

ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften

Cours de microscopie complémentaire des études médicales

Donné, Alfred

Paris, 1844

ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften

Shelf Mark: Ui VI 1692

DEUXIÈME LEÇON. DES PARTICULES DANS LE SANG OU DES GLOBULES
SANGUINS:

[urn:nbn:de:hbz:38m:1-118850](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:38m:1-118850)

DEUXIÈME LEÇON.

DES PARTICULES SUSPENDUES DANS LE SANG
OU DES GLOBULES SANGUINS.

Le sang n'est pas un liquide homogène, une dissolution de matières entièrement solubles, et privée, dans l'état de vie, de toute substance solide et concrète. S'il en était ainsi, nous ne pourrions pas suivre et voir, comme nous le voyons au microscope, le cours et la marche du sang dans l'intérieur des vaisseaux. Le mouvement d'un liquide homogène coulant dans des vaisseaux exactement pleins, ne serait pas sensible à la vue, tandis que le mélange de particules solides qui se meuvent et se déplacent, rend le cours du sang parfaitement appréciable à la vue, ainsi que nous le dirons lorsque nous étudierons le fluide sanguin dans les vaisseaux et le phénomène de la circulation.

Le sang contient donc des particules solides, nageant dans ce fluide, circulant avec lui, et auxquelles il doit plusieurs de ses propriétés importantes. Ces particules sont en nombre incommensurable, et la moindre gouttelette de sang en renferme des myriades; jusqu'à ces derniers temps, les observateurs n'en connaissaient et n'en décrivaient que d'une seule espèce : les globules rouges ou sanguins proprement dits, les seuls que l'on aperçoive par les procédés ordinaires d'observation, et

dont le nombre est incomparablement au-dessus de celui des autres espèces de globules qui existent en même temps dans le fluide. Ceux-ci, relativement rares et disséminés, sont cachés par les premiers, qui remplissent entièrement le champ du microscope, et ils ne peuvent être découverts qu'à l'aide de certaines précautions : aussi ne s'est-on, pendant bien longtemps, occupé que des globules rouges ou sanguins proprement dits. Les autres, dont on avait bien remarqué de temps en temps quelques traces, n'avaient pas fixé et ne semblaient pas mériter l'attention ; on leur attribuait d'ailleurs une fausse origine, en les considérant comme des débris des premiers ; on verra au contraire combien leur étude est digne de nous intéresser aujourd'hui.

Les petits corps solides, répandus dans le sang, se distinguent par des formes régulières et constantes, par une composition complexe et une structure déterminée ; ils ont une véritable organisation, et on peut même dire une vie propre ; car ils ont un commencement, un développement et une fin. Ils passent par diverses transformations successives, depuis leur origine jusqu'au moment où ils ont accompli leur évolution et rempli leur but final, qui est de constituer le fluide vraiment organisateur, le *bildungsflüssigkeit* des physiologistes allemands. Les globules sanguins n'ont qu'un état transitoire, pendant lequel ils jouissent sans doute de quelque action spéciale sur l'organisme ; mais ils ne servent pas, ainsi qu'on l'avait établi dans une théorie ingénieuse qui a longtemps régné dans l'école, à former par la réunion de leurs noyaux en chapelet, la fibre élémentaire organique ; ils ne concourent pas directe-

ment au développement des organes par leur adjonction mécanique, et jamais on ne les voit sortir des vaisseaux pour aller s'incorporer aux tissus. En un mot, les globules suspendus dans le sang ne sont pas le dernier terme de l'élaboration du fluide sanguin.

Étudions maintenant ces diverses espèces de globules ; observons leur forme, leur dimension, leur structure, leur composition intime ; voyons comment ils se comportent avec les agents extérieurs et les réactifs chimiques : apprenons enfin à les distinguer les uns des autres par des caractères assez nets pour pouvoir les reconnaître partout où ils se trouveront, et sans jamais les confondre avec d'autres.

Il existe trois espèces de particules en suspension dans le sang et roulant avec lui : 1°. les globules rouges ou sanguins proprement dits ; 2°. les globules blancs ; 3°. les globulins.

Indiquons d'abord la manière de préparer le sang pour l'observer au microscope. Cette préparation est bien simple : elle consiste à déposer une très-petite gouttelette de sang (grosse comme une tête d'épingle) sur une lame de verre bien propre, puis à placer un autre petit carré de verre mince sur la goutte de sang, de manière à l'étendre, en couche très-mince et transparente, entre les deux lames de verre. Dans cet état, la substance est bien disposée pour être soumise au microscope et observée avec un grossissement de trois à quatre cents fois. Les globules sanguins se distingueront nettement, séparés les uns des autres ou réunis en chapelet, mais non agglomérés en masses confuses. Une piqûre faite au bout du doigt est le moyen le plus

commode pour se procurer le sang humain que l'on veut étudier de cette manière.

Quant aux réactifs que l'on veut faire agir sur les globules, je répète ce que j'ai dit dans l'introduction : on les introduit par capillarité entre les surfaces des lames, en déposant une goutte du liquide au bord de la lame de verre supérieure à son point de contact avec la lame inférieure.

GLOBULES ROUGES.

La forme, la dimension et la structure de ces globules sont différentes, suivant la classe d'animaux auxquels ils appartiennent : circulaires dans le sang des mammifères, ils sont elliptiques dans le sang des oiseaux, des poissons et des reptiles. Chez tous les animaux, ils sont plats; nulle part on ne les trouve renflés dans tous les sens ou sphériques. Ils contiennent la matière colorante du sang : c'est à eux que ce liquide doit sa couleur rouge.

Le sang de l'homme, que nous prenons pour type du sang des mammifères, offre donc des globules circulaires, aplatis, renflés vers leur contour, et légèrement déprimés dans leur centre, qui paraît clair ou obscur suivant que l'on approche l'objet plus ou moins du microscope (*fig. 2 et 3*) : on se fera une idée assez juste de leur forme en se les représentant comme de petites lentilles molles dont on aurait déprimé le centre par une légère compression.

D'après cette forme, on conçoit qu'un globule sanguin roulant dans un liquide, doit se présenter alter-

nativement par la face et par la tranche, comme ferait une pièce de monnaie (*fig. 4*).

Cette forme et cet aplatissement des globules sanguins, si faciles à constater à la première inspection microscopique, n'ont pourtant pas été reconnus d'abord, et beaucoup d'observateurs ont décrit ces globules comme étant de petites sphères. Cette erreur tient moins à l'imperfection des instruments qu'on employait alors qu'au procédé dont on se servait pour disposer les objets sous le microscope. On délayait, comme on le fait encore aujourd'hui, et comme c'est nécessaire dans une foule de cas, la matière avec de l'eau; mais, ignorant que le premier effet du contact de l'eau sur les globules sanguins des quatre classes d'animaux vertébrés, est de modifier leur forme, de les renfler dans un sens en les diminuant dans l'autre, de les rendre sphériques en un mot, on considérait cette forme comme primitive et comme leur appartenant réellement. Ce n'est pas le seul exemple d'erreur commise par suite de l'action des modificateurs et de l'eau en particulier, dont on méconnaissait l'effet. Nous retrouverons un fait analogue à propos des globules de sang d'oiseau, auxquels on attribuait une forme anormale à leur origine dans l'embryon.

On n'est d'accord sur la véritable dimension des globules du sang comme de beaucoup d'autres objets microscopiques très-petits, que depuis que l'on possède des moyens de mesure d'une exactitude rigoureuse, et d'un emploi commode; l'application de la *camera lucida* au microscope a mis tous les observateurs à même de s'assurer très-approximativement de cette dimen-

sion, et l'on ne diffère plus aujourd'hui que de quelques centièmes de millimètres sur le diamètre de ces petits corps. Les globules de sang humain ont de $\frac{1}{120}$ à $\frac{1}{125}$ millimètre, et les variétés que l'on trouve dans les observations à cet égard dépendent moins de l'imperfection des moyens de mesure, que de la variété même qui existe dans la grosseur des globules du même sang; tous les globules, en effet, n'ont pas strictement la même dimension, et il y a des différences entre eux, sous ce rapport, dans les limites que nous venons d'indiquer.

C'est aux globules dont nous parlons qu'appartient la matière colorante du sang, c'est à eux que ce liquide doit sa belle couleur rouge; le sang privé de ses globules est incolore, ou légèrement jaunâtre comme le sérum, et nous avons vu, dans l'expérience de Müller, le caillot de fibrine décoloré quand il est séparé des globules.

Toutefois, la couleur des globules n'apparaît pas au microscope lorsqu'on les observe par le procédé ordinaire, et cette circonstance est toujours remarquée avec quelque surprise par les personnes qui considèrent les globules sanguins pour la première fois; elles s'étonnent de ne voir qu'une légère teinte jaune-clair qui ne leur rappelle pas du tout la belle couleur rouge du sang.

C'est qu'en effet la couleur des corps disparaît lorsqu'ils sont réduits à une extrême minceur, et qu'on les regarde par transparence ou par *réfraction*. Il arrive pour les globules sanguins ce qui se présenterait pour une lame de verre rouge réduite à une pellicule très-mince, et que l'on placerait entre l'œil et la lumière :

la couleur serait à peine sensible, et pour l'apercevoir il faudrait mettre plusieurs de ces lamelles les unes sur les autres, ou bien les examiner, non par transparence, mais en laissant tomber la lumière à leur surface ou par *réflexion*.

C'est ce qui se passe pour les globules sanguins que l'on soumet au microscope; pour les bien voir, pour distinguer nettement leurs formes et leurs contours, il faut qu'ils soient libres et détachés les uns des autres; c'est pourquoi on a soin d'étendre une très-petite couche de sang entre deux lames de verre, afin de pouvoir observer des globules isolés, et non accumulés et confondus ensemble, comme ils seraient dans une couche plus épaisse; la coloration de ces particules si excessivement minces et traversées par une lumière très-vive, disparaît alors presque entièrement, ou plutôt il n'en reste qu'une légère nuance jaune.

Mais si l'on veut reconnaître la couleur réelle des globules sanguins, et s'assurer qu'ils sont véritablement rouges, il suffit de les examiner réunis en petites masses, ou bien en faisant tomber la lumière sur eux comme si on observait un corps opaque, pour voir aussitôt apparaître leur teinte d'un beau rouge.

COMPOSITION INTIME DES GLOBULES SANGUINS.

Après avoir passé en revue les caractères extérieurs des globules sanguins, leur forme, leur dimension, leur couleur, tâchons de pénétrer dans leur intérieur et de nous faire une idée de leur structure et de leur composition.

Nous venons de voir que les globules sanguins sont de petits corps plats, circulaires, légèrement déprimés au centre ; mais leur texture est-elle homogène, et peut-on les considérer comme résultant simplement de la division extrême d'une matière identique ?

Constatons d'abord qu'ils sont d'une grande flexibilité, qu'ils s'étirent, qu'ils s'allongent, qu'ils se plient en tous sens, et qu'ils reviennent ensuite à leur forme première avec une parfaite élasticité. Ce caractère est commun aux globules des divers sangs d'animaux. On a très-souvent l'occasion de vérifier cette propriété, lorsqu'on voit les globules sanguins courir entre deux lames de verre par l'effet de la capillarité, ou bien lorsqu'on les observe pendant la vie, circulant dans les vaisseaux ; on les voit passer à travers tous les obstacles, s'insinuer et glisser dans les passages les plus étroits et les plus sinueux, en s'allongeant et se pliant pour s'accommoder aux directions qu'ils doivent prendre, aux difficultés qu'ils ont à franchir ; arrêtés à l'éperon formé par deux vaisseaux qui se séparent sous un angle aigu, ils restent souvent à cheval, pour ainsi dire, sur cette saillie, pliés en deux, et flottant jusqu'à ce que la force du courant les entraîne d'un côté ou de l'autre.

Tirons déjà de cette propriété les deux conséquences suivantes : 1°. c'est qu'en admettant des orifices aux parois des vaisseaux, pour le passage du fluide organisateur qui va constituer les organes, ou bien un ordre de vaisseaux plus petits que ceux dans lesquels on voit circuler les globules rouges, la dimension et la grosseur de ces globules ne seraient pas les seules causes

qui les empêcheraient de passer et d'être admis dans ces vaisseaux. S'il n'existait pas à ces orifices, ou à l'origine de ces vaisseaux, une propriété particulière, une sorte de faculté élective (qu'on me passe l'expression, je ne l'emploie que pour me faire comprendre et sans y attacher aucune opinion), les globules sanguins, en vertu de leur élasticité, franchiraient aisément ces ouvertures, quelle que soit leur dimension; ce n'est certainement pas d'après le diamètre relatif des vaisseaux et des globules que l'on doit calculer la limite que ceux-ci peuvent atteindre dans les différents ordres de vaisseaux; il est facile de s'assurer, en contemplant le magnifique spectacle de la circulation du sang dans la langue de la grenouille, et jusque dans les follicules de cet organe, que les globules sanguins traversent des canaux d'un diamètre plus petit que le leur propre.

2°. La seconde conséquence est relative à la difficulté de retenir sur les filtres les globules du sang des mammifères, ces globules passant à travers les papiers les plus serrés; cette difficulté ne doit pas être seulement attribuée à la petitesse des globules, mais aussi à leur faculté de s'allonger, de s'effiler; à la vérité, des globules sanguins très-gros, comme ceux de la grenouille, ne passent pas avec la même facilité, mais outre qu'ils sont d'une dimension beaucoup plus considérable que ceux des mammifères, ils sont en même temps moins élastiques, probablement à cause de la densité de leur substance interne; d'autres globules, plus petits que ceux du sang de l'homme, mais d'une autre nature et d'une consistance rigide et inflexible, tels que les glo-

bules du lait, restent sur les filtres et ne pénètrent pas au travers des papiers suffisamment serrés.

En voyant la manière dont l'eau agit sur les globules du sang, la manière dont elle les pénètre, les modifie et les transforme en petites sphères; en suivant surtout l'action de l'acide acétique qui, ainsi que nous le répéterons plus loin, fait éclater les globules sanguins des mammifères comme des bulles et sans laisser de résidu, on est porté à les considérer comme des vésicules aplaties, renfermant dans leur intérieur une substance plus ou moins fluide. Pour moi, c'est l'opinion à laquelle je suis définitivement arrivé, après un nombre considérable d'observations, de recherches et d'expériences, suivies et répétées pendant plus de dix années; une vésicule colorée, circulaire, aplatie, éminemment flexible et contenant une matière semi-liquide, telle est la définition à laquelle je me suis arrêté pour le globule du sang des mammifères, et de l'homme en particulier.

Quant à la substance dont est composée la vésicule, elle se comporte comme étant de nature albumineuse; elle se dissout en effet dans l'eau, dans l'acide acétique et l'ammoniaque, elle résiste et se condense sous l'influence de l'acide nitrique.

DU NOYAU CENTRAL.

C'est ici le lieu de parler du noyau central dont il a été si souvent question, à propos des globules sanguins, et qui a été l'objet de tant d'opinions diverses; je ne rapporterai pas toutes ces opinions, il serait inutile

de les discuter ; je me bornerai à dire que la plupart des observateurs ont admis dès longtemps l'existence d'un noyau solide dans l'intérieur des globules sanguins en général et sans distinction de classes d'animaux ; il est évident que cette opinion est résultée de l'examen des globules du sang de grenouille, qui ont presque toujours servi de type aux recherches des micrographes, et c'est par analogie que l'on a étendu aux autres espèces de sang ce que l'on remarquait dans celui-ci ; les globules du sang de grenouille, par leur volume et par la facilité avec laquelle on peut en avoir sans cesse à sa disposition, se prêtent merveilleusement aux observations microscopiques ; et il est incontestable qu'ils offrent toutes les apparences d'un noyau solide existant au centre d'une enveloppe membraneuse ; presque aucun observateur ne met en doute cette disposition du globule sanguin de la grenouille et des autres reptiles, des poissons et même des oiseaux ; je partage tout à fait cette manière de voir, à l'égard de ces globules, quoiqu'on n'aperçoive pas d'abord le *nucleus* et qu'il ne soit rendu visible que par l'action de l'eau ; mais ce n'est pas une raison de croire qu'il en soit de même pour les globules des mammifères, et c'est à mon avis pousser l'analogie trop loin, que de conclure rigoureusement de la composition des uns à celle des autres. Il est prudent, en fait de microscopie, de s'en tenir à ce que l'on voit, sans se laisser entraîner par des analogies plus ou moins probables ; cette science, plus qu'aucune autre, demande une grande réserve, les corps dont elle s'occupe ne pouvant ni être maniés ni être soumis aux mêmes épreuves

que ceux que nous touchons et qui tombent naturellement sous nos sens ; certes, je n'exclus pas les inductions que l'on peut tirer de ses observations ; mais il faut d'abord bien déterminer ce que l'on voit, bien circonscrire les faits appréciables sur lesquels tous les observateurs peuvent tomber d'accord, et faire nettement la part du positif avant de se livrer à la théorie ; or, on ne voit pas, ou du moins presque aucun observateur ne prétend apercevoir de noyau solide dans les globules du sang des mammifères, et tous les efforts que j'ai faits pour ma part dans cette intention, ont été vains ; jamais je n'ai pu rendre ce noyau sensible dans les globules de sang humain ou de tout autre mammifère, ni par l'observation à l'aide des meilleurs instruments, ni par l'emploi d'aucun réactif chimique ; les substances les plus propres, soit à colorer le nucléus, soit à agir sur lui autrement que sur son enveloppe, à dissoudre celle-ci en condensant l'autre, n'ont amené aucun résultat, et j'en suis toujours revenu, après des recherches multipliées, à considérer les globules sanguins de l'homme et des mammifères comme étant formés, ainsi que je l'ai dit, d'une vésicule contenant une matière semi-liquide ; le noyau solide des globules elliptiques serait remplacé dans les globules circulaires de la première classe des animaux vertébrés, par une substance fluide, et l'analogie se trouverait ainsi suffisamment conservée.

Les globules circulaires ont une singulière propriété, qui a frappé tous les observateurs et qui sans doute a contribué à répandre l'opinion d'après laquelle ils serviraient à constituer la fibre élémentaire des tissus, en

s'accolant les uns aux autres; à peine a-t-on étendu une gouttelette de sang entre deux lames de verre, qu'on voit les globules se réunir face à face en séries régulières, et former des chapelets, ou plutôt des piles dont on ne peut pas donner une idée plus exacte qu'en les comparant à des piles de pièces d'or renversées sur une table (*fig. 5*); le sang obtenu d'une piqûre du doigt est surtout très-propre à observer ce phénomène, qui se produit au reste toutes les fois que les globules sanguins peuvent se mouvoir librement entre deux lames de verre. Mais je le répète, cette propriété n'appartient qu'aux globules ronds, c'est-à-dire à ceux du sang des mammifères, et jamais les globules ovales, c'est-à-dire ceux du sang des trois autres classes d'animaux vertébrés, ne présentent rien de semblable; ils se groupent au contraire par masses irrégulières et dans tous les sens.

On serait tenté de croire que cet accolement des globules circulaires est déterminé par la coagulation de la fibrine, qui servirait de moyen d'union entre ces petits corps; mais il n'en est rien; cette circonstance se manifeste également lorsque la défibrination du sang a été préalablement opérée.

Une certaine quantité de globules échappent à cette sorte d'attraction qui réunit le plus grand nombre d'entre eux; quelques-uns restent libres et isolés à côté des chapelets réguliers formés par les autres; nous aurons occasion par la suite de revenir sur ces différences dans la manière d'être et les caractères extérieurs des globules sanguins, qui montrent que tous les globules d'un même sang ne sont pas absolument identiques.

Une anomalie singulière a été signalée par un observateur distingué, dans la forme des globules sanguins d'une seule famille de mammifères, la famille des caméliens; M. Mandl a reconnu que les globules du sang des chameaux étaient elliptiques comme ceux des oiseaux ou des poissons (*fig. 6*); mais l'anomalie, ainsi que nous l'avons vérifié, ne porte absolument que sur la forme et nullement sur la structure intime; ces globules n'ont pas plus de noyau solide que ceux des autres mammifères, et ils se comportent avec les réactifs de la même manière que ceux-ci; c'est-à-dire que le contact de l'eau ne manifeste aucune trace de substance solide au centre, et que l'acide acétique les dissout sans laisser de résidu, et en les faisant éclater de la même manière que les globules de sang humain.

DES GLOBULES DU SANG D'OISEAU, DE POISSON ET DE REPTILE,
OU DES GLOBULES ELLIPTIQUES.

Les globules elliptiques du sang d'oiseau, de poisson et de reptile ayant des caractères communs, quelle que soit d'ailleurs leur grosseur, nous prendrons le sang de grenouille comme exemple, pour tracer les principaux faits relatifs à l'histoire de ces globules.

Les globules du sang de grenouille, sont comme nous l'avons dit, elliptiques, aplatis, puisque tous les globules sanguins sont plats, très-minces sur les bords et légèrement renflés au centre, au lieu de présenter une dépression comme ceux des mammifères (*fig. 7*); ils sont beaucoup plus gros (3 ou 4 fois) que ces derniers, leur grand diamètre n'ayant pas moins de $\frac{1}{37}$ millim. et le petit $\frac{1}{75}$; ils se présentent tantôt par la face et tantôt

par la tranche en roulant sur la lame de verre, s'allongent et se plient suivant les obstacles qu'ils rencontrent, et n'affectent aucun ordre régulier dans la manière dont ils se groupent entre eux au moment où ils cessent d'être en mouvement. Au premier abord on ne distingue pas de point obscur au centre, et ce n'est qu'au bout d'un certain temps après leur sortie des vaisseaux et leur séjour sur la lame de verre, que l'on commence à reconnaître une apparence de noyau central (*fig. 8*); le nucléus devient tout à fait distinct et tranché, dès que l'on ajoute un peu d'eau (*fig. 9*), et si la quantité de ce liquide est suffisante, la forme des globules ne tarde pas à changer; ils perdent leur forme elliptique et aplatie pour devenir sphériques (*fig. 10*), et cette modification s'opère par le renflement des globules dans un sens et par le raccourcissement de leur grand diamètre. Il devient alors de toute évidence qu'ils sont formés d'une vésicule renfermant dans son intérieur un noyau solide; que cette structure soit primitive ou secondaire, que le noyau soit le résultat de l'action de l'eau, de la coagulation d'une substance intérieure, ou qu'il préexiste, toujours est-il qu'en ce moment on a bien réellement sous les yeux un petit corps composé d'une vésicule molle et sphérique contenant un nucléus qui se déplace au sein de la vésicule; ce nucléus en effet devient bientôt excentrique (*fig. 11*); il se rapproche des parois de la cellule, s'échappe de son enveloppe (*fig. 12*), et quand on a pu suivre avec soin tous les degrés successifs de cette opération, on reconnaît d'un côté le noyau, et de l'autre la vésicule plissée, chiffonnée (*fig. 13*), qui finit par se dissoudre

et disparaître dans le liquide; il n'y a donc pas moyen de méconnaître la structure complexe des globules, de nier l'existence d'une enveloppe et d'un noyau, puisqu'on a sous les yeux ces deux parties distinctes et séparées.

Le noyau résiste beaucoup plus longtemps que l'enveloppe à l'action de l'eau, et même il faudrait un long séjour dans une suffisante quantité de liquide pour opérer l'entière dissolution de cette partie centrale.

Voilà pour l'action de l'eau.

L'acide acétique agit d'une manière beaucoup plus prompte et plus prononcée; une petite goutte de cet acide étendu, pénétrant par capillarité entre les lames de verre qui contiennent le sang, attaque immédiatement l'enveloppe des globules, condense le noyau central, le contracte et le rend très-apparent au milieu de la vésicule transparente qui l'entoure (*fig. 14*); en peu d'instants l'enveloppe se flétrit, se dissout, disparaît, et il ne reste plus que les noyaux solides, elliptiques, opaques, que l'on pourrait prendre pour de petites graines ou pour des grains de pollen nageant dans un liquide (*fig. 15*). Il faut suivre attentivement l'action de l'acide acétique pour être témoin de ces différentes phases du phénomène; car au moment dont nous parlons, au dernier terme de cette action, on n'aperçoit plus que des noyaux, et on retrouve à peine quelques traces des cellules ou enveloppes qui ont presque entièrement disparu.

L'ammoniaque dissout rapidement les globules entiers, enveloppe et noyau.

Personne ne croit plus aujourd'hui que les globules sanguins soient percés d'un trou et qu'ils soient annulaires; si on conservait quelque doute à cet égard, on pourrait s'assurer qu'ils sont pleins, en mélangeant, comme je l'ai fait, du sperme d'âne tout frais avec une goutte de sang; dans les mouvements communiqués aux globules par les zoospermes vivants, on voit souvent surtout avec les gros globules du sang de grenouille, un animalcule pousser un globule devant lui, en le frappant perpendiculairement à sa surface et sans jamais passer à travers.

Ce que nous venons de dire des globules du sang de grenouille convient, nous le répétons, à tous les globules elliptiques, c'est-à-dire aux globules du sang d'oiseau, de poisson et de reptile; ils se comportent de même avec les agents que nous avons passés en revue, et les caractères que nous avons signalés suffisent pour les distinguer de ceux des mammifères.

Un petit nombre de globules présentent quelquefois des anomalies dans leur forme; il n'est pas rare, par exemple, de rencontrer dans le sang de grenouille des globules allongés, portant une sorte d'appendice ou de queue (*fig. 16*); il me paraît inutile d'insister sur ce détail.

MODIFICATIONS IMPRIMÉES AUX GLOBULES SANGUINS
PAR LES CIRCONSTANCES ET LES AGENTS EXTÉRIEURS.

Voyons maintenant et avant de passer à l'histoire des autres espèces de particules suspendues dans le sang, quelles sont les modifications analogues que subissent les globules sanguins proprement dits, de quelque classe

qu'ils soient, sous l'influence des mêmes agents, ou de circonstances spéciales.

Lorsqu'on examine du sang, et surtout le sang humain, étendu en couche mince entre deux lames de verre, il arrive fréquemment que les globules au lieu d'offrir les formes normales et l'aspect régulier que nous avons décrits, se présentent comme de petites boules frangées à leur contour et ridées (*fig. 17*); ce ne sont plus des disques à bords nets, légèrement ombrés au centre et montrant alternativement leur face et leur tranche; les particules sanguines sont transformées en sphères d'un plus petit diamètre, crispées et moins transparentes.

Cet aspect se remarque surtout vers les bords des lames de verre entre lesquelles le sang est emprisonné, ou sur les limites de la goutte qui s'est étendue en couche mince; je signale avec soin cette apparence, parce que, si l'on n'était averti, on pourrait la prendre pour une altération du sang et qu'elle se rencontre dans le sang le plus sain et le plus normal; elle ne dépend nullement de l'état du sang, ni de sa composition, mais tout simplement du défaut de sérum, qui ne baigne pas suffisamment les globules; cette modification dans la forme et les caractères des globules sanguins, résulte donc d'un commencement de desséchement, si on peut ainsi dire, de la matière; il suffit de rendre un peu de sérum, de le faire arriver plus librement en contact avec les globules pour voir ceux-ci reprendre leur forme et leur aspect normal; on peut produire cet effet à peu près à volonté, et il n'est presque pas d'échantillon de sang disposé entre des

lames de verre qui ne présente quelques points offrant cette apparente anomalie.

On sait que l'eau sucrée, l'eau salée, n'altèrent pas complètement la forme et les caractères extérieurs des globules sanguins; il serait très-inexact de dire que ces liquides ne les affectent pas du tout, mais la forme elliptique et aplatie subsiste; nous verrons que les globules sanguins conservent ces caractères fondamentaux dans l'urine assez bien pour être reconnus.

Le sulfate de soude agit d'une manière remarquable et sur les globules et sur la fibrine du sang; on sait que celle-ci reste liquide lorsqu'on mêle au sang sortant de la veine une suffisante quantité d'une solution concentrée de sulfate de soude; si cette solution n'est pas en excès, la coagulation de la fibrine se fait en partie, sous forme de pellicules fines, molles, filamenteuses, simulant pour ainsi dire une cristallisation par leur aspect rayonnant.

Quant aux globules, ils gardent non-seulement leur forme à peu près intacte dans cette solution, mais ils conservent pendant plusieurs jours leur faculté de rougir au contact de l'air, comme si le sang était récemment extrait des vaisseaux. Le sous-carbonate de soude maintient également la fibrine à l'état liquide, mais il altère profondément les globules.

SANG ABANDONNÉ A LUI-MÊME.

Abandonné à lui-même au contact de l'air, le sang ne tarde pas à s'altérer, et nous dirons même, en parlant du pus, combien ce dernier liquide est moins putres-

cible que le fluide sanguin ; pendant cette décomposition , et jusqu'à la putréfaction complète du sang , les globules passent par une série de modifications et d'altérations successives , jusqu'à ce qu'ils disparaissent entièrement détruits et dissous.

Le premier changement notable qu'ils subissent est une sorte de flétrissure de la vésicule sanguine , qui se plisse , devient irrégulière sur ses bords , et présente bientôt après de petites saillies mamelonnées qui lui donnent jusqu'à un certain point l'aspect d'une petite framboise (*fig. 18*) ; dans cet état les globules ont encore leur forme aplatie ; mais plus tard ils se renflent dans un sens , deviennent sphériques comme lorsqu'on les met en contact avec un peu d'eau , probablement par suite de l'absorption de la partie aqueuse du sérum altéré (*fig. 19*) ; ces petites sphères n'offrent plus aucune nuance à leur centre , elles deviennent de plus en plus pâles , la matière colorante s'échappant des globules pour se répandre dans le liquide ; au bout de dix , quinze ou vingt jours , plus tôt ou plus tard , suivant la température extérieure , suivant l'état du sang et d'autres circonstances peu appréciables , les globules apparaissent à peine dans le liquide fétide , d'un rouge livide ; leur dissolution et leur destruction s'opèrent sous l'influence de la décomposition putride et des myriades d'êtres infusoires qui se développent , et toute trace d'organisation cesse d'exister.

La décomposition du sang est singulièrement hâtée par le mélange de quelques substances morbides , et en particulier du pus , comme nous le dirons en parlant de cette substance.

ALTÉRATION DES GLOBULES, APRÈS LA MORT, DANS LES CADAVRES.

Dans les cadavres, la forme des globules s'altère encore bien plus promptement, et la rapidité de cette altération est souvent en rapport avec l'état morbide qui a précédé la mort. Si on examine le sang d'un individu qui a succombé dans un état d'épuisement très-prononcé, à une maladie chronique de longue durée, on trouve les globules déformés, ridés, frangés sur les bords, presque immédiatement après le dernier soupir; j'ai pu même m'assurer, dans quelques cas, que cette altération avait commencé pendant la vie; mais je reviendrai plus loin sur les altérations pathologiques des globules sanguins.

Quand la maladie n'a pas contribué par sa nature à produire ces modifications, elles se manifestent d'elles-mêmes au bout d'un certain temps par suite de l'altération cadavérique; cette circonstance est importante à connaître pour ne pas confondre, comme on l'a fait quelquefois, et comme je l'ai fait moi-même dans un premier essai, entrepris il y a une quinzaine d'années, sur le sang dans la fièvre typhoïde, les changements cadavériques naturels et nécessaires résultant d'un commencement de putréfaction, avec les altérations morbides.

GLOBULES DU SANG VEINEUX ET DU SANG ARTÉRIEL.

On a souvent parlé de différence entre les globules du sang veineux et ceux du sang artériel; il est proba-

ble, en effet, et même certain, qu'il doit y avoir une nuance dans le degré de coloration de ces globules, comme il y en a une entre le sang veineux et le sang artériel; mais cette différence ne peut plus être sensible sur le sang en dehors des vaisseaux, étendu en couche mince et subissant le contact de l'air, tel qu'on le dispose pour l'observation microscopique; c'est à peine si on remarque une légère teinte plus rose dans le sang des très-petites artères où l'on peut examiner la circulation par transparence.

Nous discuterons longuement la question de la formation des globules sanguins dans un chapitre spécial, et nous chercherons à éclairer, si ce n'est à résoudre, cet important problème physiologique; nous aurons besoin pour cela de connaître d'autres éléments du sang que nous allons bientôt passer en revue; nous nous bornerons donc, pour le moment, à dire que les globules sanguins apparaissent dans l'embryon de poulet, avant que le cœur soit lui-même formé, et soit entré en fonction. On distingue ces globules à leur forme et à leur couleur dans de petits îlots, où ils sont déjà mus d'un mouvement d'oscillation qui augmente et se dirige vers le centre, où est situé le cœur; il semblerait qu'ils soient attirés par une sorte d'aspiration, à chaque contraction de la poche transparente qui représente le cœur, et qui ne contient encore ni globules, ni liquide rouge, et qu'ils se creusent eux-mêmes les canaux dans lesquels ils doivent circuler.

INFLUENCE DES GLOBULES DANS LA TRANSFUSION DU SANG.

On a longtemps attribué à la forme et à la dimension des globules sanguins, les résultats différents que l'on obtient dans les expériences de transfusion du sang d'un animal à un autre, expliquant, par des effets mécaniques, la mort qui survient, lorsqu'on injecte du sang d'une espèce dans les vaisseaux d'une autre espèce éloignée; la forme et le diamètre des globules, disait-on, n'étant pas les mêmes, les petits vaisseaux ne se prêtent pas au passage des nouveaux globules, et la circulation rencontre des obstacles qui déterminent la mort; la transfusion n'est donc possible qu'entre animaux dont les globules sanguins se ressemblent.

Ce fait prouve combien on doit se garder des théories les plus séduisantes, aucune explication n'étant en apparence plus plausible que celle-ci; et cependant il paraît, d'après les expériences répétées dans ces derniers temps, que l'effet qu'on attribuait aux globules dépend de la fibrine, et que la forme des globules est à peu près indifférente pour le résultat. D'après ces expériences, toute espèce de sang pourrait être injectée en certaine quantité dans les veines d'un animal, sans produire d'accident redoutable, pourvu qu'on en ait préalablement enlevé la fibrine; ce serait donc la petite proportion de l'élément fibrineux du sang qui jouerait le plus grand rôle en cette circonstance, suivant sa nature et sa qualité propre.

SANGS DE DIVERSES COULEURS.

Enfin, pour terminer tout ce qui me reste à dire des globules colorés du fluide sanguin, je dois ajouter que la couleur du sang varie beaucoup dans certaines classes d'animaux; ce liquide est encore rouge dans les annélides et les mollusques, mais il est blanc dans les insectes; il est verdâtre, dit-on, chez une espèce de *bombyx*, azur dans l'*helix-pomatia*, et jaune chez les *ascidies*.

TROISIÈME LEÇON.

DES GLOBULES BLANCS ET DES GLOBULINS DU SANG.

INDÉPENDAMMENT des globules rouges ou sanguins proprement dits, dont nous venons d'étudier les caractères et la composition, nous avons parlé de deux autres espèces de particules, nageant dans le sang, et qui n'ont été bien observés que depuis peu d'années; nous décrirons ces particules, les unes sous le nom de globules blancs du sang, les autres sous le nom de globulins.

GLOBULES BLANCS DU SANG.

La plupart des observateurs, qui se sont occupés avec soin de l'observation microscopique du sang, ont remarqué, parmi les globules rouges, quelques rares particules moins régulières, éparses çà et là et d'un aspect différent; à l'époque où tout le monde croyait à l'existence d'un noyau solide dans l'intérieur des globules sanguins, même chez les mammifères, ces particules ont été considérées par plusieurs observateurs comme des enveloppes de globules sanguins proprement dits, privées de leur noyau central. La découverte première de ces particules ne peut donc être attribuée à aucun auteur en particulier, mais ce n'est que dans ces derniers temps qu'elles ont été étudiées avec soin,