau cérébelleux direct*). Ces données sont en rapport avec les résultats des vivisections; on doit comprendre particulièrement que l'hémisection de la moelle produise une paralysie de la motricité directe et une anesthésie croisée; en effet, le principal faisceau moteur, le

le cordon pyramidal croisé est direct dans la moelle; sa section doit donc amener une paralysie du même côté; d'autre part, le faisceau de GOWERS, qui représente sans doute la principale voie centrale de conduction des impressions douloureuses, reçoit ses fibres de la moitié opposée de la substance grise; sa destruction doit donc produire l'anesthésie dans le côté opposé.

§ 2. — FONCTIONS DE LA MOELLE COMME CENTRE NERVEUX

Nous étudierons sous ce titre les mouvements réflexes qui prennent naissance dans l'axe gris médullaire et la propriété que l'on désigne sous le nom d'automatisme de la moelle, puis la localisation de différents centres spéciaux. Pour terminer, nous envisagerons la question de savoir si l'intégrité de la moelle est indispensable à l'entretien de la vie.

1° Réflexes. — Toute réaction organique succédant à une impression est à proprement parler un acte réflexe. Cet acte suppose l'intervention de trois facteurs : 1° la transmission d'une impression périphérique par un nerf centripète jusqu'à un centre nerveux ; 2° la transformation de cette impression dans le centre nerveux et sa réflexion sur une voie centrifuge ; 3° la transmission du mouvement à la périphérie par un ou plusieurs nerfs centrifuges. L'ensemble anatomique, substratum de l'action réflexe, porte le nom d'*arc réflexe*. C'est DESCARTES qui, en 1640, conçut le premier le mécanisme de l'action réflexe, et PROCHASKA qui, en 1784, en donna une théorie générale. Soit une grenouille dont on a coupé la moelle dans la région dorsale : au bout de quelques instants, l'ébranlement déterminé par le traumatisme s'étant dissipé, il suffit de pincer légèrement l'extrémité d'une des pattes postérieures pour la voir se fléchir. Si la moelle était coupée au cou, le mouvement de rétraction pourrait être provoqué dans les membres antérieurs. On peut supposer la moelle divisée en autant de tronçons qu'on voudra, chaque segment, pourvu qu'il soit en rapport avec un nerf sensible et un nerf moteur sera susceptible d'engendrer l'action réflexe ; chaque tronçon

d'une anguille coupée en morceaux présente des contractions réflexes lorsqu'on l'irrite. Ainsi la moelle, séparée des centres nerveux supérieurs, suffit pour la production de ces mouvements qui s'exécutent d'une façon purement mécanique, sans participation de la volonté ni de la conscience ; que l'on détruise la moelle avec un stylet enfoncé dans le canal rachidien, et le pouvoir réflexe est aboli. Les mêmes phénomènes ont lieu chez les mammifères, seulement les mouvements réflexes n'apparaissent nettement que plusieurs jours après la section de la moelle, lorsque les phénomènes inhibitoires développés par le traumatisme ont disparu. Ces mouvements sont plus faciles à produire chez les animaux nouveau-nés dont la moelle est moins sensible aux traumatismes ; chez eux, du reste, tous les mouvements s'accomplissent en qualité de réflexes, car l'écorce cérébrale et le faisceau pyramidal, voie de conduction des mouvements volontaires, ne sont pas encore développés.

a. *Excitants des réflexes.* — Les mouvements réflexes peuvent être déterminés non seulement par l'irritation d'une surface sensible, peau et muqueuse, mais aussi par l'excitation du nerf sensible dans sa continuité. Toutefois ces mouvements sont plus intenses et se produisent plus facilement quand l'excitation est portée sur les terminaisons nerveuses. De plus la nature et le mode d'excitation ne sont pas indifférents. Pour des excitations mécaniques, une irritation légère et fréquemment répétée, frôlement, chatouillement, est plus efficace qu'une irritation violente telle que pincement, écrasement, qui chez l'animal intact déterminerait de la douleur. Les excitants chimiques se montrent plus spécialement actifs : ainsi une goutte d'eau acidulée déposée sur la peau du membre inférieur d'une grenouille décapitée provoque le retrait de la patte, alors que le pincement de la même région pourrait demeurer sans effet.

b. *Lois des réflexes.* — L'intensité et la complexité des mouvements réflexes se montrent en rapport avec l'intensité et la nature de l'excitant. Par une excitation légère de la peau du membre inférieur, on détermine un mouvement réflexe loca-