

moyenne d'une révolution circulatoire est égale, chez les mammifères, au temps pendant lequel le cœur exécute 27 battements.

Des recherches de M. Vierordt il résulte qu'à un même poids de tissus vivants correspond un poids de sang dont la valeur est sensiblement la même chez les divers mammifères (Voy. paragraphe suivant); mais la rapidité du transit circulatoire augmente, à mesure que la taille diminue¹. Cette rapidité plus grande de la révolution sanguine chez les petits animaux est, d'ailleurs, en rapport avec l'activité des phénomènes respiratoires et avec la production de la chaleur animale, subordonnée, en partie, au volume de l'animal (Voy. § 166).

§ 108.

De la quantité du sang en circulation. — Du débit du ventricule gauche. — Il est impossible, comme on le pense bien, de déterminer d'une manière absolue la quantité de sang contenue dans les vaisseaux. A supposer qu'on pût calculer directement l'aire générale du calibre intérieur des vaisseaux, on ne pourrait, vu l'élasticité artérielle, la dilatabilité des veines et la contractilité des vaisseaux, considérer le résultat que comme une approximation plus ou moins exacte.

Lorsqu'un homme meurt d'hémorrhagie, ou qu'on fait périr un animal en lui ouvrant une grosse artère, la quantité de sang qui s'écoule est loin de représenter la masse totale du sang. Le sang cesse de couler au bout de quelque temps, non pas seulement par suite de l'épuisement de l'animal, mais surtout parce que le sang se coagule dans la plaie. Après la mort, il est certain que le cadavre contient encore une assez grande quantité de sang dans ses vaisseaux².

Pour arriver à une évaluation approximative, on a proposé de remplir les vaisseaux du cadavre par une injection, et d'évaluer la quantité de sang contenue dans les vaisseaux par la quantité d'injection dépensée. Mais il est évident qu'une injection solidifiable, même la plus parfaite, ne remplit jamais tout l'arbre circulatoire; et, si elle est diffusible et pénétrante, elle s'échappe, par transsudation, au travers des parois vasculaires; on risque dès lors d'évaluer trop bas ou trop haut.

Le procédé d'estimation proposé par M. Valentin est fort ingénieux, mais il est loin d'être aussi rigoureux qu'il le paraît.

Soit une solution saline quelconque, dont la quantité est inconnue; 25 grammes de cette solution donnent 15 pour 100 de résidu solide.

¹ M. Vierordt calcule que, dans l'espace de 1 minute,
1 kilogramme de lapin est traversé par 592 grammes de sang.

1	—	de chèvre	—	311	—
1	—	de chien	—	272	—
1	—	d'homme	—	207	—
1	—	de cheval	—	152	—

² Il résulte des pesées faites par M. Herbst, et plus tard par M. Vanner, que le poids du sang qui s'écoule des vaisseaux d'un animal qu'on met à mort par la section des gros vaisseaux, est équivalent à 1/20 du poids du corps.

Ajoutons 50 grammes d'eau distillée à la solution saline, prenons de nouveau 25 grammes de cette solution, et supposons que ce nouvel essai ne fournisse plus que 10 pour 100 de résidu solide. Nous avons dès lors tout ce qu'il faut pour calculer la quantité inconnue de la solution, car il suffit de résoudre une simple équation.

On conçoit l'application faite par M. Valentin de ce problème algébrique. Il tire une certaine quantité de sang des vaisseaux d'un animal: il fait dessécher ce sang, et calcule combien cette quantité donnée fournit de résidu sec; puis il injecte une quantité connue d'eau distillée dans les vaisseaux, et, au bout de cinq minutes, il fait une nouvelle saignée. Cette saignée fournit aussi une certaine quantité de résidu sec. On a dès lors tous les éléments de la solution, et il paraît facile de calculer la quantité absolue de sang contenue dans les vaisseaux de l'animal.

Des expériences de cette nature, entreprises sur des chiens, des moutons et des lapins, ont amené M. Valentin à cette conclusion que la masse du sang est la cinquième partie du poids du corps. En appliquant ces résultats à l'espèce humaine, il en résulterait qu'il y a chez l'homme adulte (pesant en moyenne 65 kilogrammes), près de 14 kilogrammes de sang, et chez la femme (pesant en moyenne 55 kilogrammes), près de 12 kilogrammes de sang.

Les résultats de M. Valentin sont entachés d'une cause d'erreur que nous ne pouvons passer sous silence. Pour qu'ils fussent rigoureux, il faudrait que les parois des vaisseaux fussent imperméables. Le calcul suppose, en effet, qu'il ne s'est fait aucune déperdition du liquide injecté dans les vaisseaux. Dans l'espace des cinq minutes pendant lesquelles l'eau injectée circule et se mélange avec le sang, une partie de cette eau transsude au travers des parois vasculaires, en traversant le réseau capillaire. La composition du sang n'est pas exactement modifiée (dans la proportion des parties solides et des parties liquides), comme elle le serait si la transsudation n'avait pas lieu. Il résulte de là que, dans la seconde saignée d'épreuve, la proportion des matières solides est sans doute évaluée trop haut, ce qui, dans le calcul, entraîne une exagération correspondante dans l'évaluation finale de la quantité du sang qui est estimée trop haut.

M. Blake a cherché à déterminer la quantité de sang en circulation à l'aide d'un procédé analogue. L'expérimentateur injecte dans les vaisseaux d'un animal vivant une quantité connue et titrée de sulfate d'alumine. Au bout de quelques minutes, une saignée est pratiquée à l'animal, et le sang analysé. La quantité de sulfate d'alumine retrouvée dans la saignée implique la quantité restée dans la masse sanguine, et cette quantité doit être, avec la masse générale du sang, dans les mêmes relations que dans le sang de la saignée. M. Blake estime ainsi que la masse du sang constitue chez le chien la huitième ou la neuvième partie du poids du corps. On peut adresser à ce procédé les mêmes objections qu'au précédent.

MM. Lehmann et E. Weber ont procédé d'une manière plus directe. Ils pèsent un condamné qu'on va décapiter. Après la décapitation, et quand tout écoulement de sang a cessé par les artères ouvertes, ils pèsent le tronc et la tête : la différence donne le poids du sang écoulé. Après quoi, ils font passer un courant d'eau distillée dans les vaisseaux du tronc et de la tête, jusqu'à ce que l'eau sorte incolore. Ils évaporent le liquide obtenu, et le résidu sec correspond à une quantité de sang qu'on calcule facilement, en établissant une comparaison avec une certaine proportion du sang primitivement recueilli et évaporé. La quantité de sang *calculée* est ajoutée à la première. MM. Weber et Lehmann croient devoir conclure que la proportion du sang est au poids du corps comme 1 : 8, c'est-à-dire qu'un homme qui pèse 65 kilogrammes aurait environ 8 kilogrammes de sang dans ses vaisseaux (une femme pesant 55 kilogrammes aurait par conséquent environ 7 kilogrammes de sang).

Cette évaluation est évidemment encore trop élevée; le courant d'eau qui traverse ainsi le système vasculaire se charge, dans la trame des tissus, d'éléments solubles qui n'appartiennent pas au sang, et qui tendent à élever le chiffre du résidu de l'évaporation.

M. Welcker a proposé une méthode d'évaluation qui nous paraît suffisamment rigoureuse. Cette méthode est basée sur la puissance colorante du sang. L'expérimentateur prend d'abord sur un animal vivant une petite quantité de sang d'épreuve, puis il fait passer dans les vaisseaux de l'animal mis à mort un courant d'eau distillée, jusqu'à ce que cette eau sorte tout à fait incolore. Il note le volume de cette masse liquide ainsi obtenue; après quoi il étend d'eau le premier sang d'épreuve jusqu'à ce qu'il obtienne la *teinte* du dernier liquide, ce qui peut se faire avec un degré d'approximation assez rigoureux. Il y a dès lors un rapport exact entre la quantité d'eau ajoutée au sang d'épreuve et la quantité d'eau mélangée au sang retiré des vaisseaux par le lavage. Dès lors le poids du sang d'épreuve permet de calculer le poids de l'autre portion du sang. La méthode de M. Welcker échappe aux objections qu'on peut adresser aux procédés précédents, attendu qu'il s'attache à l'élément colorant du sang, c'est-à-dire aux globules qui n'appartiennent qu'au sang, et qui sont contenus dans l'appareil fermé de la circulation. A l'aide du procédé de M. Welcker, M. Bischoff a opéré sur le corps de deux suppliciés. Sur l'un et sur l'autre, il a trouvé un peu moins de 5 kilogrammes de sang, représentant environ la treizième partie du poids du corps du supplicié¹.

¹ M. Welcker, qui a appliqué sa méthode sur les animaux, a trouvé que la masse du sang, comparée à la masse du corps, est

de 1 ou 1,5	pour 100 chez les poissons;
de 5	pour 100 chez les grenouilles et les lézards;
de 8	pour 100 chez les souris;
de 8,5	pour 100 chez l'oiseau.

En prenant le calcul de M. Bischoff, c'est-à-dire 5 kilogrammes de sang chez un homme

Il est remarquable qu'en s'appuyant sur les résultats de ses expériences, M. Vierordt arrive par une voie détournée à une évaluation analogue à la précédente. Le calcul de M. Vierordt est basé sur trois éléments, dont les deux premiers sont tirés de l'expérience, et dont on déduit le troisième. Ces trois éléments sont : 1° la durée d'une révolution circulatoire donnée par l'expérience; 2° le nombre des battements du cœur correspondant à cette durée, également donné par l'observation directe; 3° le débit du ventricule gauche à chaque systole ventriculaire, ou sa capacité.

Il semble au premier abord qu'il suffise de mesurer sur le cadavre la capacité du ventricule gauche du cœur, et que, par conséquent, il ne soit pas nécessaire de déduire cette valeur des deux premières. Mais il ne faut pas oublier que sur le vivant, au moment où le ventricule entre en contraction, la quantité de sang qu'il contient (c'est-à-dire sa capacité) se trouve augmentée en vertu de l'effort contractile des oreillettes qui a poussé le sang et distendu par conséquent le ventricule *diastolique*. La capacité du ventricule, sur le vivant, au moment où il va se contracter, est donc plus grande que sur le cadavre¹.

Voici comment procède M. Vierordt pour déterminer la capacité du ventricule gauche, ou, pour mieux dire, la quantité de sang que le ventricule gauche qui se contracte chasse dans l'arbre aortique.

Le sang coule dans la carotide droite avec une vitesse de 261 millimètres par seconde. Le calibre de la carotide droite de l'homme, ou son aire, est de 63 millimètres carrés; ce vaisseau reçoit, par conséquent, du tronc brachio-céphalique 16^{cc},4 de sang par seconde. Le calibre de l'artère sous-clavière du même côté est de 99 millimètres carrés; ce vaisseau reçoit, par conséquent, du tronc brachio-céphalique 25^{cc},8 de sang par seconde. Le calibre de l'aorte (quand elle a fourni le tronc brachio-céphalique) est tel qu'il correspond à un débit de 171 centimètres cubes de sang par seconde. Il faut enfin ajouter à ces nombres 4 centimètres cubes de sang par seconde pour le débit des artères coronaires. L'aorte reçoit donc du cœur, par seconde, une quantité de sang égale à 16^{cc},4 + 25^{cc},8 + 171^{cc} + 4^{cc}, c'est-à-dire une quantité de sang égale à 217 centimètres cubes. En d'autres termes, il sort par seconde 217 centimètres cubes de sang du ventricule gauche. Comme il y a 72 pulsations du cœur par minute, à chaque seconde correspond 1 systole + 1/3 de systole ventriculaire. Donc, pour chaque systole ventriculaire, il sort du ventri-

de 65 kilogrammes, on trouve le même rapport que pour la souris (animal mammifère), c'est-à-dire 5 pour 65, ou 8 pour 100.

¹ Il n'est pas aussi facile qu'on pourrait le penser, de mesurer la capacité du ventricule gauche sur le cadavre. Quelques heures après la mort, la rigidité cadavérique commence à s'emparer du cœur comme de tous les muscles; elle cesse, il est vrai, au bout de vingt-quatre à trente-six heures, mais le cœur ne reprend jamais sa capacité primitive, ce dont on peut aisément s'assurer chez les animaux, en mesurant cette capacité immédiatement après la mort, et plus tard, quand la rigidité cadavérique a cessé.

cule gauche 172 centimètres cubes de sang, ce qui correspond *en poids* (la densité du sang étant 1,05) à 180 grammes de sang ¹.

A l'aide de ces données, on conçoit aisément comment M. Vierordt fixe approximativement la quantité totale du sang en circulation. La durée d'une révolution circulatoire complète est, chez l'homme, de 23 secondes; or, en raison de 72 systoles du cœur par minute, il y a, pendant ces 23 secondes, 27,5 systoles. En 27,5 systoles ventriculaires, la masse du sang exécute une révolution totale et passe tout entière dans le ventricule gauche. Donc, en multipliant 180 grammes par 27,5, on obtient 4,950 grammes (en nombres ronds 5 kilog.), chiffre correspondant à la masse totale du sang.

Cette évaluation n'est évidemment qu'approximative, car elle ne tient pas compte d'une foule d'états divers qui font varier la proportion du sang contenue dans le système circulatoire, mais elle n'en constitue pas moins une moyenne utile à connaître, d'autant mieux qu'elle est tout à fait en harmonie avec les résultats directs obtenus par M. Bischoff.

On peut donc, en résumé, évaluer la quantité moyenne du sang en circulation à la douzième ou treizième partie du poids du corps, soit environ 5 kilogrammes de sang pour un homme de 60 à 65 kilogrammes.

La quantité absolue du sang peut d'ailleurs, je le répète, varier dans des limites assez étendues. L'homme qui vient de subir plusieurs hémorragies consécutives, la femme qui vient de faire une perte utérine considérable, n'ont pas dans leurs vaisseaux la même quantité de sang que lorsqu'ils sont dans un état de santé parfaite. Il existe des différences analogues entre l'homme bien nourri et l'homme à l'inanition, ou soumis à une alimentation insuffisante. L'état pléthorique et l'état anémique se distinguent aussi (outre les altérations de proportions des principes du sang) par des différences dans la quantité du sang en circulation.

Évidemment, la femme dont parle Wrisberg (citée dans la *Physiologie* de Burdach) avait dans ses vaisseaux une quantité de sang fort au-dessus de la moyenne. Du corps de cette femme, qui venait d'être décapitée, il s'écoula, dit-on, la quantité énorme de 12 kilogrammes de sang.

§ 109.

De l'épaisseur des parois des vaisseaux. — La tension du sang dans les artères l'emporte sur la tension du sang dans les veines. Les parois artérielles sont plus épaisses que les parois veineuses. L'élasticité des premières l'emporte, il est vrai, de beaucoup sur celle des secondes; mais il y a dans l'économie des membranes minces qui sont très-élastiques. L'épaisseur des parois vasculaires est surtout proportionnée à la tension du sang dans les vaisseaux. Cela est d'autant plus probable que le rapport entre le calibre intérieur et l'épaisseur des parois des vaisseaux

¹ M. Wolkmann était arrivé précédemment à une évaluation analogue. Il estime que la quantité de sang chassée dans l'aorte par chaque contraction ventriculaire est équivalente à 188 grammes.

artériels de différents diamètres suit assez régulièrement les lois de l'hydrostatique. L'épaisseur des parois croît, en effet, dans les artères, comme le produit de l'unité de pression par le rayon de section du vaisseau. Ce qui veut dire, en d'autres termes, que, pour une même pression, l'épaisseur des parois croît simplement comme le rayon de section du canal; ou, encore, que l'épaisseur des parois doit être double, seulement, pour une section quadruple. Or, l'épaisseur des parois artérielles se comporte comme l'indique la théorie. En comparant des artères de différents diamètres, il est aisé de se convaincre, en effet, par un examen même superficiel, que les parois des petites artères sont plus épaisses, eu égard à leur calibre intérieur, que les parois des grandes artères par rapport à leur calibre intérieur. En mesurant rigoureusement ces épaisseurs chez les divers animaux, on arrive aisément à démontrer que l'épaisseur des parois artérielles croît moins rapidement que leur surface de section, et qu'elle est seulement double à peu près pour une aire de section quadruple.

L'artère pulmonaire semble faire exception à cette loi. L'aire de section de l'artère pulmonaire l'emportant sur l'aire de section de l'artère aorte, l'épaisseur des parois de l'artère pulmonaire devrait l'emporter sur celle de l'artère aorte. Cependant c'est le contraire qui a lieu; l'épaisseur des parois de l'aorte l'emporte sur celle de l'artère pulmonaire. Mais nous savons que la tension du sang est moindre dans l'artère pulmonaire que dans l'aorte (Voy. § 95).

§ 110.

Entrée de l'air dans les veines. — Transfusion du sang. — Il est quelquefois arrivé qu'en pratiquant sur l'homme ou sur les animaux des opérations dans la région cervicale, on a entendu un sifflement suivi bientôt d'accidents graves, et même de la mort des individus. Ce sifflement, plus ou moins aigu et plus ou moins intense, est déterminé par l'introduction de l'air dans les veines du cou incisées au moment de l'opération et maintenues béantes par les plans aponévrotiques de cette région. Cette introduction de l'air, ou mieux cette aspiration de l'air extérieur par les veines ouvertes, est déterminée, au moment de l'inspiration, par le jeu de soufflet de la cavité pectorale (Voy. §§ 115 et suivants). L'air aspiré se mélange avec le sang et se dirige avec lui vers la poitrine, c'est-à-dire vers le cœur. On trouve après la mort les cavités du cœur et les gros vaisseaux remplis d'un sang *écumeux*; c'est-à-dire qu'on trouve une multitude de fines bulles d'air mélangées dans la masse du sang.

Quelle est la cause réelle des accidents redoutables qui surviennent en pareille occurrence? D'abord il est certain, et des expériences directes l'ont démontré, qu'il faut injecter une certaine quantité d'air dans les vaisseaux pour faire périr les animaux. Quelques bulles d'air mélangées au sang ne suffisent pas pour amener les accidents redoutables qu'on a observés. On a souvent, et sur des points divers du trajet circu-

latoire, introduit dans les vaisseaux veineux des animaux 1, 2, 3 décilitres d'air atmosphérique, sans apporter des troubles bien manifestés dans la circulation. Il faut injecter à peu près un litre d'air dans les vaisseaux veineux voisins du cœur pour faire périr un cheval de moyenne taille, et il en faut souvent plusieurs litres pour tuer un cheval vigoureux.

On a pensé que l'air introduit dans le cœur détermine la mort, en paralysant directement ses mouvements. Cette explication n'est pas vraisemblable. Non-seulement le cœur, extrait du corps de l'animal vivant et placé sur une table, continue à battre pendant un certain temps au contact de l'air atmosphérique qui l'entoure et pénètre par ses ouvertures naturelles, mais encore, lorsque ses contractions ont cessé, on peut les réveiller en insufflant de l'air dans son intérieur. Il est bien plus probable que la mort survient par la difficulté que le sang mélangé d'air trouve à traverser les capillaires pulmonaires. Un tube capillaire qui, sous une certaine pression, donne facilement passage à un liquide, devient incapable, en effet, de lui livrer passage sous la même pression, lorsqu'on fractionne de bulles d'air le liquide engagé dans son intérieur. La mort est très-prompte lorsque l'air est introduit dans les vaisseaux voisins du cœur, probablement parce que l'air mélangé au sang arrive presque immédiatement dans les capillaires du poumon, et détermine ainsi une véritable asphyxie par arrêt de circulation pulmonaire.

— La transfusion du sang, c'est-à-dire l'injection d'une certaine quantité de sang dans les vaisseaux de l'homme ou dans ceux d'un animal, est une idée qui est née dans la science peu après la découverte de la circulation du sang (dix-septième siècle). Quelques essais heureux faits dans le principe firent concevoir aux premiers expérimentateurs des espérances exagérées, que de nombreux revers ne tardèrent pas à détruire. Il faut dire pourtant que la transfusion du sang ne doit pas être absolument proscrite ; bien plus, elle peut fournir au médecin, dans des cas extrêmes, c'est-à-dire quand la mort est imminente par suite d'une hémorrhagie, une précieuse ressource. Mais, pour que la transfusion du sang ne constitue pas par elle-même une opération dangereuse, il faut tenir compte de trois conditions dont l'observation *rigoureuse* est de la plus haute importance : 1° le sang qu'on injectera dans les vaisseaux de l'homme doit être du *sang humain* ; 2° l'injection du sang dans les vaisseaux du patient doit être pratiquée *aussitôt que le sang a été retiré des vaisseaux* de celui qui l'a fourni ; 3° le procédé de transfusion doit être tel qu'il *n'entre point d'air* dans les vaisseaux, au moment de l'injection.

En ce qui concerne la première condition, l'expérience a appris, en effet, que le sang des animaux à sang froid fait périr les animaux à sang chaud dans les vaisseaux desquels on l'injecte ; que le sang des animaux à sang chaud fait périr les animaux à sang froid ; que le sang des mammifères fait périr les oiseaux, etc. L'expérience a appris également que, si de petites proportions de sang peuvent être transfusées impunément

d'un animal mammifère à un mammifère d'une autre espèce, cependant, quand la proportion du sang injecté est considérable, la mort en est la conséquence, soit au bout de quelques heures, soit au bout de quelques jours. Au contraire, la transfusion de petites quantités ou de grandes quantités de sang dans les vaisseaux d'un mammifère *de même espèce* que celui d'où provient le sang est supportée par l'animal, *lorsque le procédé d'injection est convenable*. MM. Lower et Blundell ont démontré, par de nombreuses expériences, qu'un animal plongé dans l'état de mort apparente, à la suite d'une hémorrhagie abondante, pouvait être ramené à la vie par la transfusion du sang d'un animal de même espèce. Cette différence dans la nocuité ou l'innocuité de la transfusion tient très-vraisemblablement à la différence de forme et de volume des globules du sang dans les diverses classes et dans les diverses espèces animales. Le diamètre des capillaires est subordonné au volume des globules du sang dans les diverses espèces ; il y a, entre les dimensions des canaux et celles des éléments figurés du sang qui circulent dans leur intérieur, une harmonie qui ne peut être détruite sans qu'il survienne plus ou moins promptement un arrêt de circulation, analogue à celui qui survient à la suite de l'introduction de l'air dans les vaisseaux.

Il n'est pas nécessaire que la quantité de sang injectée dans les vaisseaux pour rappeler le patient à la vie, à la suite d'une hémorrhagie, représente la totalité du sang qu'il a perdu. S'il en était ainsi, on ne pourrait racheter une existence qu'aux dépens d'une autre, ou bien il faudrait pratiquer une foule de saignées, qui rendraient le procédé inapplicable. Une hémorrhagie n'est mortelle qu'autant que la quantité de sang perdu dépasse une certaine limite ; tant que l'hémorrhagie se maintient en deçà de cette limite, la quantité de sang contenue dans les vaisseaux, quoique très-diminuée, suffit à entretenir la vie, et la masse du sang se reconstitue peu à peu quand la source de l'hémorrhagie est tarie. En injectant donc dans les vaisseaux d'un individu épuisé par une hémorrhagie une certaine proportion de sang, on le place dans les conditions où il se trouverait s'il n'avait pas perdu la proportion de sang qu'on vient de lui restituer. Le temps et une alimentation convenablement dirigée feront le reste.

La seconde condition de succès consiste, avons-nous dit, à pratiquer l'injection du sang *le plus tôt possible* après qu'il a été extrait des vaisseaux. Du sang pris sur un animal et injecté *immédiatement* dans les vaisseaux d'un animal de même espèce ne détermine pas d'accident. S'il s'est écoulé quelques minutes ou même trente secondes, la mort peut être la conséquence de l'opération. Le sang retiré de ses vaisseaux, en effet, se coagule assez promptement (au bout de 5 à 10 minutes en général) ; et alors même que le sang ne s'est pas complètement pris en masse, la coagulation commence par un *épaississement* du sang, qui n'est que le premier degré de la solidification de la fibrine. L'épaississement du sang ou la solidification de la fibrine entraîne, on le conçoit, dans la

circulation, et notamment dans la circulation des capillaires du poumon, des arrêts de circulation bientôt suivis d'asphyxie. C'est dans la difficulté de remplir cette seconde condition de l'opération que git le principal danger de la transfusion.

Le procédé de transfusion, en même temps qu'il doit rendre impossible l'introduction de l'air dans les vaisseaux, doit donc être en même temps *rapide*, afin que le sang conserve autant que possible les propriétés du sang vivant. Afin de remplir cette double indication, Lower se servait d'un tube recourbé dont l'une des branches était fixée dans le bout cardiaque de l'artère carotide de l'animal qui fournissait le sang, et dont l'autre bout était fixé sur le bout cardiaque de la veine jugulaire de l'animal qui le recevait. Lorsque le sang transfusé était le sang veineux, l'une des extrémités du tube était introduite et fixée (sur l'animal qui fournissait le sang) dans le bout périphérique d'une grosse veine. Sur l'homme, il n'est guère possible de pratiquer la transfusion par ces procédés. D'une part, on n'ouvrira pas une artère sur un homme bien portant, et, en second lieu, on ne peut songer à pratiquer sur lui la ligature d'une veine importante, car cette ligature peut n'être pas sans danger. D'ailleurs, en ce qui concerne la provenance du sang, il n'est pas aussi nécessaire qu'il pourrait le sembler que ce soit du sang artériel. La transfusion du sang veineux chez les animaux réussit à peu près aussi bien que celle du sang artériel. Le vaisseau dans lequel on pratique l'injection étant une veine, le sang doit d'abord traverser les poumons et y être hématosé avant d'être envoyé aux organes.

La transfusion du sang sur l'homme s'opère à l'aide du sang extrait, suivant la méthode ordinaire, de la veine du bras d'une personne bien portante et de bonne volonté¹. Ce sang est recueilli dans une seringue dont la canule, pourvue d'un robinet, a été préalablement fixée dans le bout central d'une veine du patient. Cette seringue est disposée de façon que le sang puisse se rendre dans son intérieur, le piston étant en place.

Il faut avoir soin qu'il ne s'accumule point d'air entre la face intérieure du piston et le niveau supérieur du sang contenu dans la seringue. A cet effet, on peut employer une seringue pourvue latéralement d'un tube débouchant juste au-dessous du piston, et terminé supérieurement par un entonnoir dont le niveau est plus élevé que le piston. Le sang recueilli par l'entonnoir arrive ainsi dans la seringue, qu'il remplit *complètement*. Il faut encore avoir soin de chauffer l'appareil avant de le mettre en place, de manière qu'il se trouve à la température du sang (37 degrés centigrades), ou, ce qui est préférable, employer une seringue à double corps de pompe, et introduire par avance, dans le manchon enveloppant, un bain-marie qui maintienne la température de l'ap-

¹ Il existe dans la science un certain nombre d'opérations de transfusion suivies de succès. M. Bérard a rassemblé quinze cas de ce genre dans son *Cours de physiologie*, t. III, p. 219.

pareil au degré voulu. Il faut encore avoir soin de ne pousser l'injection qu'avec beaucoup de modération, et chercher à se mettre à cet égard dans les conditions normales de la tension veineuse (Voy. § 103).

§ 111.

Rapports de la respiration avec la circulation. — Nous avons précédemment montré comment et dans quelle mesure les mouvements mécaniques de la respiration agissaient sur la tension du sang artériel et sur le cours du sang veineux (§§ 94 et 104). Mais là ne se borne pas l'influence de la respiration sur les phénomènes réguliers de la circulation.

Les changements chimiques qui s'accomplissent dans le sang au contact de l'air atmosphérique ont, par l'intermédiaire du système nerveux, une influence capitale sur les contractions du cœur.

Tuez un animal à sang chaud ; attendez que les mouvements respiratoires soient complètement suspendus, et que les contractions du cœur ne consistent plus qu'en un frémissement à peine sensible : il suffira de rétablir artificiellement la respiration pour réveiller immédiatement les contractions du cœur et les voir persister pendant quelques heures. Ce phénomène tend à prouver que le sang exerce sur le système nerveux un stimulus qui met en jeu la contraction rythmique du cœur. Il prouve de plus que le sang veineux qui aborde aux centres nerveux, lorsque la respiration est suspendue, est impropre à exciter les mouvements *normaux*. En établissant une respiration artificielle, on redonne pour un temps au sang veineux les qualités du sang artériel. La circulation, qui n'était plus entretenue, au moment où on commence l'expérience, que par de *faibles* contractions du cœur, conduit vers le système nerveux un sang révivifié par l'air atmosphérique ; bientôt l'activité du cœur se développe sous cette influence, et la circulation pulmonaire se rétablit pour quelque temps, ainsi que la circulation générale. Il est probable, dès lors, que la composition du sang (sujette à des variations) doit avoir de l'influence sur la fréquence et sur les autres qualités du pouls.

Il y a, au reste, entre les pulsations du cœur et les mouvements de la respiration, un balancement tel que le pouls et la respiration se maintiennent presque toujours dans un rapport sensiblement constant, quels que soient leur accélération ou leur ralentissement. Les pulsations du cœur sont toujours plus fréquentes que les mouvements respiratoires ; mais les pulsations du cœur et les mouvements de la respiration augmentent ou baissent ensemble. Ainsi, le nouveau-né a, en moyenne, 140 pulsations du cœur par minute ; il fait moyennement 35 mouvements respiratoires. L'adulte, qui respire 16 ou 18 fois par minute, n'a que 72 pulsations dans le même temps. Lorsque l'accélération du pouls survient en dehors des conditions physiologiques, on remarque ordinairement la même coordination entre les battements du cœur et les mouve-