

fait que rétrécir les conduits, convulsivement, si l'on peut ainsi dire, et arrêter le sang qui tend à arriver par *vis à tergo*.

La rate joue un rôle dans cette circulation. M. Beau, dont nous avons rapporté les expériences (voy. t. I, page 354), a prouvé d'une manière évidente que par ses contractions la rate pousse le sang à travers le parenchyme hépatique. Mais tout en reconnaissant l'influence de la rate, on est obligé de reconnaître aussi que la rate n'est pas un agent direct de cette circulation; il est bien vrai que la colonne sanguine volumineuse, poussée par elle, vient faire monter celle qui arrive par la mésentérique supérieure, mais ne pourrait-on pas dire aussi que la section presque perpendiculaire de cette dernière colonne liquide par celle qui vient de la rate a pour effet d'arrêter le cours du sang dans la mésentérique supérieure? L'on sait en effet qu'une rivière se jetant perpendiculairement dans un fleuve rapide voit ses eaux stagner à son embouchure et que le mélange des deux colonnes se fait difficilement. Il en est peut être ainsi pour les deux veines dont nous parlons. Aussi nous admettons que la rate est un agent actif de la circulation dans la veine splénique, dans le tronç de la veine porte; mais qu'il est probable qu'elle n'intervient pas pour la circulation de la veine mésentérique supérieure et pour celle de la mésentérique inférieure dont les conditions sont identiques.

Nous sommes obligé de chercher ailleurs d'autres causes de cette circulation. Nous les trouvons dans la pression exercée sur ces veines. Et cette pression vient de deux côtés. La pression exercée par les parois abdominales est très efficace, l'expérience suivante le prouve. J'ouvre un animal, je sors toutes les anses intestinales, et au bout de quelques minutes les veines se gonflent, il y a stase sanguine. Ce n'est pas la pression atmosphérique qui manque ainsi qu'on l'a dit, ce n'est que la pression des muscles de l'abdomen. Cela nous montre donc son importance. La pathologie nous l'avait déjà montrée; ne sait-on pas depuis longtemps que si on vient à supprimer cette pression en vidant une ascite par exemple, la syncope arrive souvent? On l'explique par l'accumulation du sang dans le système veineux.

Mais cette pression extérieure n'est efficace qu'à une condition: c'est que les intestins ne s'affaissent point sur eux-mêmes, c'est qu'ils soient distendus par des gaz ou en d'autres termes qu'une pression intérieure existe en même temps. J'ai déjà rapporté des expériences où j'ai cherché à déterminer cette influence de la pression intérieure (voy. t. I, p. 436). Sans cette pression intérieure, la pression extérieure, loin d'être efficace, est bientôt plutôt nuisible.

L'on devine maintenant que l'inspiration, amenant une compression des viscères de l'abdomen, accélère la circulation dans le système de la veine porte.

La capsule de Glisson concourt-elle à la circulation? Oui, mais ce n'est pas par ses contractions, comme le croyaient les anciens, qui la comparaient à un cœur, mais d'une manière passive si je puis m'exprimer ainsi. Elle ne produit pas les contractions, elle les permet. En effet, on sait que la veine porte n'adhère pas à la capsule de Glisson, que celle-ci lui forme une gaine qui l'isole du foie. Alors elle peut se contracter d'une manière indépendante, ce qui n'aurait pas eu lieu si l'adhérence avait existé. La capsule de Glisson favorise encore la circulation d'une manière indirecte en empêchant que les tumeurs du foie, en se développant, viennent comprimer la veine porte.

La circulation dans les *veines sus-hépatiques* se fait surtout par l'aspiration de la poitrine. Les veines sus-hépatiques, sans cesse béantes, sont admirablement disposées pour cette action, et l'on comprend dès lors pourquoi elles n'offrent pas des parois contractiles.

SECTION VII.

De la circulation lymphatique.

Le mécanisme de la circulation de la lymphe se rapproche sous plusieurs rapports de celle du sang dans les veines porte. En effet, des réseaux d'origine, la lymphe et le chyle arrivent dans des conduits qui se subdivisent de nouveau en capillaires, se distribuant dans les ganglions lymphatiques comme le font les rameaux de la veine porte dans le foie. Seulement les lymphatiques, après s'être réunis encore en troncs vasculaires, peuvent se distribuer plusieurs fois dans d'autres ganglions. A chaque fois aussi la lymphe se charge de principes nouveaux fournis par les ganglions lymphatiques, comme le sang de la veine porte reçoit le sucre du foie.

Les chylifères sont formés par des parois translucides et offrant çà et là des nodosités au niveau des valvules. De plus, ils sont interrompus par des ganglions. Il paraît qu'aucun vaisseau lymphatique n'arrive au canal thoracique sans avoir passé par un ganglion qui a des vaisseaux afférents et des vaisseaux efférents. Tous ces vaisseaux lymphatiques aboutissent en deux endroits du système veineux dans les deux veines sous clavières. Ils naissent dans l'épaisseur des organes et surtout à la surface de la peau, des séreuses, des muqueuses et du tube intestinal, où ils absorbent le chyle qui doit

aller réparer les pertes incessantes faites par le sang pendant son trajet à travers l'arbre circulatoire.

Direction du cours de la lymphe. — Comme le sang veineux, le chyle et la lymphe se portent de la périphérie au centre, c'est-à-dire des capillaires vers le cœur. Quelques auteurs anciens ont cependant soutenu une opinion contraire et ont voulu regarder le réservoir de Pecquet comme le cœur de cette espèce de circulation. Mais si l'on coupe un vaisseau lymphatique et si l'on comprime le bout qui correspond à la périphérie, l'écoulement de la lymphe cesse; si l'on fait une ligature au canal thoracique, au bout d'un certain temps on voit un renflement se former dans la partie qui correspond aux capillaires.

Tous les vaisseaux lymphatiques suivent-ils le trajet commun pour se rendre soit au canal thoracique soit à la grande veine lymphatique? En d'autres termes le chyle ou la lymphe se déversent-ils dans les veines pendant leur trajet à travers les organes? On a invoqué en faveur de cette opinion que les vaisseaux lymphatiques n'augmentaient pas de volume à mesure qu'ils se rapprochaient du centre et que même ils diminuaient. Quoi qu'il en soit l'anatomie n'a pas encore pu trouver ces communications qui avaient été admises par Lippi, Tiedemann et Gmelin.

Par suite des rapports anatomiques des réseaux lymphatiques avec les capillaires sanguins, la lymphe et le chyle même se cèdent et s'empruntent réciproquement des principes par échange endosmotique. Or comme : 1° le sucre du sang du cœur droit n'est jamais tout détruit en traversant le poumon et passe toujours en certaine proportion dans les artères; 2° comme le sang des veines collatérales de ces artères est sucré mais moins que celui de ces dernières, y compris la veine porte collatérale et les artères mésentériques, on comprend comment il se fait que le contenu des lymphatiques est toujours sucré même après une longue abstinence et lors même qu'il s'agit du liquide des lymphatiques venant de tissus qui ne forment ni ne contiennent du sucre (Chauveau, mai 1856). En effet, le sucre dont le sang s'est dépouillé en passant par les capillaires ne sort point de ces vaisseaux pour se fixer sur les solides de l'économie. Ce sucre, dont le pouvoir endosmotique est considérable comme on sait, passe en partie du sang des capillaires sanguins dans le réseau lymphatique dont le liquide se meut avec lenteur (Chauveau). Ce fait explique comment quelques auteurs, tels que M. Colin (*Acad. de méd.*, 1856), etc., trouvant du sucre dans le chyle avant le niveau du foie et dans la veine porte d'animaux nourris ou non de viande pendant la digestion (moment où le sucre est produit en plus grande quantité), en ont conclu que

du sucre se forme dans l'intestin aux dépens des aliments, ailleurs que dans le foie. Il n'y a là de nouveau et de faux en même temps, que cette conclusion: L'interprétation de la cause du phénomène n'est point ce qu'ont pensé ceux-ci mais bien telle que nous l'avons dit ci-dessus. C'est là un exemple de plus à joindre à nombre d'autres sur la nécessité dans les expériences de ne pas s'en tenir seulement au fait brut anatomique; chimique ou physique, mais de prendre en considération d'abord les conditions organiques dans lesquelles il se passe. C'est ainsi que nous voyons ici que la présence du sucre dans la lymphe et son absence dans les tissus tient à la faculté de se nourrir qu'ont les tissus, lesquels pour cela choisissent certains principes à l'exclusion des autres; nous voyons aussi qu'elle tient aux qualités d'endosmose de certains tissus, lesquelles sont très prononcées pour tels principes et peu pour les autres.

Rapidité du cours de la lymphe. — Si l'on veut prendre, dit Magendie, une idée juste de la vitesse avec laquelle le chyle coule dans le canal thoracique, il faut, comme je l'ai fait plusieurs fois, ouvrir ce canal, sur un animal vivant, au moment où il arrive dans la veine sous-clavière. On reconnaît alors que cette vitesse n'est pas très grande et qu'elle s'accroît chaque fois que l'animal comprime les viscères de l'abdomen, en faisant contracter les muscles abdominaux. On produit un effet semblable en comprimant le ventre avec la main. Toutefois la vitesse avec laquelle circule le chyle m'a paru en rapport avec la quantité de chyme. On peut évaluer cette vitesse, d'une manière générale, à 12 centimètres par seconde ou à 7 mètres par minute.

Causes du cours de la lymphe. — Ces causes sont à peu près les mêmes que celles qui existent pour les veines; ce sont : 1° la force qui fait entrer le liquide dans ces vaisseaux, *vis à tergo*; 2° les vaisseaux lymphatiques eux-mêmes; 3° la respiration; 4° diverses compressions.

1° *Influence de la vis à tergo.* — Cette cause est fondamentale et elle produit une force considérable. Le liquide qui pénètre dans ces vaisseaux par l'absorption déplace celui qui s'y trouve et celui-ci est obligé de se déplacer en marchant du côté du cœur. C'est surtout en vertu de cette force que si on lie le canal thoracique, le gonflement arrive du côté des capillaires; mais on conçoit que cette cause, quelque puissante qu'elle soit, deviendrait insuffisante s'il n'y en avait pas d'autres adjuvantes.

2° *Influence des vaisseaux lymphatiques.* — Les vaisseaux apportent un concours très efficace pour le cours de la lymphe, d'abord par leurs valvules et ensuite par leur contractilité, leur élasticité et

enfin chez quelques animaux par des organes particuliers qu'on appelle en raison de leurs usages *cœurs lymphatiques*. Examinons chacune de ces causes.

Les *valvules* agissent ici comme dans les veines, elles ont les mêmes dispositions; seulement elles sont très fortes et peuvent sans se déchirer supporter un poids considérable. Elles manquent quelquefois chez les mammifères, elles sont rudimentaires chez les oiseaux et les reptiles, et absentes chez les poissons. Aussi chez ces derniers animaux l'injection des vaisseaux lymphatiques se fait avec la plus grande facilité.

L'*élasticité* des vaisseaux agit encore ici comme pour les veines et nous n'en dirons rien de plus. Quant à la *contractilité* des parois des lymphatiques, elle peut être invoquée pour expliquer le cours du chyle. Il est incontestable, comme nous le verrons plus tard, que ces vaisseaux sont susceptibles de se contracter.

Comme si toutes ces causes étaient encore insuffisantes, on voit chez certains animaux des *cœurs lymphatiques*. Ils ont été découverts chez les reptiles par Mueller en 1832. Il les a décrits dans les grenouilles, les crapauds, les lézards et les tortues. Panizza les a trouvés chez les serpents et les crocodiles. Ce sont de petits sacs musculieux qui poussent la lymphe dans les principaux troncs antérieurs et postérieurs du système veineux. Les reptiles nus en ont quatre, deux postérieurs, deux antérieurs. Ces organes battent dans une complète indépendance du cœur, même après qu'on les a extirpés du corps de la grenouille et qu'on a haché celle-ci en morceaux. Les battements des supérieurs ne sont pas toujours isochrones aux battements des inférieurs, et les deux cœurs correspondants du même côté ne battent même pas constamment ensemble. Ils se contractent environ soixante fois par minute.

3° *Influence de la respiration*. — Au moment de l'inspiration nous savons que le sang des veines sous-clavières est attiré dans la poitrine. De proche en proche cet effet se produit jusque dans le canal thoracique, mais de plus, pendant l'expiration, les viscères sont comprimés dans la poitrine et le canal thoracique est obligé de se vider dans la veine sous-clavière. L'inspiration, en comprimant les viscères de la cavité abdominale, fait circuler la lymphe jusque dans la poitrine où il y a un vide virtuel produit. Il existe, à l'embouchure du canal thoracique dans la sous-clavière, une valvule qui empêche le sang de pénétrer dans ce canal. Sur une pièce que j'ai déposée au musée Orfila, on peut voir que le canal thoracique s'ouvre dans la sous-clavière par un grand nombre de petites ramifications. Cette disposition doit avoir pour but d'empêcher le reflux du sang dans le canal thoracique.

4° *Influence de diverses compressions*. — Nous plaçons ici en première ligne la contractilité de l'intestin qui a pour effet de comprimer les vaisseaux chylifères, de les presser comme on presse une éponge. Cette action est favorisée par l'existence des valvules. Toutes les autres espèces de compressions produiront le même effet sur les vaisseaux lymphatiques des membres.

Considérations générales sur la circulation.

1° *Vitesse et durée de la circulation*.

Divers expérimentateurs ont abordé ce problème de physiologie. D'après M. Hiffelsheim il faut séparer les faits relatifs à la vitesse et à la durée de la circulation.

La vitesse et la durée de la circulation ont été étudiées par diverses méthodes basées sur des données plus ou moins positives.

Dans la *première méthode*, on cherche le temps nécessaire à une molécule pour parcourir le cercle, et c'est d'après cela que l'on juge du temps nécessaire à la masse entière pour effectuer l'évolution. MM. Hering, Black, Poiseuille, Cl. Bernard ont suivi cette méthode. Voici comment on exécute les expériences. On met à nu les jugulaires d'un animal (chien, cheval), on introduit dans ces vaisseaux et dans une direction centripète un corps de pompe muni d'un robinet qui renferme du cyanure jaune. Au moment où l'on ouvre le robinet, on pratique la saignée du côté opposé. On reçoit le sang dans une série de vases, et, après avoir attendu que le sérum se soit déposé, on y constate la présence de cyanure par un sel de fer.

Comme on a noté le moment où le robinet a été ouvert et par conséquent le cyanure introduit dans le vaisseau, d'autre part, les temps qui se sont respectivement écoulés pour remplir chaque vase, on en déduit le temps employé par le sang à effectuer le parcours observé. On a trouvé ainsi vingt-cinq à trente secondes. M. Cl. Bernard ayant employé l'iodure du potassium, l'a retrouvé dans les salives au bout de ce même temps.

On a fait quelques objections à cette méthode. Ainsi M. Matteucci remarque que deux solutions capables de se mêler forment rapidement un mélange par suite des effets de l'action chimique aidés par les propriétés physiques des liquides. Il n'est donc pas nécessaire pour cette diffusion que le cyanure ait parcouru tout le trajet observé. De sorte que dans ces expériences on a trouvé plutôt la vitesse de la substance injectée que celle du sang. Remarquons, en outre, qu'il est impossible d'introduire une solution

liquide dans les veines sans employer une certaine force qui non-seulement active la marche des liquides mais encore favorise leur mélange.

Mais M. Hiffelsheim a produit une autre objection. Quand on injecte un liquide dans une veine on connaît bien le trajet parcouru, mais est-il le même pour tous les autres points du circuit; c'est ce qu'il faudrait démontrer. Pour toutes ces raisons on ne peut tirer de ces expériences que des conclusions approximatives relativement à la rapidité de la circulation de certaines substances.

Deuxième méthode. — F. A. Huetlein (1846) décrit une nouvelle méthode imaginée par Volkmann pour déterminer la vitesse du sang. Prendre un tube de verre recourbé, le remplir d'eau ou d'une solution saline, le fixer entre les deux bouts d'une artère coupée transversalement, et observer la marche du sang pendant que l'on compte simultanément les battements d'une pendule ou d'une montre à secondes. Cela fait, si l'on compare cette vitesse absolue avec le diamètre du vaisseau employé, on peut calculer, d'après le diamètre du vaisseau, la vitesse du mouvement, en ayant soin de prendre pour principe que le diamètre des artères augmente depuis l'aorte jusqu'à la périphérie. Car la vitesse cherchée est à la vitesse trouvée, comme le diamètre du tronc au diamètre de ses branches. La vitesse dans la carotide du cheval fut trouvée 0,544 à 0,634 millimètres par seconde, et la vitesse dans l'aorte fut calculée de 0,593 à 0,831. Chez le chien et la chèvre, la vitesse est moindre presque de moitié, à savoir : 0,273 pour le chien, et 0,311 pour la chèvre. Il est à remarquer que ce résultat coïncide avec celui des expériences de Hering; car, d'après Hering, le cercle entre la carotide et la veine jugulaire externe s'accomplit en 26 et 28 secondes, et, d'après Volkmann, on calcule pour ce cercle 18 secondes $\frac{1}{2}$. Avec la perte du sang augmentent le nombre des battements du cœur et la vitesse du sang. Guettet estime la vitesse du sang dans les artères à 0,50 centimètres par seconde en moyenne.

Troisième méthode. — M. Hiffelsheim se sert d'une autre méthode qui se trouve dans les ouvrages et particulièrement dans Valentin et Hales. Connaissant la masse du sang, la capacité du cœur et par conséquent la quantité du sang qui peut être chassée à chaque systole ventriculaire, le nombre des contractions du cœur dans un temps donné, on doit de ces notions déduire le temps qu'emploie à parcourir le circuit une masse de sang égale à celle que renferme notre corps.

La masse du sang a été évaluée par Valentin à l'aide du procédé suivant. Supposons une dissolution saline dont la masse soit inconnue, sur 20 grammes de cette solution se trouvept 11

pour 100 de matières solides. En ajoutant à la dissolution 50 grammes d'eau, la quantité des parties solides se réduit par exemple à 10 pour 100 : la dilution ainsi opérée servira de base au calcul suivant : s'agit-il d'un animal, nous soustrayons une quantité donnée de sang par une saignée; nous constatons la fraction de parties solides, puis on injecte une quantité déterminée, on fait une nouvelle saignée et l'on constate une seconde fois la fraction des parties solides.

Cette expérience est attaquant sur plusieurs points : 1° les globules sanguins sont détruits par l'eau; 2° les vaisseaux sanguins laissent échapper une partie de l'eau injectée; 3° la sécrétion de l'urine est augmentée, et 4° enfin, les expériences étant faites sur des animaux, il reste toujours à savoir ce qui a lieu sur l'homme. Voyons les efforts que l'on a fait pour résoudre ce dernier problème.

On a cherché d'abord le rapport qui existe entre le poids du sang de l'animal expérimenté et le poids du corps entier, et l'on a comparé ces poids à ceux du corps humain.

D'après les recherches, on a admis qu'il y a chez l'homme, en moyenne, 12 à 14 kilogrammes; Wrisberg prétend avoir recueilli sur une femme décapitée 12 kilogrammes de sang. Valentin a établi un rapport entre l'âge et le poids du sang. D'après ses recherches, le poids du sang, est le suivant : à un an, 0^{kil},73; à dix ans, 5,99; à vingt ans, 14,90; à quarante ans, 15,78; à quatre-vingts ans, 14,04 pour l'homme. Chez la femme, le minimum serait 0,59, le maximum 11,50.

Ces nombres expriment plutôt le chiffre de la capacité des vaisseaux que la masse de sang qu'ils renferment; car les recherches modernes s'accordent généralement pour montrer que chez les chiens, par exemple, la quantité de sang est le dixième ou le treizième de celle du poids du corps, soit 5^{kil},790 à 7,500 pour un poids de 75 kilogrammes.

Ainsi nous avons une donnée pour résoudre notre problème, mais on le voit, elle est incertaine, vague; néanmoins acceptons la conventionnellement et faute de mieux. Voyons maintenant ce qui concerne le nombre des pulsations.

Dans la détermination du nombre moyen des pulsations, on n'a eu égard qu'à l'âge, mais la taille, le sexe, les variétés individuelles devraient aussi être prises en considération; ici encore nous avons une donnée qui est incertaine.

D'après les considérations que nous avons données (voy. t. I, p. 361), il est évident que l'on ne connaît pas exactement la capacité totale ou partielle du cœur. Cependant si l'on admet un

capacité moyenne de 75 grammes par chaque ventricule, le calcul conduit, ainsi que l'a vu M. Hiffelheim, à dire que le sang parcourt son cercle dans l'espace de 2 minutes 40 secondes. Ce chiffre est la moyenne de 1 minute 46 secondes et 3 minutes 35 secondes, nombres donnés en prenant les nombres de 12 et 14 kilogrammes comme quantité de sang contenu dans l'organisme. Mais ce nombre fourni par les recherches anciennes est trop considérable de près du double à côté des recherches récentes faites dans de meilleures conditions.

2° *Simultanéité des phénomènes de la circulation.*

Il faut savoir que la plupart des phénomènes que nous venons de décrire s'accomplissent dans le même instant et qu'ils sont simultanés. Au moment où les veines voisines du cœur se contractent pour y pousser le sang, l'oreillette se dilate, le ventricule se contracte, les artères se dilatent. Lorsqu'au contraire les veines se dilatent sous l'influence du reflux respiratoire et auriculaire, l'oreillette se contracte, le ventricule s'étend, l'artère se resserre; et les mêmes phénomènes se passent dans les deux parties du système vasculaire à la fois. Ainsi, quand les veines générales se resserrent, que l'oreillette droite se dilate, que son ventricule se contracte, que l'artère pulmonaire cède et s'étend, les mêmes parties agissent de la même manière dans le système vasculaire à sang rouge et les cavités gauches du cœur. Il résulte de là que ces diverses parties se succèdent dans chacun des deux systèmes: veines, oreillette, ventricule et artères se contractent et se dilatent alternativement, de manière que les parties voisines, les veines et les oreillettes, les oreillettes et les ventricules, les ventricules et les artères agissent toujours en sens inverse l'un de l'autre.

3° *Circulation spéciale des grandes divisions vasculaires.*

Circulation dans les vaisseaux du cœur. — Le sang, en franchissant l'ouverture vasculaire de l'aorte, se partage entre cette artère et les artères cardiaques. Ces dernières sont si courtes pour leur volume, elles ont une quantité si peu considérable de ramifications comparativement à l'aorte, enfin elles contiennent une si petite masse de sang, que leur circulation doit éprouver peu d'obstacles et être fort rapide. Cette circulation est d'ailleurs probablement favorisée par les mouvements du cœur, les efforts d'expiration; mais l'aspiration ne saurait concourir à hâter la circulation veineuse du cœur (Gerdy).

Circulation des parties sus-aortiques et sous-aortiques. — Les

divisions supérieures de la crosse aortique ont une capacité totale qui équivaut à peu près à celle de l'aorte thoracique qui leur est opposée; mais elles offrent moins d'étendue soit par leur longueur, soit par le nombre de leurs divisions, qui est beaucoup plus circonscrit. Leur masse de sang à mouvoir est aussi beaucoup moins considérable; enfin leur circulation veineuse correspondante est en partie descendante, tandis que toute celle qui correspond à l'aorte thoracique et abdominale et qui se fait par la veine cave inférieure est généralement ascendante. Or les veines, étant plus nombreuses que les artères, présentent plus de frottement et une masse à mouvoir plus considérable que les artères correspondantes, et là où la circulation artérielle est descendante et la circulation veineuse ascendante, il y a par cela même plus d'obstacles que là où s'observe une disposition inverse. Par toutes ces raisons, la circulation des parties vasculaires supérieures à la crosse aortique, y compris la veine cave supérieure, me paraît plus rapide que la circulation des parties inférieures à la crosse de l'aorte, y compris la veine cave inférieure (Gerdy).

Circulation de la tête et des membres supérieurs. — Le sang trouvant plus d'obstacles à passer par les sous-clavières que par les carotides et les vertébrales, parce que les embranchements des sous-clavières, y compris comme de juste tous les vaisseaux qui en émanent et se portent jusqu'aux doigts, sont sinon plus nombreux, du moins plus longs, et parce que leur circulation veineuse est ascendante, doit passer en plus grande abondance par la tête que par les bras et les mains; aussi le cou, la tête ont une température plus élevée que celle des mains. La circulation veineuse de la tête est d'ailleurs singulièrement soumise à l'influence de la pesanteur, et il suffit qu'un adulte baisse un instant cette partie pour que le sang y stagne et y détermine une congestion (Gerdy).

Circulation faciale. — A la face, la circulation capillaire est des plus mobiles et contribue à trahir les plus secrètes émotions de l'âme par les couleurs qu'elle y répand et qu'elle y efface tour à tour. Cette circulation est susceptible de profondes modifications, et le moindre dérangement dans la composition du sang se trahit sur la figure du malade.

Circulation cérébrale. — Quatre artères sont destinées à aller alimenter le centre nerveux, et elles arrivent au cerveau par l'intérieur et l'extérieur de cet organe. Les animaux à sang chaud ont une circulation cérébrale plus active et leur cerveau reçoit plus de sang en avant qu'en arrière. En accordant cette grande quantité de sang à l'organe encéphalique, la nature a pris des précautions admirables pour prévenir les funestes effets de l'abord trop rapide

de ce liquide sur une substance aussi délicate. Voyez, en effet, les carotides et les vertébrales au moment où elles arrivent vers la cavité crânienne : elles présentent des courbures et des flexuosités nombreuses ; on dirait qu'elles s'inclinent avant de pénétrer dans ce sanctuaire ; d'ailleurs, ces flexuosités sont encore en rapport avec les mouvements d'extension et de flexion que doit exécuter la tête sur la colonne vertébrale. En pénétrant dans la cavité crânienne, elles se ramifient à l'infini dans la pie-mère pour se distribuer ensuite dans la substance cérébrale. Si la nature a pris tant de précautions pour empêcher un abord trop violent, elle a veillé aussi à ce que le cours du sang ne fût jamais interrompu. En effet, voyez l'artère vertébrale logée dans un canal osseux où elle évite toute sorte de compression, soit de la part des muscles, soit de la part d'autres agents. Voyez aussi les carotides : elles sont situées profondément, protégées en arrière par la colonne vertébrale et en avant par tous les muscles du cou. Bien plus, lorsqu'elles arrivent près du crâne, elles rencontrent un canal ostéo-fibreux qui leur sert encore de protection. Ce n'est pas tout, dans la boîte crânienne il existe une anastomose à plein canal, entre les vertébrales d'une part et les carotides de l'autre, anastomose qui constitue l'*hexagone artériel*. Comme si tous ces moyens n'étaient pas suffisants pour assurer la circulation cérébrale, on voit, chez certains animaux, les carotides se diviser en une foule de branches et constituer ce qu'on appelle un *réseau admirable*. Voilà comment le sang arrive dans la boîte crânienne. Voyons par quel mécanisme il peut en sortir.

La tête est une boîte incompressible ; il est vrai que dans sa cavité il n'existe pas un vide barométrique, mais il y a un vide virtuel qui fait qu'il ne peut pas sortir un gramme de sang du crâne sans qu'il y en entre un gramme. Le liquide céphalo rachidien ne peut le remplacer, parce que les vaisseaux sont incompressibles eux-mêmes. En vertu de ce vide virtuel, jamais les vaisseaux du crâne ne peuvent se désempir. Examinez la tête d'un supplicié, comme l'ont fait Béclard, Abercrombie et M. le professeur Bérard, ou bien encore examinez la cavité crânienne d'un individu mort d'hémorrhagie, vous y trouverez toujours une grande quantité de sang. Pommier a vu que les animaux qui meurent par hémorrhagie ont encore beaucoup de sang dans leur cerveau. Il suit de là une conséquence très inquiétante pour la pratique : on a vu des apoplectiques se trouver plus mal après une saignée ; on a diminué alors la pression du cerveau et immédiatement les vaisseaux ont apporté du sang pour remplir le vide virtuel. C'est ce qui a fait dire paradoxalement qu'on était menacé d'apoplexie par une forte saignée.

Le sang est donc sans cesse appelé dans la cavité crânienne, et s'il n'existait pas là une disposition spéciale, la circulation serait totalement impossible. Cette disposition se trouve dans le système veineux. En effet, contrairement à ce qui se passe dans le reste de l'organisme, les veines ici n'accompagnent pas les artères, elles sortent par les points différents de la surface de l'encéphale et se rendent dans des sinus qui sont incompressibles et creusés dans l'épaisseur de la dure-mère. Ce système est la seule disposition mécanique possible pour assurer la sortie du sang de la cavité crânienne. Ces canaux sont dispersés dans tous les points et le sang y marche d'avant en arrière, à l'exception toutefois des sinus latéraux et occipitaux. Ce qui fait mouvoir le sang dans les sinus, c'est la *vis à tergo*. Cette cause serait encore insuffisante pour contrebalancer l'influence du vide virtuel, mais la respiration va jouer ici un rôle considérable. Pendant l'inspiration, le sang est attiré de la veine jugulaire interne, mais l'effet de l'inspiration ne s'arrête pas là, il se fait sentir jusque dans l'intérieur du crâne où il y a des canaux sans cesse ouverts pour faciliter l'aspiration. Aussi quand les parois du crâne sont ouvertes ou qu'elles offrent une flexibilité comme dans le fœtus, les artères cérébrales au moment de leur diastole soulèvent la masse encéphalique, de là, expansion du cerveau au moment de la systole ventriculaire et de la diastole artérielle, et un mouvement d'abaissement dans les conditions inverses.

Circulation thoracique. — On doit distinguer ici la circulation qui appartient aux viscères de celle qui appartient aux parois de la poitrine. Quant à celle qui appartient aux viscères, elle est susceptible d'une grande rapidité, parce qu'ici la masse à mouvoir et l'espace à parcourir sont très petits. D'ailleurs, cette circulation présente de nombreuses relations, soit avec celle de l'abdomen, soit avec celle du cou. Quant à la circulation pariétale, elle doit être sujette à de nombreuses modifications à cause des mouvements incessants des régions où elle se distribue. C'est probablement pour obvier à l'inconvénient de la compression que la nature a placé dans les artères thoraciques une grande quantité de fibres musculaires, mais ce qu'il y a de plus remarquable dans cette circulation, c'est la disposition du système veineux. Toutes les veines de cette région vont se rendre dans un ordre spécial de veines constituées par les deux azygos. Si les veines de cette partie s'étaient rendues dans les veines caves, comme les veines lombaires par exemple, les mouvements qui agitent le cœur auraient sans contredit gêné d'une manière fâcheuse cette circulation.

Circulation rénale. — Nous avons déjà exposé, à propos de

l'urination, quelles étaient les modifications que cette circulation pouvait subir; cependant nous devons ajouter ici quelques remarques. La circulation s'y fait d'une manière très rapide, parce que l'artère rénale, grosse et courte, ne présente que peu de frottements et une petite masse de sang à mouvoir avant de se diviser en capillaires; parce que d'ailleurs ces veines n'opposent pas proportionnellement plus d'obstacles. Par suite de la rapidité de cette circulation, des masses énormes de sang passent à travers les reins dans un temps très court et offrent à leur sécrétion des matériaux très abondants; et voilà pourquoi on peut rendre une grande quantité d'urine très peu de temps après avoir pris des boissons légèrement diurétiques, comme la bière et le vin blanc. Voilà pourquoi le rein, si petit comparativement au foie, sécrète beaucoup plus que cet organe.

Circulation du bassin et des membres inférieurs. — Il suffit de se rappeler la disposition de leurs vaisseaux pour reconnaître que la circulation doit y être beaucoup plus lente que la précédente.

Circulation du rachis. — Cette circulation présente cela de caractéristique qu'elle ne se fait pas toujours dans le même sens. Les sinus vertébraux amènent le sang dans les parties les plus déclives; de plus cette circulation est soumise d'une manière directe à l'influence de la respiration, de sorte que sous ce rapport le rachis présente beaucoup de ressemblance avec la cavité crânienne. A chaque inspiration le sang des sinus rachidiens est attiré, et refoulé à chaque expiration. Aussi, toutes les fois qu'on ouvre le rachis d'un individu qui est mort à la suite d'une asphyxie ou d'une gêne dans la respiration, on trouve ces sinus gorgés de liquide sanguin, qui quelquefois même s'extravase dans le tissu cellulo-graisseux de la cavité rachidienne.

De la mort par défaut de circulation. — De la syncope.

On donne le nom de *syncope* à la cessation, généralement momentanée, de toutes les fonctions sous l'influence de l'absence de l'afflux du sang au cerveau, phénomène qui persiste tant que la circulation cérébrale n'est pas rétablie.

Phénomènes qui caractérisent la syncope. — Le sujet qui a une syncope est tout à coup privé de sentiment et de mouvement, une excessive pâleur se répand sur tout son corps; la peau est froide et couverte d'une sueur plus ou moins abondante. Les membres restent souples et exceptionnellement ils sont le siège de mouvements convulsifs, soit partiels soit passagers; le pouls est insensible, les battements du cœur sont faibles et à peine percep-

tibles; les malades, revenant à eux assez promptement, n'accusent aucune douleur, quelques-uns même, comme Montaigne, éprouvent alors un sentiment délicieux. Il est très rare que cet état se prolonge et que la mort en soit la suite.

La syncope n'a pas toujours cette intensité. Le plus souvent elle a un degré moindre. Alors elle est précédée de gêne dans la région précordiale, de nausées. Pendant sa durée, les malades conservent la connaissance à des degrés divers. Les uns entendent un bruit confus, des bourdonnements, des sifflements, leur vue se trouble, ils semblent entourés de nuages ou plongés dans une obscurité profonde, ils font des efforts pour se mouvoir, prononcent des mots inarticulés, éprouvent quelquefois des convulsions des muscles de la face, ou bien sont pris d'excrétions involontaires des urines et des matières fécales. Dans ce cas, le pouls n'est qu'affaibli, la respiration se laisse encore apercevoir; le visage n'offre pas une pâleur extrême, la peau se refroidit moins vite. C'est cet état que l'on désigne sous le nom de *lipothymie*.

Causes de la syncope. — La syncope survient toutes les fois que par une cause quelconque, telle que la frayeur, la douleur, etc., l'influx moteur des centres nerveux sur le cœur cesse, ou diminue, au point de faire que la systole soit trop faible pour maintenir la réplétion des vaisseaux de l'encéphale dans son état habituel. Elle survient aussi lorsqu'une trop grande perte de sang conduit à ce dernier résultat, lors même que le cœur conserverait l'énergie de ses contractions; mais on sait que la diminution de la quantité de sang dans le tissu musculaire en affaiblit les contractions, en sorte que diminution de la quantité de sang qui se rend au cerveau et affaiblissement de la systole sont dans le cas d'hémorrhagie deux phénomènes qui marchent de front. Toutes les autres causes qui peuvent empêcher l'afflux du sang au cerveau, comme la production de caillots dans les carotides, peuvent aussi causer la syncope.

L'appareil encéphalique doit, pour remplir ses fonctions, être dans des conditions de pression et de pénétration continue de la part du sang, dont le maintien régulier est indispensable à la régularité de son action comme à celle des autres appareils placés sous sa dépendance. Lors donc que le sang n'afflue plus en quantité normale dans son tissu, sa nutrition et sa compression régulière cessent; son action propre cesse également d'abord, puis successivement celle de tous les autres appareils, dont les troubles caractérisant aussi la syncope viennent d'être décrits. La cessation des usages du cerveau constitue la *perte de connaissance*, fait essentiel de la syncope, et la cessation ou les troubles des autres

fonctions en sont les phénomènes accessoires ou des complications.

Lorsqu'au lieu d'une diminution dans la quantité de sang qui afflue au cerveau, il y a augmentation dite *congestion*, soit active, soit passive, on voit survenir des troubles encéphaliques d'abord et des autres appareils ensuite; mais ces troubles sont différents des précédents, car les changements survenus dans les conditions normales diffèrent. C'est ainsi qu'on voit la perte de connaissance, avec congestion de la face, etc., se manifester au bout d'une heure au plus tard, lorsqu'accidentellement un homme se trouve suspendu par les membres inférieurs.

Théories de la syncope. — Toutes les fois que le cœur cesse d'agir, dit Bichat, la mort générale survient de la manière suivante: L'action cérébrale s'anéantit d'abord, faute d'excitation; par là même les sensations, la locomotion et la voix, qui sont sous l'immédiate dépendance de l'organe encéphalique, se trouvent interrompues. D'ailleurs, faute d'excitation de la part du sang, les organes de ces fonctions cesseraient d'agir, en supposant que le cerveau, resté intact, pût encore exercer sur eux son influence ordinaire. Toute la vie animale est donc uniquement anéantie. L'homme, à l'instant où son cœur est mort, cesse d'exister pour ce qui l'environne.

L'interruption de la vie organique, qui a commencé par la circulation, s'opère en même temps par la respiration: Plus de phénomènes mécaniques dans le poumon, dès que le cerveau a cessé d'agir, puisque le diaphragme et les intercostaux sont sous sa dépendance; plus de phénomènes chimiques dès que le cœur ne peut recevoir ni envoyer les matériaux nécessaires à leur développement: en sorte que dans les lésions du cœur ces derniers phénomènes sont interrompus directement et sans intermédiaire, et que les premiers cessent, au contraire, indirectement et par l'entremise du cœur, qui est mort préliminairement.

La mort générale se continue ensuite peu à peu d'une manière graduée, par l'interruption des exhalations, des sécrétions et de la nutrition. Tels sont les phénomènes principaux qui caractérisent la syncope.

Cullen rapporte à deux chefs généraux les causes de cette affection: les unes résident et agissent dans le cerveau ou dans les parties du corps éloignées du cœur, mais qui agissent sur cet organe par l'intervention du cerveau; les autres sont celles qui résident dans le cœur même et dans les parties qui lui sont immédiatement unies.

M. le professeur Piorry en trouve la cause dans le défaut d'arrivée du sang au cerveau et non dans le défaut d'action du cœur.

Sympathies qui lient la circulation aux autres fonctions.

1° *Avec la digestion.* — Le cœur, centre de la circulation, offre de nombreuses relations sympathiques avec les organes de la digestion, puisqu'on le voit toujours modifier sa vitesse et sa force suivant l'état des ces viscères. C'est ainsi que dans les inflammations de l'intestin le pouls est petit, grêle, dépressible; c'est le *pouls abdominal* de Bordeu.

2° *Avec l'urination.* — Tous les jours le médecin peut constater l'existence de la sympathie entre le cœur et le rein. L'on sait que la digitale, puissant modificateur des mouvements du cœur, modifie aussi la tension rénale. Les diurétiques n'agissent souvent pas autrement sur le rein qu'après avoir porté leur action d'abord sur l'appareil de la circulation.

3° *Avec la respiration.* — M. Marcé a fait sur ce sujet de nombreuses recherches qu'il résume ainsi:

Chez l'adulte, en état de santé, le nombre des respirations est de 19 chez l'homme (pouls à 69), et 23 chez la femme (pouls à 77), donc la moyenne est de 20 par minute (et non 16 ou 18 comme le disent la plupart des autres auteurs), la moyenne des pulsations étant de 72.

Le chiffre qui, à l'état normal, exprime le rapport entre le nombre des pulsations et le nombre des respirations, est en moyenne de $3 \frac{1}{2}$.

Ce rapport n'est pas constant: quand le nombre des pulsations tombe au-dessous de la moyenne normale, le nombre des respirations reste proportionnellement supérieur; quand le nombre des pulsations s'élève de beaucoup au-dessus de l'état normal, le nombre des respirations, tout en augmentant d'une manière absolue, reste proportionnellement inférieur; en un mot le chiffre du rapport augmente avec le nombre des pulsations.

Étant donné, chez l'adulte et chez le vieillard, un même nombre de pulsations, le nombre des respirations chez le vieillard est inférieur au nombre des respirations chez l'adulte.

La douleur des parois thoraciques, qu'elle tiende à une névrite, à une névralgie, à un rhumatisme ou à tout autre cause, est le seul symptôme qui puisse augmenter, hors des limites normales, le nombre proportionnel des respirations.

Les affections cérébrales comateuses et les pertes de sang subites et considérables sont les seules causes qui amènent le ralentissement proportionnel des mouvements respiratoires. (*Archives générales de médecine*, 1855, juillet, p. 72.)

De la circulation dans les principaux vertébrés.

Dans la fonction que nous venons d'étudier, nous avons eu surtout en vue les mammifères où cette fonction est à son plus haut développement; mais nous devons donner un aperçu rapide de la circulation dans les autres vertébrés.

1° Chez les *oiseaux*. Il y a fort peu de différence entre le cœur des oiseaux et celui des mammifères; on trouve également chez eux les trois ordres de vaisseaux (artères, veines et lymphatiques), ainsi qu'une circulation parfaite, c'est-à-dire que le sang veineux et le sang artériel ne se mêlent nulle part.

2° Chez les *reptiles*. Ici la circulation subit de profondes modifications. Dans le plus grand nombre, et il ne faut peut-être excepter que les *crocodiles*, les deux ventricules du cœur communiquent plus ou moins largement entre eux, de manière que le sang s'y mêle; d'où il arrive d'une part que le sang dit artériel, conduit par les aortes dans tout le corps, est mélangé avec du sang veineux, ce qui doit diminuer sa force nutritive; et d'autre part, le sang veineux qui se rend dans les poumons pour y subir l'influence de l'oxygène se trouve également avec de l'artériel qui, un instant avant, y a déjà circulé: et, de plus, l'artère pulmonaire communique par deux conduits artériels avec les deux aortes antérieures, comme dans le fœtus des mammifères, d'où résulte également un mélange de sang.

Chez les *crocodiles*, le mélange du sang ne se fait pas dans les deux ventricules, mais il y a lieu un peu plus avant par une ouverture percée dans la cloison qui sépare les deux aortes.

3° Chez les *poissons*. La circulation se simplifie encore plus chez ces animaux; ici le cœur est réduit à l'oreillette et au ventricule droits ou veineux. Le cœur artériel ayant disparu avec le poumon, tous les vaisseaux qui se rapportent à cet organe ont disparu avec lui; et il n'y a en conséquence plus ni artères pulmonaires, ni veines pulmonaires. Le sang arrive à l'oreillette (droite) par les veines caves, passe de là dans le ventricule (droit), et celui-ci le pousse dans les branchies par l'artère branchiale, d'où il revient par les veines branchiales qui se réunissent pour former l'aorte, sans interposition d'un cœur artériel.

Chez les poissons le sang parti du cœur est obligé de parcourir trois systèmes capillaires avant d'y rentrer. Ainsi, 1° le cœur univentriculaire pousse le sang dans l'artère branchiale qui étant très élastique et munie d'un bulbe contractile à sa base doit activer très énergiquement le cours du sang et le rendre très rapide; 2° de

là il passe des capillaires branchiaux dans les veines artérielles qui se réunissent pour former l'aorte et à ce niveau donnent directement des branches artérielles pour la tête. L'aorte a des parois minces, mais très élastiques et contractiles, sauf chez quelques plagiostomes; néanmoins le cours du sang y est uniforme ou à peu près, et le jet du sang des artères ouvertes n'y est pas saccadé. Des artères, le sang va aux capillaires généraux, ce qui forme le deuxième ordre de capillaires qu'il traverse; 3° à la tête, le sang qui sort des capillaires revient directement à l'oreillette; mais dans l'abdomen et dans le train postérieur du corps les capillaires se réunissant en veine porte rénale se distribuent dans le foie et le rein pour s'y subdiviser une troisième fois en capillaires, au sortir desquels le sang gagne le cœur. Dans tout ce trajet complexe le sang progresse par trop plein, par *vis à tergo*, aidé de l'élasticité et de la contractilité de celles de ces veines qui sont contractiles; car toutes n'ont pas de fibres musculaires. Ce mode de circulation est très important à connaître, car voilà toute une classe d'animaux souvent volumineux, chez lesquels le cours du sang se fait d'après les deux causes ci-dessus seulement (action du cœur, *vis à tergo* ou trop plein et contraction lente des vaisseaux), bien qu'il y ait un ordre de capillaires de plus que dans notre veine porte. Il n'est donc pas nécessaire de faire intervenir pour expliquer le cours du sang dans celle-ci des causes hypothétiques que rien ne démontre (Ch. Robin, *Thèse de zoologie*, 1847, in-8, *Propositions*, p. 112 et 113).