

face, ils paraissent plus clairs au centre, parce qu'ils y sont plus minces; vus de profil, ils ont un peu la forme d'un biscuit rétréci au milieu ou d'une *haltère*; ce rétrécissement du milieu du globule n'est qu'apparent; il est dû à un phénomène particulier d'optique.

Mais cette forme-type des globules peut se modifier dans différentes conditions.

Tout d'abord remarquons que ces éléments sont éminemment *élastiques* et que cette propriété les rend susceptibles de modifier leur forme suivant les besoins de la circulation. Il suffit en effet de suivre un globule dans le poumon d'une grenouille pour voir ce globule s'allonger en boudin lorsqu'il est obligé de parcourir un capillaire plus étroit que lui et reprendre sa forme primitive après l'avoir traversé.

De plus, la forme des globules s'altère rapidement dès qu'ils sont sortis des vaisseaux. La moindre évaporation, la moindre



FIG. 110. — Globules crénelés après être sortis du sang.

concentration du liquide dans lequel ils nagent détermine un courant d'osmose allant du globule vers ce liquide. Les globules se ratatinent alors, prennent un *aspect crénelé*, deviennent visqueux



FIG. 111. — Une goutte de sang au microscope montrant des globules empilés.

et s'empilent les uns contre les autres comme des pièces de monnaie en s'adossant par leurs faces. Si l'on n'est prévenu de ce fait,

on risque fort de méconnaître sous le microscope la forme des globules. Pour éviter cette altération, M. Hayem conseille de chauffer immédiatement jusqu'à 50° ou 60° la lame de verre porte-objet, de manière à dessécher le plasma et à fixer les globules sur la lame de verre avant qu'ils aient eu le temps de se déformer.

Dimensions. — La dimension des globules n'est nullement en rapport avec la taille de l'animal.

Les globules *elliptiques* des oiseaux mesurent de 0mm017 sur 0mm009 à 0mm009 sur 0mm006; ceux des reptiles, de 0mm022 sur 0mm014 à 0mm016 sur 0mm009; ceux des batraciens, de 0mm062 sur 0mm033 à 0mm022 sur 0mm015; ceux des poissons, de 0mm032 sur 0mm025 à 0mm009 sur 0mm006.

Parmi les mammifères, animaux à globules *circulaires*, on observe les dimensions suivantes: éléphant, 0mm009; cheval, 0mm005; chien, 0mm007; chat, 0mm0065; brebis, 0mm005; cochon d'Inde et chevrotaïn exotique, 0mm0025.

Chez l'homme, le diamètre varie de 0mm006 à 0mm009, dimensions rares et extrêmes; il est, pour la grande majorité des globules, de 0mm007 à 0mm008, ou, en d'autres termes, de 1/150^e de millimètre. Leur épaisseur égale à peine 0mm002.

Action des réactifs. — Nous avons vu combien les globules se déforment rapidement sous l'influence de l'évaporation du milieu liquide ambiant. Ces éléments ne sont pas moins sensibles à l'influence de la plupart des agents physiques et chimiques.

L'*acide carbonique* les rend sphériques et les fait paraître plus foncés. — La *chaleur* les fait quelquefois éclater en plusieurs segments. — L'*eau* s'empare de leur matière colorante et laisse de petites masses décolorées qui peuvent être colorées par l'iode. — L'*alcool dilué* agit comme l'eau, mais donne aux parties décolorées un double contour. — L'*alcool absolu* fixe les globules dans leur forme et leur couleur normales. — L'*éther*, le *chloroforme* s'emparent de la matière colorante des globules et rendent ceux-ci sphériques. — La *congélation* fait dissoudre la matière colorante dans le plasma. — Les *alcalis dilués* dissolvent les globules; il en est de même de la *bile* et d'un courant d'*oxygène* prolongé.

Structure. — Le globule rouge, chez l'homme, est une masse de *protoplasma dépourvue de noyau et d'enveloppe*.

Nous avons vu que le *noyau* existe au début chez l'embryon, mais disparaît vers le 8^e mois de la vie intra-utérine.

Quant à l'*enveloppe*, son existence a été longtemps discutée. On est à peu près d'accord aujourd'hui pour la rejeter; certains auteurs admettent cependant qu'il existe à la périphérie du globule une sorte de zone limite, de couche corticale, plus dense que les parties profondes.

Composition chimique. — Au point de vue chimique, les globules sont essentiellement formés d'un *stroma* ou *globuline* (Denis, de Commercy) renfermant une matière colorante dite *hémoglobine*. Ces substances y sont contenues dans la proportion de 1/13^e de la première pour 12/13^e de la seconde.

Les globules renferment aussi une certaine quantité (2 gr. 50 pour 1.000 de sang) de *sels minéraux* (chlorures et phosphates), et il est à remarquer que ces sels sont presque tous à base de potasse, tandis que, comme nous le verrons plus tard, ceux du sérum sont principalement à base de soude.

Ils renferment peu d'*eau* relativement à la quantité qu'en renferment en général nos éléments globulaires (2/3 au lieu de 4/5).

Insistons un instant sur la *globuline* et sur l'*hémoglobine*, les deux principes les plus importants du globule rouge.

a. *Stroma ou globuline.* — La *globuline* est une matière albuminoïde particulière qui n'entre d'ailleurs que pour une faible part dans la constitution du globule.

On peut isoler la globuline en plaçant une certaine quantité de globules frais dans un nouet de linge fin et en l'arrosant d'eau qui entraîne l'hémoglobine.

b. *Hémoglobine.* — L'*hémoglobine* ou *hémato cristalline*, qui forme les 12/13^{es} du globule, est d'une tout autre importance pour le physiologiste. C'est elle qui contient la matière colorante du sang; c'est elle qui constitue, pour ainsi dire, la partie vivante et active du globule, puisque c'est grâce à elle que cet organe se charge d'oxygène dans l'acte de la respiration (voir pour plus de détails *Respiration*).

Cette hémoglobine a été découverte et décrite en 1861 par Hoppe-Seyler. C'est une matière albuminoïde spéciale qui offre cette particularité de renfermer 0,43 de fer pour 100 dans sa composition. On peut l'obtenir à l'état de *cristaux* chez l'homme et chez certains animaux (rat, chien, cochon d'Inde). Pour cela on ajoute quelques gouttes d'éther à une petite quantité de sang

contenu dans une éprouvette; l'éther détruit les globules et met l'hémoglobine en liberté; celle-ci, d'abord dissoute dans l'éther, cristallise facilement par évaporation de ce liquide. Les cristaux d'hémoglobine sont rouges, rhomboédriques chez l'homme, tétraédriques chez le cochon d'Inde, hexaédriques chez l'écureuil.

Dérivés de l'hémoglobine. — 1^o *Hématine ou hématosine.* — Au contact de certains réactifs, l'hémoglobine se dédouble en deux substances: une *albumine spéciale* (96/100); une autre substance, plus colorée que l'hémoglobine, verte par transparence, rouge par réflexion (4/100). Cette substance est l'*hématine* ou *hématosine*. C'est elle qui contient tout le fer des globules; elle en renferme environ 7 0/0, et, comme il y a environ 400 gr. d'hématosine dans la masse entière du sang, il en résulte qu'on peut évaluer à 7 gr. la quantité de fer contenu dans l'organisme.

2^o *Hémine ou chlorhydrate d'hématine.* — L'hématine, jouant le rôle de base, peut se combiner avec l'acide chlorhydrique et donner naissance à l'hémine ou chlorhydrate d'hématine. L'hémine se présente sous la forme de cristaux en tables rhomboïdales, aplatis, à angles aigus et d'un brun intense. Ces cristaux sont *caractéristiques du sang*, et la réaction qui leur donne naissance est des plus importantes à connaître au point de vue médico-légal; c'est elle qui sert à déceler les *taches de sang*.

Pour faire cette opération, on réduit en poudre la tache suspecte et on place cette poudre sur le porte-objet; on ajoute quelques cristaux de chlorure de sodium et une petite quantité d'acide acétique. En chauffant la plaque de verre sur la flamme d'une lampe à alcool, on constate que le mélange devient noir. Si l'on a affaire à une tache de sang, cette matière noire examinée au microscope contient des cristaux de chlorhydrate d'hématine.

3^o *Hématoïdine.* — Cette substance ne peut être produite chimiquement. Elle se forme spontanément dans les épanchements sanguins anciens des cavités closes, dans les vieux foyers d'hémorragie cérébrale, etc. Elle se présente sous la forme de très-petits cristaux rhomboïdaux obliques; elle est identique à la matière colorante de la bile. Au point de vue chimique, elle diffère de l'hématosine par 4 de fer en moins et 4 d'eau en plus.

Spectroscopie du sang. — On démontre en physique qu'un rayon lumineux, après avoir traversé un prisme, se décompose et produit les sept couleurs du *spectre*, qu'on peut recueillir sur un

écran, couleurs qui sont, en allant de droite à gauche : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge ; on observe en même temps un certain nombre de *raies obscures* qui sillonnent de haut en bas les différentes couleurs ; ce sont les raies du spectre ou *raies de Fraunhofer*.

MM. Kirchoff et Bunsen ont fondé sur les modifications produites dans le spectre par l'interposition de certaines substances sur le trajet des rayons lumineux une méthode d'analyse qui a reçu le nom d'*analyse spectrale*.

Depuis lors, divers savants, MM. Hoppe Seyler (1862) et Valentin en Allemagne, Stokes et Sorby en Angleterre, Cl. Bernard, P. Bert, Benoît et Fumouze en France, appliquant cette méthode à l'étude du sang, ont obtenu des résultats fort remarquables.

1^{re} Expérience. — *Spectre du sang oxygéné.* — Si l'on place une petite auge pleine de sang oxygéné et dilué en avant du prisme qui décompose le rayon lumineux, on remarque la production de *deux raies noires* assez larges, situées entre les raies D et E de Fraunhofer, c'est-à-dire dans la couleur jaune du spectre. On constate en même temps l'extinction à peu près complète de tous les rayons les plus réfringibles à partir du bleu ou de l'indigo.

2^e Expérience. — *Spectre du sang désoxygéné ou réduit.* — Si l'on place dans l'auge du sang veineux, ou du sang débarrassé de son oxygène par un agent réducteur quelconque (sulfhydrate d'ammoniaque, sels de protoxyde de fer), les résultats sont différents. Les deux bandes noires se fondent en une seule, dite *raie de réduction de Stokes*, du nom du savant qui l'a découverte. En même temps, l'ombre qui recouvrait la partie la plus réfrangible du spectre a reculé vers le violet, de sorte que les rayons bleus apparaissent plus nettement.

3^e Expérience. — *Spectre du sang oxycarboné.* — Nous avons vu (*Respiration*) avec quelle énergie le gaz oxyde de carbone chasse l'oxygène de sa combinaison avec l'hémoglobine pour prendre sa place. Cette affinité est telle qu'elle persiste même après la mort, dans le sang du cadavre en putréfaction. Le sang ainsi chargé d'oxyde de carbone donne un spectre très-analogue à celui du sang oxygéné, avec cette différence que les deux bandes noires sont un peu déplacées vers la droite. Mais ce que ce spectre a de remarquable, ce qui le distingue du spectre du sang oxygéné, c'est qu'il ne subit aucun changement sous l'influence des agents réducteurs ; en d'autres termes, le spectre de l'hémoglobine oxycarbonée ne peut plus donner, comme celui de l'hémoglobine oxygénée, la

raie de réduction de Stokes. On comprend tout l'intérêt de cette expérience lorsqu'il s'agit de déterminer si la mort d'un individu doit être attribuée à l'asphyxie par l'oxyde de carbone.

La *spectroscopie du sang* a acquis en médecine légale une importance capitale. Les indications qu'elle fournit présentent un très-haut degré de certitude, car on n'a pas jusqu'à présent, malgré de nombreux essais (Ritter), trouvé de matière colorante dont le spectre pût être confondu avec celui du sang, ni surtout qui pût donner par les agents de réduction quelque chose d'analogue à l'apparition de la raie de Stokes. Il suffit de laver les taches suspectes et de placer le liquide qui résulte de ce lavage dans une auge en avant du prisme. Par ce moyen, Valentin a reconnu des taches de sang extrêmement anciennes sur des tables à dissection depuis longtemps abandonnées, ainsi que sur un vieux crochet qui avait servi autrefois dans une boucherie. Cette méthode est d'ailleurs d'une sensibilité extrême : Valentin a obtenu le spectre caractéristique au moyen d'une solution qui ne contenait que 1/1700 de sang, vue sous une épaisseur de 15 millimètres.

— **Physiologie du globule rouge.** — Nous avons insisté assez longuement, à propos de la respiration, sur le rôle essentiel des globules rouges pour n'avoir pas à y revenir ici. Ces globules sont, à proprement parler, l'*organe du sang*, puisque c'est par eux que le sang tient sous sa dépendance le phénomène respiratoire et la nutrition des tissus. Quand les globules rouges viennent à diminuer dans le sang dans des proportions considérables, la nutrition et l'existence du sujet sont rapidement en péril. C'est dans ces conditions que l'opération de la *transfusion du sang* se trouve indiquée. Cette opération a tout simplement pour but de donner des globules à un sang qui en manque. Ces globules doivent provenir d'un animal de même espèce, sans quoi ils sont impuissants à ramener les phénomènes de nutrition.

Nous sommes maintenant à même de fournir la démonstration d'un fait que nous avons déjà signalé en parlant de la respiration, à savoir que, *dans le globule, c'est l'hémoglobine qui possède la propriété de fixer l'oxygène*. En effet, si, dans l'expérience n^o 1, on remplace le sang par de l'eau tenant en dissolution un cristal d'hémoglobine (on a soin d'agiter un peu la solution pour y faire pénétrer l'oxygène dont l'hémoglobine est avide), on constate dans le jaune du spectre deux raies noires, tout comme si l'expérience avait été faite avec du sang oxygéné. Si l'on enlève son oxygène à cette solution d'hémoglobine en ajoutant du sulfhy-

drate d'ammoniaque ou un sel de protoxyde de fer, on obtient le spectre de l'hémoglobine réduite, semblable à celui du sang réduit, c'est-à-dire qu'on obtient une raie unique située dans le jaune.

Origine des globules rouges. — Hématopoièse. — D'où proviennent les globules rouges ? Que deviennent-ils après avoir rempli pendant un certain temps leurs fonctions ? La solution de ce point de physiologie est encore assez obscure.

Pour un certain nombre d'auteurs, les globules rouges seraient simplement un produit de transformation des globules blancs dont ils représenteraient l'âge adulte. D'une part, en effet, les globules rouges présentent les attributs des cellules déjà vieilles (absence de noyau, présence d'une matière colorante) ; d'autre part, les globules blancs sont incessamment formés par les glandes lymphatiques et la rate, et déversés dans le torrent sanguin. Or ils n'augmentent pas normalement dans le sang, et on ne les rencontre jamais en voie de destruction ; il est donc possible qu'ils se transforment, et que les globules soient le produit de cette transformation. Mais cette théorie n'est, en somme, qu'une hypothèse.

Hayem aurait vu, au contraire, de petits éléments cellulaires, les *hématoblastes*, se transformer en globules rouges. Les hématoblastes, qui ne sont autre chose que les *globulins* de Donné, ne peuvent être observés qu'à une basse température, car ils disparaissent dès que celle-ci s'élève à + 45° ou + 20°. M. G. Pouchet a montré qu'on peut les faire apparaître à volonté dans le plasma en saignant un animal à blanc. Les uns sont incolores, les autres contiennent de la matière colorante par places, et celle-ci finit par les envahir graduellement. Les hématoblastes ont un noyau qui disparaît à mesure que le globule se développe.

Les faits de M. Hayem ont été tout récemment combattus par M. Ranvier (*Société de Biologie*, 22 mars 1879). Ce savant prétend que les hématoblastes sont de simples granulations, et que la transformation de ces corpuscules en globules rouges n'a jamais été démontrée.

Dans ces dernières années, M. Neumann et M. Bizzozero ont décrit dans la moelle des os des formes de passage entre les cellules dites lymphoïdes (médullocoèles de M. Robin) et les globules rouges du sang. D'où cette opinion, un moment en faveur, que la *moelle des os* pourrait bien être un organe d'hématopoièse. M. Pouchet a voulu contrôler cette théorie par des recherches nouvelles

dont il a exposé le résultat dans une note déposée à la Société de Biologie (séance du 15 mars 1879). La méthode de M. Pouchet a consisté à provoquer, par des saignées abondantes, une régénération très-active du sang, et à observer en même temps les modifications que présentait le tissu médullaire. Or, dans ces conditions, la moelle osseuse n'a offert aucun caractère spécial ou nouveau ; M. Pouchet n'y a découvert en aucun point une prolifération plus grande des éléments. Si les recherches de M. Pouchet se confirment, la théorie de Neumann pourrait donc bien avoir fait son temps.

Enfin, d'autres auteurs ont pensé que le *foie* était chargé de présider à la formation des globules rouges (*fonction hématopoiétique du foie*). Cette hypothèse repose sur des analyses comparatives du sang de la veine porte et du sang des veines sus-hépatiques (Lehmann) ; ces analyses démontrent que les globules sont dans une proportion plus forte, *par rapport au plasma*, au moment où le sang sort du foie qu'avant son entrée dans cet organe. Mais ce fait ne prouve rien en faveur de la production de globules rouges dans le foie ; il s'explique non par une augmentation des globules, mais par une diminution du plasma ; si l'on considère, en effet, que la sécrétion de la bile raréfie le plasma sanguin, on conçoit que le rapport entre le plasma et le cruur a dû se modifier sans que le nombre des globules ait eu besoin de s'accroître. Tout au contraire, si l'on évalue le nombre des globules rouges *par rapport à celui des globules blancs*, on trouve dans la veine porte 740 globules rouges pour un globule blanc ; dans les veines sus-hépatiques, ce rapport n'est plus que de 170/1 ; or il ne se forme pas de globules blancs dans le foie ; il faut donc que les globules rouges y aient diminué. Le foie nous apparaît donc, en réalité, comme un *lieu de destruction* des vieux globules rouges, et ce rôle est parfaitement en rapport avec les fonctions biliaires de cet organe, puisque la matière colorante de la bile est identique à l'hématoidine, l'un des dérivés de l'hématine du sang.

Le même rôle doit-il être attribué à la *rate* ? D'une part cet organe contient des éléments qui ont tous les caractères des globules sanguins en voie de destruction ; d'autre part le sang qui en sort est deux fois moins riche en cruur que celui qui y pénètre.

B. — *Globules blancs ou leucocytes.*

Les globules blancs sont contenus dans le sang en bien moins grand nombre que les globules rouges. A l'inverse de ces derniers, ils ne se rencontrent pas seulement dans le sang, mais encore dans d'autres liquides et même dans l'épaisseur de certains tissus. Il est démontré aujourd'hui que les éléments dits globules de la lymphe, globules du mucus, globules du pus, etc., ne sont autre chose que des leucocytes analogues à ceux du sang.

Pour les observer, il suffit d'examiner une goutte de sang au microscope, ou mieux encore de placer sous cet instrument la membrane interdigitale ou le mésentère d'une grenouille. Dans ce dernier cas, on les voit suivre le mouvement circulatoire des globules rouges; mais ils se maintiennent toujours le long de la paroi même du vaisseau contre laquelle ils rampent, et à laquelle ils semblent adhérer. Ce phénomène est dû probablement à leur *viscosité*, qui constitue une de leurs propriétés les plus remarquables.

Les globules blancs sont de petites masses de protoplasma, sphériques, d'un diamètre de 0^{mm}008 à 0^{mm}010 chez l'homme. Leur densité est inférieure à celle des globules rouges; ils surnagent ordinairement après une saignée, comme les globules de la crème à la surface du lait. Lorsqu'on abandonne du sang à lui-même au contact de l'air, après l'avoir additionné d'une solution saline destinée à empêcher la coagulation, on observe au bout de quelques heures que ce sang s'est séparé en trois couches: 1^o une couche inférieure, formée par les globules rouges; 2^o une couche supérieure formée par le plasma; 3^o une couche intermédiaire, formée par les leucocytes qui, plus légers que les globules rouges, mais plus denses que le plasma, se tiennent en suspension entre les deux couches précédentes.

Examinés au microscope avec un grossissement de 2 à 300 diamètres, ils apparaissent comme de petits corps arrondis, à contour irrégulier, finement granuleux, d'une couleur blanc d'argent caractéristique. Dans ces conditions, il est impossible de distinguer autre chose de la structure de ces éléments, ni *noyau* ni *enveloppe*. L'*enveloppe* n'existe pas. Mais si l'on fait agir l'eau ou surtout l'acide acétique, les leucocytes gonflent, leur contour devient plus net; en même temps on constate l'apparition d'un *noyau* parfois double ou multiple; Ranvier pense que cette multiplicité du noyau ne serait qu'apparente; elle résulterait des re-

plis que le noyau trop long est obligé de former pour se loger dans le protoplasma.

Nombre. — On admet que chez l'homme il y a environ 1 globule blanc pour 300 globules rouges, ce qui en donne 46,000 pour 1 millim. cube de sang; sur une préparation de sang, on en découvre à peine 2 ou 3 dans le champ du microscope.

Mais ce chiffre peut varier dans des conditions multiples. Il est relativement plus fort chez les femelles, chez les êtres jeunes; chez la femme, la proportion des globules blancs aux globules rouges est 1/250; chez l'enfant de 2 ans, 1/200; chez le fœtus, 1/100 (chiffres approximatifs).

A l'état physiologique, il augmente après les repas (*leucocytose physiologique*). Il augmente aussi chez les femmes pendant la grossesse. Il est plus élevé dans certains départements du système circulatoire (veines de la rate, des ganglions lymphatiques, etc.); ce fait a permis de supposer que ces organes, dits organes lymphatiques ou lymphoïdes, seraient des lieux de formation des leucocytes.

Enfin, dans certaines maladies qui s'accompagnent de tuméfaction des organes lymphatiques, l'augmentation des leucocytes



FIG. 112. — Une goutte de sang dans la leucocythémie.

peut devenir permanente (leucocythémie splénique, leucocythémie lymphatique), et, dans ces conditions, leur nombre peut aller jusqu'à atteindre et même dépasser celui des globules rouges.

Mouvements des leucocytes. — Complètement sphériques lorsqu'ils sont en mouvement dans le sang, les leucocytes présentent des *mouvements amiboïdes* manifestes dès qu'ils sont extraits des vaisseaux ou dès qu'on arrête la circulation dans ces derniers. Dans ce dernier cas, ils présentent des prolongements

du côté de la paroi vasculaire, prolongements qui adhèrent à cette paroi, ce qui donne aux leucocytes l'aspect d'une *grenade*. Ces mouvements propres leur permettent non-seulement de se déplacer, mais encore de se contracter, de passer par des pores très-ténus et probablement de perforer les lamelles épithéliales des capillaires; c'est à une migration de ce genre que certains auteurs (Cohnheim, Vulpian), veulent attribuer la formation du pus (théorie de la *diapédèse*).

L'oxygène favorise les mouvements amiboïdes des leucocytes. Si l'on met une goutte de sang entre deux lames de verre, on voit que les globules blancs du bord de la préparation qui reçoivent l'influence de l'oxygène ont des mouvements très-marqués; ils poussent des prolongements qui se cramponnent au verre. Si on insinue ensuite un fragment de papier à filtrer entre les bords des deux lames de verre, on voit que les globules rouges et les globules blancs du centre de la préparation se précipitent vers le papier, tandis que ceux qui étaient déformés ne se déplacent pas.

Quand on étudie sur une préparation de sang les changements de forme de 2 ou 3 globules blancs qui s'y trouvent, il n'est pas rare d'observer que les prolongements visqueux qui se développent à leur surface s'emparent des corpuscules pulvérulents et même des globules rouges situés dans leur voisinage pour les incorporer dans la masse du globule; ce phénomène prouve bien l'absence d'enveloppe sur les leucocytes.

2° Plasma ou liquor.

Nous savons que les éléments que nous venons d'étudier et dont l'ensemble forme le *crûor* du sang sont en suspension dans un liquide qui a reçu le nom de *plasma* ou *liquor*. Nous avons vu aussi comment on pouvait séparer l'une de l'autre ces deux parties constituantes du sang. Étudions maintenant la constitution du *plasma*.

Ce plasma est un liquide transparent, ambré, dont la densité est d'environ 1030. Il est constitué par l'eau du sang tenant en dissolution tous les autres principes. Nous allons examiner successivement ces divers principes.

a. Fibrine. — Le plasma contient une certaine quantité d'une substance désignée sous le nom de *fibrine*. Cette substance se coagule spontanément quand on abandonne le sang à l'air libre;

mais dans ces conditions elle emprisonne dans sa masse les globules rouges et constitue ainsi le *caillot* (voir plus haut).

Pour l'obtenir isolément, nous avons vu qu'on peut s'y prendre de deux manières : 1° on peut battre le sang avec un balai au moment où il s'écoule du vaisseau; la fibrine s'attache au balai sous forme de filaments. — 2° Après avoir séparé le crûor du plasma par refroidissement et décantation (voir plus haut), on laisse le plasma se réchauffer; vers + 42°, il s'y forme un caillot blanc, filamenteux, élastique; ce caillot est formé par de la fibrine.

La quantité de fibrine ainsi extraite de 4,000 gr. de sang pèse environ 45 grammes à l'état frais; mais, après dessiccation, son poids n'est plus que de 3 grammes. La fibrine est donc contenue dans le sang dans la proportion de 3/1000.

Cette quantité est susceptible d'ailleurs de certaines variations. Elle n'est nullement en rapport avec la vigueur du sujet; bien au contraire, on voit la fibrine devenir plus abondante dans les cas où la nutrition est moins active, après le jeûne, après une marche épuisante, dans les maladies débilitantes, dans la chlorose, etc. Il est donc probable que cette fibrine ne provient pas de l'alimentation, mais qu'elle se forme dans l'organisme et qu'elle est un des produits de la dénutrition des tissus. M. Brown-Séquard a montré que le sang qui revient d'un muscle est d'autant plus riche en fibrine que ce muscle a plus travaillé. Il y a excès de fibrine dans le sang (*hypérinose*) dans toutes les inflammations, c'est-à-dire toutes les fois qu'il y a exagération des combustions organiques (pneumonie, etc.).

b. Sérum. — Ce qui reste du plasma, après la coagulation de la fibrine, est le *sérum*. Le sérum est donc, nous le répétons, le *plasma moins la fibrine*. Il contient par conséquent tous les principes du sang qu'il nous reste à étudier; il contient en particulier certaines substances albumineuses dont nous devons examiner les relations avec la *fibrine spontanément coagulable*.

Pour cela, soumettons le sérum à l'action successive de certains réactifs :

Ajoutons au sérum chauffé à 40° du sulfate de magnésie en poudre; il se précipite une substance albumineuse qui, desséchée, pèse environ 20 grammes. Cette substance (*métalbumine* de Schérer) a été appelée *fibrine dissoute* par Denis (de Commercy), par opposition à la fibrine spontanément coagulable que cet auteur appelle *fibrine concrète*.

Denis (de Commercy) pense que la *fibrine dissoute* et la *fibrine concrète* existent dans le sang à l'état de combinaison soluble; il donne à cette combinaison le nom de *plasmine*. Le phénomène de la coagulation du sang résulterait du dédoublement de la *plasmine*; la *fibrine concrète* se manifesterait alors sous la forme d'une matière solide; la *fibrine dissoute* resterait en dissolution dans le sérum, d'où nous avons appris à la précipiter.

On peut d'ailleurs, au lieu d'obtenir séparément les deux éléments de la *plasmine*, précipiter celle-ci en nature. Il suffit pour cela d'ajouter à du plasma une petite quantité de *chlorure de sodium* (sel marin) en poudre; il se forme un précipité crémeux qui, lavé à l'eau salée, exprimé et desséché, pèse environ 23 gr. pour 4,000 gr. de sang. Ce précipité est la *plasmine*, et l'on voit que le chiffre qui la représente (23 gr.) est bien la somme des chiffres qui représentent la *fibrine concrète* (3 gr.) et la *fibrine dissoute* (20 gr.). Si on redissout cette *plasmine* dans 10 parties d'eau, elle se dédouble en quelques minutes en *fibrine* spontanément coagulable et *fibrine restée liquide* ¹.

1. Il importe de noter ici que les auteurs sont loin d'être d'accord sur le mécanisme de la *coagulation du sang*. La théorie de Denis n'est pas la seule qui ait été proposée pour expliquer ce phénomène.

Disons d'abord qu'elle a été rééditée récemment (1876), quoiqu'en termes différents, par Olof Hammarsten. Pour cet auteur, le sang se coagulerait grâce au dédoublement d'une substance unique, le *fibrinogène*, en *fibrine* et en *fibrinoplastique*; on voit que le *fibrinogène* représente la *plasmine* de Denis, le *fibrinoplastique* représente la *fibrine dissoute* du même auteur.

Al. Schmidt (1876) pense, comme Denis, que la *fibrine* en nature ne préexiste pas dans le sang; mais pour lui la coagulation ne serait pas l'effet d'un dédoublement. Le sang, avant sa coagulation, contiendrait deux substances, le *fibrinoplastique* et le *fibrinogène* (ces deux mots n'ont pas ici la même signification que dans la théorie de Hammarsten). Au moment de la coagulation, ces deux substances donneraient naissance à la *fibrine*, non pas précisément par leur combinaison, mais par leur réaction réciproque. Quant à cette réaction, elle se produirait sous l'influence d'un ferment spécial qui semblerait avoir son siège dans les leucocytes et que l'on retrouverait intact après la coagulation.

Dans un travail récent (1878), M. Frédéricq a reproduit à peu de chose près les idées de Schmidt. Cet auteur a surtout porté son attention sur le ferment qui détermine la réaction réciproque du *fibrinogène* et du *fibrinoplastique*. Suivant lui, ce ferment prend naissance pendant la *période latente de la coagulation*, c'est-à-dire pendant le

c. **Caséine et paraglobuline.** — Nous venons de débarrasser le sérum de sa *fibrine dissoute*. Mais il reste encore chargé d'une forte proportion de principes albumineux.

Si on le *neutralise* en l'acidifiant légèrement, il se précipite un peu de *caséine* et un peu de *paraglobuline*.

Peptone. — Il y a encore, en quantité variable, de la *peptone* ou *albuminose* que l'on peut isoler en mettant le sérum dans un appareil dialyseur; la *peptone* dialysable passe avec les sels solubles dans l'eau qui entoure le dialyseur.

Albumine ou sérine. — Reste enfin la substance albumineuse principale du sang, l'*albumine proprement dite* ou *sérine*, coagulable par la *chaleur* à 80°. Son poids, à l'état sec, est de 50 gr. pour 4,000. Mais en général on désigne sous le nom collectif d'*albumine du sang* tous les principes albumineux autres que la *fibrine concrète*, c'est-à-dire la *fibrine dissoute*, la *sérine*, etc., ce qui porte à 70 gr. environ la quantité d'*albumine* contenue dans 4,000 gr. de sang.

Par cette série d'opérations, nous avons retiré du sang tous les principes albumineux. Nous pouvons résumer cette analyse dans le tableau suivant :

| | | Grammes. |
|--|---|--|
| Substances albumineuses du sang. | Plasmine précipitable (par le chlorure de sodium). | Fibrine concrète (spont. coagulable). 3 |
| | | Fibrine dissoute (précip. par le sulfate de magnésie). 20 |
| | Sérine coagulable par la chaleur. | 50 |
| | Caséine, paraglobuline (précipitées par quelques gouttes d'acide). Albuminose ou peptone (isolable par dialyse). | Quantité variable. |
| | | Environ 73 gr. |

temps qui s'écoule entre la sortie du sang de l'organisme et sa coagulation spontanée; pendant cette période, le sang subit donc des changements qui favorisent la coagulation. Ce ferment de la *fibrine*, comme tous les ferments solubles, s'obtient en traitant par l'alcool fort le sérum ou le sang exprimé du caillot; le précipité, reçu sur un filtre, desséché à l'air libre, puis par l'acide sulfurique délayé dans un peu d'eau et filtré, fournit une solution absolument neutre.

Le travail de M. Frédéricq a encore mis en lumière un fait impor-