

Ainsi les fonctions des globules sanguins sont principalement mécaniques, en raison des mouvements auxquels ils sont soumis et de leurs rapports avec les échanges gazeux : on peut dire que ces fonctions ont pour but principalement d'exciter ou d'entretenir le système nerveux, la vie nerveuse n'étant possible que si les globules sanguins sont bien constitués, et renferment la dose convenable de gaz oxygène. Aussi un animal ne peut-il perdre impunément plus de $\frac{1}{5}$ de sang ou de la masse de son cruor : s'il éprouve une perte plus considérable de globules, il succombe avec des symptômes qui ressemblent à ceux d'une fièvre nerveuse : prostration, diminution de la sensibilité, bourdonnements d'oreille, surdité, mouvements convulsifs, dyspnée et mort. La transfusion du sang frais, défibriné (en un mot la transfusion des globules), peut faire disparaître ces symptômes, et ramener la vie, si l'on s'y prend à temps ; la transfusion du liquor seul ne réussit pas.

La transfusion du sang consiste donc essentiellement en un nouvel apport de globules sanguins : ainsi cette opération ne répond ni aux espérances exagérées (rajeunissement, guérison de la folie, etc.) ni aux craintes démesurées (interdite par le Parlement en 1668) qu'elle a inspirées à son début (xvii^e siècle; Lower, Denis). Aujourd'hui on compte par centaines les cas d'hémorrhagies où le malade exsangue a été rappelé à la vie par la transfusion du sang, surtout dans les cas de métrorrhagies. Les globules sanguins doivent être empruntés à un animal de même espèce, sans quoi l'effet cherché n'est point obtenu, car des globules sanguins d'un animal quelconque ne sont pas plus aptes à entretenir la vie des tissus d'un animal d'espèce différente, que les spermatozoïdes du premier ne seraient propres à féconder l'ovule du second. Il suffit du reste d'une très-petite quantité de sang transfusé pour ramener les échanges vitaux, et permettre à l'opéré de reconstituer sa masse primitive de sang par la nutrition — Enfin on a aussi appliqué la transfusion à des cas d'empoisonnement ; cette tentative est très-légitime par exemple pour l'empoisonnement par l'oxyde de carbone, agent qui paralyse le globule rouge : et en effet elle a été couronnée de succès (Rouget),

car on remplace alors des globules inutiles par des globules propres aux échanges nutritifs et respiratoires. Cette tentative est moins légitime dans les autres empoisonnements et même dans l'urémie (1).

Les globules rouges sont donc ce qu'on pourrait appeler l'organe du sang. Quand ces globules sont en trop grande proportion, il y a alors une sorte de pléthore, la circulation est gênée et les congestions se font facilement ; on trouve quelque chose d'analogue dans le choléra, mais par un mécanisme tout autre : la déperdition énorme des liquides par l'intestin rend le sang très-épais ; les globules s'agglutinent et le rendent poisseux. — Dans toutes les maladies chroniques et dans la plupart des maladies aiguës, quand la diète dure longtemps, on observe une diminution notable dans l'organe du sang (voir p. 136). Cette diminution est proportionnelle à la durée de la maladie : dans l'anémie, dans la chlorose, elle atteint son maximum et l'on a vu des cas de chlorose où le cruor ne formait plus que le quart de la masse sanguine ; il y a alors ce que l'on appelle *hydrémie* (vu l'augmentation relative de la partie aqueuse du sang), et qui serait mieux nommée *acruorie*.

Sous le rapport de leur existence propre, les globules du sang présentent des phases d'existence : les premiers globules rouges de l'embryon proviennent des cellules du feuillet blastodermique moyen (2) ; mais chez l'adulte il est difficile de reconnaître comment cet élément anatomique se produit et se renouvelle. D'après une théorie très-répan due, que nous allons rapidement exposer, on verrait les globules rouges du sang provenir de la transformation des globules incolores, des globules blancs de la lymphe.

La transformation des globules blancs en globules rouges, douteuse pour quelques histologistes, serait cependant démontrée par un grand nombre de preuves ; citons d'abord la constatation directe : Recklinghausen, puis Kölliker ont vu la transformation des globules blancs en globules rouges

(1) Voy. L. Jullien, *De la Transfusion du sang*, Thèse de concours. Paris, 1875.

(2) Voy. Ch. Robin, *Anatomie et Physiologie cellulaires*, 1873.

se produire même en dehors de l'organisme, dans du sang conservé à la température du corps vivant, au contact d'air maintenu humide. D'autre part l'étude du sang dans la série animale montre toutes les transitions entre les deux espèces de globules : Rouget les a constatées chez des invertébrés, les siponcles. Chez les vertébrés inférieurs et surtout chez le têtard (Kölliker, Rouget) on voit la transformation des corpuscules lymphatiques en globules colorés, pourvus d'un noyau, et dans lesquels la matière colorante se dépose d'abord sous forme de granulations pour se répartir ensuite uniformément dans toute la masse du globule. Sur des embryons de lapin Rouget a montré ces mêmes transformations : là le noyau diminue puis disparaît, à mesure que la matière colorante se dépose d'abord par grumeaux, puis d'une manière uniforme. Enfin dans le canal thoracique, et même dans les veines pulmonaires (Kölliker) on a trouvé de jeunes globules rouges, présentant les caractères intermédiaires entre les globules blancs et les globules rouges parfaits. — Quant aux preuves indirectes de cette transformation, il nous suffira de rappeler que les glandes lymphatiques et la rate versent continuellement dans le torrent sanguin des globules blancs : or le nombre de ces éléments n'augmente pas normalement dans le sang, et comme on ne connaît aucune forme qui nous les représente en voie de destruction, on est forcé d'admettre qu'ils disparaissent en se transformant en globules rouges. — Enfin il faut bien que les globules rouges aient une origine, et qu'ils dérivent d'une cellule préexistante, car ces globules rouges nous représentent des formes globulaires déjà vieilles, vu la perte du noyau, la présence d'une matière colorante; si la *genèse* peut être invoquée pour la production des globules blancs, qui sont des formes d'éléments jeunes, elle ne peut l'être pour les globules rouges, qui sont des formes d'éléments vieux : l'état jeune des globules rouges ne peut nous être représenté que par des globules blancs.

Dans leur *période d'état* les globules rouges usent eux-mêmes une partie de l'oxygène dont ils se chargent, et cette présence de l'oxygène est nécessaire au maintien de leur

vitalité et de leur forme. Aussi, dans les expériences, quand on veut filtrer du sang, a-t-on soin de faire passer dans ce liquide un courant d'oxygène grâce auquel les globules conservent leur constitution et ne se dissolvent pas dans le liquor. En se détruisant dans l'économie, les globules donnent des produits évidents de leur décomposition : il est vrai qu'il n'y a guère dans le sang d'éléments qu'on puisse considérer comme les déchets des globules, mais il est des organes où il est évident qu'ils se décomposent. Si on examine comparativement le sang qui entre dans la rate, et celui qui en sort, on observe une diminution de moitié dans le cruor, d'où il faut conclure que les globules disparaissent dans cet organe. L'étude de la rate elle-même y montre d'ailleurs beaucoup d'éléments qui paraissent de vieux globules sanguins. Le sang de la veine porte présente le caractère du sang ordinaire, mais il est plus *hydrémié*, parce que le sang de la veine splénique, appauvri dans la rate, vient l'appauvrir à son tour en se mêlant à lui. — Dans les veines sus-hépatiques au contraire on trouve que le sang a gagné des globules dans la proportion de $1/2$ à $2/3$. Ainsi le foie, par opposition à la rate, serait peut-être une sorte d'atelier où se constituent les globules sanguins. (Sur ces questions controversées voyez plus loin : Rate et Foie.)

Cependant cette fonction hématopoiétique du foie n'est pas très-nettement démontrée, et même les nombres sur lesquels elle est fondée peuvent recevoir une autre interprétation : en effet ces nombres expriment le rapport des globules à la partie liquide du sang, du *cruor* au *liquor*, c'est à-dire, d'après Lehmann, que mille parties du sang de la veine porte (chez le cheval) ne contiennent que 141 parties de globules rouges (en poids), tandis qu'on en trouve 317 sur 1000 dans le sang sus-hépatique. Mais cette augmentation n'est pas absolue : il est reconnu qu'après la formation de la bile le plasma du sang est très-concentré, de sorte que l'eau du sang sus-hépatique ne forme que les $68/100$ de la totalité des éléments constituants, tandis que dans le sang de la veine porte l'eau constitue les $77/100$. Dans un liquide aussi concentré que le sang sus-hépatique,

l'augmentation des globules rouges ne saurait être considérée comme absolue. D'autre part les chiffres donnés par Lehmann représentent le poids des globules humides : or dans le sang artériel typique le poids des globules humides est à peu près (voy. p. 136) de 500 pour 1000 (moitié cruor et moitié liquor). Une interprétation exacte des nombres nous amène donc à penser que les globules rouges se détruisent plutôt qu'ils ne se forment dans le foie.

Une preuve directe consiste à chercher le rapport des globules rouges aux globules blancs dans le sang des veines portes et dans celui des veines sus-hépatiques : les recherches dans ce sens donnent pour résultat : 1 globule blanc sur 740 rouges dans la veine porte, et 1 globule blanc sur 170 globules rouges dans les veines sus-hépatiques ; cette différence ne peut tenir qu'à une production de globules blancs dans le foie, ou à une destruction de globules rouges. La première hypothèse est tout à fait en dehors de ce que l'on connaît sur la physiologie du foie : la seconde au contraire est parfaitement en rapport avec les fonctions biliaires de cet organe, puisque la matière colorante de la bile est identique à l'hématoïdine, l'un des dérivés de l'hématine du sang. On ne saurait objecter que l'on trouve la bile colorée chez des animaux qui ont le sang incolore (invertébrés), puisque Rouget a trouvé des globules colorés chez bon nombre de ces animaux, et que, chez les autres, l'hémoglobuline, ou une substance analogue, se trouve à l'état diffus, à l'état de dissolution dans le sérum sanguin, comme V. Fumouze l'a prouvé par l'analyse spectrale, même chez les invertébrés dont le sang paraît complètement incolore (1). Nous arrivons donc à conclure que le foie peut être regardé comme un des lieux où les vieux globules rouges se détruisent.

Liquor. La partie liquide du sang (*liquor* ou plasma du sang) peut être considérée comme une solution d'albumine renfermant de plus quelques sels, des graisses, des matières extractives, des gaz.

Le *Liquor* est un liquide relativement chargé d'albumine.

(1) V. Fumouze, *Les spectres d'absorption du sang*, Thèse de doctorat.

mine, car il en contient à peu près $1/10^{\text{me}}$, proportion qui se rencontre assez rarement dans les autres liquides de l'économie. De cette albumine, une faible partie (2 à 3 gr. de fibrine sèche (1) pour 1 litre de sang) est spontanément coagulable : c'est la *fibrine*. L'autre partie (70 à 75 gr. pour 1 litre de sang (2) est l'albumine proprement dite, qui ne se coagule que par la chaleur ou les réactifs.

La *fibrine* est la cause ou, pour mieux dire, le produit de la *coagulation* du sang, c'est-à-dire de ce phénomène bien connu par lequel, dès sa sortie des vaisseaux, le liquide sanguin se solidifie en une masse qui présente l'aspect d'une gelée. C'est la fibrine seule qui se coagule dans ce cas et forme une espèce de réseau dans lequel sont emprisonnés les autres éléments du sang et notamment les globules. Ce n'est pas à dire pour cela que la fibrine se constitue en fibre, comme son nom semblerait l'indiquer ; elle forme plutôt une espèce de masse spongieuse qui contient dans ses mailles toutes les autres parties du sang : puis la coagulation se prononçant de plus en plus, la partie liquide se trouve exprimée sous forme de *sérum*, liquide limpide ou un peu opalin qui contient l'albumine et les divers sels du liquor ; la masse coagulée, et qui surnage, forme le *caillot*. Le caillot ne doit pas être confondu avec le *cruor*, puisque c'est la *fibrine englobant le cruor* : le mot *sérum* n'est pas non plus synonyme de *liquor*, puisque c'est le *liquor moins la fibrine*.

On ne connaît pas bien les circonstances qui favorisent la coagulation du sang. Le froid la retarde : le contact de l'air l'accélère, et le battage, que l'on emploie pour défibriner le sang, n'agit pas autrement qu'en rendant plus intime et plus étendu le contact de l'air et de la fibrine, d'où rapide coagulation de celle-ci, qui s'attache sous forme de filaments à l'instrument employé pour battre le sang. Les globules paraissent aussi jouer un certain rôle dans ce phénomène, et hâter par leur présence la solidification de la fibrine. On sait

(1) 15 gr. de fibrine humide.

(2) 70 à 75 gr. d'albumine sèche, c'est-à-dire à peu près 481 d'albumine humide. (Voy. Robin, *Leçons sur les humeurs normales et morbides*. 1874, p. 55 et 60.)

que cette coagulation est retardée par le mélange au sang de substances telles que le sucre, un sel ou un alcali. Dans ces cas un certain nombre de globules échappent à l'action enveloppante de la fibrine et colorent le sérum en rouge, tandis que le caillot est plus pâle et peut même être tout à fait blanc dans ses couches superficielles (*couenne*) : ces *couennes fibrineuses* se rencontrent aussi dans certaines conditions pathologiques, par exemple chez les pneumoniques, où l'on voit l'éponge fibrineuse enfermant les globules

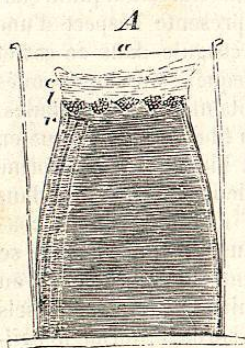


FIG. 38. — Tableau schématique d'un sang coagulé avec couenne.

recouverte d'une couche de fibrine simple, blanchâtre, lardacée, couenneuse en un mot, et renfermant à sa partie inférieure les globules blancs, qui, vu leur légèreté, tendent à monter à la superficie du liquide, tandis que les rouges tombent au fond du liquide (fig. 38). Ce phénomène peut avoir deux causes différentes, et même indépendantes d'un excès de fibrine : ou bien les globules sanguins (rouges) sont devenus spécifiquement plus lourds, ou bien la coagulation est plus lente. Dans le premier cas ils n'occupent pas le même niveau du liquide que la fibrine qui surnage et se coagule à part : dans le second ils ont le temps de se précipiter pendant que la fibrine se coagule lentement. Chez les chevaux le sang coagulé présente toujours une couenne (1).

(1) La question de la *coagulation du sang* soulève encore tous les jours quantité de travaux, qui n'ont pu cependant nous donner encore une théorie satisfaisante de ce phénomène. Aussi nous en tiendrons-nous encore à la théorie de Denis (de Commercy) et de Schmidt, théorie que nous exposons plus loin parce qu'elle ne peut être comprise qu'après l'étude des divers éléments albuminoïdes du plasma. Mais nous donne-

* a, niveau du liquide sanguin ; — c, couenne ayant la forme d'une coupe — l, croûte granuleuse avec les amas granuleux, puriformes des globules blancs ; — r, caillot avec les globules rouges (Cruor et caillot rouge). (Virchow, *Pathologie cellulaire*.)

On attribuait autrefois à la fibrine un rôle très-important dans l'économie : on la regardait d'une part comme la substance nutritive par excellence, comme une albumine perfectionnée. D'autre part on confondait la coagulation avec l'organisation, à cause de l'apparente structure fibreuse que prend la fibrine coagulée. Mais il est reconnu aujourd'hui que la fibrine est loin d'avoir cette importance : elle est rare dans les matières les plus nutritives, et sa quantité dans le sang n'est pas en raison directe de la vigueur du sujet ; au contraire, on la voit s'accumuler dans le sang après le jeûne, après une marche épuisante, dans les maladies qui amaigrissent, dans les cas où la nutrition languit, dans la chlorose, etc... Elle est plus abondante chez l'adulte que chez l'enfant. Quand on saigne un animal et qu'on lui enlève ainsi beaucoup de fibrine, on peut constater qu'après peu de temps la fibrine s'est reproduite. Ainsi donc cette fibrine ne vient pas du dehors, elle se forme dans l'organisme, et l'étude des circonstances où sa proportion augmente prouve qu'elle constitue une sorte de déchet organique. En effet le sang qui revient d'un muscle est d'autant plus riche en fibrine que le muscle a plus travaillé, qu'il vient par exemple d'être soumis à la galvanisation. La fibrine est donc bien déjà une forme excrémentitielle des produits de nutrition des tissus, se rencontrant avec d'autant plus

rons cependant ici quelques indications sur les travaux les plus récents entrepris à ce sujet.

1^o Pour Arm. Gautier (*Chimie appliquée à la physiologie*, etc. Paris, 1874, t. I, p. 509), la coagulation du sang est due à une réaction produite par la *paraglobuline*, substance exsudée du globule rouge : tout ce qui peut faire extravaser la paraglobuline, c'est-à-dire diminuer la vitalité du globule, hâte en effet la coagulation du sang, de là, la coagulation plus rapide par le battage, etc.

2^o Pour Mathieu et Urbain (*Comp. rend. Acad. des sciences*, 14 sept. 1874), c'est l'*acide carbonique* qui, en se portant sur la fibrine dissoute dans le plasma, la transforme en fibrine coagulée. En effet du sang privé rapidement de tout l'acide carbonique qu'il renferme, ne se coagule pas, à moins qu'il ne se trouve de nouveau en contact avec de l'acide carbonique.

3^o Enfin dans un travail plus récent (*Contribution à l'étude des causes de la coagulation spontanée du sang à son issue de l'organisme*. Thèse. Paris, 1875), M. Glénard, sans donner une théorie de la coagulation, a

d'abondance que le tissu a une nutrition plus active. Il est difficile de dire où disparaît, où va se détruire cette fibrine. On a prétendu que le sang qui sort du foie ne contient plus de fibrine, mais c'est là une erreur. Le sang du foie est tout aussi riche en fibrine que celui de la rate, que celui des muscles, et il n'en paraît dépourvu dans les analyses que quand on laisse la bile se mêler au sang extrait de ce viscère (Vulpian). On constate dans le sang un excès de fibrine toutes les fois qu'il y a exagération de travail, de combustions organiques : il y a donc *hyperinose* dans toute inflammation; cette hyperinose est tout à fait secondaire, et ne joue nullement le rôle de cause vis-à-vis de l'état de fièvre ou d'inflammation. Dans les épanchements on ne trouve de fibrine que si les tissus voisins sont dans un état d'inflammation capable de donner lieu à un excès de ce déchet organique : ainsi le liquide d'un hydrothorax ne contient pas de fibrine; celui d'une pleurésie en est au contraire très-riche, etc., etc.

Le liquide qui reste après la coagulation de la fibrine constitue le *sérum*. Ce sérum contient les substances albuminoïdes non spontanément coagulables dans une proportion considérable, avons-nous dit (70 à 75 gr. pour 1000). La principale de ces substances albuminoïdes est celle qui a reçu le nom de *sérine*; la *sérine* présente de grandes

cherché à bien préciser les causes qui influent sur elle et a réalisé dans ce sens une expérience intéressante qui aura certainement son influence sur les théories à venir. Voici cette expérience.

Lorsque sur un animal vivant (Cheval, Bœuf) on enlève un segment artériel ou veineux plein de sang et qu'on le conserve à l'air, le sang ne s'y coagule pas, quelle que soit la capacité du segment. Après un temps variable, en relation avec le volume du vaisseau et la masse du sang conservé, le segment sèche au point d'offrir la consistance de la corne. Si, à cet état, on reprend le sang ainsi transformé par la dessiccation, et qu'on le désagrège dans l'eau, il s'y dissout et cette solution est susceptible de se coaguler spontanément en masse. M. Glénard en conclut que la coagulation du sang est causée par le contact du corps étranger (parois du vase où il est reçu); cette influence coagulatrice du contact des corps étrangers est d'autant moins grande que, par leur structure physique, ces corps étrangers se rapprochent davantage de la structure physique du vaisseau.

analogies avec l'albumine de l'œuf, mais elle est plus endosmotique et se coagule à une température un peu plus élevée (70° au lieu de 60). Les autres matières albuminoïdes sont en proportion bien moins considérables : ce sont la *paraglobuline* (de Schmidt) et les *peptones* qui proviennent de l'absorption intestinale.

Le sérum contient des matières grasses, plus dans le sang veineux que dans l'artériel, plus après l'absorption digestive qu'après l'abstinence. En général le sérum contient de 2 à 4 pour 1000 de graisse, ce qui fait pour un litre de sang en moyenne 1,4.

On trouve encore dans le sérum une substance que l'on rapprochait autrefois des matières grasses, mais que la chimie a montrée analogue aux éthers et aux alcools, c'est la *cholestérine* (0,1 pour 1000).

C'est encore dans le sérum que nous trouvons ces composés désignés sous le nom de *matières extractives*, et qui sont aujourd'hui bien déterminés, comme : 1° *sucres*; le sang normal, ainsi que l'a montré Cl. Bernard, contient toujours du sucre qui provient essentiellement des transformations glycogéniques dont le foie est le siège (voy. DIGESTION, *fonctions du foie*); 2° des *alcools* (*cholestérine* citée plus haut); 3° des *acides gras volatils* : ce sont peut-être ces acides qui, particuliers à chaque animal, donnent lieu, quand on traite le sang par l'acide sulfurique, à une odeur caractéristique au moyen de laquelle on a prétendu pouvoir distinguer nettement le sang de l'homme de celui des animaux, et même le sang de l'homme de celui de la femme; 4° *l'urée* et *l'acide urique*, produits excrémentitiels destinés à être rejetés et dont la rétention dans le sang amène les troubles les plus graves : telles sont encore la *créatine*, la *créatinine*, leucine, xanthine, hypoxanthine, dérivés azotés.

Nous devons encore citer ici des *matières colorantes* provenant sans doute des globules et destinées à reparaitre dans quelques sécrétions et particulièrement dans la bile.

Les *sels* contenus dans le sérum (et par suite dans le *liquor*) sont tout autres que ceux que nous avons signalés dans les globules. Le sérum renferme à peu près 6 à 8 pour

1000 de sels, dont la plus grande partie à bases alcalines. La base qui domine dans le liquor est la soude (chlorure de sodium : 3 à 5 gr. pour 1000; carbonate de soude : 1 à 2 gr. pour 1000; phosphate de soude : 2 à 5 décigr. pour 1000, etc.). Le sérum est très-alcalin, et la nécessité de cette réaction se conçoit facilement si l'on songe à toutes les réductions qui doivent se faire dans ce liquide. Il est du reste peu de métaux dont la présence n'ait été soupçonnée dans le sang (*liquor et cruor*) : on en a retiré du *fer* et du *manganèse*; on y a trouvé parfois du *cuivre*, qu'il faut peut-être considérer comme normal; on prétend même y avoir rencontré de l'*arsenic*; ce n'est que rarement qu'on y a vu du *plomb*; mais ce ne sont là que de simples curiosités chimiques.

Gaz du sang. Le sang ne contient pas seulement des solides et des liquides, il contient aussi des gaz. Considéré au point de vue de la respiration, le sang est une véritable solution gazeuse : 1° Nous avons déjà vu qu'une certaine quantité d'*oxygène* avait pour véhicule le globule rouge. Une moins forte proportion de ce même gaz est dissoute dans le liquor. 2° Quant à l'*acide carbonique* il est tout entier contenu dans le sérum, partie à l'état de dissolution, partie combiné avec les carbonates alcalins qui passent ainsi à l'état de bicarbonates (Émile Fernet) (1). — L'étude complète des gaz du sang sera faite à propos de la respiration : nous verrons ainsi que le sang est essentiellement le véhicule des gaz qui servent aux combustions intimes des tissus, ou qui proviennent de ces combustions. Nous dirons seulement ici qu'en moyenne le sang contient en volume de 40 à 45 pour 100 de gaz qui se répartissent ainsi :

Sang artériel : oxygène = 16	Acide carbonique : = 28.
Sang veineux : oxygène = 8	Acide carbonique : = 32.

Appendice (voyez p. 154). La question des substances albuminoïdes du sang est une de celles qui ont donné lieu au plus grand

(1) Emile Fernet, *Du rôle des principaux éléments du sang dans l'absorption ou le dégagement des gaz de la respiration*. Paris, 1858, in-4.

nombre de travaux, et cependant elle est loin d'être complètement élucidée. Il est prouvé aujourd'hui que la *fibrine* ne provient pas des globules, comme on le croyait tout d'abord; qu'elle ne représente pas une substance dissoute dans le sang, soit à la faveur du chlorure de sodium, soit à la faveur de l'ammoniaque (Richardson), quoique l'action fluidifiante de ces substances soit incontestable. Robinet Verdeil avaient déjà montré (1851) (1) que la fibrine ne préexiste pas dans le sang comme substance concrète, mais que son état normal est l'état liquide, qu'elle n'abandonne d'ordinaire qu'en dehors de l'économie. Mais aujourd'hui on est allé plus loin, et les études récentes, encore bien incomplètes sans doute, tendent à la faire considérer comme le produit d'un dédoublement, en même temps qu'elles précisent ses rapports avec les autres substances albuminoïdes qui l'accompagnent dans le liquor du sang.

En effet, une série de recherches, fécondes en applications pathologiques, ont donné des résultats tellement semblables à Denis (de Commercy) en France, et à Schmidt, en Allemagne, que nous ne pouvons nous dispenser de les résumer en quelques lignes, pour compléter l'étude du *sérum*.

D'après Schmidt et Denis (de Commercy), la partie albumineuse du sang se compose de deux substances : l'une, la *sérine* (52 pour 1000 de sang), n'est coagulable que par la chaleur et les acides : l'autre la *plasmine* (25 pour 1000 de sang) est coagulable par le chlorure de sodium, et peut se redissoudre dans 10 à 20 parties de son poids d'eau; mais de cette solution, comme de la plasmine normale, une partie peut se séparer spontanément et se coaguler : c'est la *fibrine concrète* (3 à 4 pour 1000 de sang); l'autre reste dissoute, mais est coagulable par la sulfate de magnésie : c'est la *fibrine dissoute* (22 pour 1000 de sang). Ainsi la coagulation du sang résulte du dédoublement de la plasmine en fibrine dissoute et en fibrine concrète. Tout, dans les variations de la quantité de fibrine du sang coagulé, se réduit à un dédoublement qui partage d'une façon plus ou moins inégale la plasmine en ses deux produits : lorsqu'on trouve un excès de *fibrine concrète* (par ex. 8 gr.), il y a alors diminution de la fibrine dissoute (17 seulement dans l'exemple choisi) et vice versa.

Cette manière de voir permet de se rendre compte de tout ce qu'avait encore d'obscur la physiologie comme le pathologie de la coagulation du sang. Ainsi le sang des veines sus-hépatiques paraît ne pas renfermer de fibrine; mais que l'on précipite sa

(1) Robin et Verdeil, *Traité de chimie anatomique*.

plasmine par le chlorure de sodium, et, si l'on dissout ce coagulum dans 10 à 20 fois son poids d'eau, on verra spontanément ou par le battage se précipiter la quantité normale de fibrine concrète (2 à 4 gr.) : la plasmine du sang sus-hépatique contenait donc, comme normalement, les deux espèces de fibrine, mais une cause difficile encore à préciser (Voyez plus haut p. 156) en empêchait le dédoublement, et nous cachait ainsi l'existence de la fibrine concrète telle qu'elle est anciennement connue. D'autre part nous avons reconnu comme règle générale l'augmentation du caillot, de la fibrine dans les inflammations : cependant il est quelques inflammations où l'examen du caillot semblerait indiquer une diminution dans l'élément coagulable, une *hypinose*; mais ici encore la fibrine concrète l'emporte sur la fibrine dissoute dans la composition de la plasmine, et se révèle immédiatement si l'on parvient par un artifice à provoquer le dédoublement de cette dernière, et la formation du caillot (précipitation par le chlorure de sodium, dissolution en 10 fois son poids d'eau, exposition à l'air, battage, etc.). Nous pouvons donc conclure avec Germain Sée (Pathologie expérimentale : *des Anémies*) que dans les maladies en général, comme dans les anémies, il n'y a pas réellement excès ou défaut de fibrine, mais une plasmine plus ou moins parfaite, plus ou moins facile à dissocier en deux éléments qui se partagent d'une façon variable sa composition. Enfin, pour Vulpian, toute la partie albumineuse du sang forme probablement un composé, dont la sérine, la plasmine (et ses deux éléments), sont un produit de dédoublement, comme l'alcool et l'acide carbonique sont le produit du dédoublement du sucre. Cette manière de voir jette un grand jour sur la pathogénie des albuminuries, particulièrement des albuminuries par altération de l'albumine du sang, et des albuminuries expérimentales après ingestion ou injection d'albumine, même de l'albumine retirée précédemment du sang de l'animal. (Expérience de Cl. Bernard, de Stokvis, de Calmettes.)

Résumé sur le sang. — Principale humeur constituante : milieu intérieur. — Réaction toujours alcaline; saveur légèrement salée.

Le corps humain renferme en moyenne de 5 à 6 litres de sang.

Un litre de sang se compose à peu près de deux parties égales de *cruor* (globules) et de *liquor* (plasma). (Exactement : 446 de globules pour 554 de plasma.)

A. — Les globules se distinguent en : — 1° *globules blancs* (1 pour 300 de rouges), ou *leucocytes*, caractérisés par leur

forme sphérique, leur aspect homogène, incolore, et par ce fait que l'action de l'eau, ou de l'acide acétique, y fait apparaître de un à quatre petits amas ou noyaux; — 2° *globules rouges* : ceux-ci, en forme de disque biconcave (chez l'homme), de 7 μ . de diamètre, de 2 μ . d'épaisseur, sont colorés par une matière très-importante, l'*hémoglobine* d'où dérivent l'hématine, l'hémine (chlorhydrate d'hématine) et l'hématoïdine. Il y a 5 millions de globules rouges dans un millimètre cube de sang normal.

La matière colorante du sang donne, par l'*examen spectroscopique*, des *bandes d'absorption* caractéristiques de l'*hémoglobine oxygénée* et de l'*hémoglobine réduite* (non oxygénée) : l'*hémoglobine oxycarbonée* (empoisonnement par l'*oxyde de carbone*) donne à peu près le même spectre que l'*hémoglobine oxygénée*, mais avec cette différence capitale qu'avec les agents réducteurs on n'obtient plus alors le spectre de l'*hémoglobine réduite*.

La *fonction des globules rouges* du sang consiste à prendre l'*oxygène* au niveau de la surface pulmonaire, pour le porter dans les tissus, au niveau des capillaires généraux (voyez *Respiration*).

B. — La partie liquide du sang contient beaucoup de substance albumineuse (environ 78 à 100 grammes pour un litre de sang). Ces 78 grammes (de substance albumineuse sèche) sont composés de 3 grammes de fibrine (sèche) et de 75 grammes de diverses albumines (sèches).

La séparation et la solidification de la *fibrine* est la cause de la *coagulation* du sang. Lorsque les globules rouges se déposent au fond du vase avant la séparation de la fibrine, celle-ci se coagule alors en un caillot incolore qui vient surnager et que l'on nomme *couenne*.

Le mécanisme de la coagulation de la fibrine est encore discuté : on ne peut qu'enregistrer les causes qui la retardent (froid, contact des parois vasculaires) et qui la favorisent (contact de l'air, des parois du vase, des corps étrangers, battage, présence des globules, etc.).

Le liquide qui reste après la coagulation et la séparation de la *fibrine* est le *sérum* dans lequel on trouve :

1° Les *albumines* du sang : *sérine*, *fibrine dissoute* de Denis, *paraglobuline*, *peptones*.

2° Les *matières grasses* (2 à 4 pour 1000 de sérum).

3° Les *alcools* (cholestérine), les *sucres* (glycose), les *dérivés azotés* (acide urique, urée, etc.).

4° Les *sels minéraux* (6 à 8 pour 1000 de sérum), qui sont

dans l'ordre d'importance : le chlorure de sodium, le carbonate de soude, le phosphate de soude.

Le sang contient en volume 45 pour 100 de gaz : ce sont l'oxygène et l'acide carbonique, en proportions de sens inverse dans le sang artériel et dans le sang veineux (voyez Respiration).

CIRCULATION DU SANG.

La *circulation* consiste dans le mouvement continu du sang dans un réservoir circulaire en forme de canaux ramifiés (*appareil circulatoire*). Cet appareil, considéré dans son ensemble, forme essentiellement une série de tubes à propriétés et à fonctions différentes (fig. 39). Ce sont : — 1° *Le cœur*, réservoir musculaire, divisé en 4 cavités (chez l'homme; mais bien plus simple chez les animaux moins élevés) (1). Primitivement il forme lui aussi un tube cylindrique qui pendant la vie embryonnaire se tord et se cloisonne de façon à donner les oreillettes et les ventricules. — 2° *Les artères*, système de canaux ramifiés en forme d'arbre, remarquables au premier abord par l'épaisseur de leurs parois (fig. 39, *a*). — 3° *Les veines*, autre système ramifié comme celui qui constitue les artères, mais se distinguant de ces dernières par la minceur et la flaccidité de leurs parois (fig. 39, *p*). — 4° Entre ces deux systèmes, le *système capillaire* (qui naît des artères et aboutit aux veines), ensemble de vaisseaux très-fins, disposés en réseau (fig. 39, CP), dont les plus étroits ont généralement le diamètre des globules sanguins; leur calibre est même quelquefois moindre, mais les globules étant élastiques peuvent s'allonger et s'amincir pour traverser des canaux plus fins qu'eux (voy. p. 142).

On voit qu'en somme on peut diviser l'ensemble de l'appareil circulatoire en un organe central, *le cœur*, et un ensemble d'organes périphériques, *les vaisseaux* (artères, capillaires, veines).

(1) Voy. Ar. Sabatier, *Études sur le cœur et la circulation centrale dans la série des vertébrés*. Montpellier et Paris, 1873.

Le sang circule dans le système des vaisseaux parce qu'à l'origine de ce système (origine de l'aorte) se trouve une des cavités du cœur, destinée à y produire de fortes pressions (ventricule), tandis qu'à l'autre extrémité (veines caves)

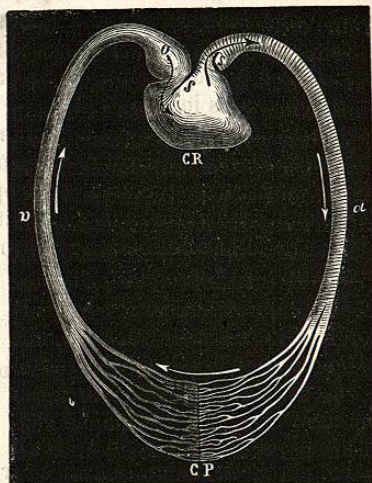


FIG. 39. — Type idéal de l'appareil circulatoire *

se trouve une autre cavité du cœur (oreillette), qui a pour action de diminuer la pression ou tout au moins de laisser libre passage au sang qu'elle reçoit pour le transmettre au ventricule; c'est ce double antagonisme entre ces deux cavités du cœur qui produit la circulation.

En un mot, le sang circule par suite de l'*inégalité de pression* dans les différentes parties du circuit vasculaire; et le cœur, dans son ensemble (oreillettes et ventricule) a pour but de maintenir cette inégalité de pression, qui, des artères où la pression est forte, fait passer le sang dans les veines, où elle est de plus en plus faible.

Les anciens n'avaient que des notions fausses et incom-

* CR, cœur, ventricule; o, oreillette; s, s, valvules; a, artères; CP, capillaires; v, veines. — Les flèches indiquent le sens dans lequel circule le liquide.