

VINGT-TROISIÈME LEÇON

Sang.

Chez les vertébrés, le sang est le liquide rougeâtre qui circule dans les artères, les capillaires et les veines.

Pour s'en procurer une notable quantité, il suffit de sectionner un tronc veineux, ou mieux artériel. Mais il est préférable, pour mieux guider le jet et régler le débit,

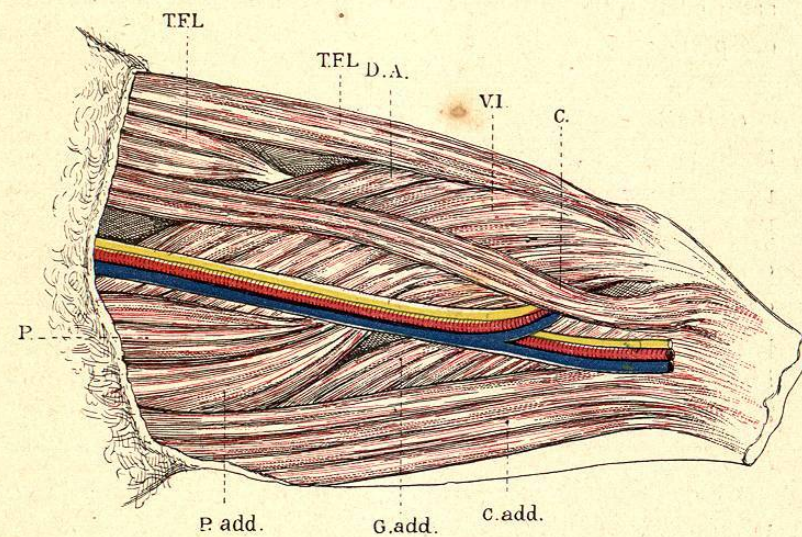


FIG. 241. — Région de la cuisse chez le chien, face interne : TFL muscle tenseur du fascia lata, DA muscle droit antérieur, VI muscle vaste interne, C muscle couturier, C.add muscle court adducteur de la jambe, G.add muscle grand adducteur, P.add muscle petit adducteur de la cuisse, P muscle pectiné.

Nota. — Dans cette figure, comme dans les autres les artères, sont figurées en rouge, les veines en bleu et les nerfs en jaune.

d'introduire une canule dans un gros vaisseau préalablement mis à nu, par exemple l'artère ou la veine fémorale (fig. 241) : cette dernière sera fixée pour l'artère dans

le bout central et pour la veine dans le bout périphérique. Le sang est recueilli dans une éprouvette et l'on peut empêcher sa *coagulation* par divers moyens que nous indiquerons plus loin, le refroidissement par exemple.

Nous pouvons constater immédiatement qu'il possède une odeur *sui generis* et une saveur salée.

En laissant choir une goutte de ce fluide dans l'eau, on voit que sa *densité* est plus grande que celle de cette dernière; elle est de 1045 à 1075.

Le sang est alcalin; pour s'en assurer, on en fait tomber une goutte sur une lame poreuse de plâtre imprégnée de tournesol rouge : après avoir balayé les globules par un courant d'eau, on aperçoit une tache bleue. L'alcalinité du sang correspond à celle d'une solution de soude à 0,2 ou 0,4 pour 100.

Globules et plasma. — En maintenant le sang fluide, il ne tarde pas à se séparer en deux couches, l'une inférieure, rouge, l'autre supérieure, jaunâtre; ce n'est pas, en effet, un liquide homogène. Il contient en suspension un nombre considérable de corpuscules figurés, ce sont les *globules* : ceux-ci, plus denses que le milieu liquide, se précipitent peu à peu au fond du vase. Ce sont eux qui donnent au sang sa coloration rouge. Quant à la couche supérieure, qui est la partie liquide du sang, elle porte le nom de *plasma*.

Ce dernier, abandonné à lui-même, se coagule spontanément, comme le sang complet.

Le *coagulum* ou *caillot* ne tarde pas à se rétracter et abandonne un liquide appelé *sérum*, renfermant des sels, particulièrement des chlorures et des phosphates, en grande majorité à base sodique, des gaz, du sucre et aussi des matières albuminoïdes coagulables par la chaleur : il suffit, en effet, de chauffer le sérum pour voir apparaître un nouveau coagulum.

Les globules du sang sont de deux espèces : globules rouges ou *hématies*, globules blancs ou *leucocytes*.

Les premiers sont les plus abondants. Ils doivent leur coloration à un pigment particulier, l'*hémoglobine*, et ne paraissent rouges qu'en masse : isolés, ils semblent blanc jaunâtre.

Pour les observer, il faut les regarder au microscope, à un grossissement assez considérable, car leur diamètre, comme nous le verrons, est fort petit.

Chez les mammifères, leur forme est arrondie, discoïde, ou, pour parler plus exactement, elle est semblable à celle des lentilles biconcaves, car leurs bords sont plus épais que leur centre.

Chez les ovipares, leur forme est elliptique et ils sont plus épais au centre qu'aux bords; cette convexité est amenée par la présence d'un noyau qui manque chez les mammifères. Au premier abord, il semble qu'il y ait un noyau dans les globules de ces derniers, le centre paraissant plus clair ou plus sombre que la périphérie, mais c'est là une conséquence de ce que la mise au point ne peut être faite simultanément sur le centre et sur les bords, par suite de la forme biconcave.

Jamais on ne rencontre de membrane autour de ces globules.

Leur dimension est assez variable, suivant les espèces animales : c'est chez les vertébrés ovipares et particulièrement chez les batraciens que l'on rencontre les globules les plus volumineux.

Pour opérer la *mesuration* des globules, on peut employer deux méthodes : la première directe, la seconde indirecte.

Par la *méthode directe*, on fait une préparation de sang sur un *micromètre objectif*. On appelle ainsi une lame de verre sur laquelle sont tracées, au diamant, des divisions équidistantes et très rapprochées, à un millième de

millimètre les unes des autres, par exemple. Il est facile de voir combien de divisions sont couvertes par un globule.

Mais ce procédé ne tarderait pas à détériorer le micromètre objectif; aussi emploie-t-on de préférence la *méthode indirecte* ou de l'*oculaire micrométrique*. Ce dernier renferme une lame à divisions équidistantes et très rapprochées qui, projetées sur l'image des divisions du micromètre objectif, sont contenues en nombre déterminé, pour un grossissement donné, dans une division de ce micromètre; connaissant les dimensions de cette division, un simple calcul de proportion donne celles d'une division du micromètre oculaire. Pour exécuter une mensuration de globules, il suffit donc de faire une préparation de sang sur une lame ordinaire, et de voir combien de divisions couvre le globule sur le micromètre oculaire. Après avoir consulté le tableau donnant, pour le système optique employé, les relations numériques des deux micromètres, on calcule rapidement la dimension. Ce procédé peut être employé pour la mensuration d'éléments anatomiques quelconques.

Le diamètre d'un globule de sang humain est d'environ sept millièmes de millimètre ou sept μ , comme l'on dit en histologie, et son épaisseur de 2 à 3 μ .

Les hématies se détruisent facilement dans l'eau; aussi faut-il se garder de diluer le sang avec ce liquide, quand on veut les observer. Ils se gonflent d'abord, puis disparaissent, leur pigment entrant en dissolution dans l'eau; le liquide ainsi obtenu s'appelle *sang laqué*.

Pour faire une préparation de sang, on peut, soit le diluer avec une solution de sulfate de soude à 5 pour 100, qui n'altère pas la forme des globules, soit étaler la goutte de sang sur le porte-objet et la sécher rapidement, sinon les globules, trop nombreux, s'agglomèrent en rouleaux analogues à des piles de pièces de monnaie et ne tardent pas à se déformer.

Les globules blancs sont beaucoup moins nombreux que les globules rouges; on en compte 1 à 2 pour 1 000 globules rouges. Ils se reconnaissent à leur taille plus considérable, à leur coloration plus pâle et à leurs bords moins nettement circulaires que dans les globules rouges; ils possèdent, de plus, un ou plusieurs noyaux.

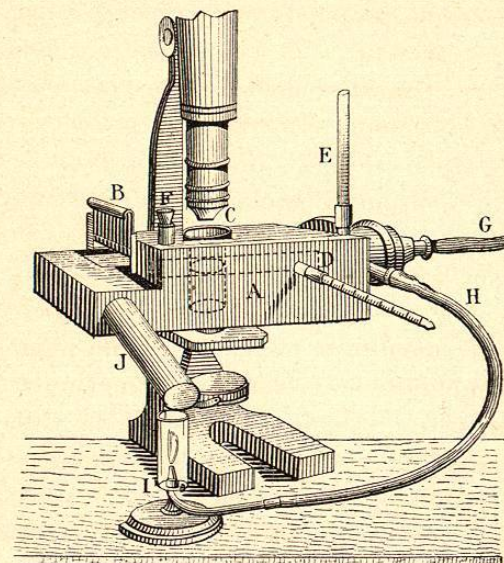


FIG. 242. — Platine chauffante : G tube d'arrivée du gaz, H tube de sortie, I brûleur, E régulateur de pression, A caisse pleine d'eau (on en chauffe le prolongement J), D thermomètre, B obturateur de la chambre chaude, F tube pour remplir d'eau l'étuve.

Il est possible de les observer vivants : on les voit alors se déformer en émettant des prolongements dits *pseudopodes*, en même temps qu'ils se déplacent sur le porte-objet par des *mouvements* dits *amœboïdes*, par analogie avec ceux que présentent certains rhizopodes.

Ce *porte-objet* peut consister uniquement en une lame de verre excavée légèrement en son milieu et que l'on recouvre d'une lamelle ordinaire. Le sang se trouve ainsi renfermé dans un espace clos, saturé d'humidité et contenant de l'air : c'est le type le plus simple de ce qu'on appelle une *chambre humide*. On en construit de divers

modèles : un des meilleurs est celui qui présente une rainure entourant la petite cupule du porte-objet, destinée à recevoir un peu d'eau pour entretenir la saturation de l'air. Pour faire l'observation, la chambre humide doit être à la température de l'animal : on la place à cet effet sur une *platine chauffante* (fig. 242).

Cette dernière consiste en une petite caisse rectangulaire pleine d'eau et percée en son centre d'un trou pour l'observation. Elle peut être chauffée à une température déterminée, grâce à un régulateur (fig. 242).

NUMÉRATION DES GLOBULES. — Les globules sanguins, les hématies surtout, sont en nombre très considérable, plusieurs millions par millimètre cube. Pour pouvoir les compter, il faut donc recourir à un artifice, car la numération directe serait impossible.

Voici un des nombreux procédés mis en usage :



FIG. 243. — Pipette destinée à diluer le sang pour la numération des globules.

On commence par diluer le sang, d'une façon aussi homogène que possible, en faisant usage d'un *mélangeur*. Celui-ci consiste en un tube en forme de pipette renflée en son milieu. Dans le renflement est emprisonnée une petite boule de verre. Le tube porte deux graduations, 1 et 100, indiquant que le deuxième volume est 100 fois plus grand que le premier (fig. 243).

Ayant piqué légèrement l'animal sur lequel on veut faire la numération, on aspire rapidement le sang dans le tube jusqu'à la division 1; ensuite, on aspire jusqu'à la division 100 dans une solution de sulfate de soude à 5 pour 100. Cela fait, par une agitation rapide, le mélange est brassé parfaitement dans la partie renflée du tube.

Les premières gouttes, mal mélangées, étant expulsées, on en laisse tomber une seule sur le *compte-globules*

(fig. 244 et 245). Celui-ci consiste en une plaque de verre portant des divisions tracées au diamant et qui délimitent de petits carrés associés par groupes de 20, 4 dans un sens, 5 dans l'autre, constituant ainsi des rectangles. Le long côté du rectangle a $\frac{1}{4}$ de millimètre, le petit côté $\frac{1}{5}$. La surface du rectangle est donc de $\frac{1}{20}$ de millimètre carré. La goutte déposée sur cette plaque est recouverte d'un couvre-objet qui est maintenu par de

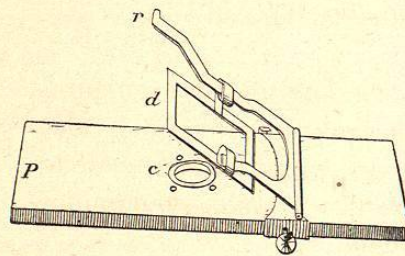


FIG. 244. — Compte-globules à chambre humide de Malassez : P plaque métallique, c chambre humide, d compresseur, r ressort.

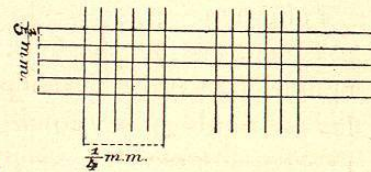


FIG. 245. — Divisions tracées sur la plaque de verre de la chambre humide.

petites cales à une hauteur de $\frac{1}{5}$ de millimètre. L'espace compris entre un des rectangles précités et le couvre-objet a donc un volume de $\frac{1}{100}$ de millimètre cube. C'est dans cet espace que les globules sont comptés. Pour cela, après les avoir laissé reposer un moment, pour qu'ils tombent tous sur la lame graduée, on compte combien il y en a dans chaque petit carré d'abord, puis dans le rectangle total, c'est-à-dire que l'on numère dans les vingt carrés. On recommence la même opération sur deux ou trois autres rectangles et l'on fait ensuite une moyenne.

Certaines précautions sont à prendre dans cette numération, pour ne pas compter plusieurs fois le même globule. Il peut arriver, en effet, qu'un globule soit à cheval sur deux et même 4 carrés. La règle à suivre est de compter les carrés dans un ordre déterminé, de gauche

à droite et de haut en bas, par exemple, et de toujours comprendre dans le carré que l'on numère le globule à cheval sur la ligne d'en bas ou sur la ligne de droite.

Certains globules sont à cheval sur les bords du rectangle : on compte ceux de deux bords, bas et droite, et on néglige ceux des autres, haut et gauche.

On obtient ainsi le nombre de globules d'un sang dilué au centième dans un centième de millimètre cube. En multipliant le nombre trouvé par 10 000, on aura donc le nombre de globules dans un millimètre cube de sang.

Pour avoir une exactitude suffisante, il faut répéter plusieurs fois l'opération : on multiplie, en effet, par un nombre trop considérable pour qu'on ne prenne pas toutes les précautions possibles pour éviter les erreurs. Chez un homme normal, le nombre des globules pour un millimètre cube est d'environ cinq millions : on en a donc environ 500 par rectangle dans les conditions précitées.

Les globules blancs se comptent de la même manière : pour mieux les distinguer, on ajoute un peu de violet d'aniline dans le sulfate de soude servant à la dilution. Ils fixent cette couleur et sont ainsi rendus plus apparents.

Coagulation du sang. — Lorsque le sang est recueilli au sortir des vaisseaux, sans prendre les précautions indiquées plus haut, il ne tarde pas à se prendre en une gelée : c'est là le phénomène de la *coagulation*. Cette gelée, abandonnée à elle-même, se rétracte en une masse plus compacte, le caillot, qui expulse par sa rétraction un liquide légèrement jaunâtre, le sérum; ce dernier est exactement le même que celui qui provient de la coagulation du plasma isolé.

La coagulation du sang est due à la présence simultanée dans ce liquide : 1° d'une matière albuminoïde particulière, substance fibrinogène; 2° de sels solubles de calcium; 3° d'un ferment ou fibrin-ferment qui prend

naissance dans le sang mort, principalement aux dépens des globules blancs. Il en résulte d'abord que la coagulation est impossible dans le sang vivant, à cause de l'absence de fibrin-ferment, ensuite que toutes les substances capables de précipiter les sels de calcium empêcheront cette coagulation, et en troisième lieu que toutes les causes capables d'arrêter ou de ralentir l'action du fibrin-ferment arrêteront ou ralentiront la coagulation. C'est ainsi qu'en ajoutant au sang un peu de fluorure de sodium ou d'oxalate de potassium, on empêche la formation du caillot, le calcium entrant dans une combinaison insoluble sous forme de fluorure ou d'oxalate. C'est ainsi encore que le froid et certains sels, tels que les sels de soude et de magnésie, en paralysant l'action du fibrin-ferment, produisent le même effet.

Le corps qui prend naissance par l'action du fibrin-ferment sur la matière fibrinogène et les sels de calcium porte le nom de *fibrine* : elle se forme en filaments nombreux, emprisonnant dans leurs mailles les globules qui n'ont pas le temps de se déposer. Pendant la formation de la fibrine, si on bat le sang avec un petit balai, les filaments s'attachent et on obtient un liquide désormais incoagulable spontanément, formé du sérum et des globules : c'est le sang défibriné.

Lorsque, pour une cause quelconque, la coagulation du sang est ralentie, les globules ont le temps de commencer à se précipiter; la partie supérieure du caillot est alors blanchâtre, la partie inférieure seule est rouge.

La formation de la fibrine n'exige pas absolument des sels de calcium; on peut remplacer ces derniers par les sels correspondants du baryum. Dans un sang rendu incoagulable par l'action du fluorure de sodium, il suffit d'ajouter un peu de chlorure de baryum pour voir la coagulation apparaître.