

maladies. En un mot, il faut examiner toutes les propriétés du sang successivement et parallèlement dans l'état physiologique et dans l'état pathologique.

Au point de vue physique et anatomique, on peut considérer le sang comme formé de deux parties essentiellement distinctes : l'une, liquide et incolore, constitue le *plasma* du sang ; l'autre, solide, est formée par des *globules*, tenus en suspension dans le plasma. Il y a deux espèces de globules, les uns blancs, les autres colorés. Les globules blancs existent chez les animaux invertébrés et vertébrés ; les globules rouges n'existent que chez les animaux vertébrés, et c'est à eux qu'est due la couleur rouge du sang.

Le plasma du sang est liquide tant qu'il est contenu dans le corps de l'animal : aussitôt qu'il en est retiré et surtout qu'il est exposé à l'air, il ne tarde pas à se prendre en masse, et il s'en sépare une substance solide sous forme de filaments entrelacés qui n'est autre que la *fibrine*. En se coagulant, la fibrine retient dans ses mailles les globules rouges du sang, si on ne les a pas primitivement séparés du plasma. Le plasma privé de sa fibrine et de ses globules n'est plus que du *sérum*.

La séparation du plasma des globules du sang est assez difficile, à cause de la rapidité avec laquelle le sang se coagule spontanément. Elle est cependant réalisable, et l'on y arrive en retardant le plus possible la coagulation ; les globules, ayant toujours une densité un peu plus considérable que celle du plasma, se précipitent au fond du vase, laissant à la partie supérieure le plasma presque incolore.

Le sang de cheval se prête plus facilement à cette expérience à cause de la lenteur avec laquelle il se coagule naturellement, et en second lieu parce que c'est peut-être le sang pour lequel la différence existant entre la densité des globules et celle du plasma est la plus considérable. Il est toutefois utile, si l'on veut réussir dans cette expérience, de maintenir le sang à une basse température qui ralentit la coagulation : on peut, par ce moyen, retarder quelquefois de vingt-quatre heures la coagulation du plasma, et l'on arrive assez souvent à obtenir une séparation à peu près complète des globules et du plasma.

Voici du reste, d'après Hoppe, quelques chiffres qui pourront donner une idée des proportions de plasma et de globules contenus dans le sang de cheval et les poids spécifiques de ces deux parties.

Le sang de cheval contient sur 1000 parties : plasma, 673,8 ; globules, 326,2 = 1000.

1000 parties de globules contiennent : eau, 565 ; parties solides, 435 = 1000.

1000 parties de plasma renferment : eau, 908,4 ; parties solides, 91,6 = 1000.

Poids spécifique des globules = 1,105.

Poids spécifique du plasma = 1,027.

Cette séparation du sang en globules et en plasma peut avoir lieu, non-seulement dans le sang retiré des vaisseaux, mais aussi dans le système sanguin chez l'animal vivant. C'est ce que j'ai, en effet, observé, et voici dans quelles circonstances : Je faisais autrefois des expériences sur l'influence du nerf grand sympathique cervical sur la circulation chez le cheval. L'animal était vigoureux :



un de ces chevaux percherons qu'on voit attelés aux omnibus et qui n'avait été cédé à l'expérimentateur que parce qu'il était atteint d'un commencement de morve. Le cheval était terrassé et maintenu couché sur le côté de façon que la veine jugulaire se trouvait être dans une direction presque horizontale avec le sol. J'avais fait une ligature à cette veine, qui s'était gonflée au-dessus par la stagnation du sang. Après un moment de cette stagnation, je fis une ponction par une ouverture étroite dans la portion supérieure du cylindre veineux, et je fus très-étonné de voir sortir du plasma à peu près pur, c'est-à-dire du sang presque incolore ; tandis qu'en piquant la veine dans sa partie inférieure, le sang sortit avec la couleur du sang veineux ordinaire. J'ai répété cette épreuve plusieurs fois avec le même succès sur l'animal couché ou debout, et de manière à me convaincre que dans la veine, même sur le cheval vivant, les globules dans le sang en repos se séparaient du plasma et tombaient vers les parties les plus déclives. Quand le cheval est debout, on peut cerner entre deux ligatures une certaine quantité de sang dans la veine jugulaire, comme dans une éprouvette. Après quelques instants de repos, en piquant la veine près de la ligature supérieure, on obtient du plasma à peu près pur en assez grande quantité pour en faire l'examen.

Je n'ai pas eu l'occasion de vérifier ces faits sur d'autres chevaux ; mais sur celui dont je viens de parler, la séparation des globules du plasma était extrêmement évidente.

L'animal était bien nourri, vigoureux en digestion, et

avait le filet sympathique cervical coupé. Toutes ces conditions étaient-elles favorables à la séparation des globules et du plasma ? c'est ce que d'autres expériences pourront apprendre. On doit d'ailleurs regarder ces phénomènes comme n'étant pas l'apanage exclusif du cheval ; ils appartiennent à tous les animaux, mais seulement ils sont plus difficiles à réaliser chez certaines espèces que chez d'autres. De sorte que nous pouvons dire d'une manière générale que les globules rouges du sang, à cause de leur densité plus considérable, tendent toujours à se séparer du plasma et à aller au fond du vase qui renferme le sang.

Maintenant y a-t-il d'autres conditions qui soient capables de favoriser cette séparation du plasma et des globules rouges ? La section du nerf grand sympathique, ainsi que je le disais tout à l'heure, pourrait être une condition favorable. En outre, cette précipitation des globules paraît toujours plus facile dans le sang veineux que dans le sang artériel. Chez l'homme, les affections inflammatoires favorisent aussi cette séparation des globules. Nous verrons plus tard que l'inflammation dans son essence peut être regardée elle-même comme un phénomène nerveux. Or, la section du grand sympathique, se rendant dans une certaine partie du corps, y détermine une tendance à l'inflammation et une inflammation véritable dans certaines conditions données. Depuis longtemps, on sait que le sang retiré par une saignée dans une maladie inflammatoire, forme en se coagulant une croûte blanche nommée *couenne inflammatoire* : cela vient de ce qu'avant l'arrivée de la coagulation du sang, les globules ont déjà eu le temps de



se précipiter partiellement, ne laissant à la partie supérieure que du plasma presque pur.

C'est là ce qui existe normalement chez le cheval où il se forme toujours, dans les saignées, ce que les vétérinaires appellent *le caillot blanc* ; mais chez d'autres espèces, cela ne se rencontre que dans des états qu'on appelle pathologiques, ce qui prouve une fois de plus que les états physiologiques et pathologiques se confondent dans leurs expressions.

Sur l'animal vivant, cette tendance des globules à se précipiter est empêchée par l'agitation incessante du sang par les pulsations ; mais on comprend que si, par suite d'une circonstance quelconque, les globules se précipitaient, il pourrait en résulter des obstacles à la circulation qui seraient capables de constituer ce qu'on appelle des embolies.

Disons encore quelques mots de la coagulation du sang, considérée en elle-même. Nous savons que la fibrine, que contient le plasma à l'état de dissolution, se coagule en devenant insoluble, dès que le plasma est exposé à l'air. Si on laisse la coagulation du sang s'opérer librement, dans une éprouvette, par exemple, on peut observer que la densité des globules et de la fibrine sont dans des rapports inverses, de telle sorte que si les globules tendent à se porter au fond du vase, la fibrine tend à monter à la surface, tandis que l'albumine que renferme aussi le plasma reste uniformément mélangée à toute la masse.

On a fait des analyses comparatives d'un caillot obtenu dans une éprouvette et coupé en plusieurs tranches dis-

tinctes. Les tranches inférieures ne contenaient que très-peu ou point de fibrine ; mais elles étaient presque exclusivement constituées par les globules. Les tranches supérieures au contraire étaient les plus dépourvues de globules et contenaient les plus fortes proportions de fibrine. Ces analyses sont dues à M. Lassaigue.

M. Poiseuille, se fondant, en outre, sur des expériences qui lui sont propres, a émis l'opinion que la fibrine dissoute dans le plasma pourrait bien avoir pour rôle de contre-balancer l'effet de la grande densité des globules, et de les maintenir en quelque sorte en suspension dans la liqueur du sang.

Il a observé que si l'on défibrine le sang, et si on l'injecte dans un organe, le poumon par exemple, pour y entretenir une circulation artificielle, les globules circulent mal et viennent obstruer les vaisseaux capillaires.

Je vous ai déjà dit à plusieurs reprises que nous envisageons le sang comme une sorte d'atmosphère intérieure et liquide, comme un milieu dans lequel vivent tous nos organes : c'est dans ce milieu qu'ils puisent les substances nécessaires à leur nutrition, mais c'est là aussi qu'ils rejettent leurs produits excrémentitiels ; il n'y a donc pas à proprement parler de sang pur et de sang impur, mais un sang plus ou moins riche ou plus ou moins pauvre en produits utiles.

Le plasma du sang, c'est-à-dire le sang dépouillé de ses globules rouges, est le liquide général de l'économie : il comprend la lymphe, le chyle, et tous les liquides interstitiels.

C'est donc le plasma ou la lymphe qui est le véritable



milieu dans lequel vivent tous nos organes. Quant aux globules rouges, ce sont de véritables éléments organiques vivant eux-mêmes dans ce milieu intérieur. Les vaisseaux dits lymphatiques sont donc de véritables vaisseaux sanguins, car ils contiennent le liquide général de l'économie, le milieu des échanges nutritifs. Chez les animaux inférieurs, où le sang ne possède pas de globules rouges, le liquide sanguin est une véritable lymphe; là, le sang représente le milieu nutritif dans toute sa simplicité; il ne renferme pas les éléments (globules rouges) chargés spécialement de présider aux échanges respiratoires et notamment au transport de l'oxygène, nécessaires aux combustions organiques qui, chez ces animaux, présentent une intensité beaucoup plus faible.

L'importance de la lymphe comme représentant le véritable milieu intérieur est rendue plus évidente par la connaissance des *gaines lymphatiques*, dont tous les jours on découvre la présence autour de nouveaux organes ou d'éléments anatomiques. C'est ainsi que M. Ranvier vient de décrire dernièrement les espaces lymphatiques qui entourent les tubes ou les faisceaux de tubes nerveux.

Il y a, avons-nous dit, des globules rouges et des globules blancs; ces derniers sont en nombre beaucoup plus faible; ces globules blancs sont aussi des éléments organiques, mais ils sont bien différents des globules rouges et ne peuvent en aucune manière leur être comparés.

En effet, tandis que les globules rouges caractérisent le sang et ne se rencontrent que dans le système circulatoire coloré qu'on appelle *sanguin*, les globules blancs, au contraire, existent partout, dans tous les liquides circula-

toires de l'économie, le sang, la lymphe, les liquides interstitiels. Ce sont des éléments généraux de l'organisme.

Nous devons dans nos études considérer isolément chacun de ces éléments constitutifs du sang et examiner isolément les altérations qu'ils peuvent subir : en effet, les globules rouges, n'existant que dans le sang, ne peuvent se modifier, s'altérer que dans ce liquide; tandis que si le plasma vient à se modifier, il se modifiera dans toute l'économie, parce qu'on le rencontre partout.

On peut dire avec raison que les globules rouges sont des éléments doués de propriétés vitales, mais sous ce rapport on ne saurait cependant les confondre avec les globules blancs qui sont des êtres réellement vivants et doués de mouvements qui leur sont propres. C'est donc à juste titre que l'on peut avancer que ces deux espèces de globules diffèrent à la fois par leur siège et par leur nature.

Voilà à peu près ce que l'on peut dire de plus général de la constitution physique du sang. Quant à sa composition chimique, nous aurons plus tard à l'étudier d'une manière plus particulière, et je vais seulement aujourd'hui appeler votre attention sur quelques points de cette question.

Je parlerai d'abord de la réaction alcaline du sang. Le sang est toujours alcalin; on ne l'a jamais vu présenter d'autre réaction pendant la vie, et toutes les expériences dans lesquelles il aurait été trouvé acide se rapportent à des cas entachés de causes d'erreur.

Il est évident que quelque temps après la mort, il peut



se développer dans le sang une sorte de fermentation capable de rendre sa réaction acide, mais ces réactions sont toujours cadavériques, et si le sang d'un animal vivant devenait subitement acide, la mort surviendrait aussitôt. La réaction alcaline paraît aussi indispensable au sang que l'oxygène de l'air est nécessaire à la respiration.

Il existe cependant dans l'économie un certain nombre de liquides acides; mais ils n'entrent pas dans la circulation et se trouvent en quelque sorte en dehors de l'économie.

Le fait de l'alcalinité du sang est donc très-important. Il est utile cependant de dire que l'intensité de cette réaction peut se modifier dans certaines circonstances et devenir plus ou moins alcaline. Mais c'est alors le résultat d'altérations que les expériences seules pourront nous faire connaître, et sur lesquelles nous n'avons encore pour le moment aucune indication précise.

Dans cet examen sommaire de la constitution physico-chimique du fluide sanguin, nous avons encore à parler des gaz du sang.

Vous n'oubliez pas que nous considérons toujours le fluide sanguin comme un milieu intérieur dans lequel vivent tous nos tissus et nos éléments organiques. C'est une sorte d'atmosphère liquide intérieure qui opère des échanges incessants avec l'atmosphère extérieure, dans laquelle vit l'organisme entier.

L'atmosphère sanguine contient en dissolution des gaz qui sont les mêmes que ceux de l'atmosphère terrestre, savoir : l'oxygène, l'azote et l'acide carbonique. Il faut

remarquer, toutefois, que ces gaz n'y existent pas dans les mêmes proportions que dans l'air. Vous savez, en effet, que l'air renferme, pour 100 volumes, 79,2 d'azote et 20,8 d'oxygène et des traces d'acide carbonique. Or, dans les gaz du sang, l'acide carbonique existe en abondance, et l'azote est en faible proportion. Ajoutons que l'oxygène siège principalement dans les globules rouges, tandis que l'acide carbonique est dissout en plus forte proportion dans le plasma.

Il y a de 50 à 60 volumes et quelquefois plus de gaz dissous dans 100 volumes de sang, sur lesquels on peut trouver : dans le sang artériel, 25 pour 100 d'oxygène; dans le sang veineux, jusqu'à 50 pour 100 d'acide carbonique. Dans l'un et l'autre sang, l'azote est à peu près en même proportion et n'a pas dépassé 8 pour 100.

Les nombres qui précèdent n'ont rien d'absolu; en effet, les trois gaz se retrouvent dans toutes les espèces de sangs et en proportions qui peuvent varier à l'infini. Toutefois, on peut dire d'une manière générale que chez un même animal, le sang artériel contient plus d'oxygène que le sang veineux, et le sang veineux plus d'acide carbonique que le sang artériel.

Néanmoins il ne faudrait pas accorder à ce fait une signification par trop générale, et il faut, sous ce rapport, distinguer le sang veineux des divers organes; car, ainsi que la couleur, comme je vous l'ai dit précédemment, la quantité précise de gaz oxygène et d'acide carbonique ne pourrait pas toujours servir à caractériser le sang veineux.