

lorsque le sang les pousse des extrémités vers le cœur, et le ferment, au contraire, lorsque ce liquide tend à revenir du cœur vers les extrémités. Or, cette disposition empêche le sang de refluer vers les capillaires, et contribue ainsi d'une manière active à faciliter son passage vers le cœur; car, chaque fois que, par les mouvements des parties voisines, la veine se trouve comprimée, le sang est poussé en avant, et lorsque la compression cesse, il ne peut plus retourner en arrière, mais est remplacé par une nouvelle quantité de liquide venant de la partie inférieure de la veine. Toute compression

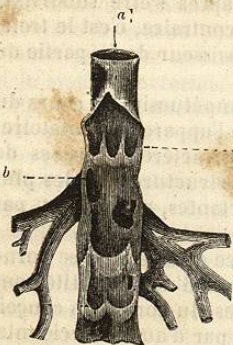


Fig. 50. — Veine ouverte.

intermittente de ces vaisseaux contribue donc au retour du sang vers le cœur.

§ 105. La dilatation de la poitrine produite par les mouvements respiratoires, en aspirant ce liquide à la manière d'une pompe, facilite aussi l'arrivée du sang veineux dans les cavités du cœur (1).

Néanmoins le sang coule beaucoup moins vite dans les veines que dans les artères, et la nature a multiplié les moyens propres à empêcher que l'obstruction d'un de ces vaisseaux n'arrêtât le retour de ce liquide vers le cœur. Effectivement, il existe en général plusieurs veines destinées à remplir les mêmes fonctions, et ces vaisseaux communiquent entre eux par des anastomoses nombreuses.

§ 106. Le passage du sang à travers les cavités du côté droit du cœur se fait de la même manière que de l'oreillette gauche dans le ventricule du même côté.

Lorsque l'oreillette droite se relâche, le sang y afflue des deux veines caves, et lorsque cette cavité se contracte ensuite, la majeure partie de ce liquide passé dans le ventricule, car il

(1) Les mouvements d'expiration suspendent, au contraire, d'une manière momentanée le cours du sang dans les grosses veines, et l'accroissent dans les artères qui partent du cœur et se trouvent alors comprimées.

C'est à ces deux phénomènes que l'on doit attribuer le gonflement des veines (surtout celles de la tête, au cou) qui a lieu pendant une forte expiration. Dans l'intérieur du crâne, ce gonflement est si marqué, qu'à chaque mouvement respiratoire, les vaisseaux situés sous la base du cerveau soulèvent ce viscère et y produisent une espèce de pulsation.

existe sur le bord de l'ouverture de ces vaisseaux une valvule destinée à s'opposer au reflux du sang dans la veine cave inférieure (fig. 46), et, par l'effet de la pesanteur, ce liquide doit nécessairement tendre à tomber dans la cavité ventriculaire plutôt que de remonter dans la veine cave supérieure.

L'ouverture par laquelle le ventricule droit communique avec l'oreillette (fig. 47) est garnie d'une soupape analogue à celle du ventricule gauche et nommée *valvule tricuspide*. Par ses contractions cette cavité pousse le sang dans l'artère pulmonaire, en soulevant d'autres valvules qui entourent l'entrée de ce vaisseau (fig. 48, 5), et qui empêchent le liquide contenu dans son intérieur de rentrer dans le cœur.

Enfin le sang passe des artères pulmonaires dans les veines de même nom, en traversant les vaisseaux capillaires des poumons, et rentre dans l'oreillette gauche de la même manière qu'il se meut dans les canaux de la grande circulation.

*Cours du sang chez les divers animaux.*

§ 107. **Mammifères et oiseaux.** — La circulation du sang se fait de la même manière chez l'homme, chez tous les autres mammifères et chez les oiseaux. Dans tous ces animaux (fig. 51) le cœur se compose de deux moitiés parfaitement distinctes et divisées chacune en deux cavités : une oreillette et un ventricule. Le sang artériel remplit les cavités gauches du cœur et passe du ventricule dans l'aorte et ses dépendances; ce système d'artères le conduit dans toutes les parties du corps, où il traverse les vaisseaux capillaires et se transforme en sang veineux. Les veines de la grande circulation reçoivent alors ce liquide et le conduisent dans l'oreillette droite du cœur. Cette cavité verse ensuite le sang dans le ventricule droit, et ce ventricule le pousse dans l'artère pulmonaire. Le sang veineux arrive de la sorte aux poumons, et, en traversant les vaisseaux capillaires par lesquels les artères pulmonaires se terminent, il subit le contact de l'air et redevient sang artériel. Enfin le sang ainsi révivifié passe dans les veines pulmonaires, qui le versent dans l'oreillette gauche du cœur, et cette oreillette le pousse ensuite dans le ventricule gauche, d'où il sort de nouveau pour recommencer le trajet que nous venons d'indiquer.

On voit donc que, chez les mammifères et les oiseaux, le sang, en parcourant le cercle circulatoire, passe deux fois dans le cœur et traverse deux systèmes de vaisseaux capillaires, servant, l'un

à la nutrition du corps, l'autre à la respiration : c'est ce que l'on exprime, en disant que, chez ces animaux, *la circulation est double*. Il est aussi à remarquer, que, dans ces deux classes d'animaux, *la circulation est complète*, c'est-à-dire que la totalité du

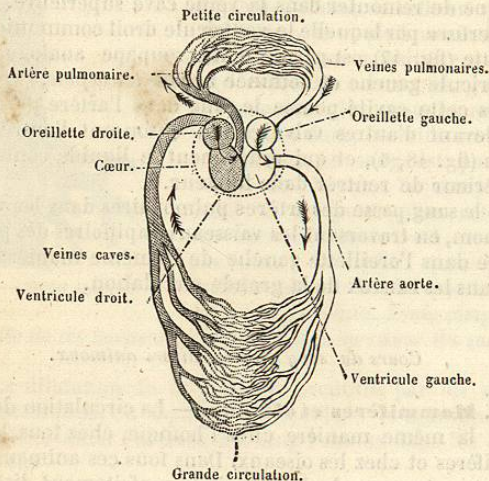


Fig. 51. — Figure théorique de la circulation chez les Mammifères et les Oiseaux (1).

sang veineux est conduite à l'appareil respiratoire et transformée en sang artériel, avant que de retourner aux organes qu'il est destiné à nourrir.

Avant la naissance, lorsque l'air ne distend pas encore les poumons, la circulation ne se fait pas de la même manière que pendant tout le reste de la vie. Il existe alors une ouverture (le *trou de Botal*) qui fait communiquer l'oreillette droite avec l'oreillette gauche, et un ou plusieurs vaisseaux se rendent directement du ventricule droit à l'artère aorte, de façon que le sang venant des diverses parties du corps peut parvenir dans cette artère sans traverser le système pulmonaire. Mais, lorsque le jeune animal commence à respirer, ces communications entre les systèmes veineux et artériel ne tardent pas à s'oblitérer, et la circulation se fait de la manière indiquée ci-dessus.

(1) Dans cette figure théorique et les suivantes, les parties ombrées indiquent les cavités où se trouve le sang veineux; et les parties dessinées au trait, la portion de l'appareil circulatoire qui contient le sang artériel. Le cœur est représenté par un cercle ponctué.

§ 108. **Reptiles.** — Dans la classe des reptiles, la circulation n'est pas complète comme chez les mammifères et les oiseaux; une portion plus ou moins considérable de sang veineux se mêle au sang artériel avant que de se rendre aux poumons, et par conséquent le liquide nourricier qui traverse les organes n'est qu'imparfaitement révivifié. En général, ce mélange s'effectue dans le cœur, cet organe n'étant pourvu que de trois cavités, savoir : deux oreillettes et un seul ventricule (fig. théorique, n° 52); le sang veineux venant des diverses parties du corps est versé par

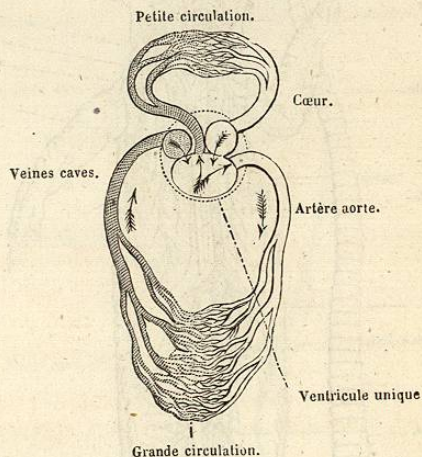


Fig. 52. — Figure théorique de la circulation chez les Reptiles.

l'oreillette droite dans le ventricule unique, qui reçoit aussi le sang artériel venant des poumons et contenu dans l'oreillette gauche; une portion de ce mélange de sang artériel et de sang veineux retourne ensuite aux poumons, et le reste se rend, par les artères, aux organes qu'il est destiné à nourrir. Cette conformation de l'appareil circulatoire rappelle un peu ce qui existe chez les mammifères et les oiseaux avant la naissance, lorsque les deux moitiés du cœur communiquent entre elles.

Quant au trajet des vaisseaux sanguins, il ne diffère aussi que peu de ce que nous avons vu chez les mammifères. Il est seulement à noter qu'il part du cœur deux aortes, qui, après avoir fourni chacune une crosse dirigée l'une à gauche, comme chez

les mammifères, et l'autre à droite, se réunissent pour constituer un tronc unique (fig. 53).

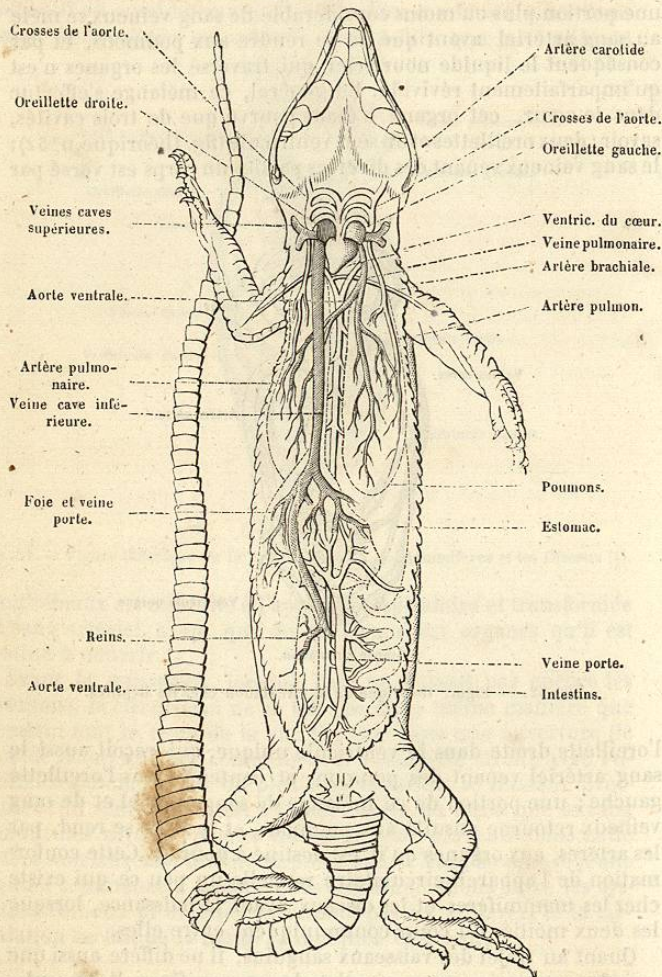


Fig. 53. — Appareil circulatoire d'un Lézard.

Chez quelques reptiles, les crocodiles par exemple, la circula-

tion se fait d'une manière un peu différente, comme nous le verrons en traitant spécialement de ces animaux.

§ 109. **Poissons.** — Chez les poissons, l'appareil circulatoire

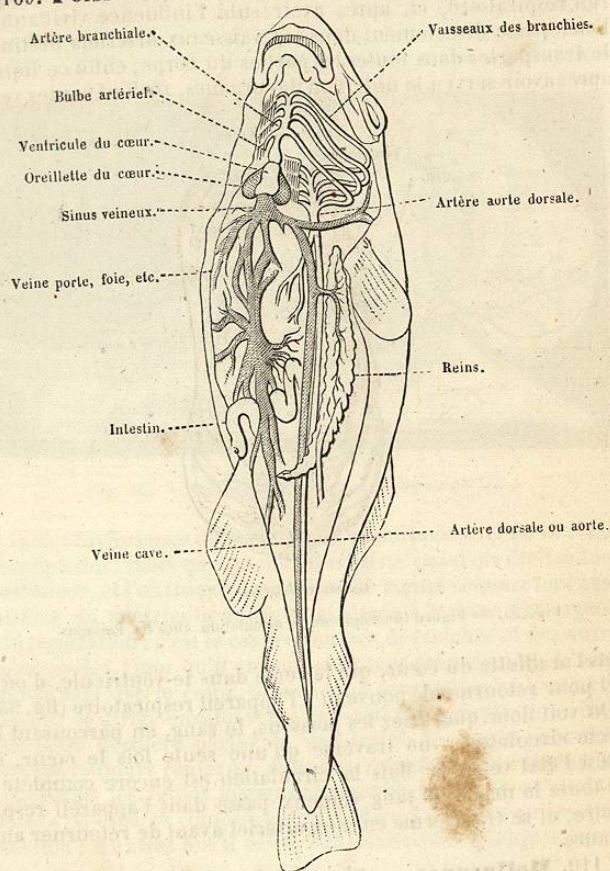


Fig. 54. — Appareil circulatoire d'un Poisson.

se simplifie davantage. Le cœur ne présente que deux des cavités dont nous venons de parler (1), une oreillette et un ven-

(1) Chez ces animaux, de même que chez les batraciens, il existe en outre une petite cavité contractile nommée *bulbe*, à l'entrée du système artériel.

tricule, et ne reçoit que du sang veineux (fig. 55); par ses fonctions, il correspond par conséquent à la moitié droite du cœur des animaux supérieurs. Le sang qui en part se rend à l'appareil respiratoire, et, après avoir subi l'influence vivifiante de l'air, passe directement dans les vaisseaux artériels destinés à le transporter dans toutes les parties du corps; enfin ce liquide, après avoir servi à la nutrition des organes, revient par les veines

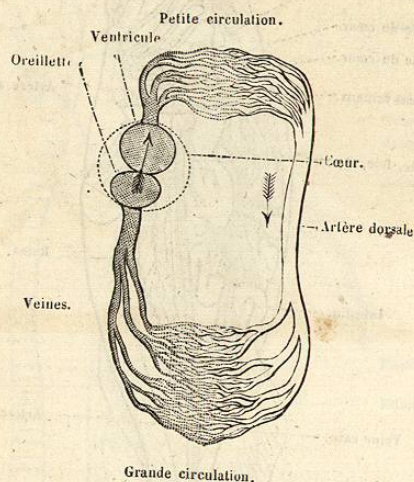


Fig. 55. — Figure théorique de la circulation chez les Poissons.

dans l'oreillette du cœur, qui le verse dans le ventricule, d'où il sort pour retourner de nouveau à l'appareil respiratoire (fig. 55).

On voit donc que, chez les poissons, le sang, en parcourant le cercle circulatoire, ne traverse qu'une seule fois le cœur, et cela à l'état veineux. Mais la circulation est encore complète; car toute la masse du sang veineux passe dans l'appareil respiratoire, et se transforme en sang artériel avant de retourner aux organes.

§ 110. **Mollusques.** — Chez la plupart des mollusques, la circulation se fait à peu près comme chez les poissons, avec cette différence cependant, que le cœur est *aortique* au lieu d'être *pulmonaire*, c'est-à-dire se trouve sur le trajet du sang qui se rend de l'appareil respiratoire aux diverses parties du corps, et que le système veineux est plus ou moins incomplet. Le

cœur de ces animaux se compose ordinairement d'un ventricule (fig. 56, *h*), d'où naissent les artères (*i*), et d'une ou de deux oreillettes en communication avec les vaisseaux (*o*) qui y apportent le sang artériel de l'appareil respiratoire (*d*), auquel ce liquide arrive directement par des canaux veineux plus ou moins complets (*n*). C'est le cas pour les limaçons, les huîtres et tous

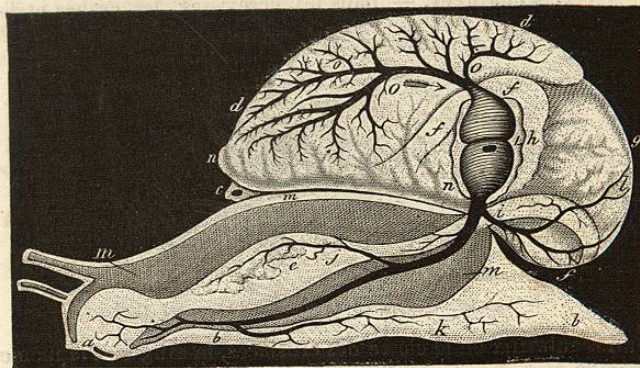


Fig. 56. — Appareil circulatoire d'un Mollusque (1).

les autres mollusques de la classe des gastéropodes et de la classe des acéphales; mais quelquefois il n'existe pas d'oreillettes bien constituées, et l'on trouve des espèces de cœurs veineux tout à fait distincts du ventricule aortique et situés à la base des organes de la respiration: c'est le cas des poulpes, des seiches et des autres céphalopodes. Quoiqu'il en soit, chez tous ces animaux, le sang artériel traverse le cœur, puis se rend dans toutes les parties du corps, et se dirige ensuite vers l'appareil de la respiration. Mais, dans cette dernière partie de son trajet, le fluide nourricier n'est pas toujours renfermé dans des vaisseaux proprement dits. Quelquefois les veines manquent complètement, et ce sont les lacunes ou espaces compris entre les divers organes qui en tiennent lieu; d'autres fois il existe des veines dans quelques parties

(1) Anatomie du Colimaçon: — *a*, la bouche; — *bb*, le pied; — *c*, l'anus; — *dd*, poumon; — *e*, estomac, recouvert en dessus par les glandes salivaires; — *ff*, intestin; — *g*, foie; — *h*, cœur; — *i*, artère aorte; — *j*, artère gastrique; — *l*, artère hépatique; — *k*, artère du pied; — *mm*, cavité abdominale remplissant les fonctions d'un sinus veineux; — *nn*, canal irrégulier en communication avec la cavité abdominale et portant le sang au poumon; — *oo*, vaisseau qui porte le sang artériel du poumon au cœur.

du corps, tandis qu'ailleurs les canaux veineux sont dépourvus de parois propres, et ne consistent què dans les lacunes inter-organiques ou les grandes cavités du corps, la cavité abdominale par exemple (*m*, fig. 56). Enfin le sang, après avoir subi l'influence de l'air, retourne de nouveau au cœur pour recommencer le même trajet.

§ 111. **Crustacés.** — Dans les écrevisses, les crabes et les

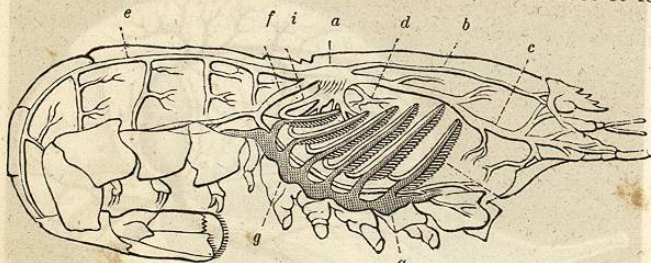


Fig. 57. — Appareil circulatoire du Homard (1).

autres animaux de la classe des crustacés, le sang suit la même marche que chez les mollusques ; seulement le cœur, destiné

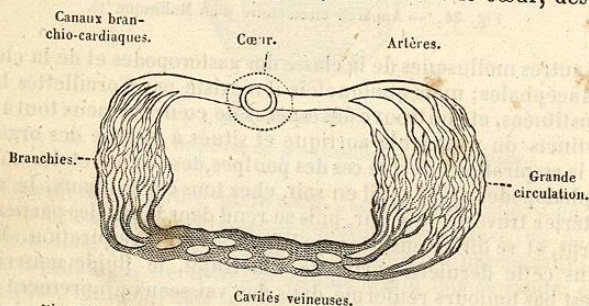


Fig. 58. — Figure théorique de la circulation chez les Crustacés.

à le distribuer dans toutes les parties du corps, ne se compose que d'un ventricule, et les veines sont partout remplacées par des cavités irrégulières qui n'affectent pas la forme des

(1) *a*, le cœur ; — *b*, l'artère ophthalmique ; — *c*, l'artère antennaire ; — *d*, l'artère hépatique ; — *e*, l'artère abdominale supérieure ; — *f*, l'artère sternale ; — *g*, sinus veineux recevant le sang qui arrive des diverses parties du corps et l'envoyant à l'appareil respiratoire (les branchies, *h*), d'où il retourne au cœur par les vaisseaux branchio-cardiaques, *i*.

vaisseaux, et qui constituent, dans le voisinage des branchies, des espèces de réservoirs nommés *sinus veineux* (fig. 57). Le sang veineux baigne ainsi tous les organes ; mais le fluide nourricier est de nouveau renfermé dans des tubes lorsqu'il se rend des branchies vers le cœur. La circulation est par conséquent semi-vasculaire et semi-lacuneuse (fig. 58.)

§ 112. **Insectes.** — Dans les insectes, le sang n'est plus enfermé dans un système de vaisseaux particuliers ; il n'existe ni artères ni veines, et le fluide nourricier est répandu dans les

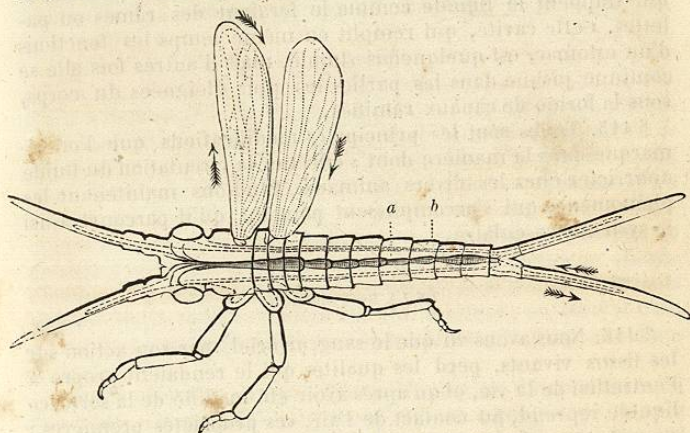


Fig. 59. — Circulation dans les Insectes (1).

interstices qui existent entre les divers organes ; mais cependant il est encore animé d'un mouvement circulaire, et l'agent principal de cette circulation vague et incomplète est un vaisseau dorsal situé sur la ligne médiane du corps, au-dessus du tube digestif (fig. 59). Nous verrons plus tard quelle est la route suivie par le sang dans l'organisme de ces animaux à appareil circulatoire lacunaire.

§ 113. **Vers.** — Chez les vers de la classe des annélides (tels que la sangsue et le lombric terrestre), il existe au contraire un appareil vasculaire complet ; mais, en général, il n'y a pas de cœur proprement dit, et le liquide nourricier n'est mis en mouvement que par les contractions des principaux vaisseaux.

(1) Les flèches indiquent la direction des courants : — *a*, vaisseau dorsal dans lequel le sang se dirige d'arrière en avant ; — *b*, principaux courants latéraux.

Aussi le cours du sang est-il bien moins régulier que chez les divers animaux dont nous venons de parler, et souvent la direction du courant n'est pas constante.

§ 114. **Zoophytes.** — Enfin, il existe aussi une espèce de circulation encore plus imparfaite chez divers zoophytes, tels que certains polypes, où le liquide nourricier, répandu dans la grande cavité dont le corps de ces animaux est creusé, s'y meut avec assez de rapidité, sous l'influence de petits filaments, appelés *cils vibratiles*, qui garnissent les parois de cette cavité, et qui frappent le liquide comme le feraient des rames ou palettes. Cette cavité, qui remplit en même temps les fonctions d'un estomac, est quelquefois simple, mais d'autres fois elle se continue jusque dans les parties les plus éloignées du corps, sous la forme de canaux ramifiés.

§ 115. Telles sont les principales modifications que l'on remarque dans la manière dont s'effectue la circulation du fluide nourricier chez les divers animaux. Étudions maintenant les phénomènes qui s'accomplissent pendant qu'il parcourt ainsi le système vasculaire.

DE LA RESPIRATION.

§ 116. Nous avons vu que le sang artériel, par son action sur les tissus vivants, perd les qualités qui le rendaient propre à l'entretien de la vie, et qu'après avoir été modifié de la sorte, ce liquide reprend, au contact de l'air, ses propriétés premières : ce contact est donc nécessaire à l'existence des êtres vivants. Et en effet, si l'on place un animal sous la cloche d'une machine pneumatique dans laquelle on fait le vide, ou bien qu'on le prive d'air par tout autre moyen, il survient un trouble très-grand dans les diverses fonctions ; bientôt après, l'action de tous les organes s'interrompt, la vie cesse de se manifester, et l'animal tombe dans un état d'*asphyxie* ou de mort apparente : enfin la vie s'éteint complètement et ne peut plus être rappelée.

Ce phénomène est l'un des plus généraux de la nature organique : l'influence de l'air est indispensable à tous les animaux, comme elle l'est à tous les végétaux ; et, lorsqu'un être vivant en est privé pendant un certain temps, il meurt toujours. Partout où il y a la vie, l'air paraît nécessaire.

Au premier abord, on pourrait croire que les animaux qui vivent toujours au fond de l'eau, comme les poissons, sont soustraits à l'influence de l'air, et font, par conséquent, exception à la loi dont nous venons de parler ; mais il n'en est pas ainsi,

car le liquide dans lequel ils sont plongés absorbe et tient en dissolution une certaine quantité d'air qu'ils peuvent facilement séparer, et qui suffit pour l'entretien de leur vie ; il leur est impossible d'exister dans de l'eau purgée d'air, et on les voit s'y asphyxier et y mourir, comme périraient des mammifères ou des oiseaux que l'on soustrairait à l'action de l'air atmosphérique sous sa forme ordinaire.

Les rapports de l'air avec les êtres organiques forment une des parties les plus importantes de leur histoire physiologique, et la série des phénomènes qui en résultent constitue l'acte de la RESPIRATION.

§ 117. L'air, disons-nous, est nécessaire à la vie de tous les animaux ; mais ce fluide n'est pas un corps homogène ; la chimie y a démontré l'existence de principes très-différents, et qui, par conséquent, peuvent ne pas jouer le même rôle dans le phénomène de la respiration. En effet, outre la vapeur d'eau dont l'atmosphère est toujours plus ou moins chargée, l'air fournit par l'analyse environ 21 centièmes d'*oxygène* et 79 centièmes d'*azote*, ainsi que des traces de *gaz acide carbonique*. La première question qui se présente à l'esprit, lorsqu'on aborde l'étude de la respiration, est donc de savoir si ces gaz différents agissent de la même manière sur les animaux, ou bien si c'est à l'un d'eux qu'appartient plus spécialement la propriété d'entretenir la vie.

Pour la résoudre, il suffit d'un petit nombre d'expériences. Si l'on place un animal vivant dans un vase rempli d'air, et que l'on intercepte toute communication de ce fluide avec l'atmosphère, on voit qu'au bout d'un temps plus ou moins long, cet animal s'y asphyxie et périt ; l'air qui l'entoure a donc perdu la faculté d'entretenir la vie, et, si l'on en fait alors l'analyse chimique, on s'aperçoit qu'il a perdu en même temps la majeure partie de son *oxygène*. Si l'on place ensuite un autre animal dans un vase rempli de *gaz azote*, on le voit périr promptement ; tandis que si l'on enferme un troisième animal dans de l'*oxygène*, il y respire avec activité et ne présente aucun symptôme d'*asphyxie*.

Il est donc évident que *c'est à la présence de l'oxygène que l'air atmosphérique doit ses propriétés vivifiantes*.

La découverte de ce fait important ne date que de la fin du siècle dernier (1777), et elle est due à l'un des chimistes français les plus célèbres, Lavoisier, qui, malgré ses titres nombreux à la reconnaissance publique, périt sur l'échafaud, victime de la tourmente révolutionnaire.