

B. *Mouvements automatiques qui dépendent des organes centraux.*

Comme les muscles agissent dans la respiration involontaire et dans les mouvemens volontaires, on devait se trouver conduit à penser que les deux espèces de mouvemens exécutés par les muscles sont dus à l'influence des nerfs différens. Ch. Bell a voulu établir que l'un des mouvemens peut y être aboli, tandis que l'autre persiste. Lorsqu'il disait à un hémiplégique de lever les épaules, ce malade ne pouvait, malgré tous ses efforts, soulever que l'épaule du côté sain. Les mouvemens volontaires de la poitrine étaient abolis du côté malade, et néanmoins, quand Bell faisait exécuter une inspiration profonde au sujet, l'épaule du côté malade s'élevait, aussi bien que celle du côté opposé. Ce fait prouve seulement que l'homme qui a le pouvoir de faire une inspiration profonde, possède encore l'empire de la volonté sur ces muscles. Mais, Ch. Bell l'expliquait en disant que le nerf accessoire, qui se distribue au trapèze et au sterno-cléido-mastoidien, peut être paralysé comme nerf de la respiration, tandis que les branches des nerfs spinaux qui se rendent à ces muscles conservent leur action; dans cette hypothèse, les deux muscles peuvent perdre la faculté de contribuer à la respiration en débarrassant la poitrine du poids des épaules, sans que le mouvement volontaire soit aboli, et *vice versa*. Bell pratiqua la section du nerf accessoire sur un Ane, et remarqua que les muscles trapèze et sterno-cléido-mastoidien cessaient de se contracter pendant la respiration, bien qu'ils conservassent leurs mouvemens volontaires. Pour ce qui concerne le nerf accessoire, on peut accorder le fait, quoiqu'il ne soit pas encore suffisamment démontré, et qu'à coup sûr ce nerf puisse, tout aussi bien que les spinaux, solliciter le muscle trapèze à des mouvemens purement volontaires. Beaucoup de muscles respiratoires, comme, entre autres le diaphragme, ne reçoivent

qu'une seule espèce de nerfs, et rien n'autorise à penser que ces nerfs renferment des fibres spéciales consacrées aux mouvemens respiratoires, en outre d'autres fibres chargées de présider aux mouvemens volontaires. Nous agissons sur les mêmes fibres nerveuses quand nous respirons involontairement suivant un rythme déterminé, et lorsque nous changeons ce rythme par un acte de notre volonté.

La cause du type et du rythme de ces mouvemens ne réside point dans les nerfs des muscles de la vie animale, mais dans le cerveau et la moelle épinière. Les nerfs cérébraux et spinaux se comportent à leur égard comme simples conducteurs des déterminations émanées de l'encéphale et du prolongement rachidien; ces conducteurs viennent-ils à être coupés, le mouvement automatique cesse. Telle est la relation du diaphragme et de tous les muscles respiratoires avec leurs nerfs; telle est aussi l'action du sphincter de l'anus, etc. Les mouvemens automatiques de la vie animale qui se rapportent ici ont également un type ou intermittent ou continu. Dans le premier cas, sont les muscles respiratoires, et dans le second les mouvemens des sphincters. Tous les mouvemens dont il s'agit en ce moment sont exécutés par des muscles qui, indépendamment de leur motilité automatique, sont encore soumis à la volonté.

I. *Mouvements automatiques du système animal à type intermittent.*

Aux mouvemens respiratoires appartiennent ceux du diaphragme, des muscles abdominaux, des muscles pectoraux, et des muscles du larynx qui ouvrent et ferment la glotte. Il s'y joint, en outre, dans certaines circonstances, des mouvemens de la face, et quelquefois, pendant le sommeil, des mouvemens du voile du palais. Les nerfs qui entrent alors en jeu sont, dans les cas ordinaires, le phrénique, l'accessoire, le vague, une grande partie des spinaux, et, pour les mouvemens respiratoires de la face, le facial. La paire vague ne

prend qu'une faible part aux mouvemens. Bien qu'elle soit chargée de pourvoir l'organe dans lequel s'accomplit le travail chimique de la fonction, le poumon, son rôle, par rapport à la respiration, se réduit à l'empire qu'elle exerce sur les mouvemens des petits muscles du larynx, encore même provient-il uniquement des filets qu'elle reçoit du nerf accessoire. Les poumons n'ont rien à faire avec les mouvemens respiratoires : toute la partie inférieure de la paire vague, qui est la plus considérable, ne possède pas d'influence motrice, même sur l'estomac, et les fonctions de ce nerf, dans les poumons, consistent évidemment à régler les sensations de ces organes, à leur amener une certaine quantité de fibres organiques du grand sympathique pour régulariser les phénomènes chimiques. Tous les mouvemens respiratoires d'une espèce, par quelque nombre de nerfs qu'ils soient provoqués, ont lieu en même temps : ils doivent donc avoir une cause commune. Or Legallois a prouvé que cette cause réside dans la moelle allongée. En séparant la moelle allongée de la moelle rachidienne, on suspend l'influence de la première sur tous les nerfs respiratoires qui naissent de la seconde au dessous de la section ; toute lésion de la moelle épinière qui a lieu au dessus de l'origine du quatrième nerf cervical, supprime la part que le nerf phrénique prend à la respiration. Celle de la paire vague persiste, tant qu'on n'offense pas l'origine de ce nerf à la moelle allongée ; dès qu'on la coupe, la glotte cesse de se mouvoir. Mais la source de tous les mouvemens respiratoires simultanés se trouve détruite par une lésion de la moelle allongée, tandis que la lésion des parties cérébrales situées au devant de cette dernière ne portent point atteinte aux mouvemens rythmiques de la respiration. La cause de l'affection rythmique de tous ces nerfs, qui, d'ailleurs, sont susceptibles aussi d'obéir aux ordres de la volonté, réside donc dans la moelle allongée, qu'ils naissent du reste ou du cerveau ou de la moelle épinière. Quelle idée doit-on se faire de ce

rhythme? Consiste-t-il en une seule excitation des muscles inspireurs, qui agit périodiquement, ou bien en deux excitations consécutives et alternatives, d'abord des inspireurs, puis des expirateurs? Le problème serait plus simple si le premier cas avait lieu. En effet, la respiration d'un homme parfaitement tranquille, en tant qu'elle est produite par des mouvemens vivans, ne se compose que d'inspirations périodiques au moyen du diaphragme, des muscles de la poitrine et de ceux de larynx. L'expiration a lieu par l'élasticité et l'abaissement spontané des parties précédemment distendues et soulevées. La pression des muscles, par exemple de ceux du bas-ventre, joue un rôle ici, mais peut-être seulement en tant qu'elle porte sur les viscères abdominaux, qui, de cette manière, sont refoulés en arrière, soulèvent le diaphragme, et rétrécissent ainsi la cavité thoracique. Quelquefois, lorsque l'inspiration a lieu d'une manière abrupte et soudaine, par l'effet de causes internes, l'expiration ne change pas pour cela de rythme, et s'effectue peu à peu, comme de coutume. Cependant, toutes les fois que l'inspiration s'exécute avec plus de force et de fréquence sous l'influence d'un état irritatif, le mouvement de l'expiration devient actif aussi, de sorte qu'alors le rythme des mouvemens respiratoires provoqué dans la moelle épinière offre deux temps distincts, comme le battement du cœur : chez les Grenouilles, ce rythme a même régulièrement trois temps, tandis que le battement du cœur en présente quatre, depuis le mouvement des veines caves jusqu'à celui du bulbe de l'aorte. Si nous voulons traduire tout ce qui précède en langage physiologique, il faut dire que, durant la respiration, il s'opère dans la moelle allongée une décharge du principe nerveux vers tous les muscles inspireurs, et que, bientôt après, du moins fréquemment, a lieu un mouvement, soit courant, soit oscillation, de ce principe vers les muscles expirateurs. La recherche des causes de ce mouvement embrasse deux questions.

1° Qui est ce qui excite la moelle épinière à opérer ces décharges du principe nerveux vers les nerfs respiratoires, après la naissance, puisque rien de semblable n'a lieu chez le fœtus? Ou la cause excitatrice est dans des sensations qui partent des organes respiratoires, et qui, en suivant la paire vague, vont faire impression sur la moelle allongée; ou bien elle tient à l'action du sang artériel sur cette portion si éminemment irritable du système nerveux. La sensation que l'air atmosphérique cause dans les poumons et le besoin de respirer senti par ces organes ne sauraient être la cause ni au moment de la première respiration, ni plus tard; c'est ce que prouvent des expériences faites par moi sur des Lapins, où j'ai rendu ces sensations impossibles en coupant les deux nerfs vagues et les rameaux laryngés supérieurs, même en détachant totalement le larynx, sans que le rythme des mouvemens respiratoires discontinuât pendant plusieurs heures, jusqu'à la mort de l'animal. La théorie de Kind, qui considère la respiration comme un mouvement réflexif, dû à l'irritation que l'air atmosphérique produit sur les nerfs de la peau et qui se transmet à la moelle épinière, n'est pas très-vraisemblable. Une Grenouille dépouillée de toute sa peau n'en continue pas moins de respirer comme auparavant. Peu importe qu'une Grenouille ait le corps entouré d'air ou d'eau, elle n'en respire pas moins bien, pourvu que sa tête se trouve dans l'air. Si l'irritation de la peau par l'eau suffisait pour provoquer les mouvemens respiratoires, le fœtus des Mammifères devrait en exécuter aussi dans la matrice. Il est donc évident que la cause de la première respiration, et de toutes celles qui suivent, est de nature à ne pas pouvoir agir sur le fœtus, mais à exercer son action sur l'enfant aussitôt après la naissance, et qu'elle ne tient point à la sensation de l'irritation que détermine l'air atmosphérique soit dans le poumon, soit à la peau. Elle ne saurait être autre que le sang artériel, qui se produit dès que l'air pénètre dans l'organe pulmonaire, qui, en moins

d'une minute, arrive au premier mobile de tous les mouvemens respiratoires, la moelle allongée, et qui excite cette partie du cerveau à décharger le principe nerveux dans les nerfs respiratoires placés sous sa dépendance. Telle est la cause continuelle des mouvemens respiratoires durant la vie entière, et ce qui le démontre, c'est qu'en tenant des Grenouilles plongées pendant quelques heures dans du gaz hydrogène, je les voyais, au bout de quelque temps, cesser de respirer, quoiqu'elles véussent encore: d'abord les mouvemens respiratoires reparaissent chez elles pour quelques instans, lorsqu'on les fait rouler dans le vase clos; plus tard, elles semblent asphyxiées: si, au bout de deux ou trois heures, on les reporte à l'air atmosphérique, elles ont l'apparence d'être complètement mortes, et l'on n'observe en elles aucune trace ni de mouvement ni de sentiment. Qu'on ouvre alors la poitrine: si le cœur ne bat plus, l'animal ne revient pas à la vie; si le cœur bat encore, fût-ce même à des intervalles fort éloignés, d'une demi-minute à une minute entière, il suffit de laisser la Grenouille tranquille pour la voir, en général, se ranimer, sans nulle excitation du dehors, si ce n'est l'oxidation graduelle du sang dans les vaisseaux pulmonaires, dont le défaut était la cause de l'asphyxie. Quelque faibles et rares que puissent être les battemens du cœur, le sang chargé d'oxygène finit cependant par arriver de nouveau à l'encéphale, à la moelle allongée, et celle-ci recommence à fournir un écoulement de principe nerveux. Les premiers signes du retour à la vie s'annoncent par la rétraction des pattes quand on en pince la peau; bientôt la Grenouille respire de temps en temps, et au bout de quelques heures elle a repris toute sa vivacité. Ainsi le sang artériel est la cause qui excite la moelle allongée à décharger le principe nerveux dans les muscles respiratoires.

2° Quel est le régulateur du rythme des mouvemens respiratoires? L'incitation de la moelle allongée par le sang ar-

tériel est continue, et quoiqu'à chaque battement du cœur, le sang coule avec une impulsion plus forte dans les petites artères, cet accroissement saccadé de son mouvement n'est point en rapport avec les périodes du mouvement respiratoire. Comment l'incitation continue de la moelle épinière se transforme-t-elle en un mouvement périodique du principe nerveux de cet organe? Au premier abord, la question semble pouvoir être résolue par une supposition analogue à celle que nous avons faite pour les mouvemens automatiques du système organique. S'il y a, dans la moelle allongée, une cause quelconque d'isolation, qui empêche le principe nerveux de se décharger à mesure qu'il est produit par l'action du sang artériel sur la substance nerveuse, ce principe sera forcé de s'accumuler jusqu'au moment où il rompt la barrière qui le retenait, et fait irruption dans les nerfs respiratoires. Une autre solution du problème se fonderait sur le fait que, soit l'aptitude d'un nerf à conduire un courant ou une oscillation du principe nerveux, soit celle des muscles à obéir à l'impulsion nerveuse, est limitée et cesse au bout d'un certain laps de temps, jusqu'à ce qu'elle se soit rétablie par le travail de la vie dans les vaisseaux capillaires. Cette aptitude est manifestement bien plus grande dans les muscles des extrémités que dans ceux qui servent à la respiration; la preuve nous en est fournie par la durée des mouvemens volontaires. Nous pouvons demeurer debout ou porter un fardeau pendant long-temps, mais il nous est impossible d'inspirer ni d'expirer autrement que durant un laps de temps très-court, et si nous cherchons à prolonger l'un ou l'autre mouvement, nous trouvons bientôt la limite de l'effort volontaire. Mais tout mouvement musculaire est susceptible de continuer très-long-temps lorsqu'il alterne avec d'autres. Ici, le principe nerveux ne manque pas, car il est employé à d'autres mouvemens; ce qui manque, c'est, ou la conductibilité des nerfs, ou la contractilité des muscles, dont l'une ou l'autre, ou peut-être aussi toutes les

deux, sont épuisées par le mouvement. La succession régulière de l'inspiration et de l'expiration, et la succession également régulière de trois temps chez la Grenouille, annoncent assez clairement que ni la première explication, ni la seconde ne suffisent, et qu'il y a dans la moelle allongée une cause inconnue faisant qu'à chaque mouvement du principe nerveux vers les muscles inspirateurs succède un autre mouvement de ce principe vers les muscles expirateurs, et *vice versa*, de manière que, comme dans le pendule et la balance, une direction est la cause nécessaire de la direction opposée. En effet, à la fin d'une longue inspiration volontaire on sent, non seulement un épuisement des muscles respiratoires, mais encore le besoin d'exercer un autre effort qui soit en sens inverse de celui de l'inspiration: de même, après une longue expiration, on éprouve le besoin d'inspirer, auquel il nous est bien donné de résister pendant quelque temps, mais à la voix duquel nous ne pouvons pas demeurer sourds. Si la cause du mouvement alternatif n'existait pas déjà dans la moelle allongée, si elle ne tenait qu'à l'épuisement momentané des nerfs et des muscles, il serait en notre pouvoir de faire agir ou de laisser en repos simultanément les muscles inspirateurs et expirateurs. La cause de l'alternance ne peut pas être non plus dans le sentiment du besoin d'expirer l'air imprégné d'acide carbonique et d'en introduire un autre plus pur; car, après la section du nerf vague au cou et des deux nerfs laryngés supérieurs, toutes les sensations qui se rattachent à la respiration sont plus éteintes encore que durant le sommeil, et cependant les mouvemens périodiques n'en continuent pas moins de s'accomplir chez les animaux. Il y a donc, dans la moelle allongée, une cause inconnue, en vertu de laquelle le principe nerveux, qui se développe sans discontinuer, se décharge alternativement dans une direction et dans l'autre. On a bien songé à faire dépendre ce rythme de la différence que le rétrécissement et l'ampliation de la poitrine apportent dans la

plénitude des gros troncs veineux et des veines du cerveau. Cependant cette hypothèse n'est au fond qu'un cercle vicieux. En outre, les Poissons, dont les opercules, qui exécutent des mouvemens périodiques, ne sauraient exercer aucune pression sur les veines, nous prouvent bien que cette impulsion est tout-à-fait indépendante d'influences extérieures. L'irritation continue de la moelle allongée par le sang artériel se transforme donc, par une cause encore inconnue, en des décharges périodiques et alternatives du principe nerveux vers les fibres nerveuses des muscles inspirateurs et expirateurs, décharges dont l'une est toujours cause que l'autre s'effectue. Des irritations sensorielles dans les organes respiratoires peuvent quelquefois donner lieu à une action réflexive de la moelle allongée qui trouble cette succession; ainsi, par exemple, plusieurs expirations ont lieu de suite dans la toux, sans que chacune d'elles appelle une inspiration. Outre les mouvemens respiratoires ordinaires, on en observe parfois, dans certains états du système nerveux, notamment dans la fatigue, et après comme avant le sommeil, d'autres périodiques qui dépendent du cerveau; tel est le bâillement, qui consiste en une profonde inspiration, suivie d'une expiration profonde, avec affection du nerf facial, dont les branches dévolues à la face déterminent les contractions des muscles faciaux, et dont la branche destinée au muscle digastrique fait ouvrir largement la bouche. Ici se range encore le hoquet, qui survient sous forme périodique dans quelques affections nerveuses.

Les mouvemens respiratoires ne sont pas les seuls mouvemens automatiques périodiques ayant lieu dans le cours journalier de la vie, qui dépendent des parties centrales du système nerveux. Les muscles oculaires et l'iris en offrent un autre exemple pendant le sommeil. Chez l'homme qui s'endort, l'œil est placé un peu en dedans et en haut, et l'iris fort étroit, bien qu'entièrement dans l'ombre. Dès avant que l'on s'endorme, l'œil prend cette situation, et l'on reconnaît que

les yeux se placent en dedans, d'après la situation des doubles images que la personne tourmentée par l'envie de dormir aperçoit lorsqu'une circonstance fortuite la force brusquement à s'observer. Comme dans le cas de convergence des yeux, ces doubles images sont placées, celle de l'œil droit à droite, et celle de l'œil gauche à gauche. J'ai prouvé plus haut que l'iris est rétréci toutes les fois que les yeux se tournent en dedans, volontairement ou involontairement. Les deux phénomènes, qui dépendent du nerf oculo-musculaire commun, coïncident aussi ensemble pendant le sommeil. Donc, dans le sommeil, il s'accomplit toujours un mouvement involontaire des muscles oculaires et de l'iris, qui, durant la veille, n'est produit que par un acte de la volonté. Le principe nerveux, réparti entre tant de fonctions chez l'homme qui veille, se tourne, à l'occasion de ce phénomène, vers une province particulière du cerveau et les conducteurs de ces mouvemens. Cependant la situation des yeux en dedans lorsqu'on s'endort et le rétrécissement de la pupille durant le sommeil dépendent peut-être uniquement d'un antagonisme entre les diverses branches du nerf oculo-musculaire commun, de telle sorte que ces mouvemens surviennent toutes les fois que l'élevateur de la paupière supérieure cesse d'agir.

2. *Mouvemens automatiques du système animal à type continu.*

Les mouvemens involontaires périodiques du système animal ne sont pas les seuls qui dépendent des parties centrales du système nerveux: certains mouvemens continus, ou du moins rarement interrompus, se trouvent également sous la dépendance de ces parties. Tels sont ceux des sphincters de la vie animale. Quoique nous puissions à volonté rendre l'action de ces muscles plus énergique, ils n'en sont pas moins continuellement contractés, tant dans l'état de sommeil que dans celui de veille; il n'est pas en notre pouvoir d'interrompre volontairement leur action, à moins que nous ne la contreba-

lancions par celle de leurs antagonistes. Ceci s'applique sur-tout au sphincter de l'anus, et même à celui de la vessie, en tant que le système nerveux de la vie animale exerce aussi de l'influence sur ce dernier. La force et la contraction de ces muscles dépendent de la moelle épinière. Les lésions du cordon rachidien sont la cause de leur relâchement continu et de la sortie involontaire des excréments et de l'urine, effet auquel donnent également lieu quelquefois les passions déprimantes, qui affaiblissent l'énergie de la moelle épinière. Marshall-Hall a fait voir que le sphincter de l'anus de la Tortue conserve sa puissance aussi long-temps que la partie inférieure de la corde spinale n'est point détruite. L'action des sphincters doit dépendre d'une excitation motrice non interrompue des nerfs qui s'y rendent. Cependant, lorsque nous traiterons des mouvemens par antagonisme, nous apprendrons à connaître des faits qui prouvent que les sphincters ne sont pas seuls exposés à une influence motrice continue, et qu'à proprement parler les muscles de la vie animale se trouvent dans le même cas qu'eux, sous ce rapport.

D'après les faits qui ont été exposés jusqu'ici, nous voyons que des mouvemens involontaires, les uns périodiques, les autres continus, dépendent du cerveau et de la moelle épinière. Nous observons la même chose dans les maladies de ces organes, dont les états s'expriment tant par des contractions permanentes que par des convulsions périodiques, souvent très-régulières, par un branlement continu de la tête, par des tremblemens, ou même par des spasmes toniques revenant à des périodes fixes. Les causes de ces types sont inconnues : on sait seulement que les contractures permanentes ont lieu de préférence dans les cas de dégénérescences tout-à-fait locales et invariables, quoique ces altérations de texture déterminent aussi des accès périodiques de spasmes. On peut dire, en général, que presque toutes les maladies nerveuses accompagnées de mouvemens se dessinent par

accès ; les spasmes tétaniques eux-mêmes qui proviennent d'une inflammation de la moelle épinière affectent cette forme, quoique la cause agisse sans interruption. Ces phénomènes, auxquels il faut joindre la périodicité des accès de l'épilepsie, malgré la persistance des causes, semblent annoncer que l'excitabilité des organes centraux s'éteint par la prolongation de l'impression des causes morbides sans cesse agissantes, tout comme l'aptitude des nerfs à recevoir les impressions sensibles cesse momentanément par l'effet du changement matériel qui en est inséparable, et que le pouvoir de réagir contre les influences dépend, dans les deux cas, du rétablissement de l'excitabilité pendant la période du repos. Parmi les phénomènes typiques de ce genre, on doit citer l'effacement de l'impression d'une tache colorée que l'on contemple long-temps, la réapparition de cette tache au bout d'un certain laps de temps, et la périodicité de la veille et du sommeil ; car, ici également, les réactions cessent quoique les impressions persistent, et elles se rétablissent d'elles-mêmes après un intervalle plus ou moins long.

III. Mouvements par antagonisme.

Les mouvemens musculaires ne surviennent pas seulement de temps en temps, à la suite des décharges du principe nerveux que le système nerveux opère sur eux. Il y a des raisons d'admettre que, surtout dans le système musculaire de la vie animale, les fibres musculaires ne cessent jamais de se trouver dans un léger état de contraction, et que celle-ci persiste, bien qu'à un plus faible degré, durant ce qu'on appelle le repos. On peut s'en convaincre non seulement par la rétraction qu'un muscle vivant éprouve lorsqu'on le coupe en travers, mais encore, et d'une manière bien plus sensible, par la force contractile considérable que les muscles déploient d'eux-mêmes quand leurs antagonistes sont coupés ou frappés de paralysie. Dans la paralysie d'un côté de la face, les mus-