face pulmonaire; il y a par suite dans le tube d'ascension une descente continue du liquide qui masque le résultat. Le procédé de M. Bert est beaucoup plus démonstratif et doit être préféré : il consiste à placer le poumon extrait du corps de l'animal vivant non pas à l'état de suspension, mais à plat sur la table. On lie la trachée sur un tube métallique, et ce tube est mis en communication à l'aide d'un tube de caoutchouc avec un tambour polygraphe. On fait alors passer à travers le poumon un courant d'induction suivant la méthode de M. Williams. L'air contenu dans le poumon se trouvant comprimé soulève lentement le levier du tambour, et révèle ainsi les contractions de la couche musculaire des bronches.

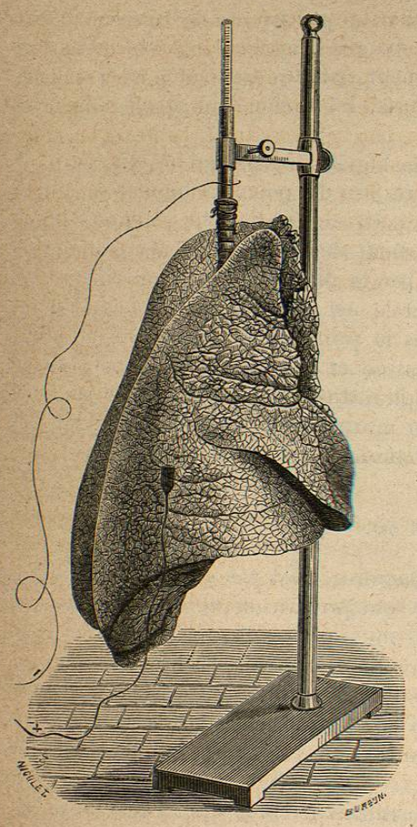

Fig. 79.

Ajoutons qu'il n'est pas nécessaire d'enlever les poumons hors de la cavité thoracique de l'animal qu'on vient de mettre à mort. Elle réussit encore mieux, lorsque la poitrine étant largement ouverte, on laisse les poumons en place. C'est aussi ce que font remarquer MM. L. Gerlach et Mac-Gillavry.

La contractilité des bronches est sous la dépendance des nerfs pneumogastriques. L'excitation de ces nerfs entraîne les mêmes effets que l'excitation directe du poumon[1].

La contraction des bronches est lente, successive, comme celle des muscles de la vie organique, ou muscles à fibres lisses. Il n'est pas probable, dès lors, qu'elle se manifeste d'une manière rhythmique à chaque mouvement respiratoire[2].

§ 124.

Des muscles qui agissent dans l'expiration. — Parmi les muscles expirateurs, il faut ranger les muscles *intercostaux internes* (voy. § 119). La contraction de ces muscles n'est efficace, d'ailleurs, qu'autant que les côtes inférieures sont fixées par d'autres muscles ; de même que les intercostaux externes n'agissent, pour soulever la cage thoracique, qu'autant que les premières côtes sont simultanément élevées et maintenues. Le muscle carré des lombes (Voy. fig. 74, page 351), qui s'insère, d'une part, à la partie postérieure de la crête iliaque et sur le ligament iléo-lombaire, et, d'autre part, au bord inférieur de la dernière côte, joue, pendant l'expiration, à peu près le même rôle que les scalènes pendant l'inspiration. Les fibres des muscles grand oblique, petit oblique et transverse, qui vont aux dernières côtes, contribuent aussi, en fixant les côte inférieures, à rendre efficace la contraction des intercostaux internes[1].

Les muscles *sous-costaux*, constitués par des languettes musculaires situées vers l'angle postérieur des côtes, insérées, d'une part à la face interne d'une côte, et, d'autre part, à la face interne de la côte voisine, ont la direction oblique des intercostaux internes, dont ils semblent une dépendance.

[1] L'influence des nerfs pneumogastriques sur la contractilité des bronches a été niée par M. Rügenberg. Cet expérimentateur, qui laissait les poumons en place dans la poitrine et disposait l'expérience suivant la méthode de M. Williams, avait bien remarqué l'ascension du liquide dans le tube de l'appareil lorsqu'il excitait les nerfs pneumogastriques, mais il attribuait cette ascension à la compression sous-diaphragmatique de l'estomac qui tend à remonter en ce moment sous l'influence de la contraction des fibres longitudinales de l'œsophage. Les expériences sur les poumons extraits hors de la poitrine ne permettent plus cette interprétation, ou tout au moins démontrent que les résultats obtenus d'après le procédé de M. Rügenberg sont complexes.

[2] M. Cadiat a récemment émis la pensée que la contractilité des bronches agit à chaque mouvement respiratoire, non pas pendant l'expiration mais pendant l'inspiration. M. Cadiat suppose que l'agrandissement du poumon pendant l'inspiration ne s'opère pas avec une égale facilité dans toutes les parties de l'organe ; que notamment les lobules superficiels obéissent plus aisément que les autres au mouvement d'ampliation de la cage thoracique ; que, par conséquent, les fibres musculaires des bronches auraient pour effet, par leurs contractions, de répartir l'air plus uniformément dans les parties profondes du poumon. La contraction musculaire des bronches agirait donc comme une sorte de régulateur à chaque mouvement d'*inspiration*.

M. Cadiat fait remarquer que quand on pousse une injection de liquide ou une injection d'air dans un poumon, toutes les parties de l'organe ne se remplissent pas avec une égale facilité. D'accord, mais quand on pousse dans un poumon un liquide pour le remplir, ou de l'air pour l'insuffler, comment procède-t-on, nécessairement? par *refoulement*, c'est-à-dire suivant un procédé qui n'est en rien comparable au mécanisme respiratoire. Chez les animaux pourvus d'une cage pectorale l'air est attiré par un procédé précisément inverse, c'est-à-dire par *aspiration*. J'ajoute que le principe d'égalité de pression rend assez inutile cette hypothèse, contre laquelle s'élèvent aussi les expériences sur la contractilité des bronches. En effet, quand on reproduit les expériences signalées plus haut, on voit, au moment de l'excitation du poumon, le levier du tambour polygraphe s'élever *lentement* et d'une manière *continue*, et employer pour revenir à son point de départ, quand l'excitation galvanique a cessé, une ou deux minutes, c'est-à-dire le temps pendant lequel l'animal (chien) exécuterait de même que l'homme de 18 à 36 mouvements respiratoires complets.

[1] M. Marcacci, professeur à l'Université de Pise, et plus tard M. Sibson, ont analysé avec beaucoup de soin le rôle des muscles intercostaux *externes* et *internes*. Ces deux observateurs ont reproduit le théorème d'Hamberger; mais, en consultant l'anatomie comparée et en s'aidant des données de la physiologie expérimentale, ils ont montré que, si les intercostaux externes sont inspirateurs et les intercostaux internes expirateurs, cependant une petite portion de l'étendue des intercostaux internes (portion intercartilagineuse) doit être considérée comme inspiratrice.

Chez un certain nombre de mammifères, la portion cartilagineuse des côtes a beaucoup plus d'importance que chez l'homme. Chez les mammifères dont nous parlons, on peut dire qu'il y a en avant une côte cartilagineuse, comme en arrière une côte osseuse, mobiles l'une sur l'autre, dans l'articulation chondrocostale, et chacune douée de mouvements distincts : la colonne sternale est en quelque sorte, en avant, la reproduction de la colonne vertébrale en arrière. Les côtes osseuses et les côtes cartilagineuses possèdent chacune un appareil musculaire composé d'un muscle élévateur et d'un muscle abaisseur. L'intercostal interne n'est pas un seul muscle : sa partie *intercartilagineuse* représente pour le cartilage le muscle élévateur (inspirateur), le triangulaire du sternum en est l'abaisseur (expirateur). Le muscle intercostal externe représente d'ailleurs, comme chez l'homme, le muscle élévateur de la côte osseuse ; et la portion interosseuse du muscle intercostal interne en est l'abaisseur.

La portion cartilagineuse du thorax a peu d'étendue chez l'homme. Les muscles qui lui sont annexés (portion intercartilagineuse du muscle intercostal interne, muscle triangulaire du sternum) sont moins développés que chez les animaux; mais il est probable que les choses se passent chez l'homme comme dans les animaux, quoiqu'à un degré beaucoup moins marqué. M. Marcacci, qui a surtout insisté sur ces particularités et qui a cherché à les démontrer par expérience, rappelle un conseil déjà donné par Haller. Il n'est pas aisé d'étudier la mécanique respiratoire sur un animal vivant dont la respiration est calme et paisible ; pour rendre ces mouvements plus énergiques et pour mettre en évidence les phénomènes signalés plus haut, il faut ouvrir largement la poitrine de l'animal du côté opposé à celui qu'on examine. Alors le poumon de ce côté s'affaissera et les mouvements respiratoires du côté en expérience seront singulièrement exagérés.

Le muscle *triangulaire du sternum* s'insère, d'une part, sur les parties latérales à la face postérieure du sternum, et, d'autre part, sur la face postérieure des troisième, quatrième, cinquième et sixième cartilages costaux. La direction des languettes de ce muscle est la même que celle des intercostaux internes. Il doit être pareillement envisagé comme un muscle expirateur.

Le *petit dentelé postérieur et inférieur*, qui s'insère, d'une part, aux apophyses épineuses des onzième et douzième vertèbres dorsales, et aux apophyses épineuses des première et deuxième vertèbres lombaires, et, d'autre part, au bord inférieur des neuvième, dixième, onzième et douzième côtes, est également un muscle expirateur (Voy. fig. 74).

La portion supérieure du *grand dentelé*, celle qui va se fixer aux deuxième et troisième côtes, peut concourir aussi aux fortes expirations (Voy. fig. 75). Comme ce muscle s'insère sur un os mobile (l'omoplate), il ne peut exercer cette action qu'autant que l'épaule est fixée. M. Sibson a établi expérimentalement le rôle expirateur de ce muscle sur les animaux quadrupèdes dont les membres antérieurs sont naturellement fixés pendant la station.

Les *muscles de l'abdomen : grand oblique*, *petit oblique*, *transverse*, *grand droit* (Voy. fig. 75 et 76), agissent, dans les phénomènes de l'expiration, à des degrés très-divers. Dans les mouvements de la respiration modérée, ils réagissent surtout par leur élasticité. En effet, au moment de l'inspiration, le diaphragme a refoulé la masse intestinale en bas et en avant, et celle-ci a légèrement distendu les parois abdominales ; ces parois reviennent sur elles-mêmes, par élasticité, au moment de l'expiration. Ces muscles concourent aussi à fournir un point d'appui fixe à la contraction des intercostaux internes. Dans les expirations forcées, ils tirent les côtes par en bas, et agissent d'autant plus efficacement qu'ils s'insèrent à une grande étendue de la partie antérieure des côtes. Ils peuvent encore, quand les côtes ont été abaissées autant que possible, s'aplatir activement sur les organes contenus dans le ventre, repousser ceux-ci du côté du diaphragme, exagérer ainsi la convexité de ce muscle alors relâché, et diminuer la cavité pectorale jusqu'à ses dernières limites. Le grand oblique s'insère, d'une part, à la crête de l'os iliaque et à l'arcade crurale, et, d'autre part, à la face interne des cinquième, sixième, septième, huitième, neuvième, dixième, onzième et douzième côtes. Le petit oblique s'insère, d'une part, à la crête de l'os iliaque et à la partie externe de l'arcade crurale, et, d'autre part, au bord inférieur des cartilages des neuvième, dixième, onzième et douzième côtes. Le transverse s'insère, d'une part, à la crête iliaque et à la partie externe de l'arcade crurale, et, d'autre part, à la face interne des septième, huitième, neuvième, dixième, onzième et douzième côtes, en entre-croisant ses insertions avec celles du diaphragme. Le grand droit s'insère, d'une part, au bord supérieur du pubis, entre l'épine et la symphyse, et, d'autre part, aux cartilages des cinquième, sixième et septième côtes, et à la partie inférieure du sternum.

Les muscles *long dorsal* et *transversaire épineux*, par les faisceaux qui se dirigent obliquement de bas en haut, des vertèbres à l'angle des côtes ou à l'espace compris entre cet angle et l'articulation costo-transversaire, sont aussi des muscles expirateurs.

Dans les mouvements violents d'expiration, beaucoup d'autres muscles encore peuvent entrer en action : tels sont, entre autres, ceux qui se rendent à

l'omoplate ; tels sont un grand nombre de muscles de la colonne vertébrale. Ces divers muscles s'associent encore d'une infinité de manières dans les diverses situations du tronc, pour fournir dans toutes ces attitudes des points fixes à l'action des muscles de la respiration [1].

§ 125.

Du bruit respiratoire. — Lorsqu'on applique l'oreille, nue ou armée d'un stéthoscope, sur la poitrine d'un homme sain, on entend un léger bruit qui correspond à l'entrée de l'air dans les poumons. Un second bruit, plus faible que le premier et la plupart du temps assez difficile à percevoir, correspond à la sortie de l'air ou à l'expiration.

On a donné le nom de *murmure respiratoire* ou *vésiculaire* au bruit produit par l'entrée de l'air dans les poumons et par la sortie de l'air de cet organe. Ce murmure est caractérisé, pendant l'inspiration, par une espèce de souffle léger, qui donne à l'oreille la sensation d'un mouvement d'expansion ou de dilatation, doux et moelleux. Le bruit produit par la sortie de l'air est à peine perceptible dans l'état normal, et il faut une oreille exercée pour le saisir.

Le murmure respiratoire est dû au frottement de l'air contre les parois des conduits aériens. On a cherché à localiser l'origine de ce murmure. M. Spittal et M. Beau placent cette origine aux lèvres de la glotte. Il est certain que l'air qui entre dans le poumon, ou qui sort de cet organe, rencontre dans le larynx les cordes vocales, contre lesquelles il frotte. Une partie du bruit doit donc se produire en ce point. Mais la persistance du murmure respiratoire chez les individus et les animaux auxquels la trachée est largement ouverte au-dessous des cordes vocales, et les changements que l'état de dilatation ou de rétrécissement des bronches apporte à l'étendue et au timbre de ces bruits, démontrent que le murmure respiratoire n'est pas localisé en ce seul point. Ce bruit a plus d'intensité en certains endroits ; comme, par exemple, aux cordes vocales, aux éperons des divisions bronchiques, et au point où les dernières bronches se terminent dans les alvéoles pulmonaires. M. Bergeon, qui a fait une analyse très-minutieuse des bruits respiratoires, estime que le bruit de l'*inspiration* a un double siége, aux lèvres de la glotte d'une part, dans le poumon d'autre part (divisions bronchiques, terminaisons alvéolaires des bronches) ; après la trachéotomie le *bruit pulmonaire* persisterait seul au moment de l'*inspiration*. Quant au bruit de l'expiration, il aurait, dans l'état normal, un siége unique, les lèvres de la glotte.

On conçoit que le frottement de l'air est plus grand pendant l'inspiration que pendant l'expiration. La durée de l'inspiration étant moindre que la durée de l'expiration (Voy. § 115), la vitesse du courant d'air est plus grande dans le

[1] M. Stone a cherché à mesurer la grandeur de l'effort que l'homme peut produire à l'aide des puissances musculaires de l'expiration. Lorsqu'on s'est beaucoup exercé, on arrive, à l'aide d'un tube recourbé (ou manomètre) fortement serré entre les lèvres, à soulever et à soutenir en équilibre, pendant quelques instants, une colonne d'eau de 2 mètres de hauteur. Au début de ces expériences il est rare qu'on puisse soulever une colonne d'eau de plus de 1 mètre à $1^{m},50$.

Dans le jeu des instruments à vent, l'effort expiratoire est généralement beaucoup moindre : il oscille ordinairement entre la force nécessaire pour soulever une colonne d'eau de 20 à 40 centimètres. Ce n'est que dans les *fortissima* que l'effort expiratoire répond à une colonne d'eau d'un mètre.

premier temps que dans le second, et, par conséquent aussi, le frottement. Cette différence dans l'intensité des deux bruits est encore une conséquence de l'énergie plus grande des agents de l'inspiration (Voy. § 119).

Le murmure inspiratoire se prolonge pendant toute la durée de l'inspiration, tandis que le murmure expiratoire, à peine sensible, ne se fait sentir qu'au commencement de l'expiration. La plus grande partie de l'expiration est silencieuse, le courant d'air ayant peu de vitesse, surtout à la fin. On estime généralement que le *bruit* de l'inspiration est triple en durée environ du *bruit* de l'expiration.

La durée du bruit de l'expiration est quelquefois anormalement augmentée dans certains points du poumon. Elle peut égaler la durée du bruit de l'inspiration, elle peut même la surpasser et s'étendre à tout le temps de l'expiration. Cette prolongation anormale du bruit expiratoire, désignée assez improprement sous le nom d'*expiration prolongée*, indique, en général, un obstacle local à la sortie de l'air, situé profondément sur le trajet des conduits aériens, ou un rétrécissement de ces conduits, et elle a en pathologie une importance d'autant plus grande que, précédant parfois toute autre manifestation morbide, elle présage souvent une affection grave (tubercules pulmonaires).

Lorsqu'on applique l'oreille ou le stéthoscope dans les points voisins de la racine des poumons, on entend un bruit qui diffère un peu du murmure respiratoire ou vésiculaire. Ce bruit, déterminé en ces points par le frottement de l'air sur les parois des gros tuyaux bronchiques, a reçu, en pathologie, le nom de *souffle bronchique*. Dans l'état normal, ce souffle se confond plus ou moins avec le murmure respiratoire général. Lorsque le poumon acquiert une densité anormale, par cause pathologique, ce souffle prend un certain développement, et, comme le murmure vésiculaire est souvent amoindri ou suspendu, il devient prédominant et se transmet par résonnance dans des points même éloignés du siége de l'induration.

En appliquant le stéthoscope sur le trajet cervical de la trachée-artère, on perçoit directement le bruit déterminé par le frottement de l'air contre cette partie des voies aériennes, et aussi le retentissement du bruit produit au-dessus (à l'ouverture glottique) et au-dessous (dans les bronches). Le murmure respiratoire a été désigné en ce point sous le nom de *souffle trachéal*.

Aux bruits respiratoires dont nous venons de parler viennent s'en joindre d'autres, dont le siége n'est plus dans les poumons ni dans les bronches, mais dans les fosses nasales. Chez une personne bien conformée, qui respire doucement et la bouche fermée, l'air entre et sort par les fosses nasales et produit un léger bruit, qui a principalement son siége à l'ouverture antérieure de ces cavités. Ce léger bruit s'entend surtout dans le silence de la nuit; il se complique souvent du mouvement oscillatoire des mucosités nasales agitées par le courant d'air. Quand la bouche est en même temps grande ouverte, le passage de l'air se trouve considérablement agrandi, et le bruit devient à peu près nul, à moins toutefois que n'interviennent les oscillations vibratoires du voile du palais. Dans ce dernier cas, le bruit augmente d'intensité et prend un autre caractère, le caractère du ronflement.

Les bruits respiratoires éprouvent, dans les maladies de l'appareil de la respiration, des altérations nombreuses. La dilatation ou le resserrement des canaux par lesquels entre et sort l'air atmosphérique; l'état de la membrane

muqueuse bronchique; celui de la substance pulmonaire, dont la congestion ou les productions morbides agissent par refoulement sur les ramifications bronchiques voisines, et dont la destruction partielle détermine dans le parenchyme pulmonaire des cavités anormales; l'état de vacuité ou de plénitude des bronches, la nature des liquides qu'elles contiennent; la destruction de la plèvre pulmonaire et la communication anormale des canaux bronchiques avec la cavité des plèvres : toutes ces conditions nouvelles entraînent dans l'intensité, la durée, le siége et le timbre des bruits respiratoires, des modifications dont la connaissance est précieuse pour le médecin. L'ensemble coordonné de ces notions forme aujourd'hui, sous le nom d'*auscultation*, grâce aux immortels travaux de Laënnec, l'une des sources les plus fécondes du diagnostic. Mais ce n'est point ici le lieu de nous en occuper.

ARTICLE III.

DE QUELQUES ACTES DANS LESQUELS INTERVIENNENT LES AGENTS MÉCANIQUES DE LA RESPIRATION.

§ 126.

Les agents mécaniques de la respiration entrent en jeu dans une foule d'actes physiologiques. — Déjà, à propos du vomissement, de la défécation, de la préhension des liquides et du cours du sang veineux, nous avons insisté sur le rôle des agents musculaires de l'inspiration et de l'expiration. Nous verrons plus tard ces agents intervenir aussi d'une manière spéciale dans la phonation, dans la locomotion, dans la miction, dans l'expulsion du produit de la conception, etc. Nous signalerons seulement ici quelques actes qui se rangent plus naturellement dans les fonctions de respiration que dans les autres : tels sont le bâillement, le sanglot, le hoquet, le rire, le ronflement, la toux, l'expectoration, le crachement, l'éternument. La plupart de ces actes ont leur point de départ dans un état particulier du système nerveux, et l'excitant en vertu duquel le système nerveux met les puissances musculaires en jeu, pour les produire, est, pour quelques-uns d'entre eux, à peu près inconnu.

§ 127.

Bâillement. — Le bâillement survient dans des conditions diverses : tantôt il est le signe du désœuvrement et de l'ennui, tantôt il annonce le besoin du sommeil; d'autres fois il est l'expression d'un sentiment de malaise et de faiblesse, et il précède la syncope. Il consiste en une inspiration lente et profonde, la bouche étant grande ouverte. A l'inspiration succède une expiration lente aussi, et graduée. Pendant le bâillement, les voies nasales sont fermées à la sortie de l'air par l'application du bord libre du voile du palais contre la paroi postérieure du pharynx. La tension du voile du palais a lieu au commencement du bâillement et au moment où la bouche s'ouvre largement, et elle dure jusqu'au moment où le bâillement se termine par la fermeture de la bouche. On sent très-bien sur soi-même ce mouvement, en quelque sorte convulsif, du voile du palais, et il est facile de le constater directement en bâillant devant un miroir, tandis qu'on déprime légèrement la langue.