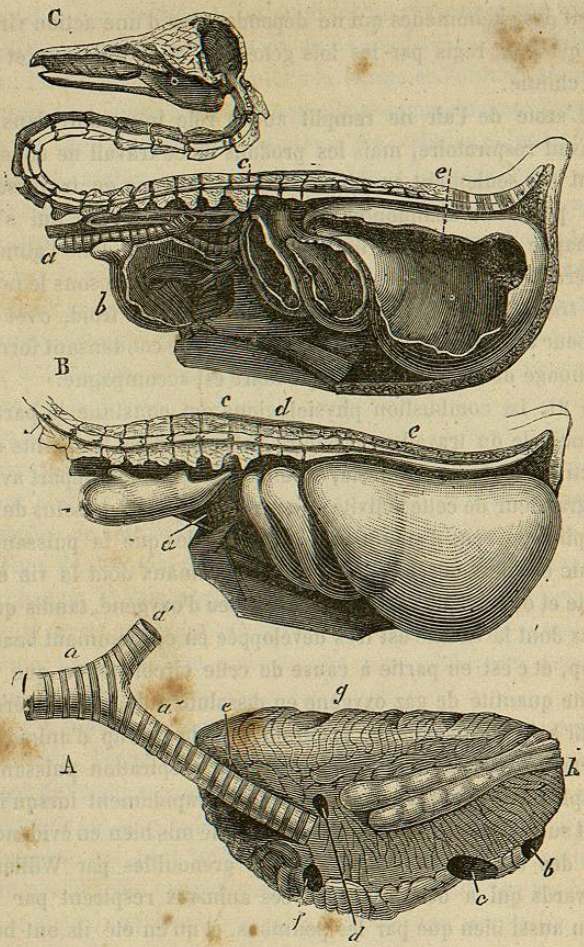

Fig. 117. — Appareil respiratoire des oiseaux (*).

(*) A, l'un des poumons isolés ; — *a*, portion de la trachée-artère ; — *a'*, portion de la bronche gauche ; — *a''*, bronche droite se rendant aux poumons ; — *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, ouvertures des bronches à la surface des poumons, conduisant aux poches pneumatiques ; — *h*, bord inférieur du poumon.

B, section du tronc montrant les principaux sacs pneumatiques distendus par l'air ; — *a*, portion de la bronche s'enfonçant dans le poumon ; — *b*, poche sous-clavière ; — *c*, poche thoracique antérieure ; — *d*, poche pneumatique postérieure ; — *e*, poche abdominale.

C, les mêmes poches ouvertes (d'après M. Sappey).

heure, tandis qu'en hiver elle peut continuer à vivre de la sorte pendant plusieurs mois.

RESPIRATION DES OISEAUX.

§ 92. Chez les Oiseaux l'activité vitale est sous beaucoup de rapports plus grande que chez les Mammifères, et pour entretenir cette activité ces animaux ont besoin de consommer plus d'oxygène en brûlant dans l'intérieur de leur organisme une quantité correspondante de carbone.

Le conformation de leur appareil respiratoire est en rapport avec la grandeur de ces besoins. Ils respirent comme des Mammifères par des poumons, mais l'air inspiré ne s'arrête pas dans ces organes ; il passe outre et se répand au loin dans de grands sacs membraneux et même jusque dans l'intérieur des os, en sorte que la respiration de ces animaux est double (fig. 117) : le sang veineux subit l'action de l'air d'une part dans les cellules pulmonaires, d'autre part dans toutes les parties périphériques de l'organisme où ce fluide pénètre par l'intermédiaire du système de poches pneumatiques et d'autres cavités analogues dont nous venons de parler.

RESPIRATION DES AUTRES VERTÉBRÉS.

§ 93. Chez les Reptiles, animaux à mouvements lents, il en est tout autrement. La respiration se fait à l'aide de poumons comme chez les Mammifères, mais les cloisons membraneuses qui divisent la cavité de ces organes en cellules sont peu développées (fig. 118), de sorte que la surface absorbante constituée par les parois de ces cavités et servant à établir les relations entre le sang et l'air atmosphérique est beaucoup moins étendue que chez les Vertébrés des classes supérieures, et il en résulte une diminution correspondante dans la puissance fonctionnelle de ces organes.

§ 94. L'appareil respiratoire des Poissons est constitué d'une manière très différente, il est approprié exclusivement à la vie aquatique et ses parties essentielles sont des **branchies**, organes saillants dont la surface baigne dans l'eau et dont l'intérieur est parcouru par une multitude de vaisseaux sanguins.

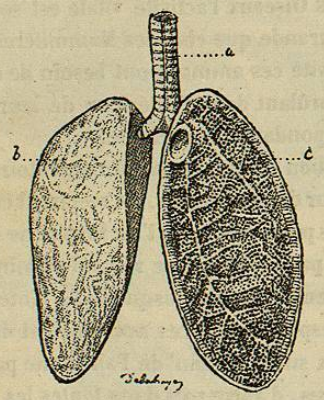

Fig. 118. — Poumons de Reptiles (*).

Cet appareil est logé dans des cavités spéciales situées de chaque côté, à la partie postérieure et inférieure de la tête et en communication d'une part avec la cavité buccale, d'autre part avec l'extérieur au moyen d'ouvertures appelées *ouïes* (fig. 119). Il est suspendu à une charpente osseuse ou cartilagineuse qui entoure presque complètement le pharynx ou l'arrière-bouche et qui est constituée par la portion du squelette représentée chez l'homme par l'os hyoïde, mais cet os est beaucoup plus développé dans la classe des poissons où il est formé d'une portion médiane dont l'extrémité antérieure constitue la base de la langue et dont la portion suivante porte de chaque côté une série de branches comparables à autant de cerceaux. La

(*) Poumons de Lézard : — *a*, trachée artère ; — *b*, poumon droit entier ; — poumon gauche ouvert pour montrer la structure intérieure des parois.

première paire d'arcs sert à suspendre la langue aux parties adjacentes de la chambre buccale et la paire postérieure soutient l'entrée de l'œsophage, mais les arcs intermédiaires, tout en contribuant aussi à former le plancher de la bouche, portent le long de leur bord inférieur et extérieur une double série de

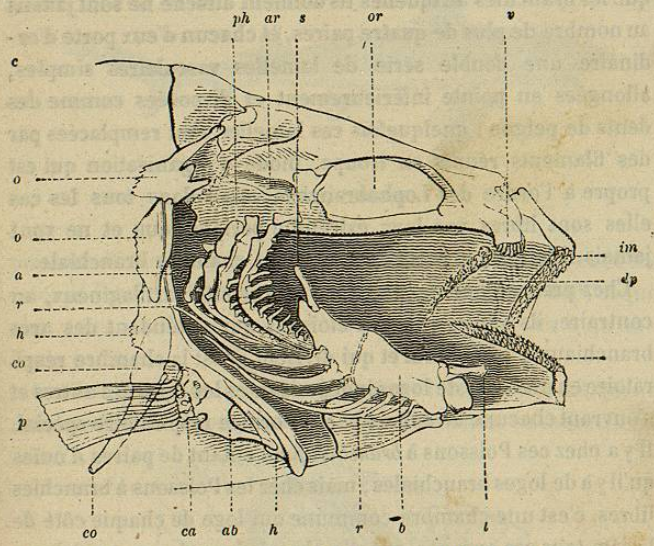

Fig. 119. — Tête et appareil respiratoire d'un Poisson (*).

lamelles ou de panaches vasculaires qui constituent les branchies. Ces pièces solides, appelées *arcs branchiaux*, appartien-

(*) Tête osseuse de la Perche, dont on a enlevé, d'un côté, les mâchoires, la cloison jugale et l'opercule, pour montrer l'intérieur de la bouche et l'appareil hyoïdien : — *c*, crâne ; — *or*, orbite ; — *v*, vomer (armé de dents) ; — *im*, mâchoire supérieure ; — *dp*, dents implantées sur l'arcade palatine ; — *m*, mâchoire inférieure ; — *l*, os lingual ; — *b*, branches latérales de l'appareil hyoïdien ; — *s*, stylet servant à suspendre ces branches à la face interne des cloisons jugales ; — *r*, rayons branchiosteges ; — *a*, arceaux branchiaux ; — *ph*, os pharyngiens supérieurs ; — *ar*, surface articulaire de la cloison déjà mentionnée ; — *a* à *h*, ceinture osseuse supportant la nageoire pectorale (*p*) ; — *o* et *o'*, omoplate divisée en deux pièces ; — *h*, humérus ; — *ab*, os de l'avant-bras : — *ca*, os du carpe ; — *co*, os coracoïdien.

nent donc au système hyoïdien et ils laissent entre eux, de chaque côté, une série d'ouvertures en forme de fentes à travers lesquelles l'eau introduite dans le pharynx par la bouche passe dans les chambres respiratoires.

Chez les Poissons à squelette osseux les arcs branchiaux ainsi que les branchies auxquelles ils donnent attache ne sont jamais au nombre de plus de quatre paires, et chacun d'eux porte d'ordinaire une double série de lamelles vasculaires simples, allongées en pointe inférieurement et disposées comme des dents de peigne ; quelquefois ces lamelles sont remplacées par des filaments réunis en troupe, mode d'organisation qui est propre à l'ordre des Lophobranches ; mais dans tous les cas elles sont libres par leur extrémité périphérique et ne vont jamais rejoindre la paroi externe de la chambre branchiale.

Chez presque tous les Poissons à squelette cartilagineux, au contraire, ils adhèrent à des cloisons qui s'étendent des arcs branchiaux à cette paroi et qui divisent aussi la chambre respiratoire en une série de loges indépendantes les unes des autres et s'ouvrant chacune au dehors par un orifice respiratoire spécial. Il y a chez ces Poissons à *branchies fixes* autant de paires d'ouïes qu'il y a de loges branchiales ; mais chez les Poissons à branchies libres, c'est une chambre commune qui loge de chaque côté de la tête tous ces organes, et cette chambre ne s'ouvre au dehors que par une seule fente située entre l'espèce de couverture formée par les os de l'épaule auxquels les nageoires pectorales sont attachées et la paroi externe de la cavité branchiale. Cette paroi est disposée de façon à former une sorte de volet appelé *opercule* qui bat sur le cadre constitué par la ceinture scapulaire, et ce sont ces mouvements combinés avec des mouvements de la bouche et de l'appareil hyoïdien qui déterminent le renouvellement de l'eau à la surface des branchies. En résumé, c'est donc par les fentes pharyngiennes que l'eau arrive aux branchies et c'est par les ouïes que ce liquide est ensuite chassé au dehors ; mais ces orifices d'entrée, et ces ouvertures expira-

toires ne présentent pas toujours le mode de conformation très simple que nous venons d'indiquer, et chez quelques Poissons cartilagineux de l'ordre des Lamproies il existe des tubes qui en tiennent lieu. Il est aussi à noter que chez ces derniers

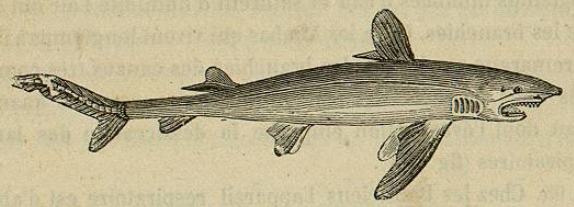

Fig. 120. — Requin.

poissons il y a jusqu'à sept paires d'ouïes, tandis que chez les raies et les Squales il n'y en a que cinq paires (fig. 120) et que chez tous les Poissons à branchies libres il n'y en a qu'une seule paire.

Les Poissons meurent pour la plupart très rapidement quand on les retire de l'eau, parce que leurs branchies se dessèchent,

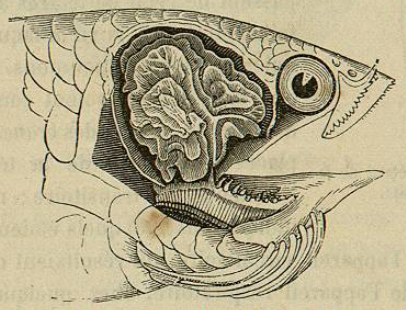

Fig. 121. — Appareil respiratoire de l'Anabas.

deviennent inaptes à fonctionner et ne peuvent s'emparer de l'oxygène de l'air ; aussi remarque-t-on que chez les espèces telles que l'Anguille qui peut rester longtemps exposée à l'air,

l'ouverture des ouïes est très petite, aussi l'évaporation est-elle lente dans la chambre branchiale, les branchies conservent longtemps leur souplesse. Chez les Gouramis il y a, dans la cavité respiratoire, des houppes spongieuses qui restent longtemps imbibées d'eau et saturent d'humidité l'air qui baigne les branchies. Chez les Anabas qui vivent longtemps à l'air, on remarque au-dessus des branchies des canaux très compliqués dans lesquels séjourne toujours une certaine quantité d'eau dont l'évaporation empêche la dessiccation des lames respiratoires (fig. 121).

§ 95. Chez les Batraciens l'appareil respiratoire est d'abord semblable à celui des Poissons et consiste en branchies suspendues à l'appareil hyoïdien, mais dont une portion se prolonge à l'extérieur de chaque côté en forme de panaches (fig. 122), mais d'ordinaire ces organes de respiration aquatique n'ont qu'une existence temporaire et disparaissent lorsque ces animaux passent de l'état de têtards à l'état parfait, époque de la vie à laquelle ils acquièrent tous des poumons. Mais avant que les poumons soient complètement développés, il existe des *branchies internes* placées en arrière de la tête et dont l'existence est transitoire ; nous avons indiqué plus haut quels étaient les changements de l'appareil circulatoire qui résultaient de ces modifications de l'appareil respiratoire. Chez quelques espèces telles que les Protées, les Sirènes et les Axolotls, les branchies externes persistent presque toujours et, à raison de cette particularité, on a donné à ces Batraciens le nom de Pérennibranches (1).

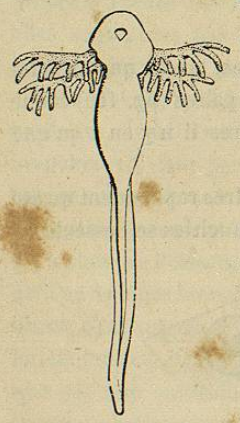

Fig. 122. — Têtard de la Grenouille.

(1) Voyez 1re partie, p. 243.

RESPIRATION DES INVERTÉBRÉS.

§ 96. — Les animaux invertébrés ne respirent presque jamais par la bouche, leurs organes respiratoires sont complètement indépendants du tube digestif, et c'est par des ouvertures spéciales que l'air ou l'eau aérée y arrive.

Chez les Invertébrés qui vivent dans l'eau, la respiration est parfois cutanée et diffuse : mais en général elle est plus ou moins complètement localisée dans un appareil branchial dont

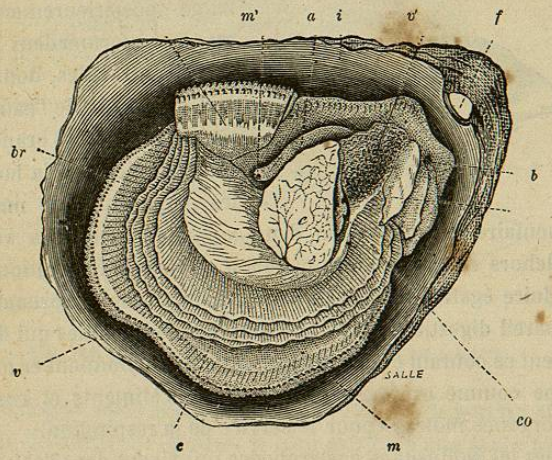

Fig. 123. — Anatomie de l'Huître (*).

la disposition est d'ailleurs très variable suivant les espèces.

Presque tous les Mollusques respirent au moyen de branchies qui sont appendues aux flancs ou à la région dorsale du corps.

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

Chez l'Huître par exemple (fig. 123), les branchies consistent en deux paires de grandes lames membraneuses finement striées, garnies de cils vibratiles et suspendues par leur bord dorsal dans l'espace libre compris entre le corps de l'animal et deux espèces de voiles également membraneux qui tapissent en dedans la coquille et qui ont reçu le nom de manteau. Chez d'autres Mollusques bivalves les bords du manteau, au lieu d'être libres comme chez les Huîtres, s'unissent inférieurement de façon à mieux protéger l'appareil branchial et souvent aussi l'espèce de chambre respiratoire constituée de la sorte se prolonge postérieurement de manière à former deux longs tubes contractiles, dont l'un sert à l'entrée de l'eau destinée à baigner les branchies et à charrier vers la bouche les corpuscules de matière alimentaire en suspension dans ce liquide ; l'autre à verser au dehors cette eau après qu'elle a servi à la respiration et à conduire également à l'extérieur les excréments provenant de l'appareil digestif (fig. 124). Ce sont les cils vibratiles qui déterminent ce courant et qui par conséquent fonctionnent en même temps comme organes préhenseurs des aliments et comme des organes moteurs pour le service de la respiration.

Fig. 124. — Telline.

Chez les Mollusques gastéropodes qui vivent dans l'eau l'appareil respiratoire est presque toujours constitué par des branchies lamelleuses ou arborescentes qui tantôt flottent à nu sur le dos ou sur les flancs de l'animal ; d'autres fois sont logées dans une cavité comprise entre la portion antérieure du manteau et la partie correspondante du dos, ouverte en avant et contenant aussi en général les orifices terminant de l'intestin, de l'appareil urinaire (fig. 125). Cette chambre respiratoire est donc une espèce de cloaque, et chez les Gastéropodes terrestres tels que les Colimaçons, au lieu de loger des branchies, elle est tapissée

supérieurement par un lacis de vaisseaux sanguins et constitue un véritable poumon.

Chez les Mollusques de la classe des Céphalopodes l'appareil respiratoire se compose de branchies logées dans une cham-

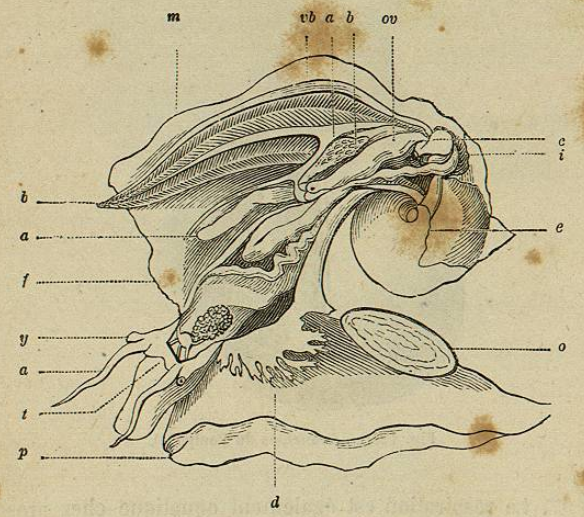

Fig. 125. — Anatomie d'un Gastéropode pectinibranche (*).

bre analogue, mais située à la face ventrale de la portion abdominale du corps. En général il n'en existe qu'une seule paire, l'eau leur arrive par des ouvertures situées de chaque côté, entre le bord antérieur du manteau ; elle est ensuite lancée au dehors par un canal spécial en forme d'entonnoir (fig. 126).

(*) Anatomie du *Turbo pica*, pour montrer la disposition de la cavité respiratoire : — *p*, le pied de l'animal ; — *o*, l'opercule ; — *t*, la trompe ; — *ta*, les tentacules ; — *y*, les yeux ; — *m*, le manteau fendu longitudinalement, de manière à ouvrir la cavité respiratoire ; — *f*, bord antérieur du manteau qui, dans la position naturelle, recouvre le dos de l'animal et y laisse une ouverture ou grande fente par laquelle l'eau arrive à la branchie ; — *b*, la branchie ; — *vb*, la veine branchiale qui se rend au cœur (*c*) ; — *ab*, l'artère branchiale ; — *a*, l'anus ; — *i*, l'intestin ; — *e*, l'estomac et le foie ; — *ov*, l'oviducte. Au-dessus de la nuque on voit le ganglion nerveux céphalique et les glandes salivaires ; — *d*, membrane frangée qui borde en dessous le côté gauche de l'ouverture de la cavité respiratoire.

Chez les Céphalopodes du genre Nautile il y a deux paires de branchies et pas d'entonnoir.

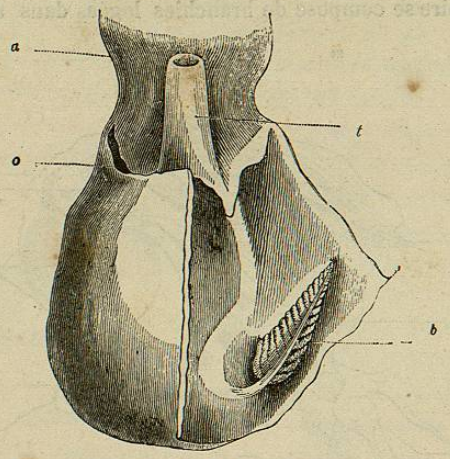

Fig. 126. — Branchies du Poulpe (*).

§ 97. La respiration est également aquatique chez presque tous les Crustacés. Chez quelques-uns de ces animaux elle s'opère à l'aide des pattes qui sont alors foliacées et membraneuses ; mais chez les Crabes, les Crevettes (fig. 127), les Écrevisses et tous les autres Décapodes il y a des branchies qui sont logées de chaque côté du thorax, sous la carapace dans une cavité spéciale dans laquelle l'eau pénètre par une ouverture située entre le bord inférieur de ce bouclier dorsal et la base des pattes. Un courant est déterminé dans l'intérieur de ces chambres respiratoires par l'action d'appendices qui font partie de l'appareil buccal, et c'est de chaque côté de la bouche par un canal par-

(*) Le manteau est fendu et rejeté de manière à montrer l'intérieur de la chambre respiratoire : *a*, base de la tête ; — *t*, le tube par lequel l'eau est chassée de la cavité branchiale ; — *o*, l'une des ouvertures par lesquelles l'eau pénètre dans cette cavité ; — *b*, l'une des branchies.

ticulier que ce liquide s'échappe au dehors. Chez les Crustacés

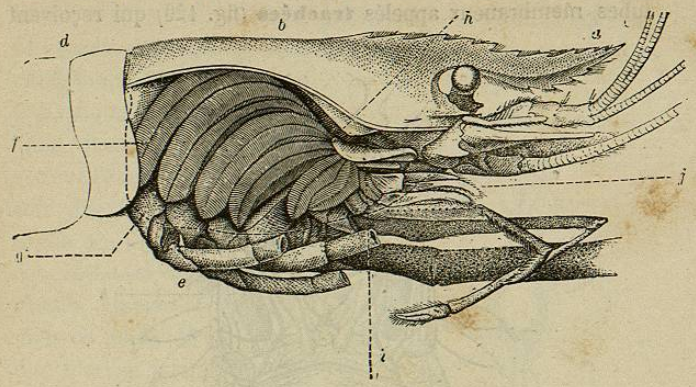

Fig. 127. — Chambre branchiale d'une Crevette ou Palémon (*).

de la famille des Squilles, les branchies sont extérieures et suspendues sous la région abdominale du corps (fig. 128).

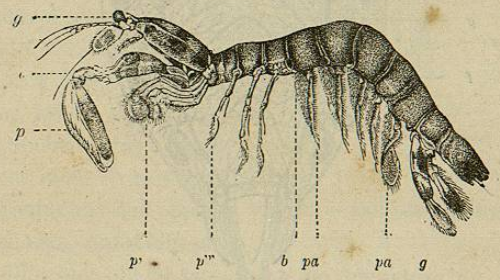

Fig. 128. — Squille (**).

§ 98. Chez les Insectes, les Myriapodes, et quelques

(*) Dans cette figure la paroi externe de la carapace d'un Palémon a été enlevée pour montrer les branchies : — *a*, le rostre ; — *b*, carapace ; — *d*, premiers anneaux de l'abdomen ; — *e*, base des pattes ; — *f*, branchies ; — *g*, ligne ponctuée indiquant le pourtour de la carapace ; — *h*, canal efférent de la chambre branchiale ; — *j*, extrémité du canal afférent de la chambre branchiale.

(**) *y*, yeux ; — *a*, antennes ; — *p'*, pattes de la première paire ; — *p*, pattes des trois paires suivantes ; — *p'''*, pattes thoraciques des trois dernières paires ; — *pa*, fausses pattes abdominales ; — *b* branchies : — *g*, nageoire caudale.

Arachnides, l'appareil de la respiration est constitué par des tubes membraneux appelés **trachées** (fig. 129) qui reçoivent

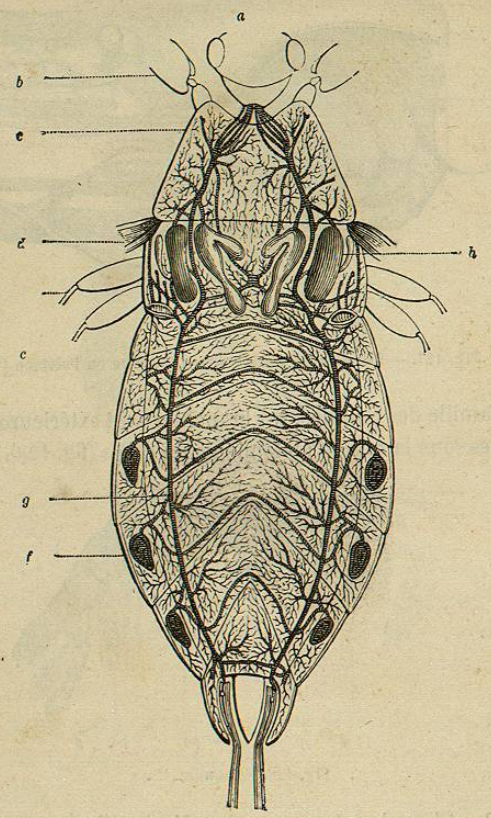

Fig 129. — Appareil respiratoire d'Insecte (*).

l'air dans leur intérieur et se ramifient dans toutes les parties du corps. Ces vaisseaux aérifères communiquent directement

(*) Appareil respiratoire d'une Nèpe : — *a*, tête ; — *b*, pattes antérieures ; — *c*, ailes de la première paire ; — *d*, ailes de la seconde paire ; — *e*, pattes de la seconde paire ; — *f*, stigmate ; — *g*, trachées ; — *h*, vésicules aériennes.

avec l'extérieur par des orifices appelés *stigmates* (*f*) qui sont placés de chaque côté du corps, principalement dans l'abdomen. Les parois des trachées sont constituées par deux membranes entre lesquelles se trouve un fil élastique enroulé en hélice ; enfin chez beaucoup d'Insectes à l'état parfait ces tubes sont dilatés dans divers endroits de façon à constituer des vésicules ou même de grands réservoirs aériens ; mais ce mode de conformation n'existe jamais chez les larves. Ce sont les mouvements alternatifs de dilatation et de contraction de l'abdomen qui déterminent le renouvellement de l'air dans l'intérieur des trachées, et il est à noter que chez quelques larves aquatiques, telles que les larves d'Éphémère, ces tubes se ramifient à l'extérieur dans des appendices cutanés, tantôt foliacés, tantôt filiformes qui ressemblent à des branchies (fig. 131).

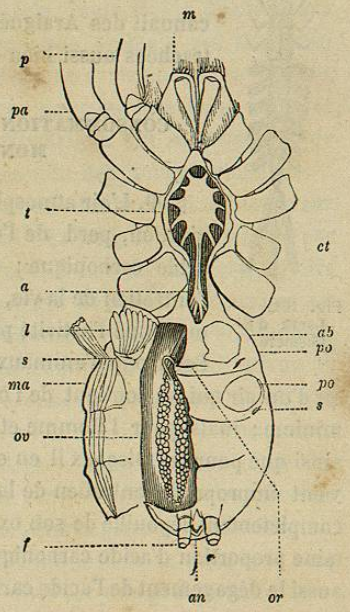

Fig. 130. — Anatomie d'une Mygale (*).

Chez quelques Arachnidés, la respiration est également trachéenne (fig. 130), mais chez la plupart de ces animaux elle est localisée dans un petit nombre de poches qui constituent autant

(*) *ct*, céphalothorax ouvert en dessous et donnant attache aux pattes, dont la base est en place : — *pa*, patte de la première paire ; — *p*, palpe ; — *m*, mandibules ; — *ab*, abdomen ; — *t*, masse ganglionnaire thoracique ; — *a*, ganglions abdominaux ; — *po*, poches pulmonaires ; — *s*, stigmates ; — *l*, lamelles respiratoires d'une de ces cavités ouverte ; — *ov*, ovaires ; — *or*, orifice des oviductes ; — *ma*, muscles de l'abdomen ; — *an*, anus ; — *f*, filières.

de poumons. Chez la plupart des Araignées il y a deux paires de ces organes qui reçoivent l'air dans leur intérieur par des orifices situés à la face inférieure de l'abdomen. Chez les Scorpions il y en a quatre paires et on connaît des Araignées chez lesquelles il y a des trachées aussi bien que des poumons.

Fig. 131. — Larve d'Éphémère.

CONSOMMATION RESPIRATOIRE, MAL DE MONTAGNE, ETC.

§ 99. L'air atmosphérique, en servant à la respiration, perd de l'oxygène et se charge de gaz acide carbonique ; il devient ainsi impropre à l'entretien de la vie, et cela d'autant plus rapidement que l'activité physiologique est plus grande. Beaucoup d'animaux inférieurs peuvent se contenter d'un air qui ne contient de l'oxygène qu'en proportion très minime ; mais pour l'Homme et tous les autres Mammifères, ainsi que pour les Oiseaux il en est autrement, et ce fluide devient impropre à l'entretien de la vie longtemps avant d'être complètement dépouillé de son oxygène. La présence d'une certaine proportion d'acide carbonique dans l'air respiré empêche aussi le dégagement de l'acide carbonique contenu dans le sang veineux qui arrive aux poumons, et lorsque l'air que l'on respire n'est pas suffisamment pur, il en résulte, comme je l'ai dit plus haut, du malaise, puis, perte de connaissance et même cessation de la vie par asphyxie ; aussi lorsque des hommes ou des animaux sont renfermés dans un lieu clos, il faut que l'air de ce lieu se renouvelle avec une certaine rapidité et une certaine régularité.

La combustion altère l'atmosphère d'une manière analogue et par conséquent dans les endroits où il y a en même temps beaucoup de personnes et beaucoup de lampes ou de bougies allumées, dans une salle de spectacle par exemple, il faut une ventilation très active. Dans les dortoirs des hôpitaux cela est encore plus nécessaire, et on estime qu'il faut renouveler l'air dans la proportion d'environ 20 mètres cubes par heure pour chaque malade.

L'acide carbonique est nuisible, mais il y a d'autres gaz dont l'action délétère sur l'économie animale est beaucoup plus rapide ; par exemple, l'oxyde de carbone qui se produit quand la combustion du charbon ne se fait que d'une manière incomplète et le gaz acide sulfhydrique qui se dégage dans les fosses d'aisances. Ces fluides sont des poisons violents.

§ 100. La pression atmosphérique a beaucoup d'influence sur les échanges qui s'effectuent entre le sang et l'air ambiant par les voies respiratoires. Ainsi lorsque la puissance respiratoire de l'organisme n'atteint pas le degré d'intensité nécessaire, on peut souvent remédier temporairement à ce défaut en augmentant la pression atmosphérique comme cela arrive quand on descend sous l'eau dans une **cloche à plongeur** (1), ou que l'on se place dans un appareil où la densité de l'air est accrue par le jeu d'une pompe foulante ; sous l'influence de ces augmentations de pression le sang se charge d'oxygène en quantité plus considérable que sous la pression ordinaire.

Lorsque la pression diminue et que l'air se raréfie, le sang devient moins vivifiant, parce qu'il est plus pauvre en oxygène et que la quantité de ce gaz qu'il puise dans l'air extérieur est trop faible pour alimenter la combustion vitale. Il en résulte un malaise et même des accidents plus ou moins graves que l'on appelle le **mal de montagne** parce que ces

(1) La cloche à plongeur est un récipient rempli d'air que l'on fait descendre plus ou moins profondément sous l'eau tout en le maintenant en communication avec l'atmosphère au moyen d'un tube par lequel on y injecte continuellement de l'air à l'aide d'une pompe foulante. La personne placée dans cet appareil se trouve donc dans de l'air comprimé et continuellement renouvelé, elle y respire librement, mais l'augmentation de pression qu'elle subit exerce sur son organisme une influence considérable.