

ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften

Cours de microscopie complémentaire des études médicales

Donné, Alfred

Paris, 1844

ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften

Shelf Mark: Ui VI 1692

TROISIÈME LEÇON. DES GLOBULES BLANCS ET DES GLOBULINS DU SANG.

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

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,

que l'on a cherché à connaître leur nature, et l'on doit citer particulièrement le professeur Müller et M. Mandl. J'ai également fixé mon attention sur ce point, et j'ai démontré qu'ils existaient en bien plus grand nombre qu'on ne le pensait, au moyen de procédés qui permettent de les isoler. Des discussions se sont élevées sur la nature et sur l'origine de ces globules, mais j'y reviendrai après avoir décrit leur forme et leur structure.

Les globules blancs du sang n'ont aucun rapport avec les globules rouges, par leur couleur d'abord, ainsi que leur nom l'indique, ni par leur forme, ni par leur composition; ils sont sphériques au lieu d'être circulaires et aplatis comme les premiers; leur contour est légèrement frangé au lieu d'être net comme celui des globules rouges, et leur surface présente un aspect granuleux; ils sont un peu plus gros que ceux-ci, leur diamètre ayant environ $\frac{1}{100}$ de millimètre au lieu de $\frac{1}{120}$ (*fig. 20*).

Si on pénètre dans leur structure intime, on ne remarque pas des différences moins notables; ils sont, il est vrai, constitués par une enveloppe, par une sorte de vésicule, mais cette enveloppe est chagrinée au lieu d'être lisse et régulière, et l'intérieur est rempli de granulations solides, ordinairement au nombre de trois ou quatre, au lieu de renfermer une substance homogène et semi-fluide comme les globules sanguins des mammifères, ou un seul noyau comme ceux des trois autres classes d'animaux vertébrés.

Enfin, ils se comportent tout autrement avec les agents chimiques; c'est ainsi que l'eau n'altère pas leur forme et ne les dissout qu'à la longue, et que l'acide

acétique les contracte et les condense au lieu de les dissoudre comme il fait pour les globules sanguins proprement dits ; ils ne résistent guère mieux que ceux-ci à l'action de l'ammoniaque.

Si on compare les globules blancs du sang aux globules propres du mucus, on voit qu'ils ont avec eux une telle analogie de forme, de structure et de composition, qu'il est presque impossible de distinguer les uns des autres, quoique leur nature intime et leur origine soient très-différentes.

On parvient à isoler ces globules et à les mettre en évidence en grand nombre par les deux procédés suivants :

Les globules blancs ont la propriété d'adhérer au verre au lieu de glisser à sa surface comme font les globules rouges ; cette circonstance permet de les séparer par une sorte de filtration que l'on peut opérer sous le microscope même ; si on dépose une gouttelette de sang tirée d'une piqûre, sur une lame de verre, et que l'on approche, jusqu'au contact de cette gouttelette, une autre lame de verre plus petite et superposée à la première, le sang s'introduit rapidement par l'action de la capillarité entre les deux lames ; les globules rouges se répandent facilement entre les deux surfaces, tandis que les globules blancs adhérant au verre s'arrêtent bientôt, et s'amassent tout près du point par où le sang pénètre entre les deux lames ; ils forment de petites îles parfaitement distinctes au milieu de cette espèce de courant artificiel des globules rouges entraînés par la capillarité (*fig. 21*) ; puis, quand le mouvement est terminé, si on ajoute un peu d'eau ou d'acide acétique,

ces liquides entraînent et dissolvent les globules rouges en laissant en place une partie des globules blancs, sur lesquels l'eau et l'acide agissent de la manière que nous avons dit; ce moyen permet d'observer très-distinctement l'espèce de globules dont il est question.

Le second procédé agit plus en grand et d'une manière plus palpable; il exige que l'on défibrine le sang sortant de la veine; quand le sang est ainsi privé de sa partie coagulable, il reste liquide, et si on l'abandonne en repos dans une éprouvette, il ne tarde pas à se séparer, comme nous l'avons vu précédemment, en deux couches principales, l'une rouge, considérable et occupant le fond du vase, l'autre incolore ou jaunâtre, formée par le sérum, et placée au-dessus de la première.

Mais entre ces deux couches, il en existe une troisième, extrêmement mince, qui n'a pas été remarquée jusqu'ici, et que l'on n'aperçoit en effet qu'en y apportant une attention particulière; cette troisième couche forme une sorte de pellicule grisâtre très-mince, qui repose à la surface de la couche rouge. Quelle est la nature de cette couche?

On peut s'assurer qu'elle est composée des globules blancs du sang; le poids spécifique de ces globules étant précisément intermédiaire à celui du sérum et à celui des globules rouges, ils se réunissent dans le point que je viens d'indiquer; il est facile de les saisir pour les placer sous le microscope, en enlevant la couche de sérum au moyen d'une pipette, jusqu'à ce que l'on arrive à la couche grise sans la troubler; une gouttelette prise dans cette couche, et observée au microscope, présente une multitude de globules blancs mêlés d'un grand

nombre de globules rouges, que l'on ne peut guère s'empêcher d'enlever avec eux.

Si on laisse coaguler le sang, on ne retrouve plus les globules blancs, attendu qu'ils sont entièrement amalgamés avec le caillot. On a contesté l'existence des globules blancs dans le sang, et l'on a prétendu qu'ils étaient un produit de nouvelle formation, qu'ils résultaient du dépôt de la fibrine sous cette forme globuleuse; mais cette opinion est réfutée de la manière la plus complète par les deux faits suivants: d'une part on les trouve, comme on voit, dans le sang dont on a enlevé la fibrine, et de l'autre on aperçoit ces globules blancs dans les vaisseaux sanguins eux-mêmes, quand on observe la circulation du sang chez les animaux; ils existent aussi bien dans le sang des oiseaux et des grenouilles que dans celui des mammifères.

J'ai dû m'arrêter un certain temps sur ces globules et les décrire avec soin, parce qu'ils jouent un grand rôle dans l'histoire du sang, ainsi qu'on le verra par la suite.

GLOBULINS.

La troisième espèce de particules, existant dans le sang, ne mérite pas le nom de globules proprement dits; ce ne sont en effet que de petites granulations, appartenant au chyle, qui sont incessamment déversées dans le fluide sanguin; le même procédé, qui met en évidence les globules blancs, sert à distinguer les globulins du chyle dans le sang; ils se présentent sous forme de petites particules blanches, de petits grains arrondis, isolés ou agglomérés irrégulièrement, et

n'ayant pas plus de $\frac{1}{300}$ de millimètre environ. Ils ont une véritable importance, puisqu'ils sont les premiers éléments des globules sanguins (*fig. 21*).

Après avoir minutieusement étudié les différentes espèces de particules qui nagent dans le sang, et avoir considéré ce liquide en dehors de l'organisme, et mort, ce serait peut-être le moment de l'observer vivant, circulant et fonctionnant dans l'intérieur des vaisseaux et des organes; mais pour ne pas interrompre l'histoire des molécules sanguines, nous allons les considérer dans leur origine et dans leur développement; ce que nous avons vu de leur structure, de leur composition et de leur nature intime, nous met en mesure d'aborder et de discuter l'importante question physiologique de la formation du sang.

ORIGINE ET FORMATION DES GLOBULES SANGUINS.

Quelle est donc l'origine des différentes espèces de particules du sang? d'où viennent-elles et où vont-elles? ont-elles quelque rapport entre elles, et par quel lien sont-elles unies?

Établissons d'abord un premier fait, que l'observation attentive et répétée du sang confirme positivement; c'est que les globules blancs et les globules rouges eux-mêmes, sont loin d'être tous absolument identiques dans le même sang, de se comporter exactement de même avec les divers agents, de s'altérer de la même manière, d'offrir la même résistance, en un mot, de présenter les mêmes caractères et les mêmes propriétés. C'est ainsi qu'un certain nombre de globules

sanguins proprement dits résistent beaucoup mieux que les autres à l'action de l'eau et même de l'acide acétique; les uns se flétrissent rapidement quand ils sont soustraits à l'influence vitale, et pendant qu'on les observe, les autres se conservent très-longtemps intacts; plusieurs n'ont aucune tendance à se réunir en chapelets, et restent isolés, tandis que le plus grand nombre forme des séries régulières, comme on sait, dans le sang des mammifères, lorsqu'ils sont abandonnés à eux-mêmes sur une lame de verre, etc. Des différences sensibles se font également remarquer parmi les globules blancs, de telle sorte que ces deux espèces de globules paraissent être à divers degrés de formation, les uns étant plus avancés que les autres; on trouve aussi un bien plus grand nombre de globules blancs chez les animaux, dans certaines conditions, et chez l'homme dans beaucoup de cas morbides, que nous indiquerons plus tard.

Enfin on pourrait déjà, par cette simple observation directe du sang dans l'état normal, présumer que les globules blancs ne sont qu'un premier état par lequel passent les globules rouges avant d'être complètement formés; que les premiers sont intermédiaires aux globules sanguins proprement dits et aux globulins du chyle, qui sont eux-mêmes les éléments et les premiers rudiments des globules blancs; nous verrons comment cette théorie sera confirmée par des observations et par des expériences ultérieures; constatons seulement, pour le moment, qu'un certain nombre des globules que l'on aperçoit dans le sang ne sont ni à l'état de globules blancs ni à l'état de globules rouges parfaits, qu'ils

tiennent des uns et des autres par quelques-unes de leurs propriétés, et que l'observation du sang à l'état normal permet de constater un certain état intermédiaire, un passage des uns aux autres, dans lequel il existe encore une apparence granuleuse et une résistance aux réactifs, qui rappellent la nature des globules blancs, tandis que la couleur jaunâtre, la forme aplatie et circulaire les rapproche sensiblement des globules rouges proprement dits.

Quant aux globules blancs, il est plus facile encore de remonter à leur origine, en voyant la tendance des globulins du chyle à se réunir trois à trois ou quatre à quatre, à s'envelopper d'une couche albumineuse en roulant dans le fluide sanguin¹; ainsi se formerait le globule complexe ou le globule blanc composé d'une vésicule et de granules internes, par un mécanisme qui paraît du reste constituer une loi générale de l'économie; l'élément organique se réduit partout à une vésicule, à une cellule primitive, qui s'organise autour d'une granulation, et l'albumine paraît merveilleusement propre à jouer ce rôle en se condensant autour des particules solides avec lesquelles elle est en contact²; de là l'analogie que nous avons signalée entre les globules muqueux, produit de la sécrétion des membranes

¹ Quelques idées analogues ont déjà été émises par les physiologistes allemands, non pas sous forme de théorie complète de la formation des globules du sang, mais d'une manière vague et hypothétique. (Voy. BRUNS, *Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen*, p. 52, et SCHULTZ, *System der circulation*, Stuttgart, 1856, §. 14.)

² Ascherson a démontré cette propriété de l'albumine dans un Mémoire présenté à l'Académie des sciences de Paris, le 12 novembre 1858.

muqueuses, et les globules du sang; le mécanisme de la formation de ces deux sortes de globules étant le même, produit un résultat semblable en apparence, quoique la nature intime des deux espèces de globules soit essentiellement distincte.

Voyons maintenant s'il n'est pas possible d'arriver à une démonstration plus complète de cette théorie de l'origine et du mode de formation des globules du sang, au moyen d'expériences directes, en forçant la nature à produire sous nos yeux, dans un temps donné, des faits plus prononcés et plus palpables.

INJECTION DE LAIT DANS LES VAISSEAUX.

Les injections de lait dans le système circulatoire des animaux, vont nous offrir ce moyen et nous présenteront en même temps des résultats remarquables; pour bien comprendre ce qui suit, il est nécessaire de donner par anticipation une idée générale de la constitution du lait; nous dirons donc, sans entrer dans aucun détail, que le lait doit être considéré comme une émulsion formée d'un liquide tenant en dissolution des sels et un sucre spécial, une matière animale particulière azotée, le caséum, et en suspension des globules qui ne sont autre chose que de la matière grasse et butyreuse très-divisée. Cette constitution du lait rappelle complètement celle du sang; dans les deux liquides nous trouvons en dissolution une matière animale particulière azotée et coagulable, et en suspension des globules. Cette analogie n'est si l'on veut que mécanique; la fibrine et le caséum se rapprochent, il est vrai, par leur

nature chimique, mais les globules et les autres éléments ont une composition différente, dans le sang et dans le lait; c'est néanmoins cette analogie, dont j'ai été frappé dans toutes mes recherches sur le lait et sur le sang, qui m'a conduit à découvrir des rapports physiologiques d'une bien plus grande importance.

Les injections de substances variées dans les veines des animaux, ont été multipliées presque à l'infini dans différents buts; toutefois on ne paraît pas avoir eu l'idée d'expérimenter le lait de la même manière, et c'est à peine si l'on rencontre dans les annales de la science deux ou trois injections de lait pratiquées dans les vaisseaux, par hasard, sans aucune intention motivée et seulement à titre d'essai, comme on l'a fait pour une multitude de liquides ¹.

¹ Voici tout ce que j'ai pu trouver sur ce point dans les auteurs :

Sir Edm. King a vu la mort survenir après l'injection de dix-huit onces de lait dans les veines d'un chien. Thimot. Clark, en 1668, dit avoir injecté du lait dans les veines des animaux, mais il n'indique pas ses résultats. (*Philos. Trans.*, n° 35.)

Lower raconte ainsi (*Traité du Cœur*, 1669, p. 126) une expérience qu'il a faite :

« J'observai tous ces symptômes une fois dans un grand chien auquel, pour en faire l'expérience seulement, je seringuai par la veine crurale une livre et demie de lait tiré nouvellement et un peu chaud, à la place d'une pareille quantité de sang que je lui avais tiré auparavant, afin qu'il pût recevoir ce lait plus facilement; environ une demi-heure après, il fut attaqué d'un grand resserrement d'entrailles et d'une oppression de cœur, et le diaphragme faisait de grands efforts pour faciliter la circulation du sang. Les fréquentes palpitations, les tremblements et les profonds soupirs ayant succédé à ces premiers symptômes, il mourut enfin d'une syncope entre les gémissements et les plaintes. »

Enfin Gaspard (*Journal de physiologie*, par MAGENDIE, Paris,

J'ai entrepris une grande série d'expériences à ce sujet chez des animaux pris dans les trois classes, reptiles, oiseaux, mammifères, depuis les plus petits jusqu'aux plus grands, en variant les injections de toutes les manières, soit sous le rapport de la nature du lait, de son espèce, de ses qualités, soit sous le rapport de sa quantité; j'ai en même temps observé la circulation, l'état du sang, et j'ai suivi autant que possible les modifications qu'éprouve ce liquide après avoir été introduit dans le système circulatoire des animaux; il n'y a peut-être pas de substance qui se prête mieux que le lait à ce genre d'expérimentation, la nature des globules les faisant reconnaître partout où ils se trouvent mélangés avec le sang; rien n'est plus facile, en effet, que de distinguer les globules laiteux des globules sanguins; la forme et les caractères de ces deux espèces de globules ne permettent pas de les confondre.

J'ai commencé par injecter du lait dans les veines des grenouilles de la manière suivante :

La veine porte que l'on trouve à la partie moyenne du ventre des grenouilles, dans l'épaisseur de la ligne blanche, et qui se dirige vers le foie en se ramifiant, étant mise à nu, une canule fine est introduite dans l'intérieur de la veine; cette opération présente quelque difficulté; mais on y réussit assez bien avec un peu d'exercice; j'injecte, au moyen d'une petite seringue adaptée à la canule, de 2 à 4 grammes de lait, suivant

1821, t. I, p. 178) a injecté six gros de lait à un chien, sans remarquer aucun trouble dans les fonctions.

Tels sont les seuls faits qui soient consignés dans les travaux relatifs aux injections dans les veines.

la force de la grenouille; une ligature est appliquée sur le vaisseau, la plaie recousue, et l'animal abandonné à lui-même ne paraît nullement souffrir de cette opération; au bout de quelques jours la plaie n'est pas encore cicatrisée, mais il ne résulte d'ailleurs aucun effet appréciable de cette injection chez les grenouilles.

La circulation du sang examinée immédiatement dans les vaisseaux de la langue, cet organe étant tiré hors de la bouche et étendu comme une membrane au-devant d'un trou percé dans une lame de liège, on aperçoit de temps à autre, dans les petits vaisseaux où les globules sanguins ne passent pour ainsi dire qu'un à un, des globules de lait agglomérés le plus souvent en petits paquets et circulant avec le sang; ces globules sphériques, transparents, beaucoup plus petits que les globules sanguins, ne peuvent pas se confondre avec ceux-ci qui sont elliptiques, aplatis, d'un diamètre 8 ou 10 fois plus grand que les globules laiteux, ni avec les globules blancs qui sont également plus gros, et granuleux.

Aucun changement rapide ne se produit dans les globules laiteux ainsi mêlés au sang des grenouilles; on les retrouve encore au bout de plusieurs jours, et enfin ils disparaissent sans que l'on puisse dire précisément ce qu'ils sont devenus.

Les choses se passent un peu différemment dans les animaux plus élevés de l'échelle.

Parmi les oiseaux, j'ai pris des pigeons, des corbeaux, des éperviers, des poules, et, parmi les mammifères, des lapins, des chiens, des chèvres, des singes, des ânes et des chevaux. Le résultat immédiat a été le

même chez tous ces animaux, quand l'injection a été convenablement ménagée et faite avec du lait sain, excepté chez le cheval : ainsi j'ai pu injecter de quinze à vingt grammes de lait de vache chez les lapins, et chez de petits chiens pesant moins d'un kilogramme; la quantité de lait a été portée au delà de 60 grammes chez des chiens plus forts et chez de jeunes chevreaux. Sur des oiseaux, tels que pigeons, corbeaux, poules, elle a été de 5 à 10 grammes, et, dans toutes ces expériences, dont le nombre s'élève à plus de cinquante, le mélange du lait avec le sang n'a produit aucun accident, sauf dans quelques circonstances particulières sur lesquelles je reviendrai. Les animaux éprouvent d'abord une sorte d'étonnement, puis bientôt ils se mettent à courir et à manger comme si de rien n'était.

Les chevaux seuls font exception à cette règle : sur sept chevaux, les uns forts, les autres épuisés, que j'ai opérés de cette manière, aucun n'a résisté, quelque petite qu'ait été la quantité de lait. Un demi-verre de ce liquide a produit un effet aussi prompt et aussi funeste que l'injection de deux ou quatre litres. Dans quelques cas, des chevaux très-vigoureux sont tombés comme frappés de la foudre, après l'injection de trois décilitres de lait dans la veine jugulaire, tandis que deux chevaux assez chétifs, auxquels j'avais injecté, à l'un deux litres, à l'autre quatre, de lait, sont restés debout, ont marché et ne sont morts qu'une à deux heures après.

La cause de cette anomalie présentée par le cheval m'est restée complètement inconnue jusqu'ici; elle est la seule que j'aie rencontrée : car je ne puis pas compter la mort d'un singe phthisique que M. Isidore Geof-

froy Saint-Hilaire a bien voulu mettre à ma disposition, et qui a succombé dans le cours même de l'opération. Il n'y a pas à craindre, relativement aux chevaux, qu'aucune circonstance accidentelle, telle que l'introduction de l'air, soit venue compliquer l'opération. Plusieurs de ces expériences ont été faites à Alfort, par les soins de M. Renault, les autres dans l'établissement de M. Leblanc, et, chaque fois, les précautions les plus minutieuses ont été prises pour nous mettre à l'abri de toute complication.

Pour les chiens, le résultat a été le même à Alfort entre les mains de M. Renault, qui a bien voulu répéter ces expériences, à ma demande, dans mon laboratoire.

Un jeune ânon, de l'établissement de M. Damoiseau, a mieux supporté l'injection du lait que les chevaux : il est d'abord tombé haletant, mais il s'est relevé, et il n'est pas mort¹.

N'est-ce pas déjà un fait curieux que cette innocuité du mélange du lait avec le sang? Le lait n'est pas un liquide simple et indifférent comme l'eau, qui peut être introduite en grande quantité dans le sang et dans les organes sans produire des effets délétères. Cette tolérance se conçoit plus facilement pour l'eau que pour une substance aussi complexe que le lait, et en apparence étrangère à la composition des organes. Un pareil résultat est bien opposé à l'idée que l'on s'est faite pendant longtemps du danger des résorptions laiteuses et des dépôts de ce liquide, d'autant plus qu'il résulte encore de mes expériences, que le lait peut être impu-

¹ Les détails de ces expériences sont consignés à la fin de cet ouvrage.

nément injecté dans les cavités séreuses, dans la plèvre, dans le péritoine des animaux, non-seulement sans déterminer aucun accident immédiat, mais avec une telle facilité de résorption, qu'on ne trouve aucune trace d'inflammation ni de fausse membrane, au bout de quelques jours.

Mais que deviennent les éléments du lait mêlé au sang? Sont-ils éliminés et rejetés de l'économie par quelque voie, ainsi qu'il arrive pour un grand nombre de substances que les sécrétions entraînent, soit dans les urines, soit dans la sueur ou autrement?

Cette question offrait un grand intérêt, et j'ai cherché à la résoudre avec d'autant plus de curiosité que les caractères du lait permettaient de suivre ce liquide, et de le retrouver partout dans son mélange avec le sang. Il était facile en effet de reconnaître les globules du lait, si distincts des globules du sang, d'apprécier leurs modifications au moyen du microscope, et de voir enfin ce qu'ils deviennent en parcourant le trajet des vaisseaux et en pénétrant dans le tissu des organes.

Presque immédiatement après l'injection du lait, si on fait une petite saignée à l'animal, dans une partie du corps très-éloignée du point par lequel le lait a été introduit, on trouve dans le sang une quantité notable de globules laiteux tout à fait intacts, parfaitement reconnaissables à leur aspect. Si les caractères physiques laissaient quelques doutes, on les dissiperait en traitant le sang sous le microscope par l'acide acétique. Ce réactif dissout tous les globules sanguins, contracte les globules blancs, en mettant en évidence les globulins qu'ils renferment, et laisse seuls intacts les

globules laiteux. Cette première observation prouve que le mélange du sang et du lait est complet. Un second examen semblable, fait quarante-huit heures plus tard, montre au contraire que les globules du lait ont entièrement disparu, qu'il n'en reste plus; et si on fait des recherches pendant cet intervalle dans les divers organes sécréteurs, dans leurs produits, dans l'urine surtout, qui paraît être la principale voie d'élimination des principes étrangers accidentellement introduits dans l'organisme, on n'y retrouve aucune trace des éléments du lait, ni le caséum, ni les globules.

Que deviennent donc, encore une fois, les globules du lait? c'est là ce que nous devons maintenant exposer.

TRANSFORMATION DES GLOBULES LAITEUX EN GLOBULES SANGUINS.

Voici ce que montre l'observation du sang, faite à différentes époques après l'injection du lait.

Au bout de deux heures environ, un grand nombre des globules du lait ne sont déjà plus intacts au milieu des globules sanguins; les plus petits se sont réunis trois à trois, quatre à quatre, et se sont enveloppés, en roulant dans le sang, d'une couche albumineuse qui forme autour d'eux une vésicule analogue à celle des globules blancs. Les plus gros sont restés seuls, mais on les voit également environnés d'une couche semblable, et bientôt ils se fractionnent au milieu de leur enveloppe; dans cet état, les globules laiteux sont encore reconnaissables, soit par leurs caractères physiques, soit par la manière dont ils se comportent avec les agents chimiques.

Un certain nombre ne sont pas encore modifiés.

Un peu plus tard, la transformation des globules laiteux est plus avancée; ils ont pris tout à fait l'aspect des globules blancs du sang, et, s'ils n'offraient pas encore une certaine résistance plus prononcée à l'action des agents chimiques, on les confondrait entièrement avec les globules blancs.

Le sang se montre alors très-riche en globules blancs; mais peu à peu ceux-ci subissent des modifications de plus en plus profondes; leurs globulins internes s'effacent, se dissolvent dans l'intérieur de la vésicule, le globule s'aplatit, et déjà il présente une très-légère coloration jaunâtre; seulement ils résistent mieux à l'eau et à l'acide acétique que les globules sanguins proprement dits, et c'est par là qu'ils s'en distinguent encore. Enfin, après vingt-quatre heures, ou au plus tard après quarante-huit heures, tout est rentré dans l'état normal; on ne retrouve plus de globules de lait dans le sang; la proportion entre les globules blancs et les globules sanguins, entre les globules imparfaits et les globules parfaits, est revenue ce qu'elle est ordinairement; en un mot, la transformation directe des globules laiteux en globules sanguins est opérée. C'est en effet la conséquence à laquelle je suis arrivé par une série nombreuse d'observations exécutées avec tout le soin dont je suis capable; et si mes sens et mon jugement ne m'ont point trompé, j'aurai établi le fait physiologique de la transformation de certaines substances, et, en particulier du lait, en sang, par le mélange direct de ces substances avec le fluide sanguin. J'ai fait des expériences analogues avec d'autres matières, dont il sera question plus tard.

Le lait pourrait donc être considéré comme une sorte de chyle, comme du sang imparfaitement élaboré, auquel il ne manquerait, pour ainsi dire, qu'un degré de plus de développement pour devenir du sang parfait. Tel est le rapport physiologique qui unirait ces deux fluides, rapport que d'autres recherches expérimentales sur l'alimentation des jeunes animaux, viendront confirmer plus loin.

Je ne veux pas entrer ici dans le détail de toutes les expériences que j'ai faites avec d'autres substances, dont les unes ont déterminé la mort, et dont les autres ont été bien supportées et assimilées comme le lait lui-même; il me suffira de dire que des injections de lait altéré ont tué les animaux dans les veines desquels elles ont été pratiquées, de même que des émulsions faites avec l'eau et le beurre. Quant au choix de l'ordre des vaisseaux sanguins, le résultat a été le même, soit que le lait ait été introduit par les veines ou par les artères; dans les cas où la proportion de liquide injecté était considérable, on avait le soin de laisser écouler une certaine quantité de sang, afin d'éviter les inconvénients d'une trop grande réplétion du système sanguin.

Une chienne qui allaitait ses petits a été soumise à des expériences du même genre sans aucun accident; un chien auquel j'avais retiré une grande partie de son sang, et auquel j'avais injecté 260 grammes de lait, n'est mort qu'au bout de douze heures.

Peut-on déterminer le point de l'économie où se fait cette transformation des globules blancs en globules sanguins parfaits; en d'autres termes, existe-t-il un organe particulièrement chargé de cette fonction?

L'observation microscopique du sang, au moyen surtout des injections de lait, permettait d'aborder cette question, et je l'ai faite de la manière suivante :

Deux heures environ après l'injection, des lapins, des chiens, des oiseaux, etc., ont été ouverts; j'ai recueilli le sang dans les divers organes, dans le poumon, dans le foie, la rate; partout j'ai trouvé le sang dans l'état que j'ai décrit plus haut, contenant un certain nombre de globules blancs à tous les degrés de formation, et des globules rouges plus ou moins parfaits; toutefois, la rate m'a offert des circonstances particulières si déterminées et si constantes, que je dois les mentionner, et que, peut-être, éclaireront-elles enfin sur les véritables fonctions de cet organe, si longtemps et si vainement cherchées. Je n'ose me flatter d'avoir complètement résolu ce problème, et ce n'est qu'avec réserve que je m'exprimerai à cet égard.

Le sang contenu dans les gros vaisseaux de la rate n'offre rien de très-remarquable; mais en exprimant celui qui est renfermé et comme combiné au tissu de cet organe, on lui trouve une composition bien digne de fixer l'attention. En effet, ce sang est tellement riche en globules blancs, que le nombre de ceux-ci l'emporte presque sur celui des globules sanguins parfaits; mais en outre les globules blancs y sont, d'une manière évidente, à tous les degrés de formation et de développement, et l'examen de ce sang ne me semble plus laisser aucun doute sur la transition que j'ai indiquée plus haut des globules blancs aux globules rouges, et sur les phases successives par où passent les globules blancs pour parvenir à l'état de globules sanguins par-

faits. Ce phénomène est surtout frappant après les injections de lait, et pendant le travail qui se fait dans l'espace de vingt-quatre heures, pour transformer l'immense quantité de globules laiteux en globules sanguins. On ne peut pas s'empêcher de croire que ce ne soit là réellement le point, le laboratoire, si on peut dire ainsi, où s'opère cette transmutation, et que la rate ne soit le véritable organe de cette importante fonction. Mais je conçois combien de semblables faits, et combien la théorie qui en résulte, auraient besoin d'être confirmés par les recherches d'autres observateurs pour être définitivement adoptés avec confiance.

FIN DES GLOBULES SANGUINS.

J'ai dû aller plus loin encore dans la voie que je viens de parcourir et me demander, après avoir établi l'origine et le mode de formation des globules sanguins, ce que deviennent les globules sanguins eux-mêmes, quels sont les usages, quel est le but et quelle est la fin de ces petites particules organisées? Sont-elles le dernier terme d'organisation du fluide sanguin, et vont-elles, ainsi qu'on l'a imaginé, constituer les différents organes, par leur réunion, par leur fusion, en subissant d'autres transformations?

Je suis loin de partager cette opinion; mais je conviens qu'il ne m'est pas donné d'appuyer celle que je vais énoncer sur des faits positifs et directement observés; à défaut des expériences directes que cette investigation ne me semble pas comporter, ou que du moins je n'ai pas encore imaginées, passons en revue

des considérations dont l'ensemble aura du moins quelque poids.

Avec quelque soin que l'on observe la circulation du sang, dans les organes et chez les animaux qui se prêtent à cet examen, que ce soit dans le système artériel, dans le réseau capillaire, ou dans les veines proprement dites, que ce soit même dans l'intérieur des organes sécréteurs, ainsi que je parviens à le faire avec tant de netteté dans les follicules muqueux de la langue des grenouilles, nulle part on ne voit les globules sanguins sortir des vaisseaux, ni s'épancher au dehors, pour aller se combiner aux tissus et aux différents organes qu'ils traversent; arrivant directement du cœur par les troncs artériels, on peut les suivre dans tout le cours du cercle circulatoire qu'ils accomplissent, au sein d'un organe d'une richesse vasculaire excessive comme la langue, et qui contient à peu près tous les éléments anatomiques, tous les systèmes organiques, tels que membranes, muscles, nerfs, tissu cellulaire, organes sécréteurs réduits à leur plus simple structure (follicules muqueux), etc.; on les voit revenir par les veinules, par les veines de plus en plus grosses, à mesure qu'elles s'anastomosent, et dans aucun point on n'aperçoit aucune solution de continuité par où des globules aussi volumineux que ceux du sang des reptiles puissent s'échapper.

Il se fait, au contraire, à travers les parois des vaisseaux et dans l'intérieur des glandes, une transsudation de liquide dont on peut facilement s'assurer, en essuyant la partie dans laquelle on observe la circulation, et particulièrement le point correspondant à un follicule;

on ne tarde pas à le voir se recouvrir d'un nouveau fluide plus ou moins visqueux. C'est de cette manière que le sang me paraît porter, dans tous les points de l'organisme, les matériaux propres à constituer les organes, et à fournir le produit des diverses sécrétions. C'est ainsi que se forment les organes, qu'ils assimilent les éléments qui leur conviennent, par un mécanisme et par une faculté à la vérité complètement inconnus dans l'état actuel de la science; le fluide qui transsude est le véritable fluide organisateur, *allgemeiner bildungsflüssigkeit*. C'est par transsudation de la partie fluide du sang, et non par la sortie des parties concrètes, des globules sanguins, que l'organisation s'opère.

Les globules ne sont donc pas l'élément véritablement essentiel du sang, en ce sens qu'ils n'expriment pas le plus haut degré de formation et d'élaboration de ce liquide; ils ne sont pas le dernier terme où parvienne ce fluide avant d'aller constituer les organes; ce n'est qu'un état intermédiaire par où passe le fluide sanguin, avant d'arriver à son état parfait, et avant de posséder l'éminente faculté qui en fait l'agent général de l'organisation.

Nous devons donc nous demander ce que deviennent les globules sanguins proprement dits, lorsqu'ils ont accompli toutes leurs transformations, et qu'ils sont arrivés au dernier terme de leur développement?

Ici, encore une fois, l'observation directe manque; mais d'après les faits que nous venons de passer en revue, on ne peut concevoir d'autre changement que leur dissolution; c'est là, en effet, suivant moi, le der-

nier terme et la fin de leur évolution. Les globules se dissolvent dans le sang lorsqu'ils ont subi leurs différentes mutations, et quand ils sont suffisamment élaborés; ils constituent ainsi le fluide organisateur dans lequel se trouve l'élément spontanément coagulable, la fibrine et les autres matériaux de l'organisation.

INFLUENCE DE L'ALIMENTATION SUR L'ÉTAT DU SANG.

Voyons encore quelques expériences sur l'alimentation des jeunes animaux qui se rattachent au sujet que nous examinons, par les observations que cette partie de nos recherches renferme sur certaines altérations des globules sanguins. Les rapports et l'analogie que j'ai établis entre le lait et le sang, par la considération de la constitution de ces deux liquides organiques, et par leurs effets physiologiques, se trouveront en outre confirmés.

Voulant constater l'influence de quelques substances alimentaires sur la nutrition de jeunes animaux, j'ai choisi des petits chiens d'une même portée, et autant que possible de même force; dès qu'ils ont été en état de boire seuls, les uns ont été nourris, soit avec du lait de vache, soit avec du lait d'ânesse et même du lait de femme; les autres ont été mis au bouillon de bœuf à discrétion. En peu de jours il s'est établi une différence notable dans le développement de ces animaux; cette différence a été constatée chaque semaine par la différence de poids. Je donne les résultats précis de ces expériences, dans le tableau qui les comprend toutes, à la fin de l'ouvrage.

J'ai varié ces expériences de toutes les manières, en rendant le lait à ceux qui en avaient d'abord été privés, et en mettant, au contraire, au régime du bouillon ceux que l'on nourrissait au lait; je suis toujours arrivé au même résultat, la différence de poids ne tardant pas à se prononcer en sens inverse.

La disproportion devient tellement sensible au bout d'un certain temps, quand on continue à donner du lait aux uns et du bouillon aux autres, qu'elle frappe les yeux, sans avoir recours à la balance; et de plus, jamais on ne voit les jeunes chiens qui ont été élevés au bouillon et à la soupe, arriver au même degré de force et de développement, que ceux qui ont pris le lait de leur mère ou le lait d'une autre espèce; les premiers restent au-dessous des autres par la taille et par l'embonpoint, de même que par la force et l'énergie.

Mais ce qu'il nous importe surtout de remarquer, c'est que le sang lui-même subit une altération appréciable chez les jeunes chiens que l'on prive trop tôt de l'aliment qui convient à leur âge. Ainsi, en même temps que les jeunes chiens, nourris au bouillon, restent chétifs et un peu malingres, j'ai constaté que leur sang présente des globules pâles, peu nets dans leurs contours, se déformant presque à l'instant même où on les observe, se fondant les uns avec les autres d'une manière irrégulière, au lieu d'être bien formés, bien tranchés sur leurs bords, de se ranger en séries régulières sur la lame de verre et de ne se flétrir que très-lentement, comme cela arrive pour le sang des animaux bien nourris.

C'est ainsi qu'une connaissance plus approfondie de la nature des globules sanguins, des caractères qu'ils présentent, suivant les circonstances, permettra, nous n'en doutons pas, d'arriver à constater des altérations morbides du sang qui ont échappé jusqu'ici aux observations des micrographes.

QUATRIÈME LEÇON.

CIRCULATION DU SANG. — ALTÉRATIONS PATHOLOGIQUES DES GLOBULES SANGUINS.

SANG CIRCULANT DANS LES VAISSEAUX.

APRÈS avoir étudié le sang en dehors de l'organisme et mort, nous allons le considérer circulant dans les vaisseaux et vivant; en même temps que cette observation nous offrira un des plus beaux phénomènes de l'organisation et un des plus curieux spectacles que le microscope puisse nous présenter, nous aurons d'intéressantes notions physiologiques à en tirer; nous suivrons en effet le sang à travers tous les ordres de vaisseaux, depuis les gros troncs artériels et veineux jusqu'au réseau capillaire; nous le verrons traversant les organes de sécrétion, fonctionnant, pour ainsi dire; et si le mystère de la sécrétion ne se découvre pas à nos yeux, nous en approcherons du moins aussi près que possible, et nous concevrons l'espoir de pouvoir un jour le pénétrer en suivant cette voie.

Ce n'était pas, il y a quelques années, une expérience facile à répéter, dans un cours public, que celle qui a pour objet de voir le sang circulant dans les vaisseaux; de rendre un grand nombre de personnes témoins du phénomène de la circulation. La préparation du mése-