

donc de l'ordre des contractions musculaires sans conscience, c'est-à-dire de l'ordre des phénomènes réflexes. Lorsque l'éthérisation ou la chloroformisation sont complètes, les muscles sont devenus lâches, et, lorsqu'on les coupe, ils se rétractent bien moins que dans l'état normal. Lorsqu'un animal est profondément plongé dans le sommeil de l'éther ou du chloroforme, les excitants appliqués à la peau sont incapables de susciter des contractions dans les muscles du tronc ou des membres. Les muscles intérieurs, animés par le grand sympathique, perdent plus tard la propriété de réagir par des contractions : ils répondent encore aux excitants qui portent sur la membrane muqueuse, alors que l'excitation qui porte sur les muscles extérieurs ne détermine plus le moindre mouvement <sup>1</sup>.

Lorsque les nerfs sont mis à découvert sur un animal anesthésié par le chloroforme ou par l'éther, l'excitation directe du nerf fait contracter les muscles dans lesquels ce nerf répand ses filets. Si par conséquent un nerf mixte ne transmet plus les impressions sensibles, il est encore capable de transmettre, du côté des muscles, l'excitation motrice. Il survient ici ce qui arrive sur les membres séparés du corps (par conséquent des centres nerveux), et qui, bien évidemment, ne sont plus sensibles (Voy. § 220).

Pendant le sommeil de l'éther et du chloroforme, les mouvements respiratoires sont notablement ralentis. Lorsque ce sommeil devient mortel, ce qui est arrivé malheureusement quelquefois, c'est par la suspension des phénomènes mécaniques de la respiration, et par la suspension de l'action du système nerveux sur les mouvements du cœur, que la mort arrive en un court espace de temps.

Le ralentissement dans les mouvements de la respiration entraîne l'échange incomplet des gaz dans le poumon ; le sang veineux se débarasse incomplètement de l'acide carbonique. Si le sommeil est longtemps prolongé, l'acide carbonique s'accumule dans le sang, et le sang qui circule dans le système artériel n'a plus sa couleur rutilante, ainsi qu'on a pu le constater sur les animaux. Lorsque l'éthérisation ou la chloroformisation sont poussées jusqu'à la mort des animaux, la cause de la mort est donc assez complexe. Elle dépend d'abord de l'action de l'éther ou du chloroforme sur le système nerveux, action qui tend à ralentir les mouvements des muscles respiratoires et les mouvements du cœur <sup>2</sup> par

<sup>1</sup> M. Durham a fait récemment des expériences dans le but de déterminer les modifications locales qui surviennent dans l'encéphale durant le sommeil de l'éther et du chloroforme. Sur des chiens auxquels il avait préalablement enlevé une portion de la voûte du crâne, il a constaté que durant le sommeil du chloroforme les vaisseaux de la pie-mère, et notamment les veines, sont distendus et gonflés, et que cette distension disparaît peu à peu à mesure que l'ivresse du chloroforme se dissipe. Les vaisseaux reprennent, quand l'animal est revenu à lui-même, un volume qui n'est pas le quart de celui qu'ils avaient pendant le sommeil anesthésique. Ils étaient d'un violet foncé, et ils redeviennent roses et même pâles.

<sup>2</sup> Lorsqu'on place un cœur arraché de la poitrine d'un animal vivant dans une atmosphère remplie de vapeurs d'éther ou de chloroforme, le cœur cesse de battre plus tôt que lorsqu'on le laisse à l'air libre.

l'intermédiaire des nerfs que ces muscles reçoivent. Les troubles de l'hématose surviennent secondairement, et le sang, incomplètement révi-vifié, n'excite plus suffisamment les centres nerveux. La mort par le chloroforme est une syncope compliquée d'asphyxie.

## § 366.

**Moelle épinière.** — La moelle épinière est *continue* avec l'encéphale. Elle conduit à l'encéphale les impressions qui lui arrivent par les racines postérieures des nerfs : elle conduit de l'encéphale aux organes, par les racines antérieures des nerfs, les incitations du mouvement ; elle est donc un organe de transmission. En outre, la moelle contient, dans toute sa longueur, une masse intérieure de substance grise ; elle a donc aussi une action propre ; elle est un centre d'innervation.

Lorsque la moelle est coupée en travers sur un animal, ou lorsqu'elle est altérée ou détruite chez l'homme dans toute son épaisseur, les parties qui reçoivent leurs nerfs de la portion de moelle située au-dessous de la lésion sont paralysées du sentiment et du mouvement volontaire. Les impressions ne sont plus senties, les mouvements ne sont plus voulus. Mais les mouvements dus à l'action réflexe de la moelle ne sont pas abolis (Voy. §§ 344 et 345).

Lorsque la moelle est divisée *au-dessus* des points qui fournissent les nerfs destinés à animer les muscles de la respiration, cette section devient beaucoup plus grave pour les animaux, de même que ses altérations sont alors aussi beaucoup plus funestes chez l'homme. Ainsi, la moelle étant divisée entre la dernière vertèbre cervicale et la première vertèbre dorsale, tous les muscles costaux sont paralysés, mais le diaphragme continue encore à se contracter, ainsi que les muscles supérieurs de la cage thoracique (sterno-cléido-mastoidien, trapèze, grand dentelé, pectoraux). Lorsque la moelle est coupée plus haut, on paralyse successivement tous les muscles respiratoires, et l'asphyxie devient menaçante <sup>1</sup>.

Tous ces faits, sur lesquels nous avons déjà insisté précédemment, révèlent l'action conductrice de la moelle ; mais quelle est la voie que suivent les impressions sensibles pour remonter dans la moelle jusqu'à l'encéphale ? quelle est la voie que suivent les incitations motrices pour redescendre par la moelle dans les racines antérieures des nerfs ? C'est ce que nous devons examiner.

Rappelons d'abord quelques notions d'anatomie. Ce que l'on sait, ce que les recherches histologiques ont démontré, c'est que les racines des

<sup>1</sup> Suivant Ch. Bell, il y aurait dans la moelle épinière une portion spécialement en rapport avec les mouvements de respiration. Cette portion serait le *faisceau latéral*. D'après lui, le faisceau latéral de la moelle donnerait naissance aux nerfs facial, spinal, glosso-pharyngien, pneumogastrique, diaphragmatique, *respiratoire externe du tronc* (l'une des branches du plexus brachial), et aux nerfs intercostaux. Cette supposition n'est justifiée ni par l'anatomie ni par les expériences physiologiques.

nerfs rachidiens, tant les antérieures que les postérieures, pénètrent dans la substance grise de la moelle, et entrent en relation avec cette substance (Voy. fig. 214). Une fois engagées dans la substance grise de la

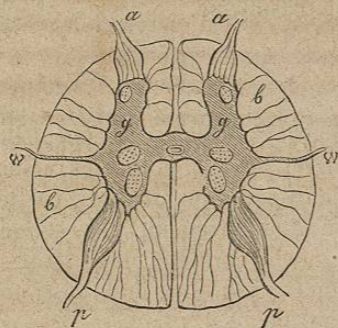


Fig. 213.

COUPE DE LA MOELLE CERVICALE DE L'HOMME  
(d'après M. Lenhossek).

a, a, racines antérieures des nerfs rachidiens.  
p, p, racines postérieures des nerfs rachidiens.

gg, substance grise de la moelle avec son canal central.

bb, substance blanche de la moelle.  
w, w, deux racines du nerf spinal (accessoire de Willis).

moelle, les racines des nerfs communiquent avec les cellules nerveuses contenues dans cette substance. D'une autre part, les cellules de la substance grise sont en communication avec les fibres longitudinales de la moelle (Schilling, Bidder, Wagner, Remak, Owsjannikoff, Kupfer). Ajoutons encore qu'indépendamment des prolongements des cellules de la substance grise, continus avec les tubes nerveux des cordons de la moelle, et avec les tubes nerveux qui entrent dans la constitution des racines des nerfs, il est d'autres tubes nerveux qui servent à établir des anastomoses entre les diverses cellules, non-seulement d'un même côté, mais d'un côté à l'autre de la moelle. C'est par l'intermédiaire des anastomoses des cellules entre elles que les phénomènes de l'action propre de la moelle peuvent être interprétés. On conçoit, en effet, que les conducteurs du sentiment (tubes nerveux des racines postérieures) peuvent se trouver en continuité avec les conducteurs du mouvement (tubes nerveux des racines antérieures) dans l'intérieur même de la moelle, à l'aide des cellules de la substance grise<sup>1</sup>.

En somme, ce qui résulte des recherches les plus récentes sur la structure de la moelle, c'est que nulle part les fibres des racines des nerfs ne se réfléchissent ou ne se coudent par en haut pour remonter immédiatement vers l'encéphale par la substance blanche de la moelle, comme on les a longtemps décrites. Les fibres nerveuses de la substance blanche, qui composent ce qu'on nomme les cordons antérieurs, les cordons postérieurs et les cordons latéraux de la moelle, ne sont en rapport avec les fibres des racines des nerfs que par l'intermédiaire des cellules de la substance grise dans l'intérieur de laquelle plongent ces racines.

Les fibres qui composent la substance blanche de la moelle sortent par toute la surface de la substance grise et sous des angles très-aigus,

<sup>1</sup> D'après les travaux les plus récents de l'école de Dorpat (entrepris sous la direction de M. Bidder), les cellules de la substance grise de la moelle sont toutes *multipolaires*, c'est-à-dire que chaque cellule communiquerait avec une fibre en relation avec l'encéphale, avec une fibre sensitive en relation avec l'organe sensible, avec une fibre motrice en relation avec l'organe contractile; enfin chaque cellule fournirait une fibre anastomotique qui établirait la communication des cellules du côté gauche avec celles du côté droit.

et elles diffèrent par leur *finesse* des fibres qui entrent dans la composition des racines des nerfs.

Les expériences physiologiques relatives à la transmission des impressions sensibles et à la transmission des incitations motrices par la moelle, sont entourées de plus de difficultés encore que l'étude anatomique, et cela se conçoit aisément. La seule manière possible d'étudier le rôle des divers faisceaux de la moelle épinière consiste à les couper les uns ou les autres sur les divers points de leurs parcours et à examiner sur l'animal vivant les conséquences de ces sections. Mais il n'est guère possible de pratiquer la section *nette et isolée* des faisceaux, car les faisceaux ne sont pas des choses limitées. Ils se confondent, au contraire, insensiblement les uns avec les autres, en formant à la substance grise de la moelle une enveloppe corticale *continue*. En outre, la substance grise elle-même se prolonge en avant (cornes antérieures) et en arrière (cornes postérieures) dans l'épaisseur même de la substance blanche, si bien qu'il est difficile, si ce n'est impossible, de couper transversalement la substance blanche (en arrière ou en avant) sans léser en même temps plus ou moins profondément la substance grise.

Ces réserves faites, il n'en est pas moins vrai que les expériences tentées sur la moelle épinière depuis une quinzaine d'années par MM. Brown-Séguard, Schiff, Van Deen, Van Kempen, Chauveau, etc., ont mis en lumière un grand nombre de faits importants. La difficulté d'exécuter des expériences parfaitement nettes, c'est-à-dire toujours identiques et comparables, explique suffisamment les résultats incomplets ou peu probants obtenus parfois par divers observateurs. Mais dans le nombre, aujourd'hui considérable, des expériences pratiquées, il en est heureusement un assez grand nombre qui ont donné naissance à des phénomènes toujours les mêmes, et dont les résultats peuvent être considérés comme définitivement acquis à la science. Nous nous attacherons surtout à ces résultats.

A une époque déjà éloignée, Bellingeri, Rolando, M. Calmeil avaient remarqué que la section des faisceaux postérieurs de la moelle n'était pas suivie de la perte de la sensibilité dans les parties qui reçoivent leurs nerfs de la portion de la moelle sous-jacente à la section.

Ce résultat, plus tard contesté, a été reconnu de nos jours parfaitement conforme à l'observation. Les expériences ont été faites sur des grenouilles, des oiseaux, des mammifères de toute espèce. Les animaux auxquels on met la moelle épinière à nu pour pratiquer la section des faisceaux postérieurs de la moelle perdent, a-t-on objecté, une grande partie de leur sensibilité et de leur faculté locomotrice; de là, a-t-on ajouté, une grande incertitude dans l'appréciation exacte des résultats. Cette objection n'est pas fondée. Il est vrai que les efforts violents de l'animal pendant l'opération, l'hémorrhagie qui l'accompagne, la contusion involontaire de la portion de moelle mise à nu, entraînent immédiatement après l'opération, c'est-à-dire après l'ouverture du rachis, un

épuisement momentané. Mais en laissant reposer l'animal, il recouvre en peu de temps la sensibilité et l'intégrité des mouvements. C'est alors seulement qu'on pratique la section des faisceaux postérieurs. Or, que cette section soit pratiquée à la région dorsale, à la région cervicale, ou à la région lombaire, on peut constater que la sensibilité est conservée dans les parties sous-jacentes à la section, tout comme dans les parties sus-jacentes. Il y a plus, au bout de peu de temps, on constate que la sensibilité des parties sous-jacentes à la section (la sensibilité des membres postérieurs, par exemple) est augmentée. Cette augmentation de la sensibilité, signalée par M. Brown-Séguard, a été constatée depuis par tous les observateurs, et en particulier par MM. Schiff, Van Kempen, Sanders, etc. L'animal, d'ailleurs, peut guérir, et on constate alors que cette hypéresthésie (ὑπερ, préposition qui indique excès; αἰσθησις, sensibilité), qui a été croissant pendant les premières heures, va peu à peu en déclinant dans les semaines qui suivent<sup>1</sup>.

Au moment où on pratique la section des faisceaux postérieurs de la moelle à l'aide d'un ténaculum à lame concave sur le tranchant, l'animal éprouve une vive douleur. Nous avons vu précédemment (§ 343) que ce phénomène de sensibilité était causé par la section des filets des racines postérieures des nerfs qui traversent, à des hauteurs diverses, le faisceau postérieur pour gagner la substance grise. A la région cervicale de la moelle, où les racines postérieures des nerfs s'engagent dans la moelle d'une manière moins divergente, on peut couper les faisceaux postérieurs, dans l'intervalle de deux racines, sans que les animaux accusent la moindre douleur (Van Deen, Schiff).

Autre expérience. M. Brown-Séguard pratique, à l'aide d'un ténaculum à lame convexe sur le tranchant, la section de toute l'épaisseur de la moelle, en respectant les faisceaux postérieurs. L'animal ne paraît point éprouver de douleur. Au moment de l'expérience, on remarque dans les membres postérieurs des secousses convulsives qui durent quelques minutes. Après quoi, on constate que le train postérieur est paralysé du mouvement et du sentiment. Dans quelques expériences analogues, M. Schiff a vu quelquefois persister des traces de sensibilité dans les membres postérieurs; mais il s'est assuré que, dans ces cas, une portion de la substance grise (celle des cornes postérieures) n'avait pas été comprise dans la section. Quand cette section était complète, toute sensibilité avait disparu.

Autre expérience. M. Brown-Séguard pratique la section de la moitié postérieure de la moelle, comprenant la totalité des faisceaux postérieurs, la moitié postérieure des faisceaux latéraux et la moitié posté-

<sup>1</sup> L'hypéresthésie qui se déclare à la suite de la section des faisceaux postérieurs se montre aussi dans les autres lésions de la moelle; ainsi, on l'observe après la section des faisceaux antérieurs ou des faisceaux latéraux. Elle paraît tenir à l'action de l'air sur la substance grise de la moelle. M. Brown-Séguard s'est assuré qu'elle disparaît quand on place la région opérée de l'animal dans une atmosphère d'hydrogène.

rieure de la substance grise. La sensibilité est *diminuée* dans le train postérieur de l'animal.

Autre expérience. Section de la *moitié* antérieure de la moelle, comprenant la totalité des faisceaux antérieurs, la moitié antérieure des faisceaux latéraux, la moitié antérieure de la substance grise. La sensibilité est *diminuée* dans le train postérieur de l'animal.

Il est donc très-vraisemblable, d'après cela, que la sensibilité est transmise, du côté de l'encéphale, par la substance grise de la moelle. Voici des expériences qui le démontrent directement.

M. Brown-Séguard a remarqué que, quand on fait pénétrer un bistouri au travers d'un faisceau latéral jusqu'au centre de la moelle et qu'on détruit la substance grise (par ce procédé on ne peut la couper qu'en partie), la sensibilité est extrêmement diminuée dans toutes les parties sous-jacentes. M. Schiff pratique la section des faisceaux postérieurs de la moelle au niveau de la dernière vertèbre dorsale, puis il coupe les faisceaux antérieurs et les faisceaux latéraux deux vertèbres plus haut. Le segment inférieur de la moelle n'est donc plus continu avec le segment supérieur que par la substance grise, et encore les cornes de celle-ci ont été plus ou moins comprises dans la section. Après cette opération, délicate à exécuter, la sensibilité des membres postérieurs, d'abord un peu émoussée, reparait bientôt, et s'exalte jusqu'à l'hypéresthésie.

Cette dernière expérience prouve non-seulement que la substance grise conduit à l'encéphale les impressions de la sensibilité, mais elle tend à prouver que les faisceaux antérieurs et les faisceaux latéraux sont incapables, de même que les faisceaux postérieurs, d'opérer cette transmission. Voici, d'ailleurs, les preuves directes de cette incapacité.

Si on coupe isolément les faisceaux antérieurs de la moelle, dit M. Brown-Séguard, la sensibilité reste intacte dans les parties sous-jacentes. Il en est de même lorsqu'on coupe isolément les faisceaux latéraux. Si on coupe toute l'épaisseur de la moelle, sauf les faisceaux antérieurs et les faisceaux latéraux, en ayant soin de sectionner complètement la substance grise, dit M. Schiff, il ne reste plus traces de sensibilité dans les parties sous-jacentes à la section.

M. Schiff fait remarquer que les lésions incomplètes de la substance grise entraînent, non pas des insensibilités locales et partielles, mais un affaiblissement général de la sensibilité, dans les parties sous-jacentes à la lésion. Il ajoute encore qu'il ne paraît pas y avoir de différence de conductibilité entre la partie centrale de la substance grise de la moelle et la substance grise des cornes antérieures et postérieures.

La substance grise de la moelle (qui transmet ainsi vers le cerveau les impressions des parties nerveuses sensibles) est *insensible* par elle-même, c'est-à-dire qu'elle ne ressent l'action ni des agents chimiques, ni des agents mécaniques, ni des agents galvaniques. Cette propriété de la substance nerveuse grise, depuis longtemps connue, et sur laquelle nous