

**TRAITÉ**  
DE  
**PHYSIOLOGIE COMPARÉE**  
DES  
**ANIMAUX DOMESTIQUES**

**PAR G. COLIN,**

*Chef du service d'anatomie et de physiologie à l'école impériale vétérinaire d'Alfort,  
Membre de la Société centrale de médecine vétérinaire et de la Société anatomique.*

AVEC 114 FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE.

TOME SECOND.



**PARIS,**  
**CHEZ J.-B. BAILLIÈRE,**  
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE,  
rue Hautefeuille, 19.  
A LONDRES, CHEZ H. BAILLIÈRE, 219, REGENT STREET.  
A New-York, chez H. Baillière, 290, Broadway.  
A MADRID, CHEZ C. BAILLY-BAILLIÈRE, CALLE DEL PRINCIPE, 11.

1856

L'auteur et l'éditeur de cet ouvrage se réservent le droit de traduction.

incipes qui rendent le sang vermeil avec les tissus que ce fluide entretient de toutes les parties, et, si cela est, ce sang noir, d'ailleurs saturé des éléments auxquels il doit sa teinte foncée, ne pouvant plus offrir aux tissus les matériaux de cette union si essentielle, se trouve dépourvu de ses propriétés vivifiantes. Qu'il en soit, c'est un fait bien étonnant que ce sang, en devenant veineux, en quelques instants la faculté d'entretenir la vie et le mouvement moléculaire cessant qui s'effectue dans la trame de tous les organes : il démontre assez l'importance des phénomènes respiratoires et leurs connexions intimes avec les éléments essentiels de l'organisme.

## CHAPITRE XXXVIII.

### DE L'INFLUENCE DU SYSTÈME NERVEUX SUR LES PHÉNOMÈNES DE LA RESPIRATION.

Les actes nombreux que nous venons d'exposer successivement s'opèrent par l'association combinée de plusieurs nerfs, qui dérivent, les uns de l'encéphale, les autres de la moelle épinière; mais le principe de leur association admirable est d'un centre unique, dont la destruction suspend immédiatement le jeu de toutes les parties de l'appareil respiratoire. Ces nerfs sont le facial, le pneumogastrique, l'accessoire de Willis, plusieurs branches du plexus brachial, le phrénique, les intercostaux et les nerfs lombaires ramifiés dans les muscles de l'abdomen. Ils président à l'action des naseaux, du larynx, des parois thoraciques, des muscles abdominaux et à celle du poumon. Examinons d'abord le rôle spécial de chacun de ces nerfs avant de rechercher le point de départ de leur influence collective, et essayons de préciser exactement la part qu'ils prennent d'abord aux phénomènes mécaniques, puis aux phénomènes chimiques de la respiration.

Le jeu des narines dans la respiration ordinaire, celui des mâchoires et du voile du palais dans la respiration pénible, pendant laquelle la bouche livre passage à une certaine quantité d'air, dépendent du nerf de la septième paire, que Bell a appelé le *nerf moteur de la face*. Ce nerf moteur, anastomosé avec le trifacial, le pneumogastrique et le glosso-pharyngien, envoie des ramifications à diverses parties de la face, notamment aux muscles des ailes du nez, à ceux des lèvres, des joues, du voile du palais et au muscle digastrique, abaisseur de la mâchoire inférieure. Sa section, soit lorsqu'il s'échappe du trou stylo-mastoidien, soit à son arrivée sur le bord inférieur du maxillaire, paralyse les muscles qu'il anime. Alors les ailes du nez se contractent comme elles le sont sur le cadavre, et ne se dilatent plus à chaque inspiration; les lèvres deviennent pendantes, les joues flasques; par suite, la respiration devient difficile et un peu bruyante; l'animal est menacé d'asphyxie, si on le soumet à une course rapide ou à un exercice pénible; ses joues, soulevées par l'air qui s'échappe en partie par la bouche lors de l'expiration, se réappliquent souvent avec force sur les arcades molaires à chaque inspiration. Cet état des naseaux et des joues se remarque quelquefois pendant les derniers moments de certaines maladies des solénozoaires, et il devient, dans ce cas, d'autant plus remarquable que la dilatation passive

et bruyante des naseaux s'effectue au moment de l'expiration. La section du facial, faite d'un seul côté, permet à l'observateur de comparer le jeu des parties du côté du nerf intact avec l'état d'inertie des parties opposées. Du reste, cette section, qu'elle porte sur un seul nerf ou sur les deux à la fois, apporte à la respiration une gêne plus considérable chez les solipèdes dont les ailes du nez sont souples et très mobiles, et chez la brebis principalement, que chez les animaux qui ont ces parties fermes, rigides, peu susceptibles de s'affaïssir, et qui respirent aisément par la bouche, comme les carnassiers par exemple.

L'écartement des mâchoires, lorsque l'animal respire par la bouche ou lorsque la bête bâille, n'est pas aussi évidemment sous la dépendance du facial que la dilatation des naseaux, non plus que l'élévation du voile du palais dans les mêmes conditions ; néanmoins, comme le digastrique reçoit un filet de la septième paire, et que le voile du palais en reçoit aussi du même nerf, il est incontestable que l'abaissement de la mâchoire et l'élévation du voile palatin sont en partie influencés par le facial. Mais comme ces deux effets résultent aussi de l'intervention d'autres paires, ils ont encore lieu après la section du facial.

Les mouvements des ailes du nez, de la bouche et du voile du palais, ont quelque chose de remarquable qu'ils persistent en plusieurs circonstances dans lesquelles ils n'ont aucune utilité. Ils s'opèrent avec leur rythme ordinaire lorsque la trachée, ouverte ou coupée en travers, reçoit directement l'air extérieur et lui donne passage ; ils continuent également sur les mêmes mouvements d'inspiration et d'expiration ; ils continuent également sur les mêmes mouvements avec une certaine régularité après la section de la moelle épinière, en arrière de l'occipital, de même que sur la tête des animaux décapités, quoique dans ces derniers cas tous les autres mouvements respiratoires soient suspendus.

Le jeu du larynx, en ce qui concerne la respiration, est sous la dépendance de plusieurs nerfs : il tient aux laryngés supérieurs et aux récurrents, relativement au mouvement de la glotte ; à des ramifications du facial et des nerfs cervicaux pour ce qui a trait aux mouvements de totalité de cet organe.

Le laryngé supérieur dérivé du pneumo-gastrique devenu mixte par ses anastomoses avec le spinal, paraît prendre une très faible part aux mouvements partiels du larynx. La plupart de ses divisions sont destinées à la membrane muqueuse laryngienne, à laquelle elles donnent la sensibilité ; quelques-unes d'entre elles rendent au crico-thyroïdien et à l'aryténoïdien. Sa section, d'après les expériences de M. Longet (1), donne un peu de raucité à la voix, mais n'apporte aucun obstacle à l'introduction de l'air dans les voies aériennes.

Les laryngés inférieurs ou récurrents, dont Galien a tant célébré la découverte, se distribuent à tous les muscles dilatateurs et constricteurs du larynx, excepté seulement le crico-thyroïdien, puis s'anastomosent avec les laryngés supérieurs par une branche assez forte chez les animaux, notamment les solipèdes et les ruminants. C'était par une erreur, relevée depuis longtemps par une foule d'anatomistes, que M. Magendie considérait ce nerf comme spécialement destiné aux muscles dilatateurs du larynx.

(1) *Anatomie et physiologie du système nerveux*. Paris, 1812, t. II, p. 274.

ien que, depuis Galien, divers expérimentateurs aient pratiqué la ligature ou la section des récurrents, l'influence de ces nerfs sur les mouvements respiratoires du larynx avait échappé à Vésale, à Riolan, à Haller et à d'autres physiologistes habiles, mais ils ont cependant reconnu leur rôle dans la production de la voix. Legallois (1) premier observa qu'elle préside à la contraction des muscles laryngiens et aux mouvements par lesquels la glotte se dilate à chaque inspiration ; il fit voir que la section des nerfs vagues produit sur la glotte le même effet que celle des récurrents. L'ingénieur expérimentateur ayant détaché, sur des lapins, des chats et des chiens très jeunes, le larynx de l'os hyoïde et des parties adjacentes, de manière à rendre cet organe complètement à découvert, a vu que, à l'état normal, l'ouverture du larynx exécute des mouvements qui correspondent régulièrement à ceux du diaphragme. A chaque inspiration la glotte s'élargit et offre un large passage à l'air entre les cordes vocales et les aryténoïdes, et au contraire, à chaque expiration, la fente se rétrécit, au point, dit-il, de se fermer presque entièrement. Alors, lorsque les récurrents ou les nerfs vagues venaient à être coupés, les cordes vocales et les aryténoïdes se rapprochaient et devenaient immobiles, la glotte présentait l'aspect d'une fente étroite dont les dimensions demeuraient à peu près invariables. Par suite de ce rétrécissement permanent et très prononcé, l'air éprouvait une très grande difficulté à pénétrer dans les voies aériennes au moment de l'inspiration ; mais il s'en échappait assez aisément, lors de l'expiration, en écartant passivement les rubans vocaux paralysés. C'est donc en paralysant les muscles moteurs du larynx que la section des récurrents apporte une gêne considérable à la respiration, gêne qui peut aller jusqu'à la suffocation.

En effet, Legallois ayant coupé ces deux nerfs sur de jeunes chiens, sur des chats, des lapins, des cochons d'Inde âgés de quelques jours, a vu la respiration devenir extrêmement pénible, s'accompagner de tous les phénomènes d'une asphyxie lente, et déterminer la mort en une demi-heure, une heure, et rarement plus. Mais sur des animaux plus âgés, la suffocation est de moins en moins considérable à mesure qu'on se rapproche de l'âge adulte ; déjà, à l'âge de trois mois, la section des laryngés ne fait plus périr le chien. Toutefois il est des espèces qui souffrent plus que d'autres, suivant la conformation particulière de leur larynx. Dans tous les cas, la dyspnée devient extrême et va jusqu'à la suffocation, notamment chez les chats, si on les tourmente ou si on les force soit à monter vite ou à courir pendant quelques instants. La suffocation cesse et la respiration reprend ses caractères normaux, si l'on ouvre la trachée, comme le propose Legallois, preuve évidente que l'obstacle au passage de l'air réside dans le rétrécissement de la glotte.

Ce rôle des récurrents et ces phénomènes qui résultent de leur section, sont brièvement exposés dans tous leurs détails et interprétés avec une admirable sagacité par Legallois. Seulement le jeu des différentes parties du larynx dans l'état normal, et les modifications qu'y apporte la section des récurrents, peuvent devenir, notamment chez les solipèdes, sensibles à la vue et au toucher par le procédé que j'ai imaginé, et qui consiste à pratiquer, sans délabrement, une fenêtre au larynx, en enlevant la lame membraneuse de l'échancre thyroïdienne entre le thyroïde et le

(1) *Expériences sur les principes de la vie*, p. 187 et suiv.

cricoïde; procédé infiniment préférable à l'expérience compliquée et sanglante de Legallois. Plusieurs physiologistes modernes, tout en commentant Legallois, se sont montrés moins judicieux que lui; ils ont cru que la paralysie du larynx entraînait l'occlusion complète de la glotte, sinon dans tous les cas, au moins dans la plupart. C'est là une erreur capitale dans laquelle personne n'aurait dû tomber. En effet, d'une part, sur le cadavre, soit avant, soit pendant la rigidité, la glotte n'est pas fermée; il reste entre les cordes vocales, et surtout entre les deux aryténoïdes, une fente assez large: pourtant tout est paralysé. D'autre part, sur l'animal vivant, au moment de l'expiration, les deux lèvres de la glotte ne se touchent pas, non plus que les deux aryténoïdes, bien que les muscles dilateurs soient relâchés. Or, ce qui s'observe dans ces deux circonstances se voit aussi très nettement après la section des deux récurrents, particulièrement sur le cheval dont on a ouvert le larynx par l'excision de la membrane qui ferme l'échancrure située au bord inférieur du cartilage thyroïde. La glotte se présente alors sous la forme d'une fente triangulaire à base postérieure, c'est-à-dire étroite, entre les rubans vocaux, et plus large entre les aryténoïdes. Son aire conserve constamment les mêmes dimensions qu'avant la mort, c'est-à-dire une étendue que j'ai trouvée égale en moyenne à 5 centimètres carrés, ou à peu près la moitié de celle qu'elle offre normalement pendant l'inspiration. En conséquence, l'air atmosphérique peut encore très bien passer dans les voies aériennes et en être éliminé, chez les solipèdes dont les laryngés inférieurs sont coupés. Seulement, comme à chaque inspiration il n'en peut passer que la moitié, ou à peu près, de ce qui y arrive à l'état ordinaire, cette quantité est insuffisante à l'hématose, si le nombre des mouvements respiratoires n'est augmenté. De là, la gêne de la respiration, le bruit qu'elle fait entendre, le danger plus ou moins imminent de suffocation, surtout dès que les animaux sont soumis à un exercice pénible ou à une allure un peu rapide, comme on le voit du reste chez les chevaux appelés corneurs, et chez lesquels il y a le plus communément une section des récurrents, ou atrophie des muscles d'un côté du larynx. On conçoit ainsi le reste que la gêne de la respiration, à la suite de cette section, soit plus ou moins considérable, suivant la conformation du larynx et les dimensions de la glotte à l'état de relâchement. En effet, cette ouverture est, comme le dit Legallois, plus grande dans certaines espèces que dans d'autres, plus grande encore, proportionnellement, à l'âge adulte que vers l'époque de la naissance, pour des animaux de même espèce. J'ajoute que cette ouverture n'a pas chez tous ni la même forme, ni les mêmes proportions en avant et en arrière. Chez tels animaux, les cartilages, par exemple, les cordes vocales sont minces, souples, et la partie de la glotte comprise entre les aryténoïdes est fort petite. Chez les solipèdes, au contraire, la partie inter-aryténoïdienne de la glotte, dont l'occlusion n'est jamais possible, offre une grande étendue. Enfin, chez les jeunes sujets, outre que le larynx est étroit, les cartilages sont épais, mous, ses membranes très vasculaires, disposées à la dégénérescence, d'où résulte une insuffisance assez prononcée dans le passage de l'air pendant l'expiration, ce qui détermine l'asphyxie en quelques heures et même en un temps beaucoup plus court.

Ainsi donc, lorsque l'influence des laryngés inférieurs est anéantie, la glotte conserve d'une manière permanente, purement passive, un certain degré d'ouverture qui, dans la plupart des animaux d'un âge un peu avancé, suffit à peine

e de l'air et devient compatible avec la vie. Il est par conséquent inutile de chercher, avec plusieurs auteurs, comment l'air parvient à s'engager dans le flux à chaque inspiration et à en sortir au moment de l'expiration. Il n'y a pas de porte à ouvrir : la porte est ouverte.

Quant aux mouvements de totalité du larynx, ils sont soumis à l'influence des nerfs qui se distribuent aux muscles extrinsèques de cet organe fixés à l'hyoïde et sternum. Ces mouvements de totalité, à peu près insensibles dans la respiration linéaire, à laquelle ils ne sont nullement nécessaires, deviennent très prononcés dans la respiration pénible qui s'accompagne de bâillements fréquents ou simplement de l'ouverture de la bouche à chaque inspiration. Ils consistent en un abaissement lors de l'inspiration, et en une élévation correspondant à l'expiration. Ils s'effectuent plus après la section de la moelle allongée en arrière de l'occipital, mais que les mouvements partiels, c'est-à-dire ceux des cordes vocales et des aryénoïdes, continuent encore pendant un certain temps, du moins sur de jeunes chiens, comme je l'ai observé plusieurs fois. Cette différence s'explique très bien par la différence d'origine des nerfs sous la dépendance desquels se trouvent ces deux ordres de mouvements.

Il est à présumer que les mouvements de totalité du larynx entraînent dans l'expiration un mouvement particulier de dilatation du pharynx en harmonie avec l'élévation du voile du palais. Tout porte à croire que ces mouvements du pharynx, utiles au passage de l'air dans la respiration laborieuse, sont influencés d'une part par le rameau pharyngien émané du spinal et de la paire vague, de l'autre par les ramifications que les récurrents envoient aux muscles pharyngiens. Mais ce n'est là des détails accessoires, arrivons aux nerfs qui tiennent sous leur dépendance le jeu des parois thoraciques.

Les nerfs qui président à la contraction des muscles moteurs des côtes sont d'abord les intercostaux ramifiés dans les muscles de ce nom, dans les sus-costaux, le costal commun, les petits dentelés, le transversaire des côtes, le triangulaire du sternum, puis les thoraco-musculaires et l'accessoire de Willis. L'intervention des nerfs intercostaux formés de filets sensitifs et de filets moteurs, se déduit si facilement de leur mode de distribution, qu'il serait superflu de la démontrer par la voie expérimentale, comme Galien le fit du reste sur de petits animaux. Elle s'exerce à la fois sur les muscles inspirateurs et sur ceux qui sont affectés à l'expiration; car les nerfs dorsaux, qui fournissent les intercostaux, se distribuent dans les muscles indistinctement, de même que dans les muscles spinaux, le sous-cutané du thorax, dont l'action est étrangère aux mouvements de la poitrine. Les thoraco-musculaires peuvent, jusqu'à un certain point, se ranger dans la même catégorie, notamment le principal d'entre eux, désigné par Ch. Bell sous le nom de *nerf inspiratoire externe du thorax*. Ce dernier, que j'ai irrité plusieurs fois sur des moutons vivants, provoque effectivement des contractions énergiques du grand dentelé de l'épaule dans lequel il se distribue; mais il m'a été impossible de voir nettement si les rides du muscle contracté produisaient plutôt l'élévation des côtes que l'adduction de l'épaule, relativement au thorax. Enfin le nerf spinal ou *inspiratoire supérieur du tronc*, d'après les idées de Bell, serait un auxiliaire puissant de ceux qui viennent d'être nommés.

Il est incontestable que chez l'homme le sterno-cléido-mastoldien, en raison de ses attaches au sternum et à la clavicule, peut prendre une très grande part aux mouvements de totalité du thorax lors de l'inspiration, et à ceux de l'épaule susceptibles de les favoriser. Très probablement aussi, ce muscle, appelé mastoïdo-huméral dans les animaux, peut, par suite de son insertion accessoire au sternum, concourir à projeter en avant le thorax et à le fixer, notamment chez les canariers, où la poitrine jouit d'une très grande mobilité; mais rien n'indique que ce muscle, et le trapèze dorsal paraissent disposés de manière à servir spécialement à la respiration chez les ruminants, les solipèdes et en général chez tous les mammifères ongulés de haute taille. Ch. Bell (1) dit pourtant que le mastoïdo-huméral, auquel il annexe le sterno-maxillaire, entre « dans une action violente chez l'âne, dont la respiration est très accélérée, et que cette action cesse aussitôt qu'on pratique la section de ce nerf. » Il prétend avoir constaté que sur cet animal la contraction des muscles du cou, du larynx et de l'épaule, alors en rapport avec le spinal, n'est plus possible, en ce qui concerne la respiration, une fois que le nerf est coupé; toutefois il ajoute que ces mêmes muscles conservent la faculté d'exécuter leurs mouvements volontaires habituels. J'avoue ne pas connaître comment le sterno-maxillaire et le mastoïdo-huméral peuvent jouer dans les mouvements respiratoires du thorax le rôle que leur assigne le savant physiologiste. La section de la branche externe du spinal, pratiquée sur le cheval au niveau de l'âne ne m'a fait reconnaître aucune modification appréciable dans les mouvements du thorax, aussi bien lorsque la respiration devient difficile que dans les circonstances ordinaires. Les mouvements de l'épaule ont d'ailleurs conservé leur liberté entière, puisque les paires cervicales ramifiées dans le mastoïdo-huméral et dans les autres muscles de l'encolure restaient parfaitement intactes. L'influence du spinal sur les mouvements respiratoires du tronc est donc très problématique en ce qui concerne les grands animaux. Elle est tout à fait nulle dans les oiseaux, où ce muscle n'a pas de branche accessoire et où d'ailleurs le mastoïdo-huméral manque, d'après Bell; double particularité qui se retrouverait aussi dans le chameau, suivant le même observateur.

Enfin les phréniques complètent la série des nerfs spécialement affectés aux mouvements respiratoires du thorax. Leur rôle est depuis fort longtemps établi par les recherches d'un grand nombre d'expérimentateurs. Galien, en pratiquant la ligature de ces cordons nerveux, avait déjà reconnu qu'ils président à la contraction du diaphragme, et le fait a été confirmé par Lower, Swammerdam, Haller et divers auteurs modernes, qui ont indiqué les modifications que la paralysie de ces nerfs apporte au rythme de la respiration.

Lorsque l'un des nerfs phréniques est mis à découvert et incisé sur un animal vivant, on voit se produire aussitôt un soulèvement brusque de l'abdomen, imitant une convulsion du diaphragme. Celle-ci devient très manifeste si l'abdomen est ouvert et si les viscères abdominaux sont éloignés de la face postérieure du cloison. La contraction convulsive se répète à chaque irritation nouvelle, pour

(1) *Exposition du système naturel des nerfs du corps humain, traduit de l'anglais par J. Genest. Paris, 1825, p. 127.*

l'issu du nerf n'ait pas été trop fortement lésé, car la pression exercée sur l'aide des pinces, suffit pour lui enlever, comme à tous les autres cordons, la propriété de transmettre au muscle l'effet de l'excitation appliquée en un point antérieur au point lésé. L'application d'un courant électrique continu à ces deux phréniques rend permanente la contraction du diaphragme, et finit par terminer l'asphyxie. Comme l'irritabilité du nerf se conserve souvent pendant d'une demi-heure après la mort, il est facile de reproduire ces phénomènes dans tous leurs détails.

La ligature ou la section de l'une des branches d'origine du nerf phrénique étendue sur la surface du scalène ne produit pas d'effet sensible. Celle de l'un des nerfs ne nécessite pas la moitié correspondante du diaphragme; la section des deux à la fois frappe d'incertitude la totalité du muscle. Toutefois, même dans ce cas, la respiration n'en est pas considérablement troublée, si ce n'est dès le commencement, par suite des douleurs et des mouvements violents que provoque l'opération. Lower a noté, il est vrai, qu'elle devient chez les chiens, analogue à celle d'un cheval en travail, ce que je n'ai point observé, pour ma part: elle ne m'a semblé ni plus pénible, ni beaucoup plus profonde après la section des nerfs qu'elle ne l'est habituellement. Les chevaux respirent alors douze à quinze fois par minute, au lieu de dix comme à l'ordinaire; encore l'accélération peut-elle être attribuée à la souffrance produite par l'opération. Les côtes ne paraissent pas éprouver un déplacement outré; seulement le flanc se creuse sensiblement à chaque inspiration. J'ai remarqué que le cheval, dont les nerfs phréniques sont coupés, dilate encore très bien la poitrine, la trachée étant hermétiquement fermée, phénomène regardé comme impossible par divers auteurs dans de telles conditions, et qui s'accomplit ici, grâce à la projection des viscères abdominaux du côté du thorax, à l'instant de l'élévation des parois costales; de telle sorte que proprement parler la capacité de la poitrine reste invariable, et que son diamètre transversal est compensé par son rétrécissement, suivant le diamètre antéro-postérieur.

La contraction des muscles abdominaux, qui prend une si grande part à l'expiration et à plusieurs actes liés intimement aux mouvements respiratoires, dépend de des nerfs intercostaux et des nerfs lombaires. Les premiers donnent sur les ramifications au grand oblique et au transverse, les seconds au petit oblique et au grand droit. Le petit oblique seul paraît ne recevoir de nerfs que des lombaires, tandis que les trois autres en reçoivent, en proportion inégale, de ces derniers et des paires dorsales.

L'influence du facial, de l'accessoire de Willis, des nerfs vagues, des phréniques, des cruraux, des paires dorsales et lombaires sur les actes mécaniques de la respiration est donc extrêmement simple et susceptible d'une analyse exacte. Les influences des pneumo-gastriques sur les fonctions du poumon, et particulièrement sur les phénomènes chimiques de la respiration, ne peut être aussi facilement appréciée que la première. Essayons de la déterminer, avant de rechercher le principe qui dérive l'activité de tous les nerfs du système respiratoire.

La plupart des physiologistes qui autrefois avaient observé les effets de la section des nerfs vagues, rapportaient à un trouble des fonctions pulmonaires les phé-

nomènes d'asphyxie qui suivent de près ou de loin cette section. Legallois, le premier, reconnut que l'effet immédiat de la cessation de l'influence des pneumo-gastriques consiste dans la paralysie des muscles dilatateurs de la glotte, et par conséquent, en un obstacle mécanique au libre passage de l'air à travers les voies aériennes, et il fit voir que ce résultat est tout à fait identique avec celui qui résulte d'une simple section des nerfs récurrents, car dans l'un et l'autre cas une ouverture pratiquée à la trachée fait disparaître la dyspnée et prévient la suffocation. De plus, Legallois vit bien que la section des nerfs vagues avait d'autres résultats que la paralysie de la glotte, puisque l'ouverture faite à la trachée, si large qu'elle soit, n'empêche point la mort de survenir au bout de plusieurs jours; il observa que l'engouement progressif du poumon, l'accumulation de mucosités dans les tubes bronchiques déterminent une asphyxie lente qui, en se compliquant des troubles de la circulation et de la digestion, ne tarde pas à entraîner la mort.

Ce n'est donc pas seulement en mettant obstacle à la dilatation de la glotte et au libre passage de l'air que la section des nerfs vagues entraîne la mort, c'est encore et surtout, par les lésions matérielles qu'elle produit au sein du poumon, par les modifications qu'elle apporte au rythme des mouvements respiratoires, enfin par les troubles qu'elle jette dans l'action du cœur. Il ne peut s'élever le moindre doute sur la multiplicité des résultats de la section des pneumo-gastriques, et sur la part de chacun d'eux à la mort qui suit toujours, sans exception et dans un délai plus ou moins prolongé, la cessation de l'influence exercée par ces nerfs. Toute la difficulté consiste à montrer l'évolution successive de ces résultats, leur filiation, leur importance respective, et enfin à prouver le mode suivant lequel ils contribuent à une mort inévitable. Cette difficulté est immense en présence de la confusion que les physiologistes ont jetée sur la question; mais l'observation attentive des phénomènes qui se manifestent quand l'intervention des pneumo-gastriques est complètement éteinte va nous éclairer plus sûrement que les dissertations des auteurs depuis Galien ont répété l'expérience si simple de la section des nerfs vagues.

Cette section, faite sur le chien, le lapin, le cheval, avec toutes les précautions nécessaires pour éviter la compression et le tiraillement des nerfs, n'apporte pas immédiatement de troubles profonds dans la respiration. L'animal éprouve une douleur légère à l'instant de la division des nerfs; aussitôt après, les battements du cœur se précipitent, et plus tard les mouvements respiratoires se ralentissent et deviennent plus étendus. Au bout de quelques minutes, la dilatation des narines s'exagère quelque peu, l'inspiration s'accompagne d'un très léger bruit, une vague inquiétude semble s'emparer de l'animal: le cheval frappe du pied, se déplace fréquemment, baisse et relève alternativement la tête, en étendant l'encolure comme s'il éprouvait un resserrement ou une compression à la gorge. Incessamment l'anxiété de l'animal semble se dissiper, son agitation se calme; il se tient debout et immobile; la respiration devient de plus en plus lente et profonde, tandis que les battements du cœur augmentent de fréquence tout en perdant de leur force. Néanmoins les choses ne se passent pas toujours ainsi. Si les nerfs ont été coupés à plusieurs reprises, s'ils ont été tirillés avant d'être isolés et coupés, si l'animal est contraint à des efforts pour se dégager des mains de l'opérateur, s'il est soumis à une course de quelques instants, aussitôt la circulation se trouble, la respiration

bruyante, profonde, pénible; la dilatation des narines arrive à ses dernières limites; le déplacement des côtes est porté à l'extrême; la bouche s'ouvre et l'inspiration; l'animal secoue la tête, frappe du pied, éprouve une angoisse insupportable, et semble sous le coup d'une asphyxie imminente; souvent alors il meurt en une demi-heure ou une heure; mais aussi très souvent il se guérit peu à peu, et tombe dans le même état que l'animal dont les nerfs ont été sectionnés sans être ni comprimés, ni soumis à la moindre traction.

Il importe donc d'effectuer la résection des nerfs sans exercer sur eux une irritation plus ou moins vive; car celle-ci, qu'elle dérive d'une compression ou d'un iraillement, devient une cause nouvelle de troubles plus violents que ceux qui résultent de l'interruption de l'influx nerveux. Si cette cause s'ajoute à la cause primitive, comme cela arrive souvent chez les animaux à encolure courte dont les vertèbres sont difficiles à dégager de leurs connexions avec les parties adjacentes, la suffocation est portée à ses dernières limites; les phénomènes d'asphyxie revêtent un caractère très effrayant, et les animaux meurent souvent en moins d'une demi-heure qu'ils ne vivent. Haller, Legallois et d'autres expérimentateurs ont observé cette mort subite sans voir qu'elle tenait à une cause parfaitement distincte de l'interruption de l'influence nerveuse des pneumo-gastriques.

L'irritation portée sur les nerfs vagues est tellement bien une cause spéciale de troubles dans les phénomènes de la circulation et de la respiration que, après la section, il suffit de tirer le segment inférieur pour faire naître aussitôt une suffocation intense susceptible de donner lieu à la suffocation. D'ailleurs, sans lier ni sectionner les nerfs, on peut, en faisant passer par l'un d'eux un courant galvanique, troubler si fortement la circulation, et en particulier l'action du cœur, que la mort arrive en un laps de temps très court.

Il est mieux de suivre les effets de l'interruption de l'influx nerveux des pneumo-gastriques, et pour isoler ceux qui portent sur le poumon et le cœur de ceux qui résultent du rétrécissement de la glotte, il convient d'ouvrir largement la trachée, comme Legallois eut l'heureuse idée de le faire dans ses expériences. Par là on prévient la dyspnée et on la fait cesser, si déjà elle s'est manifestée; de plus on prolonge de quelques jours la vie des animaux; mais à cela se borne l'influence de la trachéotomie: la respiration ne continue pas moins à se ralentir en devenant de plus en plus profonde; la circulation s'accélère comme à l'ordinaire, et le développement des lésions matérielles et fonctionnelles du poumon suit sa marche accoutumée; cependant les premières arrivent, grâce à la trachéotomie, à un degré plus avancé qu'elles n'atteignent rarement sans son intervention: aussi sont-elles alors plus facilement appréciables, et susceptibles de mieux refléter les troubles auxquels la section de l'influence nerveuse a donné lieu.

Dans tous les cas, la section des nerfs vagues a pour résultats constants: 1° de rendre la respiration de plus en plus profonde et rare; 2° de précipiter les contractions du cœur en affaiblissant leur énergie; 3° de restreindre à des proportions de plus en plus faibles l'activité des phénomènes chimiques de la respiration; 4° d'abaisser peu à peu la chaleur animale; 5° enfin d'amener le poumon à un état tel que les opérations de l'hématose finissent par ne plus pouvoir s'y opérer. On peut dire, en d'autres termes, que le ralentissement de la respiration, ou, en d'autres termes, la diminution progres-

sive du nombre des mouvements respiratoires, dans un temps donné, après la section des nerfs vagues, a été notée par Legallois, Dupuy, Broughton, Mayer et d'autres encore. Ce dernier a constaté qu'un âne, qui avant l'opération respirait 17 fois par minute, ne respirait plus que 7 ou 8 fois dans les derniers jours qui suivent la section. Nous avons aussi, M. Bouley et moi, observé les mêmes résultats dans de nombreuses expériences sur les solipèdes. Dès les premiers jours, si la dyspnée est peu marquée ou si elle est prévenue par la trachéotomie, le nombre des respirations est bientôt réduit à 6, et même à 5 par minute.

En même temps que la respiration devient de plus en plus rare jusqu'à des limites au delà desquelles elle cesse de se ralentir, les battements du cœur s'accroissent dans une proportion croissante assez considérable, ainsi que Valsalva, Blainville et Dupuy en ont fait la remarque très intéressante. Mayer a compté sur un âne, dont les pulsations normales étaient au nombre de 34 avant l'opération, de 70 à 120 pulsations depuis le moment de la section jusqu'aux approches de la mort. Nous avons vu aussi, dans nos expériences, les battements du cœur s'accroître chez le cheval de 90 à 100, alors que la respiration n'était plus que de 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150. L'accélération des battements du cœur ne s'accompagne point, si ce n'est dans les premiers moments, d'un accroissement de leur énergie : au contraire, les battements deviennent, du moins chez les solipèdes, de plus en plus faibles, ce qui explique la diminution croissante de la plénitude et de la tension des artères déjà signalée par Legallois ; de plus, les contractions cardiaques finissent par perdre leur régularité, comme Lower et d'autres auteurs en ont fait la remarque.

Le ralentissement de la respiration, l'accélération et l'affaiblissement des contractions du cœur coïncident avec le développement de deux lésions graves, savoir : l'engouement du poumon et l'accumulation du mucus dans les bronches, l'engouement du tissu pulmonaire, reconnu déjà par Chirac, par Duverney et surtout par Legallois, semble résulter à la fois, d'une part, du trouble et de l'affaiblissement qu'éprouve l'action du cœur ; d'autre part, de la perte d'une partie de la vitalité du tissu pulmonaire, consécutivement à l'interruption de l'influence nerveuse dans les pneumo-gastriques. Mais, dans tous les cas, il se traduit par une sorte de congestion pulmonaire permanente, par une infiltration séreuse et plastique du tissu interlobulaire, de la muqueuse bronchique, et plus tard par une induration consécutive, surtout dans la partie déclive de l'organe : il devient ainsi un obstacle considérable à l'accomplissement des phénomènes de la sanguification. Toutefois il importe de noter que cet engouement très peu sensible dans les premiers temps qui suivent la section, n'arrive à un degré bien prononcé qu'au bout de quelques jours. Nous avons vu plusieurs fois le poumon du cheval, douze à vingt heures après la section, présenter seulement les caractères qu'il offre habituellement à tous les animaux sacrifiés sans effusion de sang.

L'exhalation abondante des mucosités dans les bronches et leur accumulation dans ces conduits est un résultat que de Blainville et Legallois ont signalé comme constant sur divers animaux, qui finissent même par rejeter un peu de mucus

tre par la bouche, les narines, et par la trachée si elle se trouve ouverte. L'accumulation de mucus écumeux tient à ce que ce produit de sécrétion s'accumule plus la muqueuse bronchique dont la sensibilité est éteinte, et ne peut plus être éliminé après la paralysie des fibres charnues des bronches. Elle constitue nécessairement une gêne considérable à la pénétration de l'air dans les diverses divisions bronchiques qui aboutissent aux vésicules pulmonaires, et par conséquent elle devient l'un des principaux obstacles à l'hématose régulière. Je ne dirai cependant que, d'après les expériences de M. Bouley et les miennes, il y a encore très peu de mucosités écumeuses dans les voies aériennes du cheval dix, quinze, vingt heures même après la section. Ces mucosités ne deviennent abondantes que dans les derniers moments, ou bien chez les animaux qui, ayant pu manger ou boire, ont reçu quelque peu d'eau ou des parcelles d'aliments dans les voies aériennes, comme cela arrive constamment par suite de la non-occlusion de la glotte au moment de la déglutition. Les mucosités sont en très fortes proportions lorsqu'on a laissé des aliments et de l'eau à la disposition des animaux, car les substances solides et les liquides tombent en grande quantité dans la trachée, non seulement à cause de la dilatation de la glotte à l'instant de la déglutition, mais encore par suite de l'obstruction de l'œsophage. Dans ce cas, les aliments, par leur présence et leur séjour, excitent une abondante exhalation de mucus; ils deviennent un nouvel obstacle à la libre circulation de l'air, augmentent conséquemment la résistance, et enfin donnent lieu à une irritation qui se termine fréquemment par la dégénération de la muqueuse bronchique. De là des complications graves qui entachent souvent les données expérimentales et les inductions que l'on en tire: aussi importe-t-il beaucoup d'éviter de pareils dangers auxquels Dupuy et tant d'autres n'ont pas soustrait les chevaux, les lapins, les cochons d'Inde.

Le rétrécissement de la glotte, l'engouement du poumon, l'embarras de la circulation pulmonaire, l'obstruction partielle des bronches envahies par les mucosités, la rareté des mouvements respiratoires après l'interruption de l'influence des nerfs vagues, expliquent les phénomènes qui en sont la conséquence, c'est-à-dire l'imperfection de l'hématose et l'abaissement de la température du corps.

L'artérialisation du sang ne peut plus se faire d'une manière complète, à cause des obstacles nombreux qui s'opposent au libre accès de l'air dans les voies respiratoires et au conflit de ce fluide avec le sang: aussi, comme le dit Legallois, la couleur du sang artériel perd-elle peu à peu son éclat pour prendre une teinte de plus en plus sombre; néanmoins, cette artérialisation continue jusqu'à la mort en devenant de plus en plus imparfaite. De Blainville, M. Sédillot ont constaté, ce qui est parfaitement exact, que le sang des artères conserve une teinte sensiblement vermeille au, deux, trois jours après la section des nerfs vagues. Dupuytren s'était trompé en affirmant que l'hématose cessait une fois que l'influence des pneumogastriques se trouvait interrompue. Cette opération n'a cependant pas lieu dans les derniers moments, alors que la gêne de la respiration est à son comble, et chez les animaux dont la glotte, paralysée, est réduite au point de ne plus laisser passer qu'une très petite quantité d'air, mais alors l'asphyxie est bientôt complète.

Le ralentissement et l'imperfection de l'hématose, si peu prononcés qu'ils soient, coexistent nécessairement avec une moindre consommation d'oxygène, et une

moindre exhalation d'acide carbonique. Provençal, en expérimentant sur des chats et des cochons d'Inde, a constaté déjà depuis longtemps qu'après la section pneumo-gastrique, l'absorption de l'oxygène et l'exhalation du gaz acide carbonique étaient notablement diminuées, et que même elles cessaient aux derniers moments de la vie. M. H. Bouley <sup>1)</sup>, dans des expériences faites sur les solips, a confirmé ces résultats intéressants. Il a trouvé qu'un cheval dont la respiration brûlait, avant la section des nerfs, 121 grammes de carbone en une heure ou 290 $\frac{1}{4}$  grammes en vingt-quatre heures, en consommait après seulement 76 par heure ou 1827 pendant une période de vingt-quatre heures. La diminution quantitative de l'oxygène consommé, tient à plusieurs causes, au nombre desquelles il faut compter la difficulté que ce gaz éprouve à parvenir au sang à travers les parois des capillaires pulmonaires, dont la cavité est souvent remplie de mucosités. D'ailleurs les liquides introduits dans les voies aériennes sont de même absorbés plus lentement et plus difficilement qu'à l'état normal. Nous avons vu en effet, M. Bouley et moi, qu'une dose de noix vomique, injectée dans la trachée, et susceptible de déterminer normalement le tétanos en cinq ou six minutes, ne produisait le même résultat qu'au bout de quinze à vingt minutes, l'injection étant faite douze à vingt-quatre heures après la section des nerfs vagues. M. Longet a aussi observé ce ralentissement de l'absorption, ralentissement qui dépend de la présence des mucosités dans les bronches, de l'engouement du poumon, et de l'embarras qui éprouve la circulation de cet organe. Dupuy s'était trompé en niant la persistance du travail de l'absorption pulmonaire dans de telles conditions : ce travail persiste alors même il n'est nullement ralenti dans les premiers moments qui suivent la résection.

Les modifications qui surviennent dans l'état du sang, consécutivement aux troubles respiratoires produits par la section, restent à déterminer. On a dit, et c'est vrai, que ce fluide se coagulait alors pendant la vie dans les cavités du cœur et des gros vaisseaux pulmonaires, qu'il contenait plus de fibrine, que la proportion de plusieurs de ces éléments était changée. On est allé jusqu'à dire qu'il devenait délétère, qu'il prenait une teinte vermeille dans les veines, et d'autres assertions absurdes qu'il est inutile de relever.

Quant à la température du corps, elle baisse sensiblement et d'une manière graduelle, faute d'une combustion respiratoire assez active. L'abaissement de la chaleur animale a même fait penser à certains auteurs que les animaux dont les nerfs vagues étaient coupés mouraient de froid ; mais c'est là une hypothèse que l'on ne saurait justifier, attendu que le refroidissement, quoique manifeste, n'est pas très considérable.

Les différents effets qui résultent de l'interruption de l'influence des nerfs vagues ne sont pas longtemps compatibles avec l'entretien de la vie. Legallois a vu que les lapins âgés de un à quarante jours ne survivaient à cette opération que de dix-huit heures. Bichat a observé que les chiens n'y survivaient que quatre ou cinq jours. Ces animaux périssent pour la plupart du second au quatrième jour, d'après M. Longet. Enfin, les chevaux trachéotomisés ne dépassent guère cinq ou six jours et encore faut-il qu'ils soient assez vigoureux. Néanmoins, Dupuy en a vu

<sup>1)</sup> *Recherches inédites*, 1850.

ou au neuvième jour : le fait est exceptionnel. Il faut regarder comme des illusions ces exemples d'animaux qui auraient vécu des mois et des années après la section des deux nerfs. Toutefois, la section d'un seul d'entre eux, l'autre restant intact, n'est pas toujours mortelle. Fontana, Bichat, M. Magendie, M. Sédillot en ont donné des exemples auxquels j'ajouterai celui que m'a offert un magnifique bœuf. Maintenant que nous avons pu déterminer, un à un, les effets que la suspension de l'influence des nerfs vagues produit sur les phénomènes respiratoires, il nous est facile de mettre en évidence le rôle normal de ces nerfs dans les différents actes de la respiration.

D'abord puisque la suppression de l'influx des nerfs vagues paralyse le larynx et met la glotte dans l'impossibilité d'arriver à son degré habituel de dilatation, ce sont ces nerfs qui président à la contractilité des muscles laryngiens, au jeu de la glotte, et qui, par conséquent, assurent un libre accès à l'air dans les voies respiratoires, première condition indispensable à une sanguification complète.

Deuxièmement, puisque les mucosités exhalées dans les bronches, et les substances étrangères qui s'y introduisent accidentellement n'y déterminent plus aucune impression et cessent d'être éliminées, après la section des pneumo-gastriques, ce sont ces nerfs qui président à la sensibilité de la muqueuse trachéobronchique, et à la contraction du plan charnu sous-jacent à cette membrane.

Troisièmement, comme le poumon s'engoue et devient de moins en moins perméable à l'air, comme la circulation pulmonaire s'embarrasse de plus en plus, une fois que l'intervention des pneumo-gastriques est éteinte, ce sont bien ces nerfs qui, par leur influence sur le cœur, sur la circulation générale, et en particulier sur la vitalité du tissu pulmonaire, donnent au cours du sang son rythme normal et aux propriétés des tissus du poumon les caractères sans lesquels elles ne peuvent assurer l'intégrité parfaite du contact de l'air avec le fluide nutritif.

Enfin, dès l'instant qu'après la section, les mouvements respiratoires deviennent de plus en plus rares, quoique les battements du cœur se multiplient progressivement, on ne saurait refuser aux pneumo-gastriques une part importante au maintien de l'harmonie admirable et des connexions intimes établies entre la respiration et la circulation.

Ce rôle ainsi précisé, nous pouvons aisément apprécier l'intervention des nerfs vagues sur les phénomènes chimiques de la respiration, et reconnaître, d'une manière évidente, que cette intervention est indirecte ou préliminaire, si je puis me servir de cette expression.

En effet, les nerfs vagues assurent un libre accès à l'air en entretenant et en réglant la dilatabilité de la glotte ; ils maintiennent libres la cavité des divisions bronchiques dans lesquelles l'air doit passer pour arriver aux vésicules pulmonaires et s'y renouveler continuellement ; ils président à la conservation des propriétés qui rendent le tissu pulmonaire perméable à l'air et au sang ; ils entretiennent une circulation libre et active qui renouvelle sans cesse le contact du fluide nutritif avec l'oxygène atmosphérique ; mais leur rôle se borne là et se réduit à fixer les conditions statiques et dynamiques de l'hématose. Ces mêmes nerfs n'ont pas d'influence directe sur l'absorption de l'oxygène, ou, en d'autres termes, sur la pénétration de ce gaz à travers les membranes qui le séparent du sang ; cette pénétration

endosmotique se fait d'elle-même tant que l'air arrive au fond des vésicules, et tant que celles-ci conservent des parois perméables; ces nerfs n'augmentent ni ne diminuent l'affinité de l'oxygène pour le sang; ils ne changent en rien le mode suivant lequel l'oxygène, une fois dans les vaisseaux, s'associe aux éléments du fluide nutritif; ils ne peuvent nullement influer sur l'exhalation de l'acide carbonique; enfin ils ne peuvent avoir aucune action sur la nature des combinaisons subséquentes de l'oxygène avec le carbone et l'hydrogène du sang, et des tissus, non plus que sur les mutations successives de ces derniers. Toutes ces opérations dernières sont purement chimiques ou physiques, et s'effectuent inévitablement dès que l'influence nerveuse en a préparé les conditions organiques et vitales.

Ce qui prouve d'ailleurs qu'il en est bien ainsi, c'est que l'artérialisation du sang, c'est-à-dire la substitution de la teinte vermeille à la couleur sombre, l'absorption de l'oxygène et l'exhalation de l'acide carbonique, s'opèrent lorsque le fluide est au contact de l'air, et même lorsqu'il en est séparé par une membrane mince et humide, quoique privée de vie. Ce qui le prouve, pendant la vie, c'est qu'une fois l'influence des pneumo-gastriques éteinte par la section, il suffit d'ouvrir largement la trachée pour qu'il y ait hématose complète avec tous ses détails comme d'habitude, et tant que les lésions du poumon, les troubles généraux de la circulation ne sont point encore parvenus à un degré trop élevé. Enfin, ce qui le prouve, c'est l'expérience par laquelle on entretient l'hématose à l'aide d'une respiration artificielle chez les animaux décapités, ou chez ceux dont on a coupé à la fois la moelle épinière et les pneumo-gastriques. Ainsi, après avoir réséqué ces nerfs et la moelle en arrière de l'occipital, les mouvements respiratoires du tronc et tous les mouvements en général cessent aussitôt, à part ceux des naseaux qui persistent encore pendant quelques minutes. Dès que le sang qui s'échappe d'un petit tube adapté à la carotide est devenu noir, on lui rend et on lui conserve sa teinte vermeille pendant une demi-heure, une heure même, en poussant constamment de l'air par un gros soufflet dans la trachée. Cette respiration artificielle dans de semblables conditions, entretient souvent la circulation et la vie du chien souvent plus d'une demi-heure d'après mes expériences; elle les entretient même cinq ou six heures, suivant Legallois, sur de petits animaux décapités.

Si donc, lorsque l'influence des nerfs vagues est éteinte, l'hématose devient plus en plus imparfaite, si l'animal éprouve dans cette circonstance une asphyxie tantôt rapide et brusque, tantôt extrêmement lente, cela tient d'abord aux obstacles qui s'opposent au conflit intégral de l'air et du sang, savoir au rétrécissement permanent de la glotte, à l'engouement du poumon, à l'accumulation de mucus dans les bronches; cela tient ensuite, ou plutôt en même temps, aux troubles graves de l'action du cœur, de la circulation générale et à la suspension du travail digestif; car les pneumo-gastriques, comme nous l'avons déjà vu et comme nous le verrons encore, exercent une influence extrêmement importante sur la digestion, la respiration et la circulation.

Les différents nerfs dont nous venons d'examiner isolément le rôle dans les actes de la respiration jouissent chacun d'attributions spéciales: ceux-ci président au jeu des naseaux, des diverses parties de la face; ceux-là aux mouvements du larynx ou des parois costales, ou du diaphragme. Mais ces nerfs, quoique nombreux

origine différente, forment un ensemble, un système particulier dont les parties sont intimement liées entre elles pour fonctionner avec une harmonie parfaite. Ils tirent le principe de leur action d'une source commune, d'un point du système nerveux dont la destruction supprime d'un seul coup la totalité du mécanisme respiratoire : c'est par le secours de l'expérimentation que ce siège du principe des mouvements sera déterminé.

Galien, les temps antiques, Galien avait reconnu par des expériences qui révèlent l'origine supérieure, que la section de la moelle, suivant le niveau auquel elle est faite, peut suspendre l'action de tous les muscles respiratoires à la fois, ou suspendre celle d'une partie d'entre eux ; détruire par exemple le jeu des parois thoraciques en laissant subsister celui du diaphragme, supprimer ensemble le jeu des parois costales et du diaphragme en conservant celui de quelques muscles thoraciques et des muscles de la face. Legallois observa aussi que la section de la moelle, en avant de la région lombaire, suspend l'action des muscles abdominaux en laissant subsister celle de tous les autres ; que la section de cette moelle, faite en avant de la région dorsale, paralyse les muscles des côtes et ceux de l'abdomen. Enfin, que la section au milieu de la région cervicale paralyse le diaphragme, les muscles thoraciques et abdominaux, de telle sorte que le jeu des muscles respiratoires de la face seul est maintenu. Enfin, il arriva à trouver que la section de la moelle allongée, si elle est faite au niveau de l'origine des nerfs vagues, suspend à la fois le jeu des narines, du thorax, des muscles abdominaux et du diaphragme, en laissant subsister celui de toutes les puissances respiratrices. Aussi le mécanisme de la respiration dépend, selon lui, « d'un endroit assez circonscrit de la moelle allongée, et est situé à une petite distance du trou occipital et vers l'origine des nerfs vagues-gastriques ; car, si l'on ouvre le crâne d'un jeune lapin, et que l'on fasse la section du cerveau, par portions successives, d'avant en arrière, en le coupant par tranches, on peut enlever de cette manière tout le cerveau proprement dit, et tout le cervelet et une partie de la moelle allongée sans que la respiration cesse ; mais elle cesse subitement lorsqu'on arrive à comprendre dans une tranche une partie des nerfs vagues (1). »

Les résultats entrevus en partie par Galien, ceux que Legallois avait établis un peu vaguement, sont précisés avec une admirable clarté par les expériences modernes du savant physiologiste que j'aime à citer si souvent. « La moelle épinière est, d'après M. Flourens, dans toutes les classes, l'organe premier moteur : principe exciteur et régulateur des mouvements respiratoires ; elle est, dans toutes les classes, l'organe immédiatement producteur, par ses nerfs, des mouvements respiratoires particuliers de la face ou de la tête ; elle est enfin, à la fois, dans les poissons, l'organe premier moteur et l'organe immédiatement producteur de tous les mouvements de respiration. » La moelle épinière, au contraire, est un simple conducteur qui transmet aux nerfs respiratoires qui n'émanent pas directement de la moelle allongée l'excitation dérivée de cette dernière : aussi si l'on divise la moelle épinière, sur un point quelconque de son étendue, tous les nerfs qui s'en détachent au-dessus de la section continuent à agir, et tous ceux

qui s'en détachent au-dessous cessent leur action. Voilà pourquoi la section faite au niveau de la première vertèbre dorsale laisse subsister le jeu du diaphragme, des muscles du cou et de l'épaule animés par des nerfs qui naissent de la région cervicale, tandis qu'elle abolit le jeu des muscles costaux animés par les nerfs situés en arrière de la section, sur le segment du cordon rachidien qui communique par sa continuité avec la moelle allongée. De même si la section est pratiquée successivement sur des points de plus en plus postérieurs à la région dorsale, le jeu des muscles dont les nerfs viennent des points antérieurs à la section continue, celui des muscles intercostaux ou autres qui reçoivent leurs nerfs du segment en arrière de la solution de continuité, est frappé de paralysie.

Mais ce n'est pas de toute l'étendue du bulbe rachidien que dérive le principe excitateur et régulateur du mécanisme respiratoire. Les expériences de M. Flourens nous apprennent que c'est d'un point ou plutôt d'un segment de cette partie commençant avec l'origine de la paire vague et finissant à quelques lignes en arrière plus ou moins, suivant les animaux, que part la puissance animatrice des mouvements de la respiration : c'est d'un segment si court, « d'un point unique, que quelques lignes à peine, que la respiration, l'exercice de l'action nerveuse, l'existence de cette action, la vie entière de l'animal, dépendent. » La destruction successive, tranche par tranche, de la totalité du cerveau, du cervelet, des tubercules quadrijumeaux et de la partie antérieure de la moelle allongée, jusque immédiatement en avant de l'origine des nerfs pneumo-gastriques, laisse subsister tous les mouvements respiratoires de la face, du larynx, du thorax et de l'abdomen ; la section de la moelle allongée, à quelques lignes au delà de la naissance des nerfs vagues, n'arrête que ceux qui dépendent des nerfs dérivés de la moelle, en arrière de la solution de continuité ; il laisse persister ceux des narines, de la bouche et du larynx ; mais la section du segment compris entre les limites précédemment indiquées les anéantit tous à la fois et sur-le-champ.

Ces résultats si remarquables, qui montrent si clairement le localisation du principe excitateur et régulateur des mouvements respiratoires, sont reproduits par M. Flourens, avec une constante uniformité, sur un grand nombre d'animaux de groupes, d'espèces et d'âges différents. Je les ai étudiés, d'après la même méthode, sur le cheval, le chat et le chien.

Sur un jeune cheval de deux semaines, après avoir enlevé les parties antérieures du frontal et du pariétal, j'ai excisé par couches successives les hémisphères cérébraux et le cervelet, puis les tubercules bigéminés, de manière à ne laisser intacte que la moelle allongée, en prenant toutes les précautions possibles pour ne pas la léser, ni l'ébranler. Le petit solipède, à la suite de cette mutilation, qui entraîna quoiqu'on fasse, une perte de sang assez considérable, continua à vivre encore pendant vingt-deux minutes ; il respirait profondément, mais avec un peu d'irrégularité, de huit à quinze fois par minute, c'est-à-dire à peu près comme à l'état normal ; d'ailleurs il exécutait des mouvements généraux, des déplacements spontanés des membres assez étendus.

Sur d'autres animaux, j'ai procédé inversement, afin de séparer seulement la moelle allongée de la moelle épinière, soit par une section simple, soit par une section accompagnée de celle des nerfs vagues, soit enfin par la décapitation.

Le premier cheval eut la moelle coupée transversalement entre l'occipital et le cervical. Aussitôt tous les mouvements généraux cessèrent, et les mouvements respiratoires du tronc se suspendirent : ceux de la face continuèrent. Les naseaux se dilatèrent vingt fois pendant la minute qui suivit la section, dix-huit fois dans la seconde, trois fois dans la troisième; il n'y eut plus de mouvements dans ces naseaux dès le commencement de la quatrième minute. A chaque dilatation des naseaux, la bouche s'ouvrait légèrement, mais ce n'étaient pas de véritables bâillements. Un second cheval, dont la moelle fut divisée de même au niveau du trou occipital, eut douze inspirations faciales à la première minute, douze à la deuxième, dix à la troisième, quatre à la quatrième, deux à la cinquième.

Dans ces conditions, ce ne sont pas seulement les mouvements de la face, c'est-à-dire ceux des naseaux et de la bouche qui persistent, ceux du larynx continuent avec leur rythme habituel. Après avoir pratiqué une petite ouverture au niveau inférieur du cartilage thyroïde, je coupai la moelle épinière au niveau du trou occipital. Les mouvements respiratoires de la face continuèrent pendant cinq minutes. Le doigt, introduit dans la glotte, permettait de sentir les lèvres de cette ouverture s'écarter toutes les fois que les naseaux se dilataient, et se rapprocher toutes les fois qu'ils s'affaissaient. Le jeu de la glotte, isochrone à celui des naseaux, cessa en même temps que ce dernier. Le jeu des naseaux continue, mais le jeu de la glotte est aboli après la section de la moelle, qui s'accompagne de la section des deux nerfs vagues. Le premier persiste même à peu près aussi longtemps que si la moelle seule était divisée.

Après la décapitation, la respiration de la face continue moins longtemps que dans les deux circonstances précédentes. Un premier cheval, décapité assez lentement, n'eut, une fois la tête complètement séparée du tronc, que huit mouvements inspiratoires des naseaux. Un second animal de la même espèce, décapité plus vite, respira par les naseaux onze fois dans la minute qui suivit l'opération, et une fois seulement une minute plus tard. La respiration faciale des animaux décapités n'a pas persisté plus de deux minutes, et s'est opérée avec lenteur : elle a eu des mouvements de l'hyoïde et du larynx en harmonie parfaite avec ceux des naseaux du nez : elle ne survit qu'une minute à une minute et demie chez les animaux adultes, dont la bouche effectue en général de quatre à huit bâillements dans un court intervalle; elle survit moins encore chez les petits rongeurs, comme les souris et les souris qui font dix à douze bâillements en trente à quarante secondes, dans lesquelles le jeu de la face s'arrête complètement.

La respiration faciale des animaux très jeunes persiste après la décapitation beaucoup plus longtemps que chez les animaux adultes, et sa durée décroît fort rapidement, comme l'a démontré Legallois, à mesure qu'on s'éloigne du moment de la naissance. Voici quelques exemples extraits de mon journal d'expériences qui le prouvent. Un chien, âgé de trois jours et décapité, fit treize bâillements dans la première minute qui suivit la décapitation, deux à la deuxième, deux à la troisième, un à la quatrième, un à la cinquième, un à la sixième, un à la septième, deux à la huitième, un à la neuvième, deux à la dixième et un à la onzième; en tout, 27. Un autre chien de trois jours et de la même portée fit, à la suite de la décapitation, dix-huit bâillements pendant la première minute, un à la deuxième, deux à la



nsitifs et moteurs. L'habile observateur avait été frappé aussi de cette hardont nous connaissons maintenant la source. Dans l'acte de la respiration, dit-il, une succession de mouvements réguliers s'étendirent à une grande

X.	AGE.	DÉCAPITATION OU section de la moelle.	Nombre des inspirations nasales.	Nombre des bâillements.	Durée totale des inspirations nasales ou des bâillements.	
					minutes.	secondes.
il.	adulte.	Décapitation.	12	Indéterm.		
il.	id.	Section de la moelle.	41	id.		2
il.	id.	id.	35	id.		3
il.	id.	id.	27	id.		5
il.	id.	id.	37	id.		4
il.	id.	Sect. de la moelle et des vagues				
an	5 mois.	Décapitation.	6	id.	1	50
is.	5 mois.	id.	5	id.	1	30
is.	adulte.	id.	Indéterm.	7	1	
is.	1 an.	id.	id.	6	2	
is.	adulte.	id.	id.	3	1	
is.	id.	id.	id.	12	0	30
is.	id.	id.	id.	13	0	30
is.	3 jours.	id.	id.	27	11	10
is.	id.	id.	id.	46	24	15
is.	id.	id.	id.	24	7	
is.	id.	id.	id.	25	8	
is.	id.	id.	id.	38	26	
is.	1 jour.	id.	id.	30	37	
is.	id.	id.	id.	Nombre ind.	26	
is.	id.	id.	id.	12	13	
is.	id.	id.	id.	10	12	
is.	très jeune	id.	id.	21	1	
is.	très jeune	id.	id.	23	2	

le la machine animale; on reconnaît d'un coup d'œil qu'elle forme une espèce d'activité, et que cette nouvelle énergie doit venir d'une source de celle du pouvoir locomoteur. Si l'on considère les mouvements simultanés de l'abdomen, du thorax, du col, de la gorge, des lèvres et des narines, il est évident qu'ils doivent dépendre des nerfs qui possèdent les mêmes points que ces nerfs doivent avoir un *centre commun*, afin qu'ils puissent être simultanément et également, et donner une impulsion uniforme aux muscles de la respiration. De plus, il avait compris que le système respiratoire doit dériver son impulsion, d'une excitation automatique et involontaire qui, dans une foule de circonstances, doit s'associer à des actes volontaires. Or, en se basant sur des observations anatomiques et des données rationnelles et expérimentales, Ch. Bell a découvert qu'il y a, sur la longueur de la moelle allongée et de la moelle épinière, un cordon latéral intermédiaire au cordon supérieur affecté à la sensibilité, et un cordon latéral inférieur préposé au mouvement, cordon latéral d'où dérivent, selon lui : 1° le nerf vague; 2° le facial, ou nerf respiratoire de la face; 3° l'accessoire, ou nerf respiratoire supérieur du tronc; 4° le phrénique, ou nerf respiratoire interne,

5° le nerf respiratoire externe, ou le principal des thoraco-musculaires. Le glos pharyngien est aussi annexé à cette série. Ces cordons nerveux se distingueront des autres en ce qu'ils auraient une racine simple, émanée du faisceau latéral bulbe rachidien ou de la moelle épinière, et en ce qu'ils seraient dépourvus de ganglions à leur origine.

Suivant Bell, les muscles de la respiration agiraient, d'une part, involontairement ou d'une manière automatique sous l'influence des nerfs respirateurs précités et ils agiraient, d'autre part, volontairement sous l'influence des nerfs de la sensibilité et de la motricité générales, soit pour modifier le rythme de la respiration soit pour concourir à des actions étrangères à la respiration. Par suite de cette double source d'innervation, la plupart des muscles respirateurs pourraient être privés de la faculté d'agir pour le mécanisme de la respiration, tout en conservant l'aptitude à remplir leur rôle relatif à d'autres fonctions.

Le système ingénieux de Bell a été depuis longtemps sapé dans ses bases. Il ne saurait être admis, ni au point de vue de l'anatomie, ni à celui de la physiologie. Rien ne démontre qu'il y ait, sur chaque côté de la moelle allongée et de la moelle épinière, un faisceau spécialement affecté à donner naissance aux nerfs respirateurs. Ceux-ci n'ont pas réellement un mode d'origine différent de tous les autres. Chaque nerf respiratoire en particulier ne jouit pas d'une spécialité d'action absolue. Le nerf facial, qui règle le jeu des narines, des lèvres, des joues dans le mécanisme respiratoire, anime aussi la contraction de ces mêmes parties pour la préhension des aliments, la mastication, la phonation, l'expression; il n'est point remplacé dans ces derniers actes par les divisions de la cinquième paire. Le nerf vague n'est pas seulement respiratoire par ses divisions laryngiennes, trachéales, pulmonaires; il est encore moteur pour le cœur et l'estomac. Le spinal préside à la contraction des muscles sterno-maxillaires, du mastoïdo-huméral, du trapèze cervical, aussi bien que ces muscles concourent aux mouvements généraux de la tête, des membres supérieurs, que lorsqu'ils agissent pour la respiration. Le respirateur externe du tronc, ramifié dans le grand dentelé, est confondu avec les autres divisions du plexus brachial et offre le même mode d'émergence que ces dernières; il n'a d'ailleurs pas d'attributions distinctes de celles des thoraco-musculaires émanés du plexus. Le phrénique a des racines motrices et des racines sensibles, comme ceux de la cinquième paire desquelles il se détache. Enfin on ne saurait démontrer, à l'aide de l'analyse expérimentale, que les muscles de la respiration agissent involontairement, sous l'influence des nerfs précités, tandis qu'ils agiraient volontairement, soit pour la respiration, soit pour la locomotion générale, sous l'influence d'autres nerfs. Il ne démontre pas davantage que ces muscles puissent être privés de la faculté de concourir à la respiration pendant qu'ils pourraient servir encore aux mouvements généraux, et réciproquement.

Ce qui établit l'unité d'action des puissances respiratoires, l'harmonie, la corrélation intime qui existe entre elles, ce n'est point cette prétendue spécialité d'origine dont nous venons de parler, mais c'est l'influence motrice et régulatrice de la moelle allongée.

Le mécanisme respiratoire régi par le bulbe rachidien s'exécute sans le concours de la volonté, et cependant la volonté a sur lui une influence incontestable.