

vant, et d'étudier ainsi les modifications qui surviennent après son enlèvement. Ce procédé consiste à saisir le spinal à sa sortie du trou déchiré postérieur, et à opérer, *par arrachement*, la destruction de toutes ses origines<sup>1</sup>. Dans toutes ses expériences, M. Bernard a d'ailleurs vérifié, par l'autopsie des animaux, que l'extirpation était complète. Il n'est pas nécessaire de pratiquer une incision à la trachée pour entretenir la respiration.

Le premier résultat de ces expériences, c'est que les animaux survivent à l'extirpation du nerf spinal. Le nerf spinal étant enlevé, les mouvements auxquels préside le nerf pneumogastrique persistent. Le spinal ne représente donc pas l'élément moteur d'une paire nerveuse, dont le pneumogastrique serait l'élément sensitif. Tout ce qu'on observe alors chez l'animal au repos, c'est la *disparition de la voix* et une *certaine gêne de la déglutition*.

Après l'arrachement d'un seul nerf spinal, la voix devient rauque; après l'arrachement des deux nerfs spinaux, l'aphonie est complète. Quand l'animal veut faire entendre un son, il ne parvient qu'à produire un *souffle expiratoire*, comme quand on expire avec force, mais point de voix. Quant à la respiration, elle continue à s'opérer comme à l'état normal, *même sur les très-jeunes animaux*.

Les filets du spinal qui entrent dans la constitution des nerfs laryngés ont donc sur les muscles du larynx une influence qu'avec M. Bernard nous appellerons *vocale*. Ils sont destinés à donner à l'ouverture de la glotte et à la tension des cordes vocales les conditions propres au son, au moment où la glotte devient organe de la voix par la volonté de l'animal. En d'autres termes, les muscles du larynx forment un système moteur qui peut réaliser deux fonctions distinctes, parce que les deux puissances nerveuses motrices qui l'animent sont distinctes et indépendantes dans la transmission de leur influence. Le larynx est tour à tour un organe de phonation et un organe de respiration; l'appareil musculaire laryngien est tantôt un appareil vocal, quand le spinal l'excite; tantôt un appareil respiratoire, quand le pneumogastrique seul l'influence (Voy., pour plus de détails, § 252).

La gêne de la déglutition qui survient après l'ablation des nerfs spinaux s'explique naturellement par la suppression des filets nerveux que le spinal envoie aux muscles du pharynx (Voy. § 359). La déglutition n'est d'ailleurs pas abolie, à cause de la persistance des filets pharyngiens provenant du pneumogastrique et du glosso-pharyngien. (Voy. §§ 358 et 359). Si on n'observe point la gêne de la déglutition après la section du nerf pneumogastrique au cou, là où le spinal a déjà fourni sa branche anastomotique, c'est que la section a lieu au-dessous de l'origine du rameau pharyngien.

Lorsqu'au lieu de détruire le nerf spinal dans son entier, on pratique

<sup>1</sup> La méthode de M. Bernard donne des résultats complets sur les chats et les lapins. Elle échoue presque toujours sur le chien, ainsi qu'il le remarque lui-même.

seulement la section de sa *branche externe*, en conservant la branche interne anastomotique, la voix et la déglutition restent tout à fait intactes; seulement les muscles trapèzes et sterno-cléido-mastoïdiens, dans lesquels va se distribuer la branche externe du spinal, sont paralysés en partie<sup>1</sup>. Le thorax n'est plus maintenu aussi solidement *comme point fixe, au moment de l'effort* (Voy. § 240); les animaux n'exécutent plus qu'avec peine les mouvements qui exigent une certaine énergie de contraction.

Il va sans dire que l'ablation totale du nerf spinal, amenant également la paralysie incomplète des sterno-mastoïdiens et des trapèzes, entraîne les mêmes effets dans les phénomènes du mouvement.

## § 361.

**Nerf hypoglosse.** — Ce nerf se détache du bulbe rachidien sur le prolongement du sillon collatéral antérieur de la moelle. Il paraît être essentiellement moteur. Le nerf hypoglosse est le plus reculé des nerfs crâniens; il sort du crâne par le trou condylien antérieur. On peut arriver sur lui, en laissant l'encéphale dans son état d'intégrité, par l'intervalle qui sépare postérieurement l'occipital de la première vertèbre. On peut ainsi se convaincre qu'en l'excitant à son origine, il est insensible à l'excitation. Le nerf hypoglosse est toujours sensible au cou, mais, en ce point, d'autres fibres nerveuses se sont accolées au tronc principal, pendant son trajet. Le nerf hypoglosse s'anastomose, en effet, avec le pneumogastrique, et largement avec les deux premières branches du plexus cervical.

Le nerf hypoglosse anime les muscles de la langue (hyo-glosse, stylo-glosse, génio-glosse, et muscles propres de la langue). Par sa branche descendante, à la formation de laquelle concourent les deux premières paires cervicales, il anime les muscles omoplate-hyoïdiens, sterno-hyoïdiens, thyro-hyoïdiens.

Lorsqu'on coupe le nerf hypoglosse sur l'animal vivant, le mouvement de la langue est aboli. La sensibilité tactile et gustative de l'organe persiste. Le chien auquel on présente à boire cherche en vain à *laper*. En abolissant les mouvements de la langue, la section du nerf hypoglosse gêne beaucoup aussi la déglutition (Voy. § 26).

Lorsque le nerf hypoglosse vient d'être coupé, et qu'on excite le bout périphérique du nerf, on fait naître des contractions dans les muscles de la langue et dans ceux que nous avons énumérés.

<sup>1</sup> Leur paralysie n'est pas complète. Ces muscles reçoivent encore des filets nerveux par l'intermédiaire du plexus cervical et du plexus brachial.

## ARTICLE II.

## FONCTIONS DE L'AXE CÉRÉBRO-SPINAL.

## § 362.

**Composition. — Membranes.** — Le système nerveux central, contenu dans le canal rachidien et dans la boîte encéphalique, contient un élément de plus que les nerfs : il renferme de la substance grise. La substance blanche des centres nerveux est constituée par des tubes primitifs semblables à ceux qu'on trouve dans les nerfs. La substance grise est formée par les cellules nerveuses, et aussi par les tubes nerveux qui circulent au milieu d'elles (Voy. § 339). Ce sont les cellules nerveuses assemblées en masse qui donnent aux parties du système nerveux où on les rencontre une teinte grise. Cette teinte tient à ce que les cellules contiennent un pigment particulier. Elle est plus ou moins prononcée, selon l'abondance plus ou moins grande des cellules relativement à l'élément tubuleux, et suivant la teinte du pigment, qui varie, suivant les régions, du jaune rosé au gris noirâtre.

Dans la moelle, la substance grise est rassemblée au centre. Elle se trouve placée plus particulièrement à la surface, dans le cerveau et le cervelet. Cependant, on la rencontre aussi dans la profondeur de l'encéphale, par exemple, dans l'épaisseur de la protubérance, dans celle des tubercules quadrijumeaux, dans la couche optique, dans le corps strié, etc. La substance grise paraît être partout *insensible* à l'irritation directe ; mais elle n'en joue pas moins dans le système nerveux central un rôle capital, quoiqu'il ne nous soit pas donné d'en pénétrer le mystère. C'est elle surtout qui établit la différence entre les nerfs et les centres nerveux. Les nerfs, composés de filets nerveux conducteurs de sentiment, et de filets nerveux conducteurs de mouvement, entrent en communication dans les centres nerveux avec la substance grise. Quand ces communications sont rompues, toutes les propriétés des nerfs s'évanouissent.

La substance blanche de la moelle est formée par l'accolement de fibres nerveuses en relation avec les cellules de la substance grise centrale. La substance blanche de l'encéphale est pareillement formée par l'accolement d'une infinité de fibres ou de tubes nerveux en relation avec les cellules des divers amas extérieurs et intérieurs de substance grise que renferme l'encéphale. La différence qui existe entre la masse de la substance blanche de l'encéphale et celle de la moelle a porté quelques anatomistes à supposer qu'il y avait dans le cerveau des fibres propres, qui ne se continueraient pas avec celles de la moelle et des nerfs. C'est un point qu'il n'a pas encore été possible de décider. Quant à la substance grise, elle n'est point *continue* dans son ensemble, comme la substance blanche ; les amas de cellules qui la constituent sont placés, tantôt au centre (moelle, protubérance, couches opti-

ques, etc.), tantôt à la surface (hémisphères cérébraux, cervelet, corps striés, etc.). Mais s'il n'y a pas continuité des masses ou des amas, il y a continuité des éléments par l'intermédiaire des prolongements des cellules, prolongements qui constituent les tubes nerveux eux-mêmes, et qui entretiennent entre les divers éléments du système nerveux des communications multiples.

L'axe cérébro-spinal est entouré par des membranes protectrices, ou *méninges*, qui sont du dehors au dedans la *dure-mère*, l'*arachnoïde* et la *pie-mère*. La dure-mère, membrane fibreuse résistante, douée, en certains points seulement, d'une faible sensibilité, forme dans la cavité du crâne des cloisons solidement fixées aux os. Ces cloisons soutiennent le cerveau dans les diverses attitudes et dans les ébranlements de la locomotion. L'arachnoïde, membrane séreuse destinée à favoriser les mouvements obscurs du cerveau, ne contient dans sa cavité qu'une quantité très-faible de liquide, ainsi d'ailleurs que les autres membranes séreuses (Voy. § 118). Le liquide dit *céphalo-rachidien*, liquide propre au système nerveux central, n'est pas contenu dans l'intérieur du sac représenté par la séreuse. Ce liquide est placé sous le feuillet viscéral de l'arachnoïde, entre ce feuillet et la pie-mère. La pie-mère est une membrane cellulo-vasculaire, presque entièrement formée par des vaisseaux ; elle est, en quelque sorte, la membrane nourricière de l'axe cérébro-spinal. Les vaisseaux qui arrivent au système nerveux, au lieu de pénétrer immédiatement dans son épaisseur, se répandent à sa surface, se divisent à l'infini dans la pie-mère, et pénètrent, à l'état capillaire, dans la substance délicate du cerveau et de la moelle. La pie-mère du cerveau peut concourir aussi, dans une certaine mesure, à la protection de l'organe, car elle offre quelque résistance à la déchirure. Quant à la pie-mère de la moelle, elle forme à cette partie de l'axe nerveux une enveloppe très-résistante, qu'on pourrait comparer au névrilemme des nerfs, si elle n'était en même temps très-vasculaire.

## § 363.

**Liquide céphalo-rachidien.** — Lorsqu'on a coupé les muscles du dos à un animal vivant, enlevé les lames vertébrales, et mis ainsi à nu la moelle entourée de ses membranes, on constate qu'en pratiquant une piqûre sur les méninges, il s'écoule aussitôt une certaine quantité d'un liquide transparent. On peut également donner issue à ce liquide, en pratiquant une ponction sur les membranes, dans l'espace qui sépare la première vertèbre de l'occipital. Le liquide céphalo-rachidien a son siège, ainsi que nous venons de le dire, à la surface du cerveau et de la moelle, dans les mailles très-lâches du tissu cellulaire sous-arachnoïdien, et il communique aisément de la boîte crânienne dans le canal rachidien, en suivant la voie de continuité du tissu cellulaire. Ce liquide communique également avec les ventricules du cerveau. Les ventricules latéraux du cerveau ne sont pas tapissés, comme on l'a cru, par une véritable mem-

brane séreuse, comparable à un sac sans ouverture : ils ont pour revêtement une simple couche de cellules d'épithélium, et ils communiquent largement avec le tissu conjonctif sous-arachnoïdien, par l'intermédiaire du troisième et du quatrième ventricule.

L'axe cérébro-rachidien est donc, sur l'animal vivant, baigné par une couche de liquide, et ce liquide peut passer librement de la cavité crânienne dans la cavité rachidienne, et réciproquement. M. Magendie, qui a attiré le premier l'attention des physiologistes sur ce liquide, estime que sur l'homme sain sa quantité doit être d'environ 60 grammes. Il peut augmenter dans des proportions considérables; c'est ce qu'on observe dans l'hydrorachis et dans l'hydrocéphalie.

L'analyse du liquide cérébro-rachidien, extrait de la cavité rachidienne des animaux vivants, a été faite plusieurs fois. Ce liquide est très-riche en eau (98 parties sur 100), il renferme du chlorure de sodium, d'autres sels, une très-faible proportion d'albumine, et quelques matières extractives. On peut le comparer à du sérum du sang dans lequel la proportion d'albumine serait très-diminuée. Les substances solubles injectées dans le sang passent avec facilité dans ce liquide. Il n'est pas impossible, ainsi que le fait remarquer M. Magendie, que les substances qui modifient ou qui suspendent les fonctions du système nerveux agissent par cette voie. L'action, en effet, doit ainsi se généraliser promptement à tout le système nerveux central.

Lorsqu'on a enlevé le liquide céphalo-rachidien, en faisant une ponction aux membranes de la moelle d'un animal vivant, les vaisseaux de la pie-mère cérébro-rachidienne laissent exhaler les parties séreuses du sang au travers de leurs parois, et comme la pie-mère est très-riche en vaisseaux, ce liquide se reproduit avec une grande rapidité. Au bout de vingt-quatre heures, il existe en aussi grande quantité qu'avant l'opération.

Lorsqu'on donne issue à ce liquide, par une piqûre pratiquée dans l'espace interoccipito-atloïdien, on remarque que le premier flot de liquide sort *en jet*. D'après M. Magendie, les centres nerveux seraient dès lors, dans l'état normal, soumis à une certaine pression de la part du liquide qui les baigne. C'est à la soustraction de cette *pression normale* que M. Magendie attribue le trouble des facultés locomotrices, qui succède à l'issue au dehors du liquide céphalo-rachidien. Les animaux, en effet, après cette opération, *chancellent* sur leurs jambes comme s'ils étaient ivres, et leur corps s'affaisse, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre.

M. Longet, qui a répété ces expériences, a constaté que *la section des muscles de la nuque*, qu'on pratique pour mettre à nu l'espace occipito-atloïdien, *suffit* pour amener un trouble profond dans les mouvements; il a pareillement constaté qu'en déterminant l'issue au dehors du liquide céphalo-rachidien, sans diviser les muscles de la nuque, la démarche des animaux ne présentait aucune modification notable<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Pour arriver à donner issue au liquide céphalo-rachidien sans diviser les muscles

Nous sommes, en ce qui concerne le rôle du liquide céphalo-rachidien, assez disposé à considérer ce liquide, avec M. Foltz, comme un *coussin protecteur* (ou, ainsi qu'il le dit, comme une sorte de ligament suspenseur des centres nerveux), en vertu duquel la substance nerveuse ne repose pas immédiatement sur les parois osseuses de la cavité encéphalo-rachidienne. L'encéphale et la moelle se trouvent, grâce à ce liquide, supportés dans une sorte de bain, où ils perdent la majeure partie de leur poids (principe d'Archimède). En tenant compte de la densité du liquide céphalo-rachidien et de celle de la masse nerveuse, on trouve, en effet, que cette dernière doit perdre ainsi les 98/100 de son poids. On conçoit dès lors comment le liquide céphalo-rachidien peut amortir, dans une proportion considérable, la violence des chocs transmis aux centres nerveux.

#### § 364.

**Des mouvements du cerveau.** — Lorsque sur un animal on enlève une partie plus ou moins étendue de la voûte du crâne, on remarque (soit que la dure-mère reste intacte, soit qu'on l'enlève aussi avec les os) que la masse encéphalique éprouve un double mouvement. Elle est alternativement soulevée à chaque mouvement de respiration, et aussi à chaque pulsation artérielle. Ce double mouvement, on peut aussi l'observer sur l'enfant nouveau-né, au niveau des fontanelles, c'est-à-dire dans les espaces membraneux non encore comblés par l'ossification. Les mouvements d'ensemble de la masse encéphalique ont d'ailleurs peu d'étendue. Sur les individus qui ont subi l'opération du trépan, qui ont perdu, ou par accident ou par maladie, une portion plus ou moins étendue des os de la voûte du crâne, le tissu cellulofibreux qui remplace l'os absent permet aussi de constater, surtout par le toucher, les mouvements de soulèvement dont nous parlons.

Mais, de ce que l'impulsion due aux battements des artères et à l'influence des mouvements respiratoires se fait sentir sur le cerveau, lorsqu'il existe une ouverture anormale à la voûte crânienne, ou sur les points encore membraneux de cette voûte, en résulte-t-il que sur l'animal sain, ou sur l'homme adulte, chez lequel la voûte du crâne est complètement ossifiée, de semblables mouvements aient lieu? La boîte close

postérieurs du cou, on peut enlever les lames postérieures d'une vertèbre dorsale. Dans une autre série d'expériences, M. Longet découvre l'espace interoccipito-atloïdien et attend que l'équilibre des mouvements se soit rétabli, ce qui a lieu au bout de quarante-huit heures environ. Alors il donne issue au liquide par ponction, et il ne remarque rien d'anormal dans les mouvements. M. Longet attribue la titubation des animaux, pendant les deux jours qui suivent la section des muscles postérieurs du cou, à la flexion angulaire de la tête sur l'atlas, flexion qui déterminerait sur les pédoncules du cervelet des tiraillements auxquels l'animal s'accoutumerait peu à peu. Il est plus probable que ce trouble des mouvements est la conséquence directe de la suppression brusque des points d'attache de la masse des muscles du dos, muscles qui jouent un rôle capital dans l'équilibre de la station.