

dont les racines et les branches, c'est-à-dire les capillaires, établiront la communication. Aussi la dénomination d'arbre vasculaire à sang noir et d'arbre vasculaire à sang rouge est parfaitement exacte. D'après ces considérations, il faudrait bannir de la science, comme inutiles et même nuisibles, les expressions de *grande* et de *petite circulation*, dont la première comprendrait le cours du sang depuis le ventricule droit, par l'artère pulmonaire, les capillaires du poumon et les veines pulmonaires, jusqu'au ventricule gauche, et la seconde le cours du sang depuis le ventricule gauche jusqu'au ventricule droit, en passant par l'aorte et ses branches, les capillaires généraux, puis les veines générales et veines caves. (Hiffelsheim.)

*Historique de la découverte de la circulation.* — Comme le fait observer Gerdy, la découverte de la circulation du sang n'appartient pas et ne pouvait guère appartenir en effet, à un seul homme, ni même à une seule époque. Il a fallu détruire d'abord plusieurs erreurs, à chacune de ces erreurs il a fallu substituer une vérité. Or, tout cela s'est fait successivement, lentement, peu à peu. Galien a ouvert la route vers la vérité et il a été suivi par Vésale, par Servet, par Colombo, par Ruini, par Césalpin, par Fabrice d'Aquapendente.

Érasistrate pensait que les artères étaient les canaux de l'air; Galien combattait cette erreur par de nombreuses expériences, mais il crut que la cloison inter-ventriculaire était percée, et c'est là une des causes qui ont peut-être le plus retardé la découverte de la circulation. Il faut arriver jusqu'à Bérenger de Carpi et jusqu'à Vésale surtout, le père de l'anatomie moderne, pour trouver la démonstration de la non-existence d'orifices sur la cloison qui sépare les ventricules.

Galien avait trouvé que les artères contiennent du sang comme les veines, et c'était un premier pas; il avait indiqué la distinction de deux sangs, l'*artériel* et le *veineux*, et c'était un second pas; Vésale venait de montrer que la cloison des deux ventricules n'était pas percée, c'était le troisième pas; un pas de plus et la circulation pulmonaire était trouvée. Ce nouveau pas fut dû à Servet (1553).

La communication, dit Servet (c'est-à-dire le passage du sang du ventricule droit dans le ventricule gauche), ne se fait pas à travers la cloison mitoyenne des ventricules, comme on se l'imagine communément, mais, par un long et merveilleux détour, le sang est conduit à travers le poumon, où il est agité, préparé, où il devient rouge et passe de la veine artérielle dans l'artère veineuse.

Realdo Colombo (1562) et Césalpin découvrirent aussi de leur

côté la circulation pulmonaire. Césalpin eut le mérite d'entrevoir (1593) la circulation de tout le corps, celle que l'on désigne quelquefois sous le nom de grande circulation. Il a été le premier qui ait fait attention au gonflement des veines au-dessous de la ligature et jamais au-dessus. Fabrice d'Aquapendente a eu deux gloires: il a découvert les valvules des veines en 1574, et il a été le maître d'Harvey.

C'est en réalité Ruini, anatomiste de Bologne (Carolus Ruinus, *Anatomia del cavallo, infermità e suoi rimedii, opera nuova degna di qual si voglia principe e cavaliere e molto necessaria a' filosofi, medici, etc.* Bologne, 1590, in-4°, livre II, chap. XIV), qui décrit le premier le cours du sang dans le cœur, le poumon et les vaisseaux généraux, c'est-à-dire l'ensemble de la circulation, la grande et la petite circulation. Il dit, en effet (voyez aussi *Document pour servir à l'histoire de la découverte de la circulation du sang*, par L. Prangé, *Moniteur des hôpitaux*, 1855, p. 1117-1118): De la veine cave par laquelle le sang revient du corps, ce liquide entre dans l'oreillette et dans le ventricule droit; trois membranes (valvules) le laissent passer de ce ventricule dans la veine artérielle (artère pulmonaire) qui le conduit aux poumons, et elles empêchent que de cette veine artérielle le sang ne retourne dans le ventricule droit; de l'*artère veinale* (veine pulmonaire) le sang et les esprits arrivent dans le ventricule gauche. Lorsque le cœur se contracte, trois membranes s'ouvrent et laissent sortir le sang qui passe avec impétuosité dans la grande artère, et elles se ferment ensuite pour empêcher qu'il ne revienne dans ce ventricule, etc.

Mais la circulation ne fut véritablement mise en évidence que vers 1630, par l'immortel Harvey, qui fit des expériences très nettes, très convaincantes, et qui néanmoins eut à lutter contre la jalousie de ses contemporains.

Mais il était réservé à Malpighi de voir le premier au microscope le mouvement du sang dans les capillaires. Combien Harvey n'aurait-il pas donné pour avoir vu ce phénomène qui aurait suffi pour calmer toutes les haines que sa découverte lui avait fait subir! Il serait aujourd'hui inutile et presque ridicule de vouloir s'attacher à démontrer la réalité de cette circulation. Tout le monde est d'accord là-dessus, et l'exposé que nous allons faire de cette fonction en sera une preuve continuelle.

La découverte de la circulation eut des résultats immenses dans la pratique médicale. C'est à dater de cette époque que l'on appliqua la saignée avec plus de méthode, que l'on parla de la transfusion du sang, de l'infusion des venins, etc.

*Division de la circulation.* — Dans le cercle où il est contenu, le

sang ne coule point d'un mouvement uniforme et continu comme le cours régulier d'un fleuve; au contraire, sa marche est entrecoupée, interrompue dans plusieurs points par des repos et par des reflux; les uns et les autres partagent la circulation, pour ainsi dire, en plusieurs pas qu'il fait successivement, pour parcourir tout l'appareil circulatoire. (Gerdy.)

Ainsi, par un premier mouvement, le sang passe en masse des vaisseaux capillaires de tous les organes dans les veines générales, et s'approche de plus en plus de l'oreillette droite du cœur; par un deuxième mouvement de masse semblable au premier, il parcourt les veines comme il a déjà parcouru les capillaires, et il passe des veines voisines du cœur dans l'oreillette droite; par un troisième, de cette oreillette dans le ventricule correspondant; par un quatrième, du ventricule droit dans l'artère pulmonaire, par un cinquième, de l'artère pulmonaire dans les capillaires du poumon; par un sixième, de ceux-ci dans les veines pulmonaires; par un septième, de celles-ci dans l'oreillette gauche; par un huitième, de l'oreillette gauche dans le ventricule du même côté; par un neuvième, du ventricule gauche dans l'artère aorte; et enfin, par un dixième pas, il parcourt l'aorte et ses ramifications pour arriver aux capillaires généraux, d'où nous l'avons fait partir.

Nous ne suivrons pas cette marche qui parait si naturelle, parce qu'elle nous exposerait à des répétitions fréquentes. Aussi nous divisons l'étude de la circulation en six parties :

1° De la circulation dans le cœur.

2° De la circulation dans les artères.

3° De la circulation dans les capillaires.

4° De la circulation dans les veines générales.

5° De la circulation dans les veines *porte* ou *appareils porte*, ou du cours du sang des capillaires vers d'autres capillaires, et non vers un centre circulatoire. Limité au foie chez l'homme, ce mode de circulation s'observe en même temps dans le rein chez beaucoup de vertébrés, et dans les branchies chez les crustacés, beaucoup de mollusques, etc. La circulation artérielle, chez les poissons, appartient même à cet ordre de cours du sang. Ce qui nécessite encore l'étude de ce phénomène circulatoire d'une manière distincte du cours sanguin veineux ordinaire, c'est que le foie, par exemple, indépendamment de cette circulation, possède, en outre, la circulation artérielle et les veines générales (sus-hépatiques). Chez les poissons, les branchies et les reins sont aussi dans ce dernier cas.

6° De la circulation dans les vaisseaux lymphatiques ou de la lymphe et du chyle.

Mais avant d'aborder les détails de ces différents sujets, une première section doit être consacrée à l'examen de l'ensemble des conditions de ces phénomènes, en ce qui concerne le sang lui-même envisagé par rapport aux organes qui le renferment.

## SECTION I.

## Des relations du cours du sang avec sa composition intime.

Nous avons examiné le jeu ou les usages des organes vasculaires (t. I, p. 361); il nous reste à étudier le résultat de ce jeu, qui est le cours du sang et de la lymphe ou circulation.

Il faut, dans le cours du sang, examiner deux ordres de phénomènes qui se rapportent à ce liquide : 1° les uns sont des phénomènes de translation du liquide, d'une portion dans l'autre, de l'appareil circulatoire, ou phénomènes mécaniques ; 2° les autres sont des modifications de composition intime, de couleur, de température, etc., ou phénomènes moléculaires qui reconnaissent pour condition première d'accomplissement le transport du sang des artères dans les capillaires, puis dans les veines de tel ou tel organe. Ces changements intimes et extérieurs d'un liquide pendant son parcours, et dus à une influence de leurs parois, parce que les tissus qui les entourent leur cèdent ou leur empruntent incessamment, sont des phénomènes qui ne s'observent que chez les êtres organisés. Mais, indépendamment de ces phénomènes de nutrition, par ce fait même que les parois vasculaires agissent sur un liquide incompressible et le meuvent, celui-ci réagit sur elles et les meut également, réaction qui se manifeste par le recul du cœur et le pouls des artères et quelquefois des veines. C'est là un troisième ordre de phénomènes qui est d'ordre mécanique comme le premier dont il est une résultante nécessaire; car le sang étant pesant et incompressible, son mouvement dans des parois mobiles et extensibles ne peut se faire sans mouvoir celles-ci. L'étude de la circulation suppose connues, comme on le voit, aussi bien les propriétés physiques des liquides et les lois mécaniques de leur cours dans des conduits que les qualités de ceux-ci. Ces données méthodiques sont importantes, parce que leur oubli habituel nous rend compte de la multiplicité des interprétations émises sur les mêmes faits, car la plupart l'ont été à peu près au hasard, et même il en fut souvent ainsi de l'exécution des expériences. Aussi ne faut-il pas croire qu'il y ait à se préoccuper de toutes celles qui ont été publiées. La plupart appartiennent à l'histoire de la science et non au domaine de la réalité. On

peut arriver à posséder parfaitement celle-ci, sans connaître les hypothèses par lesquelles on cherchait à suppléer aux observations qui manquaient ou à lier des faits incomplètement vus. Il faut surtout bien savoir que connaître la fonction de circulation n'est point posséder le souvenir de cette succession d'hypothèses et d'interprétations. Enfin quiconque connaît suffisamment la constitution anatomique du cœur et des vaisseaux, ainsi que la contractilité et autres propriétés de ceux-ci, reconnaîtra facilement que, dans aucune des solutions de problèmes sur la circulation, qu'on a tenté d'obtenir à l'aide du calcul mathématique, on n'a tenu compte des conditions réelles nécessaires à la solution de la question. Partout l'auteur en réduit le nombre à celles qui rendent le calcul possible, lorsque même elles ne sont pas supposées. Aussi, pour qui a étudié expérimentalement la circulation, ces travaux ne comptent que comme exercices mathématiques de l'esprit, à propos de cette fonction, mais non comme fournissant à la physiologie des données scientifiques, c'est-à-dire réelles.

Il y a, comme nous l'avons dit, une relation entre le cours du sang et sa composition. Il se peut faire que la circulation continue bien que cette composition soit changée, de telle sorte que du sang noir circule dans des vaisseaux qui habituellement portent du sang rouge; mais le phénomène n'est pas normal, ni de longue durée, et le fait est que normalement tel ordre de vaisseaux porte constamment telle sorte de sang. Il y a donc nécessité d'envisager la circulation telle qu'elle est à cet égard, et de le faire avant d'entrer dans les détails des autres sections, afin de savoir, en étudiant la translation, quelle est la nature du liquide qui est transporté.

Chez les mammifères, le sang qui circule des capillaires vers d'autres capillaires est celui de la veine porte. Ce sang est noir; c'est celui qui se charge par absorption, dans l'intestin, des principes généralement assimilables empruntés aux aliments. Ce sont: 1° des principes de la première classe (voyez t. I, p. 8); 2° des gommés et des sucres chez les herbivores et omnivores, des principes azotés coagulables divers chez tous, mais surtout chez les carnivores: c'est la circulation alimentaire; 3° il y a de plus le chyle qui se charge des graisses et aussi de sucre, d'alcool et de principes analogues s'il en entre dans les aliments; il marche aussi des capillaires vers le centre circulatoire, mais sans traverser de nouveau les capillaires. Des fibres élastiques et des fibres musculaires de la vie organique existent en quantité considérable dans ces vaisseaux.

Durant sa circulation dans les capillaire du foie, ce sang aban-

donne certains principes à la bile (t. I, p. 321-323), on ne sait encore exactement lesquels; mais il s'y charge de sucre et de graisse (t. I, p. 330 et 339), et progresse alors dans les veines sus-hépatiques, des capillaires vers la veine cave, où il se mêle au sang veineux général, et il présente là le degré le plus élevé de sa température, qui est aussi le plus élevé de toute l'économie. Là se passent les phénomènes les plus considérables, quant à sa composition intime, qu'il présente dans tout son parcours. Or, arrivé là: 1° ou bien il entre en totalité au ventricule droit; 2° ou bien, selon certaines conditions de quantité et de composition, il reflue vers le rein où il concourt à la sécrétion de l'urine pour arriver au cœur débarrassé de certains principes, qui sont surtout des sels et de l'eau qu'il avait empruntés aux aliments (t. II, p. 451-452).

Ce mélange de sang des veines générales, rénales et sus-hépatiques, est celui qui suit la première moitié du cercle appelé *petite circulation*, c'est-à-dire qui va du cœur droit aux capillaires du poumon, sans manifester d'autres phénomènes que ceux de transport mécanique étudiés plus loin. Durant son cours dans les capillaires du poumon (cours que la disposition de ces capillaires rend certainement différent sous plusieurs rapports de celui de tous les autres capillaires), le sang complète le premier degré d'assimilation des principes dont s'est chargée la veine porte; il le fait en prenant de l'oxygène qui chasse et remplace l'acide carbonique dans les globules (pages 232-247). De rouge foncé, le sang devient rouge vif, de veineux il devient artériel; là se passent ses changements les plus considérables de couleur (qualités physiques), mais non dans sa composition intime; car c'est en traversant le rein et le foie que se passent ces changements-ci les plus notables. Dans le poumon, sa température s'abaisse (page 235).

Des capillaires du poumon au cœur, c'est-à-dire dans les veines pulmonaires, le sang complète le parcours dit *petite circulation*; il n'y présente que des phénomènes mécaniques de transport (voy. pourtant pages 243-244); mais ces phénomènes ne sont certainement pas les mêmes que ceux qui ont lieu dans les veines générales. Le mode d'origine des veines pulmonaires, puis leur structure élastique principalement et musculaire, sont là pour le prouver. Du cœur gauche aux terminaisons des artères (circulation artérielle ou première moitié de la *grande circulation*), le sang rouge n'offre aussi que des phénomènes mécaniques de transport, qui sont simultanés à ceux de la première moitié de la *petite circulation*.

Dans les capillaires généraux le sang circule d'une manière qui est en rapport avec leur disposition spéciale au sein de chaque