

branchies; tandis que, chez les animaux à respiration aérienne, il n'y a pas de branchies, mais bien des cavités intérieures qui servent aux mêmes usages, et que l'on appelle des *poumons* ou des *trachées*.

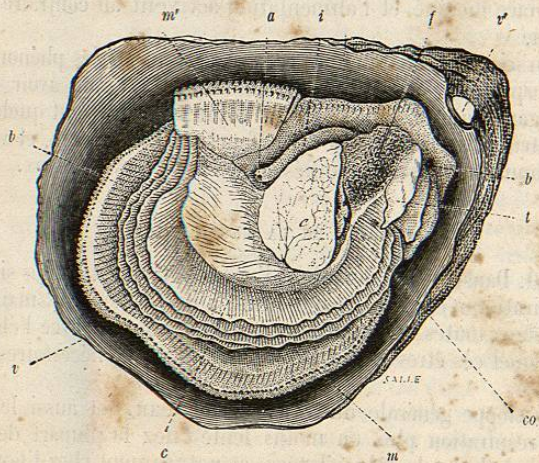


Fig. 68. — Anatomie de l'huître¹.

§ 152. **Organes de la respiration aquatique. — LES BRANCHIES**

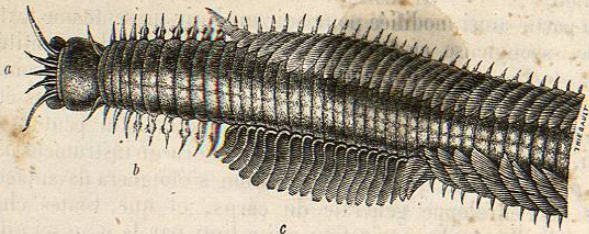


Fig. 63. — Portion antérieure du corps d'un Annelide dorsi-branchie du genre *Eunice*².

CHIES varient beaucoup dans leur forme : quelquefois elles ne

¹ *v*, l'une des valves de la coquille; — *v'*, sa charnière; — *m*, l'un des lobes du manteau; — *m'*, portion de l'autre lobe repliée en dessus; — *c*, muscles de la coquille; — *br*, branchies; — *b*, bouche; — *t*, tentacules labiaux; — *f*, foie; — *i*, intestins; — *a*, anus; — *co*, cœur.

² *a*, tête; — *b*, pattes; — *c*, branchies.

consistent que dans des tubercules ou des prolongements foliacés, qui ont une texture un peu plus délicate que celle du reste de la peau, et qui reçoivent une quantité de sang plus considérable; d'autres fois ces organes se composent d'une multitude de filaments rameux, et ressemblent à de petits arbuscules ou à des panaches vasculaires (fig. 69); enfin, d'autres fois encore ils sont formés par un grand nombre de petites lamelles membraneuses disposées comme les feuillets d'un livre, ou comme les dents d'un peigne. Le premier de ces modes d'organisation se rencontre chez plusieurs vers marins, tels que l'arénicole, si commun sur nos côtes; le second se voit aussi chez divers annélides, ainsi que chez plusieurs crustacés; enfin, le dernier est propre à la plupart des mollusques et des poissons (fig. 68 et 70).

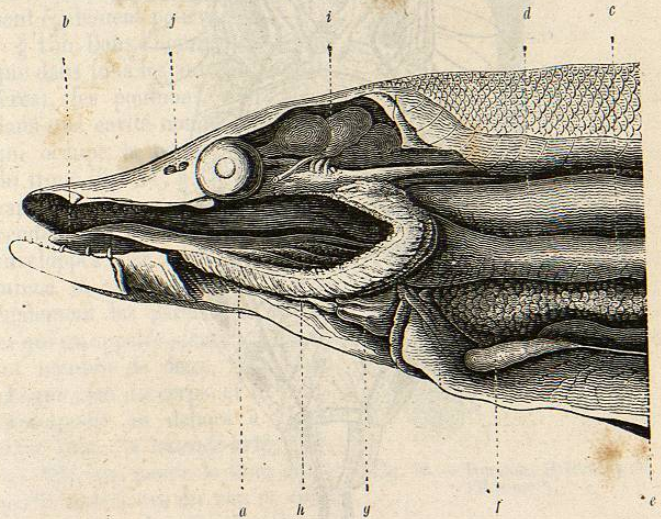


Fig. 70. — Brochet¹.

Il est aussi à noter que, chez les animaux inférieurs, les branchies sont en général situées à l'extérieur, de façon à flotter librement dans l'eau ambiante; tandis que chez les animaux plus élevés dans la série zoologique, tels que la plupart des mollusques

¹ Brochet ouvert. — *a*, branchies; — *b*, langue; — *c*, estomac; — *d*, vessie natatoire; — *e*, ovaires; — *f*, vésicule du fiel; — *g*, cœur; — *h*, artère branchiale; — *i*, cerveau; — *j*, narines.

et tous les poissons, ces organes sont logés dans une cavité qui sert à les protéger, et qui est disposée de telle sorte que l'eau peut facilement se renouveler dans son intérieur.

§ 153. **Organes de la respiration aérienne.** — Les cavités

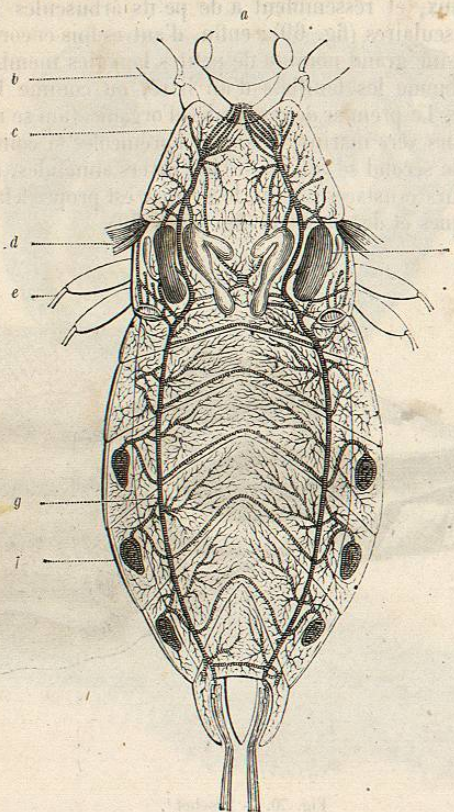


Fig. 71. — Appareil respiratoire d'un Insecte¹.

intérieures qui servent à la respiration aérienne affectent tantôt la forme de trachées, tantôt celle de poumons.

Les TRACHÉES (fig. 71, *g*) sont des vaisseaux qui communi-

¹ *a*, tête; — *b*, base des pattes de la première paire; — *c*, premier anneau du thorax; — *d*, base des ailes; — *e*, base des pattes de la deuxième paire; — *f*, stigmata; — *g*, trachées; — *h*, vésicules aériennes.

quent à l'extérieur par des ouvertures nommées *stigmata*, et se ramifient dans la profondeur des divers organes. Ils y portent ainsi l'air, et c'est, par conséquent, dans toutes les parties du corps que s'effectue la respiration. Ce mode de structure est particulier aux insectes, aux myriapodes et à quelques arachnides.

§ 154. Les poumons sont des poches plus ou moins subdivisées en cellules, qui reçoivent également l'air dans leur intérieur, et dont les parois sont traversées par les vaisseaux contenant le sang qui doit être soumis à l'influence vivifiante de l'oxygène.

Il existe des poumons (mais dans un état de simplicité extrême) chez la plupart des araignées, et chez quelques mollusques, tels que les limaçons. Les reptiles, les oiseaux et les mammifères en sont également pourvus.

§ 155. Dans l'homme (de même que dans tous les autres mammifères), les poumons sont logés dans une cavité nommée *thorax*, qui occupe la partie supérieure du tronc (fig. 11, p. 52). Ces organes sont, pour ainsi dire, suspendus dans cette cavité, et sont enveloppés par une membrane mince et très-unie qui tapisse également les parois du thorax et qui est appelée *plèvre*¹. Ils sont au nombre de deux, placés de chaque côté du corps, et ils communiquent au dehors à l'aide d'un tube, la *trachée-artère* (*b*, fig. 72), qui monte le long de la partie antérieure du cou et vient s'ouvrir dans l'arrière-bouche.

Ce conduit est formé par une série de petites bandes cartilagineuses placées en travers et affectant la forme d'anneaux incomplets postérieurement; il est tapissé par une membrane muqueuse

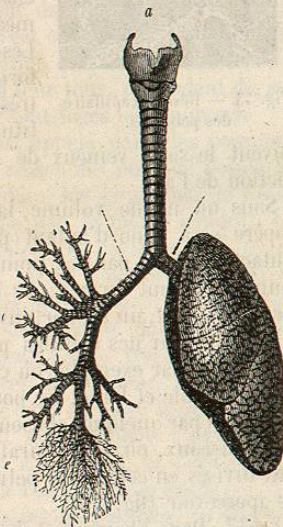


Fig. 72. — Poumons et trachée de l'Homme².

¹ La disposition de la *plèvre* est analogue à celle des autres membranes séreuses dont il a été question (page 73).

² L'un des poumons est resté intact (*d*); mais, de l'autre côté, on en a détruit la substance pour mettre à nu les ramifications des bronches (*e*).

a, larynx et extrémité supérieure de la trachée-artère; — *b*, trachée; — *c*, divisions des bronches; — *e*, ramuscules bronchiques; — *d*, l'un des poumons.

qui est de la même nature que celle de la bouche, et qui se continue avec elle¹. Enfin, à sa partie inférieure, la trachée-artère se divise en deux branches qui prennent le nom de *bronches*, et qui se ramifient dans l'intérieur de chaque poumon, comme les racines d'un arbre dans l'intérieur du sol (*c, e*, fig. 72).

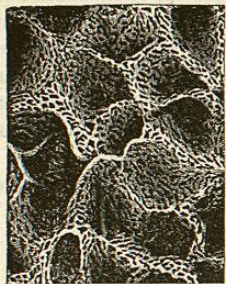


Fig. 73. — Réseau capillaire des poumons.

çoivent le sang veineux de l'action de l'air.

Sous un même volume, la surface par laquelle la respiration s'opère sera donc d'autant plus grande, et le sang recevra le contact de l'air par des points d'autant plus nombreux, que les poumons seront formés par des cellules plus petites. Il existe, par conséquent, un rapport inverse entre l'activité de la respiration et la grandeur des cellules pulmonaires; et, en effet, chez les grenouilles par exemple, où cette fonction ne s'exerce que d'une manière faible et lente, les poumons ont la forme de sacs divisés seulement par quelques cloisons, tandis que, chez les mammitères et les oiseaux, où la respiration est la plus active, ces organes sont divisés en cellules si petites, qu'à l'œil nu il est difficile de les apercevoir (fig. 73).

§ 157. Dans l'homme et dans les autres mammifères, les bronches se terminent toutes dans les cellules pulmonaires, et celles-ci sont toujours terminées elles-mêmes en cul-de-sac; il en résulte que l'air qui entre dans les poumons de ces animaux ne

¹ Il est à noter que la membrane muqueuse dont la trachée et les bronches sont tapissées est garnie d'une sorte de duvet microscopique, et que chaque brin de ce duvet est animé d'un mouvement ondulatoire très-rapide; ce mouvement *vibratile* détermine dans le liquide en contact avec cette surface des courants souvent très-rapides, et persiste pendant un certain temps après que la membrane qui en est le siège a été séparée du corps de l'animal; de sorte qu'à l'aide d'un microscope puissant on peut facilement l'étudier. La direction du courant ainsi produit paraît être de l'extérieur vers l'intérieur de l'appareil respiratoire, et un mouvement semblable s'observe à la surface de la membrane qui tapisse la première portion des voies aériennes, c'est-à-dire les fosses nasales; mais, en général, on n'aperçoit rien d'analogue dans l'arrière-bouche.

pénètre pas au delà. Mais chez les oiseaux, où la respiration est encore plus active, quelques-uns de ces canaux traversent les poumons de part en part, et vont s'ouvrir dans de grandes poches membraneuses qui s'avancent jusqu'à la base des membres, et conduisent l'air dans des cavités dont est creusée la substance de la plupart des os. Il en résulte que la respiration n'est pas limitée aux poumons, mais s'opère aussi au loin dans l'intérieur de l'économie.

§ 158. **Mécanisme de la respiration chez l'homme.** — D'après ce que nous avons dit des altérations que l'air subit par la respiration, il est évident que ce fluide doit être sans cesse renouvelé dans l'intérieur des poumons; c'est ce qui a lieu à l'aide des mouvements d'inspiration et d'expiration que nous exécutons alternativement, et ces mouvements, à leur tour, dépendent du jeu des parois de la cavité thoracique où sont logés les poumons.

Le mécanisme par lequel l'air est appelé dans les poumons ou en est expulsé est très-simple; il ressemble en tous points au jeu d'un soufflet, si ce n'est que, dans les poumons, le fluide pénètre dans l'organe et s'en échappe par le même conduit. En effet, les parois du thorax sont mobiles, sa cavité peut alternativement s'agrandir et se resserrer, et les poumons en suivent tous les mouvements. Aussi, dans le premier cas, l'air, pressé par tout le poids de l'atmosphère, se précipite dans la poitrine à travers la bouche ou les fosses nasales et la trachée-artère, et vient remplir les cellules pulmonaires de la même manière que l'eau monte dans un corps de pompe dont on élève le piston. Dans le second cas, lors du mouvement d'expiration, l'air contenu dans les poumons est au contraire comprimé, et s'échappe au dehors par la voie qui a déjà servi à l'entrée de ce fluide.

Pour comprendre comment le thorax de l'homme se dilate et se resserre, il est indispensable d'en examiner la structure.

Cette cavité (fig. 74) a la forme d'un conoïde dont le sommet est en haut et la base en bas, et ses parois sont formées en majeure partie par une espèce de cage osseuse résultant de l'union des *côtes* (*c*) avec une portion de la *colonne vertébrale* (ou épine du dos) en arrière (*a*) et avec l'*os sternum* en avant (*b*). Les espaces que les côtes laissent entre elles sont remplies par des muscles qui s'étendent de l'un de ces os à l'autre (*e*); des muscles (*i*) se portent aussi de la première côte à la portion cervicale de la colonne vertébrale (*a*); enfin, la paroi inférieure de la poitrine est formée par le *muscle diaphragme* (*g*), espèce de cloison charnue qui s'attache au bord inférieur de la charpente osseuse dont nous venons de parler.

§ 159. La *dilatation du thorax* peut se faire de deux manières :

par la contraction du diaphragme, ou par l'élévation des côtes.

En effet, le diaphragme, dans l'état de repos, forme une voûte élevée qui remonte dans l'intérieur de la poitrine (*g*), et il est facile de comprendre que la contraction de ce muscle doit diminuer la courbure de cette voûte, et en l'abaissant doit agrandir d'autant la cavité du thorax.

Le jeu des côtes est un peu plus compliqué. Ces os (*c* et *c'*), au nombre de douze de l'un et de l'autre côté, décrivent chacun une courbure dont la convexité est tournée en dehors et un peu en bas; leur extrémité antérieure, qui est unie au sternum (*b*) à l'aide de cartilages intermédiaires, est beaucoup moins élevée que leur extrémité postérieure, et l'articulation de celle-ci avec la colonne vertébrale leur permet de jouer comme sur une charnière. Leur élévation est déterminée par la contraction des muscles de la base du cou (*i*). Or, lorsque les côtes s'élèvent ainsi, elles tendent à se placer sur une ligne horizontale; car, en même temps que leur extrémité antérieure remonte en entraînant avec elle le sternum, elles tournent un peu sur

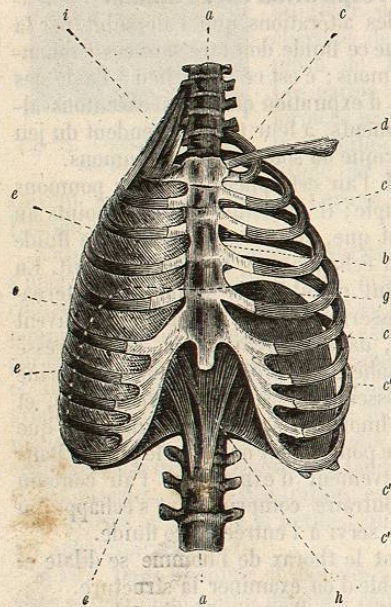


Fig. 74. — Thorax de l'homme¹.

elles-mêmes, de façon que leur courbure ne se dirige plus en bas, mais en dehors; il en résulte que les parois latérales et antérieure du thorax s'éloignent alors de la colonne vertébrale, et que la cavité de la poitrine s'agrandit.

¹ Du côté gauche les muscles ont été enlevés, tandis que du côté opposé ils sont en place. La voûte formée dans l'intérieur du thorax par le diaphragme (*g*) se voit à gauche, et du côté droit la continuation de cette voûte est indiquée par une ligne ponctuée; — *h*, piliers du diaphragme s'insérant aux vertèbres lombaires; — *i*, muscles éleveurs des côtes; — *d*, clavicle.

§ 140. Dans le mouvement d'expiration, les poumons, à raison de l'élasticité de leur tissu, se resserrent, le diaphragme se relâche, et cette cloison musculaire remonte en forme de voûte. Lorsque les muscles qui ont produit l'élévation des côtes et du sternum cessent de se contracter, leur poids et la traction exercée par l'élasticité des poumons déterminent aussi l'abaissement de ces os; mais il est également d'autres forces qui peuvent contribuer à déterminer le resserrement du thorax et l'expulsion de l'air hors du poumon: telle est la contraction des muscles qui forment les parois du ventre, et qui se fixent à la partie inférieure de la poitrine.

§ 141. On remarque plusieurs degrés dans l'étendue de ces mouvements, et dans la respiration ordinaire la quantité d'air aspirée par le thorax ou chassée des poumons n'excède guère la septième partie de celle que ces organes peuvent contenir. On évalue à environ 4580 centimètres cubes la quantité d'air contenue ordinairement dans les poumons, et à 555 centimètres cubes celle qui entre dans la poitrine ou en sort à chaque inspiration ou expiration; mais, terme moyen, cette dernière quantité ne paraît guère dépasser un tiers de litre.

Le nombre de mouvements respiratoires varie suivant les individus et suivant les âges: dans l'enfance ils sont plus fréquents que chez l'homme adulte, et chez ce dernier on compte en général environ seize inspirations par minute.

On voit donc que, dans l'état ordinaire, il doit entrer dans les poumons d'un homme à peu près cinq litres et demi d'air par minute, ce qui fait, pour une heure, environ 330 litres, et par jour à peu près 7 à 8 mètres cubes de ce fluide.

§ 142. Le *soupir*, le *bâillement*, le *rire* et le *sanglot* ne sont que des modifications des mouvements ordinaires de la respiration. Le *soupir* est une large et profonde inspiration dans laquelle une grande quantité d'air entre peu à peu dans les poumons: aussi ce phénomène ne dépend-il pas seulement des affections morales, qui en sont la cause la plus fréquente, et le besoin de soupirer se fait-il sentir toutes les fois que le travail respiratoire ne s'effectue pas avec assez de rapidité.

Le *bâillement* est une inspiration encore plus profonde, qui est accompagnée d'une contraction presque involontaire et spasmodique des muscles de la mâchoire et du voile du palais.

Le *rire* consiste en une suite de petits mouvements d'expiration saccadés et plus ou moins fréquents, qui dépendent en majeure partie de contractions presque convulsives du diaphragme. Enfin, le mécanisme du *sanglot* diffère peu de celui du *rire*, bien que ce phénomène exprime des affections de l'âme toutes différentes.

§ 143. **Mécanisme de la respiration chez les autres animaux.** — Le mécanisme de la respiration est essentiellement le même chez tous les mammifères, les oiseaux et la plupart des reptiles; seulement, dans ces deux dernières classes, le muscle diaphragme manque plus ou moins complètement, et par conséquent c'est principalement par le jeu des côtes que l'air est appelé dans les poumons; mais chez les tortues et les batraciens (c'est-à-dire les grenouilles, les salamandres, etc.), le thorax n'est pas conformé de manière à pouvoir se dilater activement et à agir comme une pompe aspirante: aussi, chez ces animaux, la respiration se fait d'une manière différente, et c'est principalement par des mouvements de déglutition que l'air est poussé dans les poumons.

DE L'EXHALATION ET DES SÉCRÉTIONS

§ 144. Nous venons de passer en revue les moyens par lesquels les matières étrangères nécessaires à l'entretien de la vie s'introduisent dans le corps des animaux et vont se mêler au sang, qui les distribue à toutes les parties de l'économie. Nous avons maintenant à nous occuper d'une série de phénomènes d'un ordre inverse, et à examiner comment les substances contenues dans la masse générale des humeurs, et renfermées avec elles dans les vaisseaux sanguins, peuvent en sortir, soit pour pénétrer dans des cavités intérieures du corps, soit pour s'échapper au dehors.

§ 145. Nous avons vu que l'introduction des matières étrangères nécessaires à la nutrition s'effectue de deux manières: tantôt par absorption simplement et sans que ces matières aient subi de modification préalable; tantôt par l'effet du travail digestif, qui sépare ces matières des autres substances avec lesquelles elles se trouvent mêlées, les prépare en quelque sorte et leur donne la forme la plus convenable avant que de les faire pénétrer dans l'intérieur de l'économie. Le premier de ces actes, qui s'exerce par la surface pulmonaire, par la peau ou par toute autre voie, est un phénomène en quelque sorte mécanique; tandis que le second, bien plus compliqué, est le résultat d'un travail chimique.

Pour se débarrasser des matières inutiles contenues dans un corps vivant et pour les expulser au dehors, la nature emploie aussi deux procédés analogues, savoir: l'*exhalation* et la *secrétion*. L'exhalation est une conséquence de la perméabilité des tissus, et peut s'effectuer dans tous les points; elle ne change pas la nature des fluides dont elle amène l'expulsion, et elle peut être considérée, ainsi que l'absorption, comme un phénomène presque entièrement physique. La sécrétion, au contraire, ne consiste pas

seulement dans la sortie des liquides dont les tissus sont imbibés; elle choisit dans le sang certains principes de préférence à d'autres, les sépare, les modifie quelquefois dans leur nature intime, et donne ainsi naissance à des humeurs particulières; enfin, elle ne peut d'ordinaire s'effectuer que par l'intermédiaire de certains organes déterminés, et, sous tous ces rapports, elle est à la simple exhalation ce que la digestion est à l'absorption.

EXHALATION

§ 146. Nous avons déjà vu que les parois des vaisseaux sanguins sont perméables aux liquides. Il en résulte que l'eau et les autres matières fluides contenues dans ces canaux peuvent ne pas y être emprisonnées d'une manière complète, et doivent pouvoir s'en échapper avec plus ou moins de facilité pour se répandre à l'entour; cette espèce de filtration de l'intérieur des vaisseaux sanguins vers le dehors a effectivement lieu, et c'est à ce phénomène qu'on donne le nom d'*exhalation*.

Dans quelques circonstances, une portion du sang lui-même s'échappe des vaisseaux avec toutes ses parties constituantes, et il peut arriver que cet *épanchement sanguin* s'effectue sans que les parois des vaisseaux offrent des ouvertures qui établissent une communication directe du dedans au dehors. Le sang suinte alors à travers le tissu dont ces parois sont composées; mais ce phénomène est rare, et, en général, les vaisseaux ne laissent point sortir de leur intérieur les globules solides que le sang charrie, tandis que les parois de ces canaux n'opposent qu'une barrière plus ou moins incomplète au passage des parties les plus fluides du liquide nourricier. L'eau, contenue en si grande abondance dans le sang, peut, de la sorte, se répandre au dehors, en n'entraînant avec elle qu'une petite quantité des sels et des autres matières solubles du sérum. Les gaz dissous dans le sang peuvent s'en dégager de la même manière, et cela, à raison seulement des propriétés physiques des parois vasculaires.

Pour rendre ce phénomène pour ainsi dire palpable, il suffit d'injecter dans les veines d'un animal vivant certaines substances qui ne se trouvent pas naturellement dans le sang, mais s'y dissolvent très-bien, et qui sont faciles à reconnaître; au bout de quelque temps, on découvrira des traces de ces matières étrangères dans tous les liquides qui se trouvent répandus dans les différentes cavités du corps, et qui s'y sont produits par l'exhalation. Ainsi, lorsqu'on injecte du prussiate de potasse (ou cyanoferrure de potassium) dans les veines d'un chien, on ne tarde pas à retrouver ce sel dans le liquide aqueux qui s'accumule dans le