

veines. Le pouls capillaire peut encore se produire s'il y a obstacle à la circulation veineuse ; les capillaires acquièrent alors une tension qui permet au pouls actuel de s'y propager. Enfin le pouls capillaire existe normalement chez l'embryon (Spallanzani) et le vieillard (Marey), les artères n'ayant pas encore acquis chez l'un, et ayant chez l'autre, par l'athérome, perdu, leur élasticité.

Sur l'innervation des capillaires on ne sait pas grand'chose. On a parlé de nerfs vasculaires, mais rien n'est certain ; on a parlé encore de nerfs sensitifs (Héger), mais leur existence n'est pas prouvée : aussi convient-il de ne point faire jouer de rôle aux capillaires dans les variations de coloration de la peau qui doivent être regardées comme tout entières dues aux variations de calibre des artérioles.

Il ne faudrait pas se représenter le système capillaire comme formant dans un même organe ou dans un même membre au moins un vaste réseau où se termineraient toutes les artérioles et où prendraient naissance toutes les veinules. La pathologie, la physiologie et l'anatomie s'élèvent contre cette manière de voir, et tout indique au contraire qu'à chaque artériole fait suite un petit réseau limité, très court, de 1 ou 2 millimètres de longueur, auquel fait suite une veinule. Que deux réseaux voisins communiquent quelque peu, cela est vraisemblable, mais cette communication est restreinte, comme l'indique la localisation fort nette des troubles consécutifs à la ligature ou à l'obstruction d'une artère (quand il n'y a point d'anastomoses) ; en un mot, il y a indépendance des circulations capillaires des différentes parties.

Circulation veineuse. — Du cœur aux capillaires le sang traverse un cône dont les capillaires sont la base : des capillaires au cœur il passe par un autre cône dont ceux-ci sont encore la base, et le cœur encore le sommet ; mais au lieu de s'éloigner de ce dernier organe, il y retourne ; sa mission est en partie accomplie ; il a apporté aux tissus de l'oxygène et des aliments ; ceux-ci lui ont rendu de l'acide carbonique

et des substances de désassimilation : il faut aller se débarrasser de tout cela et se purifier : ce sera l'œuvre du poumon et du rein.

Le cône veineux rappelle tout à fait le cône artériel : il en diffère toutefois beaucoup par la structure des vaisseaux. Il y a bien les deux éléments élastique et musculaire, mais le premier est bien moins abondant, et les veines n'ont point la rigidité — relative — des artères ; par contre, elles sont plus dilatables, extensibles et compressibles ; elles sont contractiles d'ailleurs, comme chacun peut s'en assurer en frappant une veine superficielle, elle se rétrécit aussitôt ; certaines d'entre elles offrent des mouvements nets, parfois rythmés. Ces mouvements, signalés dès 1660 par Walæus pour les veines caves, s'observent surtout au voisinage du cœur ; on dit souvent qu'ils aident à la circulation veineuse ; mais en réalité ils y mettent obstacle autant qu'ils la favorisent. Ces veines sont remarquablement résistantes à l'état sain : Hales a vu la jugulaire supporter une colonne de sang de 148 pieds de hauteur : la veine iliaque du bœuf résiste à 4 atmosphères, et la veine porte à 6 atmosphères, d'après Wintringham. Les deux cônes diffèrent encore par un autre caractère : l'aire du cône veineux est le double de l'aire artérielle ; pour une artère il y a deux veines, et ceci explique la faiblesse de la vitesse du sang (225 millimètres par seconde dans la jugulaire du chien) et de sa pression. Cette pression, qui varie entre 5 et 10 millimètres de mercure, et qui n'est que le dixième ou le vingtième de la pression dans l'artère correspondante, ne varie point avec les phases de la pulsation cardiaque : le cours du sang a été régularisé par l'élasticité artérielle, il est parfaitement régulier dans les capillaires, et dès lors comment redeviendrait-il irrégulier dans les veines ? Elle diminue à mesure qu'on se rapproche du cœur, elle diminue au point de devenir nulle, et même négative : tel est le cas, en particulier, pour les grosses veines de la poitrine où le mercure du manomètre descend

au lieu de monter. A quoi tient ceci? A la respiration. Val-salva avait déjà vu que le sang des jugulaires s'écoule plus rapidement durant l'inspiration, comme l'a montré Barry. Quand le poumon se dilate, quand l'inspiration se produit, le vide intrathoracique relatif qui se produit *aspire*, appelle le sang aussi bien que l'air. Si la cage thoracique pouvait être dilatée de force, l'accès de l'air étant absolument empêché, le sang — à supposer qu'il pût se répandre librement — remplirait tout l'espace dont cette cavité s'est augmentée. Il ne le peut, étant enfermé dans des vaisseaux résistants; du moins il afflue plus facilement, il est attiré, mais il ne l'est pas assez vite, ou en assez grande quantité, pour faire compensation, et l'état de dépression existe chez lui tout comme dans les alvéoles pulmonaires. Cette aspiration du sang veineux par le thorax qui existe toujours, même durant l'expiration (Carson et Donders), mais est plus marquée durant l'inspiration (30-40 millimètres de Hg au lieu de 6 ou 8 en expiration), très marquée pour le sang du foie, — chassé en même temps par l'augmentation de pression abdominale due à la contraction du diaphragme (Rosapelly) — pour le sang du cerveau, etc., est même une des causes de la circulation veineuse. On remarquera toutefois que son action est limitée à la partie supérieure du corps : dans les membres inférieurs, en effet, l'inspiration ralentirait plutôt la circulation en raison de la compression exercée sur les viscères abdominaux par le diaphragme, et qui retentit nécessairement sur les veines du membre inférieur, molles, à parois non rigides. Certains accidents d'ailleurs montrent combien est réelle cette aspiration thoracique : ce sont les accidents dus à la pénétration de l'air dans les veines lors de blessures de troncs veineux du cou, de l'aisselle ou du thorax. Les chirurgiens les connaissent et doivent toujours veiller à éviter ces blessures ou à les fermer au plus tôt. Le mécanisme de ces accidents est d'une simplicité parfaite : la veine est ouverte, il s'y produit une aspiration, l'air se pré-

cipite, il se mêle au sang et forme avec lui un mélange, une écume que le cœur envoie au poumon où elle forme des embolies bientôt mortelles (Magendie, 1821) : le sang écumeux ne circulant pas dans les capillaires pulmonaires, et ne se purifiant point. L'air se précipite d'autant plus aisément dans les veines que certaines d'entre elles, au thorax (Bérard) sont entourées d'aponévroses qui les maintiennent béantes. La cause principale de la circulation veineuse toutefois, c'est la *vis à tergo*, c'est la pression du sang des capillaires, c'est donc en définitive le cœur lui-même. Sans doute ses pulsations ne se font plus sentir dans les veines, mais pour être régularisée, son impulsion existe-t-elle moins? Comprimez une artère de façon que le sang n'y passe plus : aussitôt le cours du sang s'arrête dans la veine correspondante. Au surplus, il est aisé d'obtenir la pulsation cardiaque jusque dans les veines : il suffit de diminuer les résistances régulatrices des artérioles en provoquant la dilatation, et voilà le pouls veineux très net.

Le pouls veineux périphérique ne doit pas être confondu avec le pouls veineux de Potain, avec le soulèvement de la veine jugulaire externe lors de la systole auriculaire, ni avec le pouls veineux pathologique attribué à l'insuffisance de la valvule tricuspide. Le pouls veineux de Potain, phénomène parfaitement normal, s'explique en admettant que la systole auriculaire réagit naturellement sur la pression du sang des veines voisines du cœur : non qu'elle fasse refluer le sang, mais elle en arrête un moment l'arrivée. Du reste, un léger reflux ne serait pas chose impossible, car nulle valvule ne s'y opposerait. Ce qui les différencie en deux pouls veineux centraux, c'est que l'un coïncide avec la systole ventriculaire, l'autre avec la systole auriculaire. Ce dernier se sent bien à la jugulaire où Potain l'a recueilli et enregistré.

Une troisième cause de la circulation veineuse est l'*aspiration* que quelques physiologistes supposent être exercée par le cœur droit (oreillettes ou ventricule?) sur le sang veineux. Mais existe-t-elle? Marey le croit.

Plus importante est l'action musculaire. Le muscle qui se contracte se gonfle¹ ; il comprime les vaisseaux qui le traversent ou le côtoient : il favorise donc leur déplétion. Mais cette déplétion s'effectuerait aussi bien par refoulement du sang vers les capillaires — ce qui serait une entrave à la circulation veineuse — que par refoulement vers le cœur, si les veines n'étaient pourvues de valvules de distance en distance. (Ces valvules manquent dans les veines porte et rénale, et dans les veines de l'utérus et du poumon : elles sont rares à la tête et au cou.) La compression des veines s'étend au sang, mais si elle tend à entraver le retour du sang vers le cœur, elle oblige en même temps les valvules à se rabattre vers le centre du vaisseau et à lui fermer la voie, force lui est donc de suivre le seul chemin qui lui reste, et de gagner le cœur. C'est donc grâce aux valvules découvertes par Fabrice d'Acquapendente, et dont Harvey a démontré le rôle que la contraction musculaire favorise la circulation veineuse ; les veines se vident — en partie au moins — durant la contraction, et durant le repos des muscles, la *vis à tergo* les remplit de nouveau (Poiseuille a fourni une bonne démonstration de la *vis à tergo* en montrant que le débit d'une veine donnée diminue après blessure de l'artère correspondante, blessure qui diminue la pression du sang artériel. Il semble d'ailleurs que dans certaines parties — dans les membres en particulier, d'après Braune — la contraction musculaire exerce alternativement une compression et une dilatation des veines qui, grâce à leurs valvules, toujours, jouent ainsi le rôle de pompe aspirante et foulante à la fois. Les valvules veineuses sont plus particulièrement abondantes dans les membres inférieurs. C'est là d'ailleurs qu'elles sont le plus nécessaires : car la pesanteur qui favorise la déplétion

¹ L'artère en diastole se gonfle aussi, les veines voisines des artères, étant légèrement comprimées par celles-ci, la pulsation des artères en comprimant les veines favorise quelque peu le mouvement du sang veineux, dont le sens demeure toujours déterminé par les valvules ; si les valvules manquent, la pulsation des artères est un obstacle. (*Circulation par influence*, D^r Ozanam, 1881.)

des veines de la tête, et, dans quelques positions, de celles des membres supérieurs, contrarie au contraire la circulation veineuse des membres inférieurs, et c'est à l'exagération de cet obstacle — chez les personnes qui restent longtemps debout — qu'est due l'apparition des dilatations veineuses appelées *varices*, lesquelles dilatations, naturellement, contribuent à rendre moins efficace l'action des valvules.

Vis à tergo, contraction des muscles et artères, aspiration thoracique, aspiration cardiaque possible, pesanteur dans une certaine mesure, telles sont les causes de la circulation veineuse. Il semblerait qu'avec tant d'adjuvants, celle-ci devrait se faire très bien. Il n'en est rien, et on ne s'en étonnera point, en considérant que de toutes ses causes une seule — la première — est constante : les autres sont intermittentes. Aussi, comparée à la circulation artérielle, la circulation veineuse est-elle imparfaite, irrégulière et languissante. Cela est fâcheux, sans doute, mais il serait cent fois plus fâcheux que ces caractères fussent transférés à la circulation artérielle.

Les veines reçoivent évidemment des nerfs : elles sont en outre fort contractiles — voir les veines de l'oreille du lapin ou de la membrane alaire de la chauve-souris — et certaines d'entre elles sont animées de mouvements rythmiques, d'alternances de contraction et de relâchement, qui leur ont fait donner le nom de *cœurs accessoires*, chez l'anguille par exemple. On remarquera toutefois que ces contractions ne peuvent réellement favoriser la circulation que si les veines sont pourvues de valvules, et encore...

Le passage du sang dans les veines s'accompagne dans presque la moitié des sujets d'un murmure dit : *bruit de diable*, qui s'entend dans les jugulaires et surtout chez les anémiques. Il peut exister aussi si l'on comprime légèrement la veine avec le stéthoscope ; mais alors il est artificiel. Le bruit est dû au passage du sang par une partie plus étroite (Chauveau et Potain).

Circulation pulmonaire. — Dans les pages qui précèdent, nous avons eu en vue particulièrement la grande circulation,

le cycle qui commence au ventricule gauche pour s'achever à l'oreillette droite. Il nous faut ajouter un mot au sujet de la petite circulation dont le cycle embrasse le ventricule droit, le poumon et l'oreillette gauche. C'est un perfectionnement que cette adjonction de la petite circulation à la grande, c'est un perfectionnement dont beaucoup d'organismes se passent, chez qui le cœur est biloculaire, l'oreillette recevant le sang du corps, et le ventricule le lui renvoyant, l'appareil pulmonaire étant interposé dans le trajet de la circulation générale soit après le ventricule — comme l'est le rein chez les animaux supérieurs, — soit avant l'oreillette, le ventricule unique suffisant à la propulsion à travers le corps et à travers l'organe respiratoire, et le cœur étant selon le cas, exclusivement veineux, ou exclusivement artériel. Ce perfectionnement a évidemment une grande valeur, en ce qu'il assure une hématoïse plus rapide, et une circulation plus parfaite.

Le cœur droit — le ventricule en particulier — ayant à déployer un effort moindre pour envoyer le sang au poumon si voisin, est moins épais, moins vigoureux que le gauche. La *pression* dans l'artère pulmonaire est de beaucoup inférieure à celle de l'aorte et des gros vaisseaux (trois ou quatre fois moindre : de 10 à 30 millimètre de mercure); dans les veines pulmonaires elle doit être à peu près celle des veines caves : fort peu de chose ; la *vitesse* doit être la même que dans l'aorte, et dès lors, le trajet étant plus court, une goutte donnée de sang parcourt plus vite le cycle pulmonaire que le cycle général. Jolyet et Tauziac ont montré en effet qu'il faut quatre fois moins de temps pour traverser le premier que le second, d'où l'on peut déduire que le premier contient quatre fois moins de sang que le second. Il convient de remarquer que la circulation pulmonaire s'effectue tout entière dans des conditions spéciales auxquelles la circulation générale n'est soumise qu'en partie ; elle se fait dans un milieu soumis à de perpétuelles alternances de pression, par le fait de la respira-

tion. Quel est l'effet de ces alternances ? Durant l'inspiration, les capillaires pulmonaires se dilatent — puisqu'il y a vide relatif — et le sang y est appelé et son cours y est favorisé ; au contraire, durant l'expiration, il y a compression relative des capillaires ; mais celle-ci favorise aussi la circulation. Dans le premier cas en effet, il y a appel de sang dans le poumon : la déplétion des artères pulmonaires est favorisée, mais non celle du poumon naturellement ; dans le second l'évacuation du sang pulmonaire est favorisée, mais non son arrivée au poumon. Il en résulte que les deux actes respiratoires sont à la fois favorables et défavorables à la circulation pulmonaire.

Il faut ajouter que si la respiration agit notablement sur la circulation, celle-ci exerce aussi quelque influence sur la première. Mais cette influence est plus curieuse qu'importante. Elle consiste en ce qu'à chaque battement du cœur, il y a une légère diminution de tension de l'air pulmonaire (à cause de la *diminution* de volume du cœur). On peut enregistrer les variations de tension en bouchant une narine, et en mettant l'autre en communication avec un tambour de Marey : à chaque systole ventriculaire il y a chute de la tension de l'air, *si la glotte est ouverte*. (Il va de soi que durant l'expérience tout mouvement respiratoire est suspendu.) Si la glotte est fermée, le phénomène est différent : à chaque systole ventriculaire il y a pulsation *inverse* et augmentation de tension ; dans ce cas, on enregistre le pouls nasal, l'expansion des vaisseaux de la bouche, du pharynx, et du nez lors de la systole ventriculaire. Dans les deux cas, le pouls carotidien et le pouls nasal sont synchrones ; mais ils sont inverses dans le premier, de même sens dans le second. (François Franck et Mosso, etc., *Cardio-pneumographie*.)

Circulation du fœtus. — La circulation telle qu'elle existe chez l'adulte et telle que nous venons de l'exposer n'est pas du tout celle qui existe chez l'embryon : il faut donc dire un mot de la constitution de l'appareil circulatoire chez ce dernier. Renvoyant aux traités d'embryologie pour l'évolution progressive de cet appareil, nous nous contenterons de quelques indications sommaires sur la *seconde circulation*. Deux artères ombilicales ou allantoidiennes, apportent le sang du fœtus au placenta où il se charge d'oxygène et reçoit des matières alimentaires. Il en revient par une veine ombilicale, traverse le foie en partie, arrive

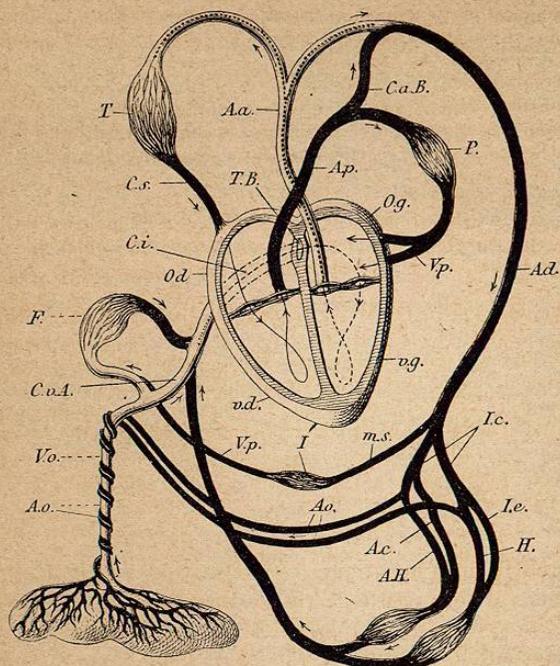


Fig. 37. — Schéma de la circulation du fœtus, d'après Preyer. (*Physiologie de l'embryon*, Alcan.)

En bas, à gauche, le placenta d'où naît la veine ombilicale (*V.o.*). Le sang passe en partie par le foie (*F.*), en partie par le canal veineux d'Arantius (*C.v.A.*). Ayant reçu le sang veineux de la veine porte (*V.p.*), et des veines crurales, etc., il est déjà moins pur (tracé pointillé). Il pénètre dans la veine cave inférieure (*C.i.*), et dans le cœur, dans les deux oreillettes où celle-ci débouche. De l'oreillette, il passe dans le ventricule et dans l'aorte. Il perd encore de sa pureté, par le fait que le sang revenant du poulmon se mêle à lui. Pourtant la tête (*T.*) reçoit du sang encore assez pur, qui revient à l'oreillette droite par la veine cave supérieure (*C.S.*). Le sang de l'oreillette droite passe dans le ventricule droit, et va se mélanger à celui de l'aorte (*A.a.*) par le conduit artériel de Botal (*C.a.B.*), et irrigue le poulmon. Le foie reçoit donc le sang le plus pur; la tête en reçoit encore d'assez pur. *A.d.* aorte descendante; *A.p.*, artère pulmonaire; *T.B.*, trou de Botal; *I.c.*, iliaques; *M.s.*, mésentérique supérieure; *I.e.*, iliaque externe; *A.H.* et *H.*, hypogastriques; *A.c.*, crurale; *A.o.* artères ombilicales retournant au placenta; *O.d.* *O.g.*, oreillettes droite et gauche; *v.d.*, *v.g.*, ventricules droit et gauche.

au cœur, après avoir reçu le sang veineux de l'intestin, et passe en majeure partie dans l'oreillette gauche par le trou de Botal, qui est une des embouchures de cette veine (voy. Preyer. *Physiologie de l'embryon*, p. 78), et de là dans le ventricule gauche, qui l'envoie dans l'aorte. Une partie de ce sang mixte (artériel de la veine ombilicale, veineux des veines mésentériques) revient désoxygéné au cœur par la veine cave supérieure et l'oreillette droite; l'autre partie va arroser la partie inférieure du corps. Il ne faut pas oublier qu'une partie du sang de l'oreillette droite passe dans le ventricule correspondant qui l'envoie au poulmon, mais il en va très peu à celui-ci. A quoi bon d'ailleurs? Et le canal artériel qui relie l'artère pulmonaire à l'aorte en conduit la majeure partie dans ce dernier vaisseau d'où il gagne le placenta par les artères ombilicales. Le sang envoyé par le cœur au corps de l'embryon est donc en partie veineux, surtout en ce qui concerne les parties inférieures du corps — et cette circulation rappelle fort celle de certains vertébrés inférieurs. Après la naissance, le poulmon devenant l'organe respiratoire à la place du placenta qui disparaît, la circulation de l'adulte s'établit par oblitération du trou de Botal, atrophie du canal artériel, des artères et de la veine ombilicales. Lire attentivement la figure 37 où le sang est pur dans les vaisseaux à contours déliés; moins pur dans les vaisseaux pointillés, veineux dans les vaisseaux noirs.

Circulation lymphatique. — Nous avons vu ce qu'est la lymphe: il nous reste à décrire ses mouvements. Elle circule dans un système spécial des vaisseaux, les lymphatiques. On a beaucoup discuté sur ces vaisseaux. Pour Sappey, ils forment un réseau vasculaire dont les portions terminales sont en relations étroites avec les capillaires sanguins; ils naîtraient de ces capillaires mêmes avec lesquels ils communiquent largement. Pour Robin, il y aurait non pas communication, mais juxtaposition intime: supposons un vaisseau subdivisé en deux par une cloison parallèle à son grand axe: d'un côté de la cloison serait le lymphatique, de l'autre le capillaire. Enfin, pour Virchow, Recklinghausen, Ranvier, etc., il y a du vrai dans la théorie de Robin, en ce sens que les capillaires lymphatiques et sanguins sont en connexion étroite, au point qu'autour des vaisseaux sanguins il existe

rait souvent des *espaces périvasculaires* formés par un second vaisseau entourant entièrement ceux-ci, et rempli de lymphe. Le point le plus discuté, en ce qui concerne les lymphatiques, est celui de leur origine réelle. Les uns pensent que les capillaires lymphatiques s'ouvrent dans les lacunes du tissu conjonctif ou même dans les cellules conjonctives, alors que pour les autres ils ne communiquent qu'avec les capillaires sanguins. (Pour détails, voir un traité d'histologie.) Où est la vérité ? En réalité, il nous importe peu : qu'il y ait communication directe ou non, à la périphérie, il y a communication au centre, par les veines ; que les matières se répandent directement des capillaires lymphatiques dans les lacunes conjonctives ou qu'elles y passent par extravasation à travers les parois de ces capillaires, le fait essentiel est que la lymphe circule dans les interstices des cellules et tissus. Aux capillaires font suite les vaisseaux lymphatiques, à parois conjonctive, élastique et musculaire, avec endothélium, contractiles. Ces vaisseaux s'anastomosent entre eux, se jettent les uns dans les autres pour former des troncs plus volumineux, et finissent par aboutir à deux troncs principaux, en suivant le trajet des vaisseaux sanguins ordinairement : ces troncs sont les veines lymphatiques droites et le canal thoracique, dont la première s'ouvre dans la sous-clavière droite, et reçoit les lymphatiques de toute la partie droite de la partie sous-diaphragmatique du corps — sauf le poumon, — le second s'ouvre dans la sous-clavière gauche, ayant reçu les lymphatiques du reste du corps, y compris les chylifères ou lymphatiques de l'intestin grêle, dont nous avons parlé à propos de la digestion. Avant d'arriver à ces deux conduits principaux, les lymphatiques forment un ou plusieurs ganglions où la lymphe circule pour suivre ensuite son cours.

Les lymphatiques ont été découverts en plusieurs fois. Eustachi, en 1550, a vu le canal thoracique qu'il prit pour une veine ; Aselli en 1622 a découvert les chylifères sur un chien tué en

pleine digestion, circonstance qui permet de les voir admirablement ; Pecquet, quelques années après, a montré que ces chylifères communiquent non avec le foie, comme le croyait Aselli, mais avec le canal thoracique à la partie inférieure de laquelle il a décrit le réservoir connu depuis sous le nom de citerne de Pecquet ; Rudbeck enfin, en 1654, âgé de vingt ans, a montré l'existence de lymphatiques dans les différentes parties du corps : notons que Bartholin a revendiqué aussi l'honneur de cette découverte. Les lymphatiques sont irritables, les troncs de quelque importance possèdent des fibres lisses, et sans doute aussi des nerfs vaso-moteurs. L'excitation des nerfs mésentériques détermine une constriction des chylifères (Bert et Laffont), celle des chylifères par le froid ou l'air agit de même (Vulpian). L'excitation du trijumeau agit aussi sur le calibre des lymphatiques de la lèvre ; mais en somme l'innervation du lymphatique reste à élucider.

La lymphe se meut dans les lymphatiques. Mais comment ? Où est l'organe moteur ? Il y en a plusieurs. Il y a le *cœur* d'abord : le cœur qui pousse le sang à travers les artères capillaires et veines, lequel sang revient au cœur en partie par les veines, en partie par les lymphatiques. Chez quelques animaux, la couleuvre et la grenouille par exemple, il y a des *cœurs lymphatiques* spéciaux, des organes contractiles qui chassent la lymphe dont le cours est déterminé par des valvules, comme l'est le cours du sang dans les veines. Les lymphatiques eux-mêmes présentent aussi parfois des contractions rythmiques, et ici encore les valvules règlent le cours du liquide. La *contraction des muscles* aide à cette circulation, comme à la circulation veineuse ; la capillarité y concourt sans doute aussi, et si le sang veineux est aspiré au voisinage du cœur par les mouvements inspiratoires, ou par le cœur même, la lymphe doit-elle aussi être appelée, et participer à cette aspiration, le mouvement respiratoire en déterminant une propulsion plus rapide dans les veines, puisqu'elle ne saurait rétrograder. La *pression* de la lymphe est très faible (11 millimètres dans le canal thoracique et sa vitesse est de 4 millimètres par seconde à peu près

D'une façon générale il faut envisager la lymphe comme

du plasma sanguin ayant passé hors du vaisseau pour aller alimenter les tissus, et qui revient à l'appareil circulatoire après avoir rempli sa tâche. On remarquera en passant que sur chacune des trois voies de la circulation il y a interposition d'appareils spéciaux : le rein, le foie, la rate, etc., pour les voies artérioso-veineuses ; les ganglions lymphatiques pour les vaisseaux.

Nous avons indiqué les usages généraux de la circulation : elle sert à apporter aux tissus l'oxygène et les aliments de toute sorte dont ils ont besoin ; elle leur prend l'acide carbonique produit pour le porter au poumon par où il s'élimine. Elle leur prend les produits de désassimilation qui s'éliminent ensuite par différents organes, le rein en particulier. Enfin, par les variations de calibre des artérioles, elle joue un rôle considérable dans la régulation thermique, la déperdition de chaleur étant réglée en grande partie par l'état de dilatation ou de contraction de ces vaisseaux.

consiste essentiellement en
un courant de gaz qui se ren-
ferme dans le poumon et qui se rend
mieux de de ces castronies

RESPIRATION

On peut définir la respiration comme étant l'ensemble des fonctions grâce auxquelles l'oxygène de l'air est mis à la portée des tissus et utilisé par eux, et l'acide carbonique résultant de la combustion de l'oxygène des tissus, éliminé au dehors. Il y a donc deux parties distinctes dans la respiration : il y a l'*aération*, c'est-à-dire le transport de l'oxygène aux tissus, et de l'acide carbonique au dehors, et il y a la *respiration proprement dite* par laquelle l'oxygène est utilisé, et l'acide carbonique produit. La respiration offre donc à considérer des phénomènes mécaniques ou physiques, et des phénomènes chimiques.

Les premiers varient considérablement, selon les formes animales : les derniers sont partout identiques.

Organes respiratoires. — L'organe de l'aération chez l'homme et les vertébrés terrestres supérieurs, c'est le *poumon*. Chez les animaux aquatiques, c'est la *branchie* ; une troisième forme d'organe d'aération, spéciale aux insectes, est la *trachée*. La branchie est en somme un filament allongé, pourvu d'un riche réseau capillaire : le sang y est amené par un vaisseau, il s'étale dans les capillaires, à travers la paroi desquels il perd son acide carbonique et acquiert de l'oxygène ; de là il passe dans l'autre vaisseau, redevenu