

Du suc gastrique et de son rôle dans la nutrition), a montré que, si l'on injecte dans le sang, en grande quantité, des substances qui s'éliminent habituellement par le rein, telles que le prussiate de potasse, il arrive que leur élimination se fait à la fois par le rein et l'estomac.

Beaucoup de pathologistes, Nysten entre autres, rapportent des cas où la sécrétion urinaire venant à cesser par une cause quelconque, elle peut être suppléée par des vomissements périodiques plus ou moins urineux, qui cessent à leur tour quand la sécrétion urinaire reprend son cours habituel. Déjà M. Rayet, dans son excellent *Traité des maladies des reins*, a déterminé les rapports qui peuvent exister entre les diverses maladies rénales et les maladies des organes digestifs. Physiologiquement on arrive à comprendre la relation de ces deux fonctions. En effet, le tube digestif et les reins sont les deux extrêmes des quatre fonctions de nutrition : les organes gastro-intestinaux préparent les matériaux nutritifs, les reins éliminent les matériaux devenus impropres à la nutrition. Si ceux-ci ne président plus à la fonction urinaire, ce ne sera pas la fonction de circulation qui la remplacera, celle-ci n'a qu'un rôle purement mécanique ; ce ne sera pas non plus la fonction de respiration, elle n'agit que sur les gaz ; ce sera donc la fonction de digestion qui viendra en aide ; elle est bien propre, en effet, à jouer ce rôle, puisque, comme la fonction urinaire, elle agit principalement sur des liquides.

Symphathies de l'appareil de l'urination. — Les expériences dont nous venons de parler établissent d'une manière rigoureuse les relations physiologiques que les organes de la digestion ont avec ceux de l'urination, mais en raison de l'importance de ce phénomène, on nous permettra de donner encore quelques détails. Tout le monde a pu faire sur lui-même l'expérience suivante : un verre d'eau froide est-il introduit dans l'estomac qu'immédiatement après on est pris du besoin d'uriner. Le même phénomène a lieu quand la peau est impressionnée par le froid, nouvel exemple de symphathie avec cette membrane. Nous ne ferons que rappeler ici les relations qu'il y a entre les sécrétions cutanées et celles des reins (voyez t. I, p. 416).

Influence des nerfs sur la sécrétion urinaire. — Les expériences de M. Cl. Bernard sur le diabète artificiel prouvent combien la sécrétion rénale peut être influencée par le système nerveux. Ainsi, la piqûre de la moelle allongée augmente la quantité d'urine et en altère la composition. M. Cl. Bernard a cherché à isoler ces deux phénomènes et à déterminer le point où il fallait piquer l'animal pour produire le diabète ou la polyurie simple. D'après un certain

nombre d'expériences, voici ce que M. Cl. Bernard a obtenu : quand on pique sur la ligne médiane du plancher du quatrième ventricule, exactement au milieu de l'espace compris entre l'origine des nerfs acoustiques et l'origine des nerfs pneumogastriques, on produit à la fois l'exagération de la sécrétion rénale et de la nutrition du foie ; si la piqûre atteint un peu plus haut, on ne produit très souvent que l'augmentation dans la quantité des urines, qui sont alors souvent chargées de matières albuminoïdes ; au-dessous du point précédemment signalé, le passage du sucre seulement s'observe et les urines restent troubles et peu abondantes. Il est donc possible de distinguer dans le bulbe rachidien deux points correspondant : l'inférieur à la sécrétion du foie, le supérieur à la sécrétion rénale ; seulement, comme ces deux points sont très rapprochés l'un de l'autre, il arrivera le plus souvent qu'en traversant cette région d'une manière oblique, et c'est là le cas le plus fréquent, on les blesse tous deux ensemble et que l'on produira les deux effets simultanément, de sorte que l'animal est à la fois diabétique et polyurique.

Quant à l'influence du système nerveux sur la sécrétion urinaire, il nous suffira de faire remarquer combien les affections nerveuses sont fréquemment suivies d'une abondante sécrétion d'urine. Pour l'excrétion de ce liquide, il faut voir ce que nous avons dit dans le tome premier à l'article *moelle et grand sympathique* (voyez t. I, p. 460 et 558).

CHAPITRE III.

DE LA RESPIRATION.

Définition. — La respiration est cette fonction accomplie par l'appareil pulmonaire ou respirateur, qui a pour résultat l'absorption et l'expulsion simultanée des gaz dont se charge le sang. Elle repose, sans en être une conséquence immédiate, sur les propriétés physiques d'endosmose et d'exosmose des parois vasculaires à l'égard des fluides gazeux, et satisfait simultanément, en ce qui les concerne, aux deux actes chimiques de composition assimilatrice et de décomposition désassimilatrice de la nutrition (Ch. Robin, *Traité anatomiques*, 1850).

Tandis que le travail nutritif de composition et de décomposition à l'égard des solides et des liquides avait exigé jusqu'ici deux appareils, deux fonctions : la digestion et l'urination, la respiration suffit seule à ce travail pour les gaz, en vertu de l'échange

nécessaire entre deux gaz pour qu'il y ait passage de ces fluides au travers des membranes. Voilà donc une grande différence entre cette fonction et celles que nous avons déjà étudiées.

Il est des êtres chez lesquels l'appareil respiratoire manquant ou étant réduit à l'état rudimentaire, les actes physiques élémentaires d'endosmose et exosmose qui se passent dans la respiration continuent seuls à avoir lieu, sur toute ou une grande partie de la surface du corps, sans les actes d'impulsion ou d'expulsion des gaz ou de l'eau qui, annexés aux précédents, font partie de la fonction. L'échange des gaz a lieu, parce qu'il ne peut pas ne pas avoir lieu, en vertu des propriétés physiques d'endosmose et d'exosmose dont jouissent tous les liquides et les tissus de l'économie. C'est ce qui a lieu dans les plantes et les animaux les plus simples ; c'est ce qui a lieu très accessoirement à la surface de la peau de l'homme, ou des séreuses mises à nu expérimentalement. Dans les plantes phanérogames, les végétaux les plus complexes, les tissus colorés, étalés en lames, les feuilles, constituent un véritable appareil respirateur, en ce que cet appareil a de fondamental, c'est-à-dire moins les appareils secondaires d'inspiration et d'expiration (voyez Ch. Robin, *Rapport sur le phlébentérisme*, Paris, in-8, 1851, p. 28).

Si, maintenant, nous jetons un coup d'œil sur l'ensemble des organes qui concourent à cette importante fonction, nous voyons qu'à son complet développement cet appareil présente un conduit destiné à faire arriver l'air jusque dans le parenchyme d'un organe qu'on appelle le *poumon*, et que, pour rendre cette introduction possible, il lui est annexé un appareil qui a pour but, en se dilatant et en se resserrant alternativement, de faire le vide ou d'expulser l'air déjà introduit.

De là la nécessité de diviser l'appareil respiratoire en deux appareils secondaires.

1° Un appareil aérien formé des fosses nasales, de la bouche, dans quelques cas du pharynx, du larynx, de la trachée, des bronches et de leurs ramifications, plus l'appareil squeletto-musculaire, formé par les parois thoraciques, remplira l'acte de dilatation et de resserrement. Voilà ce qui constitue le premier appareil, dont le jeu est le double acte mécanique d'inspiration et d'expiration correspondant au double acte élémentaire physique d'échange simultané de gaz qui entrent et de gaz qui sortent.

2° Le poumon, avec ses vaisseaux et son parenchyme, constitue le deuxième appareil secondaire, dans lequel s'opère l'acte physique d'endosmose et d'exosmose qui a pour résultat l'échange des gaz du dehors avec ceux du sang.

SECTION I.

De l'inspiration.

Définition. — L'inspiration est cet acte de la fonction respiratoire dans lequel l'air atmosphérique est attiré jusque dans les canalicules pulmonaires par les contractions musculaires que suscite une sensation interne spéciale dite besoin de respirer (voyez, t. I, p. 153).

C'est par là que la respiration commence, immédiatement après la sortie du fœtus du sein de sa mère ; car la cause des premières inspiration et expiration n'est point autre que celle des seconde, troisième, quatrième, etc. Cette cause est le *besoin de respirer* (voyez t. I, p. 153), qui se fait sentir dès que l'échange des principes gazeux et autres du sang qui avait lieu par le placenta vient à cesser ; dès lors les principes de cet ordre venant à s'accumuler dans le sang déterminent, dès le moment de l'accouchement, sur les nerfs qui du poumon vont au cerveau, la même impression qu'ils détermineront en suite des milliers de fois ; et dès la première fois aussi la perception de celle-ci suscite une réaction de l'encéphale sur les muscles thoraciques, qui se répétera de nouveau incessamment (Ch. Robin). Il est inutile, par conséquent, de chercher avec la plupart des auteurs des causes plus ou moins éloignées et s'écartant toutes de la vérité, pour expliquer le premier mouvement respiratoire du fœtus naissant. Quelquefois l'enfant n'attend pas qu'il ait franchi tout à fait le détroit inférieur du bassin pour respirer ; d'autres fois, au contraire, il n'attire l'air qu'au bout d'un temps plus ou moins long, ce qui a lieu quand il vient au monde faible ou enveloppé par ses membranes. La première inspiration est accompagnée d'une infinité de phénomènes, dont les uns tiennent aux nouveaux rapports qui s'établissent entre les fonctions du nouvel être ; les autres à la dilatation de la poitrine. Ces phénomènes sont plus ou moins marqués, suivant que cette partie de la respiration est plus ou moins parfaite. On ne pourrait, en conséquence, donner une idée exacte de l'inspiration, d'après celle que le nouveau-né exécute pour la première fois. Aussi, pour en avoir une idée complète, il faut l'envisager sur l'adulte.

Là, elle nous présente une série de phénomènes qui se passent dans tout l'appareil respiratoire, et qui ont tous pour but unique de faire arriver l'air dans les poumons. Enumérons d'abord ces phénomènes, puis nous les décrirons. Ce sont : 1° la dilatation de la poitrine ; 2° la dilatation du poumon ; 3° la dilatation de l'appareil de conduction de l'air.

§ 1. — De la dilatation de la poitrine.

La dilatation de la poitrine constitue le phénomène le plus important de l'inspiration. Pour qu'elle ait lieu, il faut certaines conditions, il faut une cage à la fois résistante et mobile; résistante pour que la pression atmosphérique ne l'affaisse point; mobile pour qu'elle permette une dilatation et un resserrement d'une manière alternative.

Nous examinerons d'abord les mouvements qui ont lieu pendant cet acte, puis nous en chercherons les agents.

A. Phénomènes de la dilatation de la poitrine.

1° *Mouvements du sternum.* — Dans l'inspiration, le sternum s'élève. On peut facilement constater sur soi-même, devant une glace, que dans une dilatation un peu grande du thorax, cette élévation va quelquefois jusqu'à un pouce.

Le sternum, dans ce mouvement, se porte aussi en avant; on peut le constater avec un compas d'épaisseur.

Mais pendant que le sternum se porte en haut et en avant, s'éloigne-t-il d'une quantité égale de la colonne vertébrale, par ses extrémités supérieure et inférieure?

Ici trois opinions se sont produites: 1° le sternum, faisant un mouvement de bascule, se rapprocherait en haut de la colonne vertébrale et s'en éloignerait en bas; 2° il s'en éloignerait partout, mais plus en bas qu'en haut; 3° il se placerait de telle sorte que son plan resterait parallèle au plan qu'il a quitté.

La première opinion est absurde. Il faudrait que la première côte ou son cartilage cédât, on ne sait comment, pour que le haut du sternum se rapprochât de la colonne vertébrale. L'anneau que les deux premières côtes, leurs cartilages et le bord supérieur du sternum forment au-devant de la colonne vertébrale, est obliquement incliné sur elle; or, quand l'anneau se redresse sur la colonne vertébrale par l'élévation du sternum, le bord supérieur de cet os s'éloigne nécessairement du rachis.

Dans la deuxième opinion, il n'est plus question de *bascule du sternum*; mais l'extrémité inférieure, ayant un excès de mouvement sur la supérieure, décrit un petit arc de cercle autour de celle-ci, pendant que l'os, en totalité, se porte en avant et en haut. L'extrémité inférieure du sternum étant suspendue à des leviers plus longs (les dernières vraies côtes) que l'extrémité supérieure, on comprend que la chose se passe ainsi. Haller pensait que l'ex-

trémité inférieure du sternum s'éloignait de 8 lignes de la colonne vertébrale, l'extrémité supérieure s'en éloignait de 2 lignes seulement.

La troisième opinion ne peut être acceptée, si l'on adopte la deuxième. Gerdy (1) pense que les choses se passent tantôt suivant ce mode, tantôt suivant le précédent. M. Bérard admet qu'il y a bien peu de sujets chez lesquels le sternum, porté en avant, reste parfaitement parallèle au plan qu'il a quitté.

Il n'est pas impossible que, chez des sujets très jeunes, la première pièce du sternum se meuve sur la seconde.

2° *Mouvements des côtes et de leurs cartilages.* — Ces mouvements étant complexes, il faut les analyser avec soin.

Les côtes exécutent pendant l'inspiration deux mouvements principaux auxquels se rattachent des changements importants dans leur direction générale, et dans la direction de leurs faces et de leurs bords. Ces deux mouvements principaux sont: 1° un mouvement d'élévation; 2° un mouvement de rotation.

Du mouvement d'élévation. — Dans ce mouvement, les côtes, qui dans le repos sont obliquement inclinées sur la colonne vertébrale, se relèvent un peu sur leur point d'appui.

Le centre de ce mouvement est dans l'articulation costo-vertébrale. La côte se meut autour de ce point d'appui, comme si l'extrémité antérieure allait décrire autour de lui un arc de cercle. Cette extrémité antérieure de la côte se relève donc en se portant en avant. Mais telle est la connexion du plus grand nombre des côtes avec le sternum, par le moyen de leurs cartilages, que leur extrémité antérieure ne peut se relever sans que le sternum marche avec elle. Voilà la cause principale du mouvement sternal que nous avons décrit.

D'après Sabatier, toutes les côtes ne participeraient pas à ce mouvement d'élévation; il dit que telle est la configuration des articulations postérieures de ces os, que les *supérieures s'élèvent* pendant la dilatation de la poitrine, tandis que les *moyennes se portent en dehors* et les *inférieures en bas*. Cette opinion n'est plus adoptée aujourd'hui. Cependant MM. Beau et Maissiat (2) ont constaté que, dans une respiration abdominale forcée, les côtes flottantes se portent un peu en dehors, en même temps qu'elles s'abaissent.

Que se passe-t-il à la jonction de la côte avec son cartilage, pendant cette élévation? — Les faits récents découverts par F. Sibson vont nous servir à répondre à cette question.

(1) *Archiv. gén. de méd.*, 1853, 2^e série, t. VII, p. 520.

(2) *Archiv. gén. de méd.*, 1842, 5^e série, t. XV, p. 445.

Si l'on examine de profil la poitrine d'un oiseau, on voit qu'il y a des *côtes vertébrales* dirigées à peu près comme les nôtres, et de plus des *côtes sternales*, lesquelles s'articulent avec les côtes vertébrales, en faisant un angle saillant en arrière et en bas et ouvert dans le sens contraire. Or, à chaque inspiration, cet angle s'ouvre davantage, ce qui éloigne le sternum de la colonne vertébrale. Chez les mammifères, les *cartilages costaux* sont les analogues des côtes sternales. Il y a deux types de ces cartilages sternaux. Les uns sont roides et aussi inflexibles que des os, alors ils sont joints au sternum et à la côte à laquelle ils correspondent par une véritable articulation. Ceci se voit chez le marsouin, le mouton, le bœuf et le cochon. On peut dire qu'ici la seule différence entre ces leviers et les côtes sternales, c'est qu'ils sont de nature cartilagineuse, au lieu d'être de nature osseuse. Dans l'autre type, les cartilages sont complètement soudés avec l'extrémité antérieure des côtes correspondantes et non articulés avec elles ; mais, par compensation, ces cartilages sont flexibles, et cela rétablit encore une analogie d'usage avec les côtes sternales des oiseaux. Ce dernier type se remarque chez le chien, le veau marin, le singe, l'homme, etc.

D'après ces données, on comprend facilement ce qui va se passer dans l'angle que forme la côte avec son cartilage. Cet angle, dans l'état de repos, se porte en dehors et en bas à partir du sternum ; il se forme, en se joignant à la côte qui est oblique elle-même, un angle saillant en bas et ouvert en haut. Par l'effet de l'inspiration, cet angle s'ouvre à mesure que l'extrémité antérieure de la côte s'élève, entraînant le cartilage avec elle.

Des effets de cette élévation de la côte. — Nous les examinerons dans le diamètre antéro-postérieur de la poitrine et dans la forme des espaces intercostaux.

1° Quant au diamètre antéro-postérieur de la poitrine, il se trouve agrandi. En effet, dit M. le professeur Bérard (*Cours de physiologie*, t. II, p. 250), la côte étant très oblique à partir de la colonne vertébrale et se redressant sur le rachis, l'extrémité antérieure de cet os s'éloigne des vertèbres ; d'une autre part, l'arc que forment la côte et le cartilage étant coudé à angle à la jonction de la côte avec son cartilage et cet angle se redressant, l'arc s'allonge, ce qui ne peut avoir lieu sans que le sternum et la colonne dorsale s'éloignent l'un de l'autre. La courbure que forme la colonne vertébrale, depuis la première jusqu'au niveau des sixième, septième et huitième vertèbres dorsales, se creuse ; les côtes qui suivent sont plus courbées en arrière, ce qui augmente l'espace qui reçoit le bord postérieur des poumons. Dans une vue de profil du thorax, on remarque que la saillie des apophyses épineuses qui suivent la

sixième est presque complètement masquée par la courbure postérieure des côtes, alors qu'elles sont entraînées dans un mouvement inspiratoire exagéré. M. Bérard pense que cet effet est dû plutôt à un petit renversement de la côte en arrière, alors qu'elle se porte en dehors.

« Si, dit-il, on fait jouer la côte sur une préparation fraîche, on peut juger qu'un tel mouvement s'opère par ce qui se passe dans l'articulation costo-vertébrale. Peut-être, ce petit ligament inter-articulaire, que les prosecteurs se font un point d'honneur de mettre en évidence, résiste-t-il, dans ce cas, à la tendance qu'offre la tête de la côte à se déplacer. Le mouvement dont je parle est naturellement plus facile dans les côtes qui ne sont pas fortement attachées par leur cartilage au sternum ; voilà pourquoi la grande échancrure antérieure de la base de la poitrine s'élargit pendant l'inspiration, comme nous le montrerons. »

Que se passe-t-il donc dans les espaces intercostaux et intercartilagineux pendant l'élévation de la côte ? — Il y a un élargissement presque partout. Bernoulli et Hamberger ont donné un théorème fort satisfaisant pour en expliquer le mécanisme. Ils ont démontré que des tiges parallèles les unes aux autres, mais obliques sur leur point d'appui, interceptent des espaces plus grands, à mesure qu'elles se redressent sur ce point d'appui. Or, les côtes représentent des tiges parallèles les unes aux autres et posées obliquement sur un point d'appui, la colonne vertébrale. Il faut reconnaître cependant, avec MM. Beau et Maissiat, que cette comparaison n'est pas tout à fait exacte, parce que les côtes ne sont pas parfaitement parallèles et qu'elles s'écartent à partir de la colonne vertébrale, comme les tiges d'un éventail.

Il faut joindre à cette cause d'élargissement des espaces intercostaux, le mouvement des côtes en dehors qui accompagne leur élévation.

L'opinion que nous venons d'exposer n'a pas toujours été reçue. Ainsi, Borelli soutenait que les espaces intercostaux diminuent de hauteur dans l'élévation des côtes. Haller a été entraîné dans la même erreur par sa théorie de la fixité de la première côte.

Nous avons dit que l'élargissement des espaces intercostaux avait lieu presque partout. En effet, il y a des exceptions. Il n'a pas lieu dans tous les espaces et dans toute la longueur du même. Pour bien saisir les développements de cette proposition, il faut avoir égard à la direction de la région dorsale du rachis. Chez tous les mammifères, elle présente une courbure dont la concavité regarde le sternum. Chez l'homme, la partie supérieure de la courbure regarde en avant et en bas, la partie moyenne directe-