

dépouillé de fibrine ranimait l'animal, mais ne le rétablissait jamais complètement.

Quand le sang, par une cause quelconque, ne peut plus se rendre dans un organe, cet organe ne tarde pas à s'atrophier et à périr ; si, pendant un instant seulement, le cerveau ne reçoit plus de sang, l'animal tombe en syncope. Au contraire, lorsqu'un organe ou une partie quelconque du corps reçoit beaucoup de sang, quand la circulation y est rapide, cette partie prend un grand développement ; c'est pour cette raison que l'exercice musculaire qui active la circulation a, en général, pour résultat, l'augmentation de volume des membres qui en sont le siège.

CIRCULATION.

§ 57. Le liquide nourricier n'est pas en repos dans l'économie animale, une sorte d'irrigation physiologique est partout nécessaire à l'entretien du travail vital et, chez l'Homme ainsi que chez tous les animaux qui sont pourvus de sang, cet agent circule sans cesse dans l'intérieur de l'organisme. Presque toujours aussi les courants formés par le sang sont dirigés de façon à passer alternativement dans la profondeur des parties où le travail nutritif s'accomplit et dans des parties plus ou moins superficielles de l'organisme où ce liquide peut se mettre en rapport avec le milieu ambiant, par exemple avec l'air atmosphérique, de manière à y puiser l'oxygène et y verser les produits d'une sorte de combustion intérieure. Les organes affectés à l'établissement de ces relations entre le sang et le monde extérieur sont appelés d'une manière générale les *organes respiratoires* ; chez l'Homme et la plupart des animaux terrestres, ce sont les poumons qui remplissent cette fonction, et l'irrigation physiologique s'opère à l'aide de deux systèmes de conduits tubulaires, contenant le sang et en communication avec un organe moteur qui est le cœur. L'un

de ces systèmes est constitué par les vaisseaux appelés *veines* ; l'autre par des vaisseaux analogues, appelés *artères*.

Les physiologistes de l'antiquité et du moyen âge ne connaissaient pas les relations fonctionnelles qui existent entre ces différents organes et pensaient que le sang n'exécutait dans ces vaisseaux que des mouvements de va-et-vient comparables au flux et au reflux de la mer à l'embouchure de certains fleuves. La découverte du phénomène de la circulation ne date que du commencement du xvii^e siècle et elle est due presque entièrement à des recherches de physiologie expérimentale faites par un médecin anglais, nommé Harvey. Un des précurseurs de ce physiologiste illustre, Michel Servet, avait vu que dans le corps humain le sang doit passer alternativement du cœur aux poumons et des poumons au cœur, mais la circulation générale lui était complètement inconnue, et lorsqu'en 1616, Harvey en annonça l'existence il ne rencontra guère que des incrédules et il fallut bien des années pour que cette découverte fût acceptée par tous les médecins et les naturalistes.

COEUR.

§ 58. Le cœur est un organe charnu qui fonctionne à la manière d'une pompe foulante ; il est creux et reçoit le sang dans son intérieur par l'intermédiaire des veines qui y débouchent et ses parois, en se contractant, poussent ensuite ce liquide dans le système artériel avec lequel sa cavité est également en communication.

Dans l'espèce humaine ainsi que chez tous les autres Vertébrés à respiration aérienne le cœur est placé entre les poumons à la partie supérieure (ou antérieure) du tronc (fig. 11) et chez les Mammifères la portion des cavités viscérales que loge cet organe est nettement séparée de l'abdomen ou ventre et a reçu le nom de *thorax* (fig. 114).

Le cœur y est suspendu librement dans l'intérieur d'une sorte de sac membraneux de nature séreuse appelé *péricarde*, et sa disposition est la même que chez les autres vertébrés où la cavité thoracique est plus ou moins complètement confondue avec la cavité abdominale.

Chez l'Homme ainsi que chez tous les autres Mammifères, le cœur est divisé en quatre cavités dont les deux principales

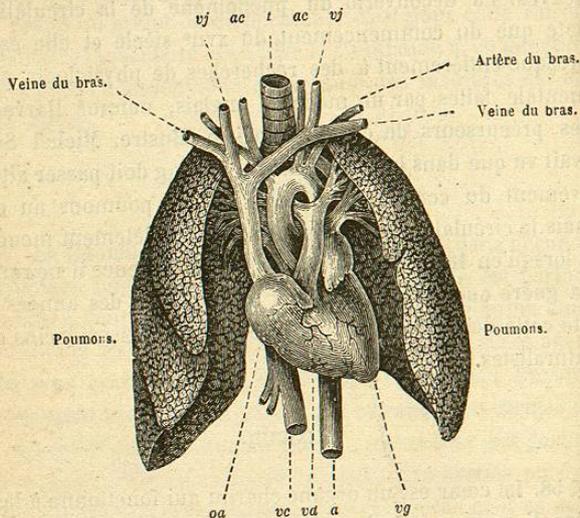


Fig. 68. — Poumons, cœur et principaux vaisseaux de l'Homme (*).

placées l'une à côté de l'autre sont appelées *ventricules* et dont les autres situées au-dessus des précédentes sont désignées sous le nom d'*oreillettes* (fig. 69). La moitié droite du cœur de même que la moitié gauche est donc divisée en deux étages constitués l'un par le ventricule, l'autre par l'oreillette et ces deux cavités communiquent entre elles par un large orifice

(*) *od, vd*, oreillette et ventricule droits; — *vg*, ventricule gauche; — *a*, artère aorte; — *ac*, artères carotides; — *vc*, veine cave inférieure; — *vj*, veines jugulaires ou veines du cou; — *t*, trachée.

appelé *ouverture auriculo-ventriculaire* (fig. 78); mais à l'état parfait elles sont complètement séparées l'une de l'autre par

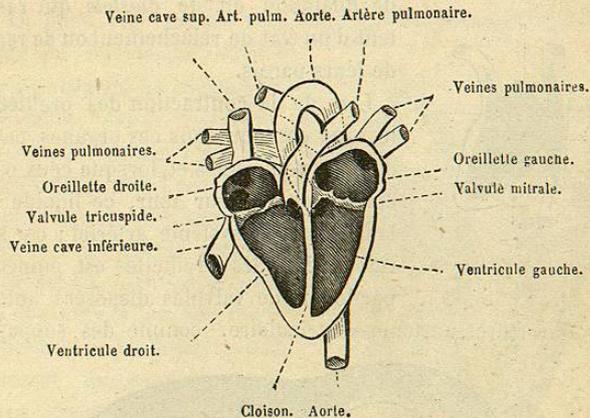


Fig. 69. — Coupe théorique du cœur de l'Homme.

une cloison médiane. Les parois musculaires du cœur sont très épaisses, surtout dans la partie inférieure qui constitue les ventricules. Chez la plupart des Mammifères les fibres musculaires se continuent sans interruption d'un ventricule à l'autre, de façon à les unir d'une manière intime. Chez le Dugong ils sont en grande partie séparés ainsi que les oreillettes, de sorte qu'il semble y avoir deux cœurs simples (fig. 70). Les parois du ventricule gauche sont plus puissantes que celles du ventricule droit. Car,

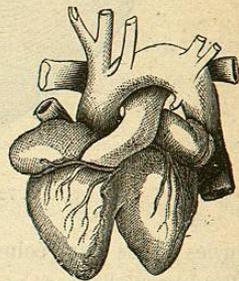


Fig. 70. — Cœur du Dugong.

comme nous le verrons, elles doivent déployer plus de force que celles de ce dernier ventricule. Le système veineux débouche dans les oreillettes; les ventricules communiquent directement avec le système artériel et les deux étages car-

diaques fonctionnent alternativement en exécutant des mouvements de contraction appelés *systoles* et des mouvements de dilatation ou de *diastole* qui résultent d'un état de relâchement ou de repos de leurs parois.

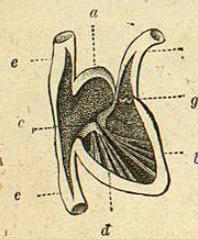


Fig. 71. — Section du cœur (*).

Lors de la contraction des oreillettes le sang contenu dans ces organes passe dans les ventricules et, lorsque ceux-ci se contractent à leur tour, ce liquide est lancé dans le système artériel; car son retour dans les oreillettes est empêché par le jeu de valvules disposées autour des ouvertures auriculo-ventriculaire, comme des soupapes

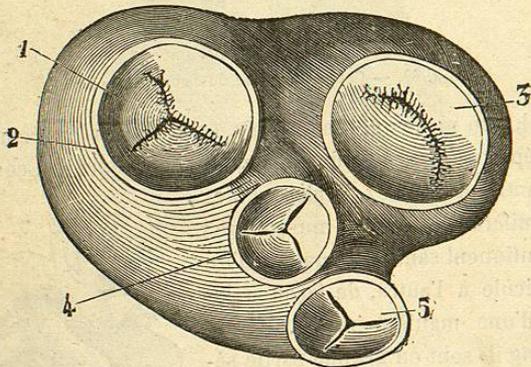


Fig. 72. — Valvules du cœur (**).

ou des portes d'une écluse et pouvant s'écarter facilement entre elles lorsqu'elles sont poussées de haut en bas, mais se rencon-

(*) Figure théorique de l'intérieur du cœur pour montrer le mécanisme du jeu des valvules: — *a*, oreillette recevant les veines (*c, e*); — *b*, ventricule séparé de l'oreillette par les valvules (*c*); — *d*, freins charnus de ces valvules; — *f*, artère naissant du ventricule; — *g*, valvules situées à l'entrée de ce vaisseau.

(**) Face supérieure du cœur dont on a enlevé les oreillettes pour montrer la disposition des valvules qui garnissent les orifices auriculo-ventriculaires et l'origine des artères; — 1, orifice auriculo-ventriculaire droit oblitéré par la valvule

trant et fermant le passage lorsqu'elles sont poussées de bas en haut.

En effet, ces *valvules* sont des espèces de voiles membraneux qui s'abaissent facilement, mais qui ne peuvent se renverser dans l'intérieur des oreillettes parce que des brides fixées d'une part à leur bord libre, d'autre part à la face interne des ventricules sous-jacents, les empêchent de dépasser la position horizontale sous l'influence de la poussée du sang contenu dans ces dernières cavités, et quand elles sont relevées de la sorte elles se rencontrent de manière à fermer complètement le passage (fig. 72).

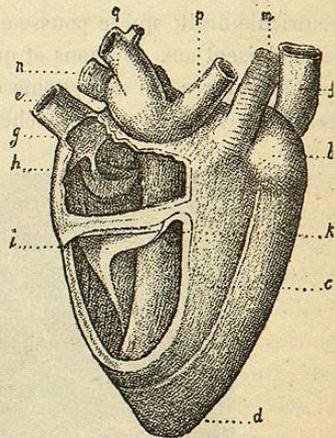


Fig. 73. — Cœur d'un Oiseau (*).

Chez les oiseaux, où la circulation du sang se fait comme chez les mammifères, la valvule auriculo-ventriculaire droite, au lieu d'être membraneuse, est charnue et elle se contracte par elle-même de façon à clore complètement l'orifice dont elle protège l'entrée (fig. 73).

§ 59. Le sang qui a servi à la nutrition de toutes les par-

tricuspidé; — 2, anneau fibreux circonscrivant cet orifice; — 3, orifice auriculo-ventriculaire gauche entouré par un anneau fibreux et fermé par la valvule mitrale; — 4, orifice conduisant du ventricule gauche dans l'artère aorte et bouché par les trois valvules sigmoïdes; — 5, orifice conduisant du ventricule droit dans l'artère pulmonaire et garni de ses valvules sigmoïdes.

(*) Cœur d'un Oiseau dont la paroi ventriculaire droite a été en partie enlevée pour montrer dans l'intérieur du ventricule la valvule charnue qui ferme l'orifice auriculo-ventriculaire; — *h*, orifice des artères pulmonaires qui se divisent en deux branches *p, q*; — *c*, cloison interventriculaire; — *d*, pointe du cœur; — *h*, orifice des veines caves; — *e, g*, veine cave; — *b*, oreillette gauche; — *f*, veine pulmonaire; — *m*, artère aorte.

ties du corps arrive dans l'oreillette droite du cœur par les *veines*, vaisseaux dont les branches se réunissent successivement entre elles pour constituer enfin trois gros troncs terminaux appelés *veines caves*. De l'oreillette droite il passe dans le ventricule droit, qui le pousse ensuite dans des vaisseaux qui le conduisent aux poumons et qui sont appelés *artères pulmonaires*. L'entrée de ce système de vaisseaux centrifuges est garnie de valvules qui empêchent le retour du sang dans le

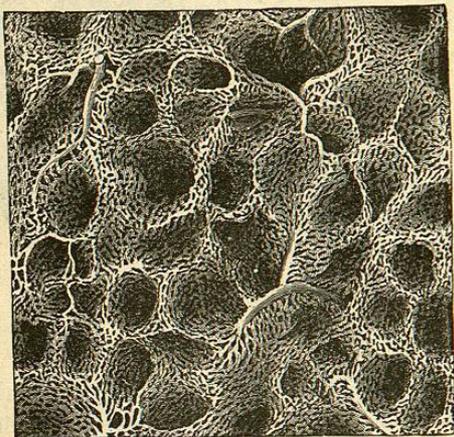


Fig. 74. — Capillaires du poumon (grossis., 60).

ventricule droit et de là dans l'intérieur du poumon. Les artères pulmonaires se divisent en une multitude incalculable de branches de plus en plus fines et qui, à raison de leur ténuité, sont désignées sous le nom de **vaisseaux capillaires** (fig. 74); elles communiquent fréquemment entre elles et elles forment une sorte de réseau dont partent d'autres branches qui se comportent d'une manière inverse; elles se réunissent entre elles progressivement de façon à former des branches de plus en plus grosses et elles se dirigent toutes vers le cœur. On les

appelle alors les *veines pulmonaires*, et le système vasculaire ainsi constitué va déboucher dans l'oreillette gauche.

C'est donc du sang qui a respiré, du sang vermeil ou sang artériel qui coule dans les veines pulmonaires, et c'est du sang noir ou du sang veineux qui se trouve dans les artères pulmonaires.

Le sang vermeil, arrivant des poumons, pénètre ainsi dans l'oreillette gauche du cœur et passe de cette cavité dans le ventricule gauche qui, en se contractant, le lance dans le système artériel aortique, lequel distribue ce liquide dans toutes les parties de l'organisme; il s'y comporte à peu près de la même manière que le système des artères pulmonaires; c'est-à-dire il constitue des réseaux de vaisseaux capillaires dont partent des branches centripètes appelées veines; celles-ci en se rapprochant du cœur forment, en se réunissant, des troncs de plus en plus gros; les troncs terminaux ainsi constitués sont appelés veines caves et débouchent dans l'oreillette droite, ainsi que nous l'avons vu précédemment.

§ 60. En résumé l'appareil circulatoire des Mammifères se compose d'un propulseur qui est le cœur et de deux sortes de vaisseaux sanguinifères: les artères et les veines, qui communiquent d'une part avec cet organe, et d'autre entre elles de façon à constituer un cercle irrigatoire continu. Mais ce cercle n'est pas simple, il est disposé de façon que le courant sanguin pour achever une révolution ou, en d'autres mots, pour revenir à son point de départ, passe deux fois dans le cœur, d'où il se rend d'une part aux poumons, d'autre part dans toutes les autres parties de l'organisme.

L'appareil circulatoire de ces êtres se compose par conséquent de deux systèmes irrigateurs que l'on distingue sous les dénominations de système de la *grande circulation* ou de la circulation générale et de système de la *petite circulation* ou système de la circulation pulmonaire (fig. 75). L'organe moteur du premier est la moitié gauche du cœur; l'organe mo-

teur du second est la moitié droite du cœur. Sous ce rapport les oiseaux ne diffèrent pas des mammifères, et pour indiquer

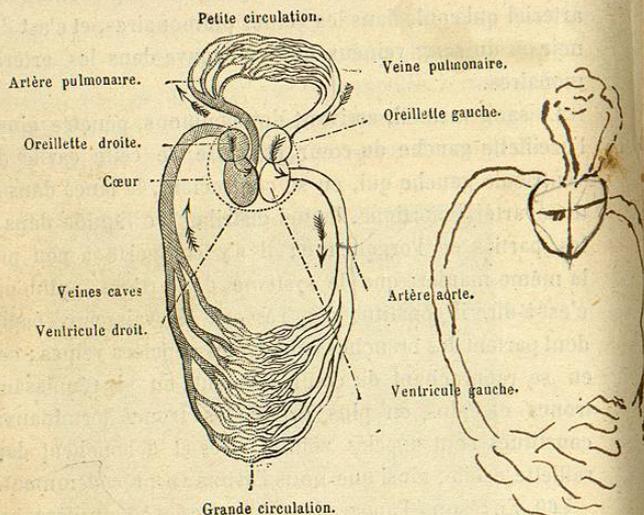


Fig. 75. — Figure théorique de la circulation chez les Mammifères et les Oiseaux (*).

en peu de mots ce mode d'irrigation physiologique, on dit que chez tous ces animaux la *circulation est double*.

Il est aussi à noter que chez tous ces animaux la *circulation du sang est complète*, c'est-à-dire que la totalité de ce liquide, après avoir servi à la nutrition des diverses parties de l'organisme, passe dans l'appareil de la respiration avant de retourner à ces mêmes parties.

(*) 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.

CIRCULATION CHEZ LES POISSONS, LES REPTILES ET LES BATRACIENS.

§ 61. Chez les autres vertébrés le mode de circulation du sang est moins parfait. Ainsi chez les Poissons la circulation du sang est complète, mais simple (fig. 76) ; c'est-à-dire que ce liquide parcourant le circuit irrigatoire ne passe qu'une seule fois dans le cœur.

En effet, cet organe placé sur le trajet du sang veineux et

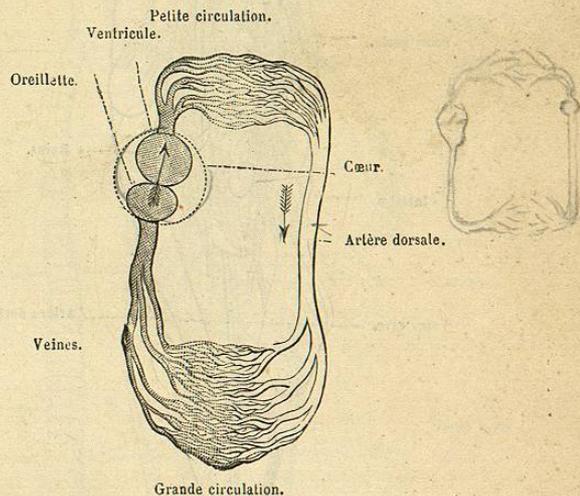


Fig. 76. — Figure théorique de la circulation chez les Poissons

composé seulement d'une oreillette, d'un ventricule et d'un bulbe contractile situé à l'origine du système artériel, envoie la totalité de ce liquide à l'appareil respiratoire, d'où il se rend aux autres parties de l'économie animale sans passer par le cœur (fig. 77).

§ 62. Chez les Reptiles la circulation est double, mais incomplète (fig. 79), car le sang vermeil qui arrive des poumons

passé dans le cœur où il se mêle au sang veineux venant des diverses parties du corps et devant se rendre à l'appareil respira-

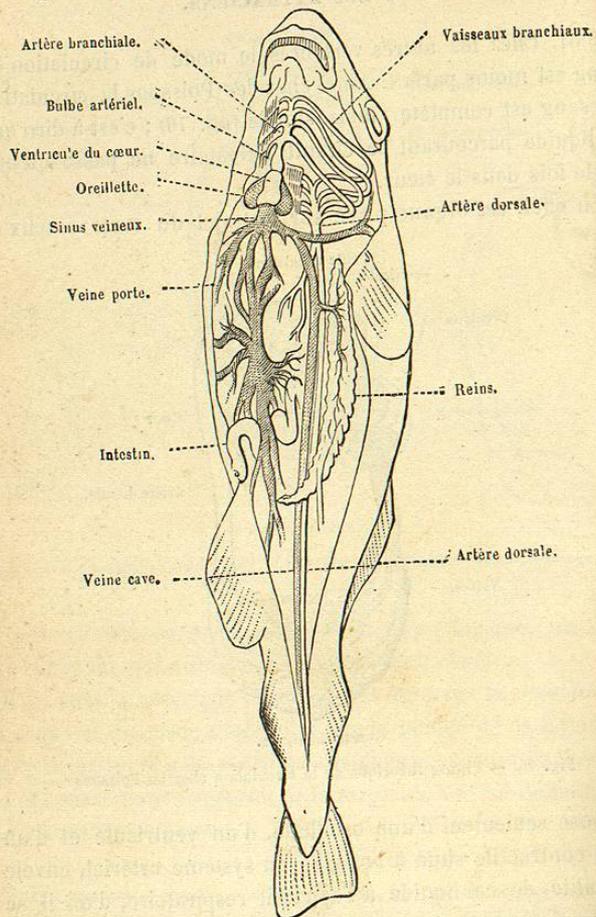


Fig. 77. — Circulation dans les Poissons.

toire, mais la totalité de ce liquide ne traverse pas cet appareil avant de retourner dans les vaisseaux de la grande circulation

et il y a dans ceux-ci un mélange de sang veineux et de sang ar-

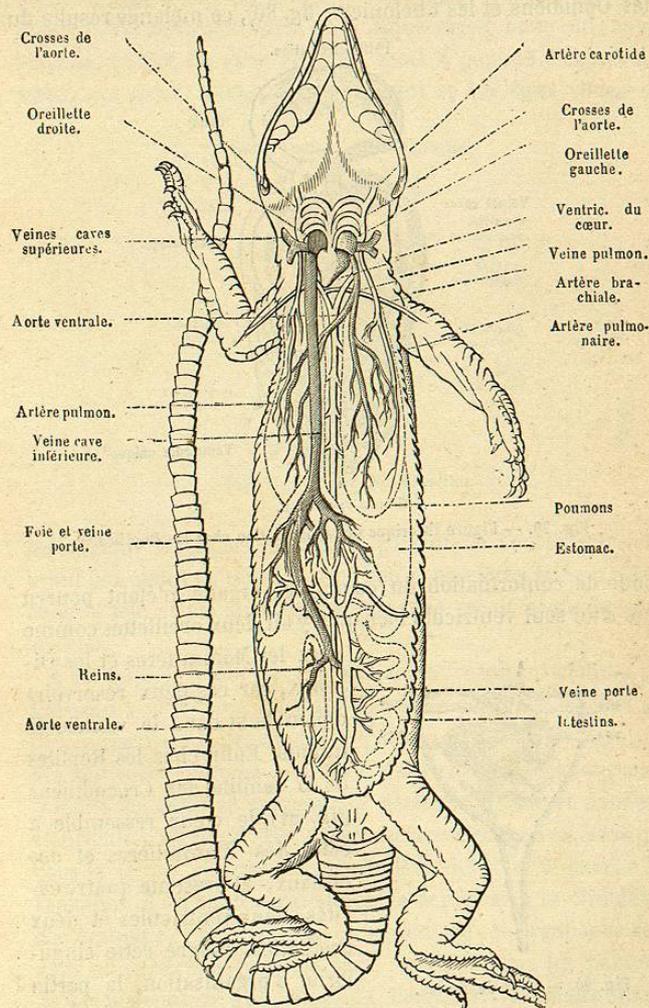


Fig. 78. — Appareil circulatoire d'un Lézard.

tériel (fig. 78). Chez les Reptiles ordinaires tels que les Sauriens, les Ophidiens et les Chéloniens (fig. 80), ce mélange résulte du

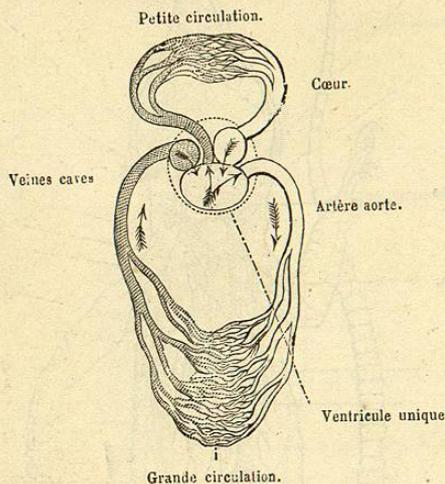


Fig. 79. — Figure théorique de la circulation chez les Reptiles.

mode de conformation du cœur, cet organe n'étant pourvu que d'un seul ventricule bien qu'il y ait deux oreillettes comme

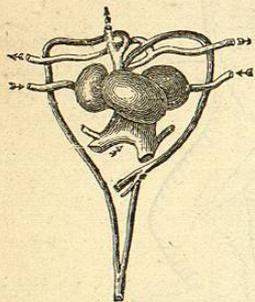


Fig. 80. — Cœur de Tortue.

chez les Mammifères et les Oiseaux, car ces deux réservoirs débouchent dans le ventricule unique. Enfin chez les Reptiles de la famille des Crocodiliens (fig. 81), le cœur ressemble à celui des mammifères et des oiseaux, et présente quatre cavités, deux ventricules et deux oreillettes. Malgré cette singularité d'organisation, la partie antérieure du corps seule reçoit

du sang artériel pur, la partie postérieure ne reçoit qu'un mé-

lange de ce sang avec le sang veineux. Ce résultat est dû à ce que de chaque ventricule part une artère aorte, et que ces vaisseaux communiquent entre eux ; l'une reçoit donc du sang veineux, l'autre du sang artériel ; mais à peu de distance du cœur, ces deux aortes se réunissent et les deux sangs se

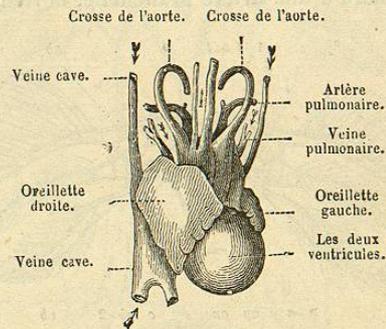


Fig. 81. — Cœur de Crocodile.

mélangent. Quelques branches partent de l'aorte artérielle avant son point de réunion avec son congénère, et se rendent dans la tête : c'est ainsi que cette partie reçoit seule du sang artériel.

§ 63. Dans le jeune âge, les Batraciens respirent comme des Poissons ; plus tard, ils acquièrent des poumons et leur appareil circulatoire se modifie successivement pour répondre aux nouveaux besoins physiologiques qui se créent successivement. Le cœur se compose de deux oreillettes et d'un seul ventricule d'où part une grosse artère renflée à sa base qui, dans le jeune âge (fig. 82), fournit à droite et à gauche les branches d'un calibre considérable destinées à la circulation des branchies ; puis le sang en sortant de ces organes se rend dans une artère dorsale ou aorte ; mais lorsque les poumons se développent, la disposition de l'appareil vasculaire change (fig. 83), il s'établit une communication directe entre les artères

qui portent le sang aux branchies et celles qui le reçoivent de cet organe ; de sorte que le liquide nourricier n'est pas obligé de traverser cet appareil de respiration aquatique pour arriver dans l'artère dorsale, et de là dans les diverses parties du corps. L'artère (*a*) qui naît du ventricule, et que l'on pourrait comparer d'abord à une artère branchiale, devient alors l'ori-

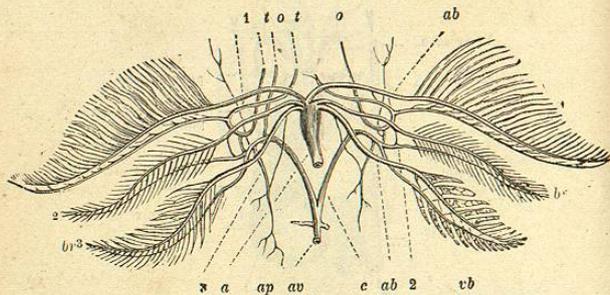


Fig. 82. — Vaisseaux sanguins du Têtard de la Grenouille (*).

gine du vaisseau dorsal, et constitue avec lui une véritable artère aorte, dont certaines branches, qui se rendent aux poumons, se développent en même temps et établissent la circulation pulmonaire. Enfin, les vaisseaux branchiaux s'oblité-

(*) *a*, artère qui part du ventricule unique du cœur et se divise en six branches (*ab*) qui se rendent aux trois paires de branchies et s'y ramifient (on les appelle artères branchiales) ; — *br*, les branchies, dans lesquelles on voit se distribuer les artères branchiales et naître les veines branchiales (*vb*) qui reçoivent le sang après son passage à travers les lamelles des branchies : celles des deux dernières paires de branchies se réunissent pour fournir de chaque côté un vaisseau (*c*), qui, en s'anastomosant à son tour avec celui du côté opposé, forme l'artère aorte ventrale ou artère dorsale (*av*), laquelle se dirige en arrière et distribue le sang à la plus grande partie du corps ; la veine branchiale de la première paire de branchies se recourbe en avant et porte le sang à la tête (*t, t*) ; — 1, petite branche anastomotique extrêmement fine qui unit l'artère et la veine branchiales entre elles à la base de la première branchie, et qui, en s'élargissant plus tard, permettra au sang de passer du premier de ces vaisseaux dans le second sans traverser la branchie ; — 2, petite branche anastomotique qui établit le passage de la même manière entre l'artère et la veine des branchies de la seconde paire ; — 3, vaisseau qui, en se réunissant avec un canal situé plus en dedans, joint également l'artère et la veine des branchies postérieures ; — *o*, artère orbitaire ; — *ap*, artères pulmonaires rudimentaires.

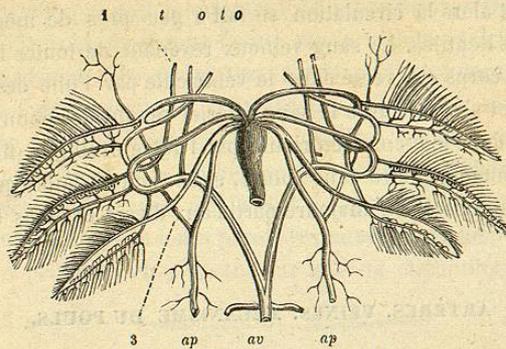


Fig. 83. — Circulation du Têtard (*).

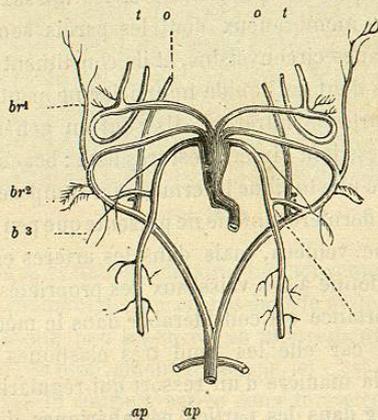


Fig. 84. — Circulation de la Grenouille (**).

(*) Les mêmes parties que dans la figure 82, chez un têtard dont les branchies commencent à perdre de leur importance dans la respiration, et dont une partie du sang va du cœur aux diverses parties du corps sans traverser ces organes. Les mêmes lettres indiquent les mêmes vaisseaux que dans la figure précédente, et l'on remarquera que les branches anastomotiques (1, 2, 3), lesquelles, dans le têtard précédent, étaient capillaires et ne pouvaient pas laisser passer une quantité notable de sang, sont ici assez grosses, et que c'est avec elles plutôt qu'avec les vaisseaux branchiaux que les artères venant du cœur semblent se continuer. Les artères pulmonaires se sont aussi beaucoup développées.

(**) Les mêmes parties chez l'animal parfait, indiquées par les mêmes lettres ; les vaisseaux qui, dans le têtard, se rendaient aux branchies de la seconde paire, se continuent maintenant avec l'aorte par l'intermédiaire des branches anastomotiques n° 2 et constituent ainsi les 2 branches aortiques

rent, et alors la circulation se fait à peu près de même que chez les Reptiles. Le sang veineux revenant de toutes les parties du corps est versé dans le ventricule par l'une des oreillettes, et s'y mêle avec le sang artériel venant des poumons et poussé dans le même ventricule par l'autre oreillette (fig. 84). Ce mélange pénètre dans l'aorte, et se rend en faible quantité aux poumons et en majeure partie aux divers organes de l'animal.

ARTÈRES. VEINES. MÉCANISME DU POULS.

§ 64. Chez tous les animaux vertébrés les vaisseaux sanguins sont des tubes membraneux dont les parois sont bien distinctes des organes circonvoisins, et ils constituent un système irrigatoire clos dont le liquide nourricier ne peut s'échapper que par une sorte de filtration. Ils sont en général pourvus de deux tuniques, dont l'interne est très lisse ; beaucoup d'entre eux ont en outre une tunique intermédiaire composée d'un tissu élastique. Cette dernière tunique ne présente que peu d'épaisseur dans le système veineux, mais dans les artères elle est très développée et donne à ces vaisseaux des propriétés particulières dont l'importance est considérable dans le mécanisme de la circulation, car elle les rend très élastiques et aptes à fonctionner à la manière d'un ressort qui régularise le mouvement du sang dans les parties périphériques de l'appareil irrigatoire.

Les battements du pouls sont aussi une conséquence de cette élasticité. En effet, chaque fois que les ventricules du cœur se contractent, une certaine quantité de sang est injectée dans le système artériel et ne peut revenir dans cet organe par suite du jeu de soupapes appelées *valvules sigmoïdes* qui garnissent l'entrée de ce système (fig. 72) ; si les parois des artères étaient rigides, le cylindre sanguin déjà existant dans ces vaisseaux serait poussé tout entier en avant par le fait de

cette injection et son mouvement de progression s'arrêterait dès que le coup de pompe donné par la systole ventriculaire serait accompli ; la circulation serait partout intermittente comme l'est la sortie du sang lancé par le cœur, mais par suite de l'élasticité des parois artérielles, les choses ne se passent pas ainsi. Les artères se dilatent tout d'abord sous la pression déterminée par l'afflux du sang ; puis pendant la diastole ventriculaire leurs parois reviennent lentement à leur position primitive en pressant sur le sang et continuant à le

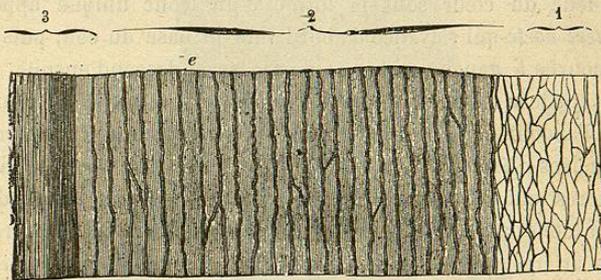


Fig. 85 (*).

pousser vers le système capillaire. Le mouvement intermittent du sang, au moment de son entrée dans le système artériel, est ainsi transformé peu à peu en un mouvement continu, mais saccadé, puis en mouvement uniforme, et c'est avec ce dernier caractère que le courant arrive dans le système veineux. Or chaque fois qu'une grosse artère est dilatée de la sorte par l'injection du sang lancé dans son intérieur par les contractions du cœur, il s'y produit un battement correspondant à la systole ventriculaire, et lorsque le vaisseau mis ainsi en mouvement est situé à peu de distance de la peau et repose sur une partie résistante telle qu'un os, ce mouvement devient visible au dehors ou tout au moins appréciable à l'aide du doigt

(*) Coupe transversale de l'aorte : 1, tunique interne ; — 2, tunique moyenne avec fibres musculaires *e* et lames élastiques *d* ; — 3, tunique externe.