

avons précédemment insisté (§ 343), a été vérifiée de nouveau par tous les observateurs (Brown-Séguard, Broca, Schiff, Chauveau, etc.).

Les divers faisceaux de la moelle, faisceaux postérieurs<sup>1</sup>, faisceaux latéraux et faisceaux antérieurs, ne paraissent donc point servir à la transmission des impressions sensibles.

Quelle voie les impressions sensibles, parvenues à la substance grise de la moelle épinière, suivent-elles pour remonter vers l'encéphale? Restent-elles dans la moitié latérale correspondante de la moelle, ou passent-elles de l'autre côté en totalité ou en partie? En d'autres termes, les impressions sensibles, amenées dans un côté de la moelle par les racines postérieures du même côté, cheminent-elles par en haut dans la même moitié de la moelle, ou bien passent-elles du côté opposé par les commissures de la moelle, ou bien sont-elles transmises à la fois par l'un et l'autre côté? En un mot, cette transmission est-elle *directe*, *croisée*, ou à la fois l'un et l'autre, c'est-à-dire *mixte*?

Un grand nombre de tentatives ont été faites sur ce point. Elles peuvent être ramenées à deux expériences fondamentales. La première consiste à pratiquer une section transversale par laquelle on divise dans sa totalité toute une moitié latérale de la moelle. Cette section peut être faite sur la région dorsale, la région lombaire ou la région cervicale. La seconde, déjà exécutée par Galien, consiste à couper les commissures de la moelle dans une certaine étendue, c'est-à-dire à séparer la moitié droite de la moitié gauche de la moelle par une section longitudinale plus ou moins étendue, pratiquée au fond du sillon médian postérieur.

Lorsqu'on divise transversalement une moitié latérale de la moelle, qu'arrive-t-il? On observe, chez l'animal auquel cette section a été pratiquée à la région dorsale, que la sensibilité est conservée dans le

<sup>1</sup> D'après M. Schiff, les faisceaux postérieurs de la moelle auraient une fonction propre, qui consisterait à conduire non pas la *sensibilité douleur*, mais la sensibilité tactile. Lorsqu'on a isolé les faisceaux postérieurs et qu'on a coupé au même niveau les faisceaux antérieurs, les faisceaux latéraux et la substance grise, de sorte que le segment supérieur de la moelle ne communique plus avec l'inférieur que par les faisceaux postérieurs, l'animal, paralysé de la partie postérieure du corps, ne ressent plus la douleur. Quand on pince, quand on pique, quand on brûle le train postérieur, il ne crie ni ne s'agite. Mais il suffit, dit M. Schiff, de le toucher même très-légalement sur la même partie pour qu'il ouvre les yeux et dresse les oreilles, en un mot, pour que son attention soit éveillée; d'où M. Schiff conclut que les faisceaux postérieurs conduisent les impressions du *tact*; tandis que les sensations de *douleur* et celles de *température* sont transmises par la substance grise.

L'expérience invoquée par M. Schiff ne nous paraît pas démonstrative. M. Schiff dit bien que l'animal piqué, brûlé ne crie ni ne s'agite, mais M. Schiff a-t-il constaté que son attention n'a pas été éveillée par les excitants violents, tout aussi bien que par le simple attouchement? Une portion de la substance grise, conservée dans les cornes postérieures (si difficiles à détruire entièrement, quand on conserve les faisceaux postérieurs), ne suffirait-elle pas à expliquer cette persistance d'une sensibilité rudimentaire? La peau est, de toutes les parties de l'animal, la plus sensible; on peut encore constater sur elle les derniers vestiges de la sensibilité quand celle-ci a disparu dans les autres tissus. Ne savons-nous pas (§ 331) que la sensibilité qui s'éteint transforme les impressions les plus vives de la douleur en simples sensations tactiles?

membre postérieur du côté de la section. Elle est *très-affaiblie* dans le membre du côté opposé à la section. Cette expérience peut être complétée de la manière suivante (Van Deen et Schiff): l'animal étant dans cet état, on pratique plus haut ou plus bas, à la distance d'une à quatre vertèbres, une section transversale sur l'autre moitié de la moelle. La moelle a, dès lors, subi deux sections; chacune de ses moitiés latérales se trouve divisée à des hauteurs différentes. On constate immédiatement que toute sensibilité est anéantie dans le train postérieur de l'animal.

Lorsqu'on divise la moelle longitudinalement, de manière à séparer, dans une certaine étendue, la moitié gauche de la moelle de la moitié droite, on constate que la sensibilité des *deux membres* postérieurs est *très-affaiblie*.

Nous concluons de ces expériences, avec M. Schiff, que les impressions sensibles cheminent à la fois dans le côté de la moelle qui reçoit l'impression et à la fois dans le côté opposé, c'est-à-dire que la transmission est à la fois *directe* et *croisée*. Si nous tenons compte des divers résultats obtenus par les expérimentateurs, nous ajouterons, en ce qui concerne le degré, que la transmission est *surtout croisée*. Le croisement de la transmission des impressions sensibles a lieu dans toute l'étendue de la moelle. Les expérimentateurs ont remarqué, en effet, que l'affaiblissement de la sensibilité s'étendait avec l'étendue de la section longitudinale. Pour chaque paire nerveuse la décussation partielle dont nous parlons se fait au niveau du point d'émergence des racines, et dans une certaine étendue au-dessus et au-dessous. Les expériences ingénieuses et délicates de M. Brown-Séguard ont nettement établi ce point<sup>1</sup>.

Les expériences tentées sur les faisceaux antérieurs et sur les faisceaux latéraux de la moelle, quoique moins nombreuses et moins variées que celles qui ont porté sur les faisceaux postérieurs, ne sont pas moins intéressantes que les précédentes. D'après ce que nous avons dit, il est évident que ces faisceaux ne conduisent pas les impressions sensibles; mais quel est leur rôle relativement aux incitations motrices?

Les expériences de M. Calmeil, de M. Brown-Séguard, celles de M. Schiff et surtout celles de M. Chauveau, qui ont porté sur plus de quatre-vingts sujets (chevaux, ânes, vaches, moutons, chèvres, chats, chiens), prouvent que l'excitation isolée des fibres longitudinales des faisceaux antérieurs ne détermine point de mouvements dans les parties qui reçoivent leurs nerfs de la partie de la moelle sous-jacente à l'excitation. Ces mouvements ne surviennent dans les parties qu'autant que l'excitation porte sur les points voisins de l'émergence des racines antérieures des nerfs. Il se produit alors quelque chose d'analogue à ce qui arrive pour les faisceaux postérieurs, c'est-à-dire que ce sont les filets des racines antérieures des nerfs qui se trouvent excités dans

<sup>1</sup> Dans les grands mammifères, la décussation partielle de chaque racine postérieure se fait dans une étendue de 5 à 6 centimètres au-dessus et au-dessous du point d'émergence de la racine (Brown-Séguard).

les points où ils traversent les faisceaux antérieurs de la moelle pour se porter de la substance grise centrale au dehors.

Voici d'autres expériences de MM. Stilling et Schiff, qui tendent aux mêmes résultats. Lorsqu'on coupe à un lapin les faisceaux antérieurs de la moelle, au bout de quelques heures tous les mouvements du train postérieur reparaissent, et cela dans leur intensité et leur coordination naturelles. Des chats auxquels M. Schiff avait coupé toute une moitié antérieure de la moelle, et de plus les faisceaux latéraux de la moelle, offraient encore des mouvements volontaires dans le train de derrière, bien que ces mouvements fussent affaiblis.

Donc les incitations motrices passent par la substance grise de la moelle pour se rendre de l'encéphale aux racines antérieures des nerfs.

Quant à la question de savoir si les incitations motrices sont directes ou croisées, ou à la fois directes et croisées, les expériences de M. Van Kempen tendent à démontrer qu'elles sont à la fois *directes* et *croisées*, mais qu'elles sont *surtout directes*. Lorsque M. Van Kempen coupait sur des lapins et des oiseaux une moitié latérale de la moelle par une section transversale dans la région lombaire ou dans la région dorsale, le membre postérieur du même côté paraissait surtout paralysé du mouvement. Lorsque la section transversale d'une des moitiés de la moelle avait lieu à la région cervicale, c'est le membre postérieur du côté opposé qui était surtout paralysé. D'où M. Van Kempen tire la conclusion que l'entre-croisement partiel des incitations motrices a lieu principalement à la région cervicale.

Nous pouvons résumer en quelques mots les faits et les expériences que nous venons de passer rapidement en revue. 1° Les racines postérieures des nerfs sont sensibles dans l'épaisseur de la moelle jusqu'au point où elles entrent en relation avec les éléments (c'est-à-dire avec les cellules) de la substance grise; la sensibilité de ces racines explique la sensibilité apparente des fibres longitudinales des faisceaux postérieurs. 2° Les racines antérieures des nerfs sont excito-motrices dans l'épaisseur de la moelle dès le moment où elles se séparent de la substance grise pour traverser le faisceau antéro-latéral et se porter au dehors; le pouvoir excito-moteur que révèlent parfois les faisceaux antérieurs ou latéraux de la moelle appartient à ces racines et non aux fibres longitudinales de ces faisceaux. 3° La transmission des impressions sensibles et celle des incitations motrices est subordonnée à la liaison des racines des nerfs avec la substance grise de la moelle, laquelle est elle-même insensible.

Mais alors, dira-t-on, quel est donc le rôle des faisceaux postérieurs, des faisceaux antérieurs et des faisceaux latéraux de la moelle? Ce ne sont donc pas des conducteurs?

Les expériences de M. Van Deen vont nous donner la clef de cette difficulté, et nous permettre de formuler, en peu de mots, une doctrine en harmonie avec les résultats signalés précédemment.

M. Van Deen coupe la tête à une grenouille, puis, avec des ciseaux, il retranche toutes les parties latérales du corps, et il ne conserve que la colonne vertébrale (contenant la moelle) et le train de derrière de l'animal. Il plonge alors la colonne vertébrale dans de l'eau contenant 10 pour 100 de sel; cette eau s'introduit dans l'intérieur du rachis et vient baigner la moelle: les cuisses de l'animal n'éprouvent aucun mouvement. Mais, s'il touche les nerfs de la cuisse avec cette eau, ou si les racines des nerfs qui vont à la cuisse sont touchés par cette eau, aussitôt les membres se contractent. De même, lorsque sur une grenouille décapitée la moelle a été isolée dans toute son étendue, et qu'on a coupé toutes les racines des nerfs et conservé seulement les dernières paires rachidiennes et le train postérieur de l'animal, on peut exciter la moelle sans que le train de derrière exécute de mouvement. Ce n'est que quand on s'approche de l'extrémité inférieure de la moelle, c'est-à-dire dans les points correspondant aux origines des racines nerveuses qui vont au train postérieur, que les mouvements se manifestent. Les mêmes expériences peuvent être faites en conservant le cerveau, la moelle allongée et le bulbe (après avoir coupé les nerfs qui procèdent de ces parties).

Quand le système nerveux de la préparation a été convenablement isolé, on peut répéter ces expériences en prenant comme excitant un courant galvanique; les résultats sont les mêmes.

Mettez à mort un lapin, découvrez la moelle, coupez toutes les racines des nerfs, en respectant celles des membres postérieurs; appliquez à la moelle convenablement isolée un courant continu ou un courant d'induction, les membres postérieurs n'éprouvent aucun mouvement. Appliquez ces courants aux nerfs mêmes des membres ou à leurs racines, immédiatement ces membres se contractent.

Que prouvent ces expériences? Elles démontrent que ni l'excitation mécanique, ni l'excitation chimique, ni l'excitation galvanique ne sont capables d'éveiller l'action de la moelle, ou celle des centres nerveux. L'excitation prétendue des centres nerveux, à l'aide des excitants dont nous disposons, n'est qu'une excitation des nerfs, ou des racines des nerfs, dans leur trajet *intra-médullaire*, trajet compris entre la surface du centre nerveux et les cellules de la substance grise d'où ils procèdent<sup>1</sup>. Les actions propres de la substance même de la moelle et des centres nerveux ne peuvent être suscitées que par une excitation organique.

On peut donc concevoir l'ensemble du système nerveux comme constitué par deux parties, je ne dirai pas à fonctions différentes, mais, tout au moins, qui ne répondent pas de la même façon aux interroga-

<sup>1</sup> Quand l'excitation du centre nerveux porte sur des racines nerveuses motrices, elle entraîne le mouvement dans les parties correspondant à la distribution périphérique du nerf; quand l'excitation du centre nerveux correspond à des racines nerveuses sensibles, elle entraîne de la douleur et souvent des actions réflexes.

tions de nos excitants. Ces deux parties sont, d'une part, les *nerfs*, d'autre part, les *centres nerveux* (encéphale et moelle). Par nerfs, nous entendons non-seulement les cordons nerveux isolés et libres qu'on désigne généralement ainsi, mais encore l'ensemble des racines nerveuses profondes contenues dans l'épaisseur des centres nerveux, et comprises entre la surface du centre nerveux et le point où ces racines se fondent dans les cellules de la substance grise. Or, les nerfs (dans leur état de liberté, tout comme dans leur trajet intramédullaire) répondent aux diverses sources d'excitation dont nous disposons, c'est-à-dire aux excitations mécaniques, chimiques, galvaniques, soit par de la douleur, soit par des mouvements. Les centres nerveux (c'est-à-dire l'axe cérébro-spinal proprement dit) sont inexcitables pour nous <sup>1</sup>. Voilà pourquoi les divers faisceaux de la moelle (postérieurs, antérieurs ou latéraux) ne nous ont point encore livré leur secret, et pourquoi nous sommes réduits à interpréter.

En tenant compte des expériences variées que nous avons rapportées, voici l'idée qu'on peut se faire du rôle des faisceaux de la moelle. Cette conception, cette doctrine, si l'on veut, est d'ailleurs en harmonie avec les notions que nous possédons sur la constitution anatomique des centres nerveux.

Examinons d'abord la transmission des impressions sensibles. Ces impressions, nées dans les parties sensibles périphériques, cheminent dans les nerfs sensitifs, suivant la direction centripète, et pénètrent dans la substance grise de la moelle épinière par l'intermédiaire des racines postérieures des nerfs. Dans cette substance, les filets nerveux sensitifs entrent en communication avec le réseau des cellules nerveuses.

Des cellules de la substance grise naissent des filets nerveux, qui, dès ce moment, ne sont plus excitables, et qui forment, à proprement parler, la substance de la moelle elle-même. De ces filets, les uns établissent des communications entre les diverses cellules de la substance grise, d'autres se dirigent vers le haut. Une forte proportion de ces filets sort de la substance grise sous des angles très-aigus et des hauteurs variables, pour se porter dans les parties blanches de la moelle, dont ils forment les fibres longitudinales, c'est-à-dire les faisceaux <sup>2</sup>, et arrivent ainsi à l'encéphale. Dans leur trajet, ces fibres propres de la moelle, nées des cellules de la substance grise, restent en partie du même côté de la moelle, et passent en partie dans le côté opposé.

<sup>1</sup> Dans son remarquable travail sur la physiologie de la moelle épinière, M. Chauveau a dit très-justement : « La distinction, dans les faisceaux de la moelle, du siège propre du mouvement et du siège propre de la sensibilité, ne peut être faite dans le sens communément pris par les physiologistes. »

<sup>2</sup> Ces fibres, désormais non excitables et qui remontent vers l'encéphale, forment-elles les faisceaux postérieurs et seulement ces faisceaux ? Nous l'ignorons. Ce qu'on peut dire de plus vraisemblable, c'est que ces fibres sont groupées dans la moitié postérieure de la substance blanche de la moelle.

La transmission des incitations motrices est analogue à la transmission des impressions sensibles, mais en sens opposé. L'incitation motrice, née dans l'encéphale, chemine dans la direction centrifuge sur les filets nerveux de la substance propre de la moelle épinière (filets nerveux non excitables, comme nous le savons). Ces filets nerveux forment les fibres longitudinales de la moelle, c'est-à-dire les faisceaux <sup>1</sup>. Arrivés à une certaine distance de la racine antérieure du nerf auquel correspondent ces filets, ils gagnent la substance grise de la moelle, entrent en communication avec le réseau des cellules nerveuses. Des cellules nerveuses de la substance grise naissent des filets nerveux, dès ce moment excitables, et qui constituent les filets radiculaires de la racine antérieure du nerf. L'incitation motrice chemine ainsi jusqu'aux organes contractiles correspondant à la distribution périphérique de cette racine antérieure <sup>2</sup>.

Ajoutons d'ailleurs que les impressions des nerfs de sensibilité ne remontent pas toujours jusqu'à l'encéphale, et qu'ils peuvent se métamorphoser dans la substance grise de la moelle en incitations motrices (Voy. § 344, *De l'action réflexe*). Les cellules de la substance grise de la moelle représentent alors, à elles seules, le siège de cette métamorphose, et le mouvement succède à une sensibilité *inconsciente*.

<sup>1</sup> Ces fibres non encore excitables, et qui descendent de l'encéphale, constituent-elles les faisceaux antérieurs et les faisceaux latéraux de la moelle ? Nous l'ignorons. Ce qu'on peut dire de plus vraisemblable, c'est que ces fibres sont groupées dans la moitié antérieure de la substance blanche de la moelle.

<sup>2</sup> La théorie de Charles Bell sur le rôle des faisceaux de la moelle dans la conduction des impressions sensibles et dans celle des incitations motrices ne peut donc plus être acceptée (nous parlons de la doctrine de Charles Bell relative aux fonctions des *faisceaux de la moelle*, et non de sa doctrine relative aux fonctions des *racines des nerfs rachidiens*). Cette dernière est toujours vraie, et il n'est pas de physiologiste qui n'en ait vérifié l'exactitude. Mais il est aisé d'interpréter, d'après ce qui précède, les résultats des expériences de M. Longet, qui s'était constitué en France le défenseur de la doctrine de Charles Bell, alors que celui-ci l'avait abandonnée.

Le procédé de M. Longet consistait à couper complètement la moelle, le plus souvent sur les chiens, de manière à obtenir deux segments, un segment *céphalique* et un segment *caudal*; puis il appliquait successivement le courant d'une pile de Wollaston, de six couples, à la surface de section des faisceaux de la moelle, soit sur le bout caudal, soit sur le bout céphalique. L'application de l'électricité au bout caudal déterminait des contractions des membres abdominaux, quand elle portait sur la surface de la section des faisceaux antérieurs; quand elle portait sur les faisceaux postérieurs, point d'effet. Sur le segment céphalique la stimulation de la surface de section des faisceaux postérieurs déterminait de vives douleurs; la stimulation de la surface de section des faisceaux antérieurs ne causait ni mouvements ni douleurs.

Et d'abord, remarquons que l'emploi de l'électricité est nécessaire pour obtenir ces résultats. M. Chauveau, qui a répété ces expériences un grand nombre de fois sur le cheval, en employant comme stimulant l'action mécanique, a constaté que, quand la section de la moelle a été faite à une égale distance de deux origines nerveuses, l'excitation du bout caudal et du bout céphalique donne constamment des résultats négatifs, c'est-à-dire ne détermine ni mouvement manifeste ni douleur sensible, sur quelque point de la surface de section qu'elle ait lieu.

Lorsqu'on emploie à cette recherche une pile à forte tension, l'excitation franchit facilement les limites dans lesquelles on veut circonscrire son action, et cette excitation s'étend alors à un grand nombre de racines nerveuses *intramédullaires* comprises dans les points voisins et même éloignés de la surface excitée. Cette excitation des nerfs (et non