sujet donné, sans en rien omettre, de manière à ce que le candidat ne soit embarrassé par aucune question; à mettre en relief les points importants, en négligeant les détails superflus, de sorte que le lecteur puisse immédiatement trouver ce qu'il lui importe d'apprendre ou de revoir; à rapporter les théories et les faits récemment entrés dans le domaine de la science, aussi bien que ceux qui lui sont depuis longtemps acquis; enfin à citer les noms des professeurs des diverses Facultés de médecine en regard de la découverte qu'ils ont faite, de l'idée qui leur est personnelle.

Grâce à ce plan, qui a permis de traiter tous les sujets d'une façon à la fois complète, claire, et concise, chaque *Aide-Mémoire* remplira un double but : il donnera le moyen d'acquérir rapidement des notions très suffisantes sur toutes les matières d'un examen; il facilitera, au dernier moment, la revision d'une question oubliée ou incomplètement étudiée.

PAUL LEFORT.

Paris 1er mars 1890.

AIDE-MÉMOIRE D'HISTOLOGIE D'ANATOMIE ET D'EMBRYOLOGIE

PREMIÈRE PARTIE

HISTOLOGIE

CHAPITRE PREMIER

NOTIONS GÉNÉRALES.

Anatomie générale et Histologie. — L'*anatomie générale*, conçue par Bichat, est la *science des éléments anatomiques, des tissus, des systèmes et des organes*, considérés dans toutes les modalités structurales qu'ils éprouvent pendant la durée de l'évolution vitale (J. Renaut). Elle étudie aussi les *principes immédiats* et les *humeurs* de l'économie.

L'*histologie*, d'après l'étymologie, est l'*étude des tissus* : ce ne serait ainsi qu'une branche de l'anatomie générale. Mais comme on ne peut connaître un tissu sans étudier la nature, la constitution, le

mode d'association des éléments anatomiques qui le composent, l'usage a prévalu de considérer comme synonymes les termes d'*anatomie générale* et d'*histologie*, et de comprendre sous ce dernier l'étude des éléments aussi bien que des tissus. L'histologie peut donc être définie : l'*anatomie générale aidée du microscope* (Mathias Duval).

Principes immédiats. — Corps généralement très complexes, solides, liquides ou gazeux, dont l'union constitue la substance organisée, et qui représentent le dernier terme auquel on puisse ramener cette subtance sans décomposition chimique, par coagulations et cristallisations successives. Ils se divisent en trois classes : 1° Principes cristallisables ou volatils d'origine minérale (oxygène, carbonates, chlorures, etc.) ; 2° Principes cristalisables ou volatils se formant dans l'économie, et en sortant comme corps excrémentitiels (acide urique, urée, créatine, oléine, sucre du foie, etc.) ; 3° Principes non cristallisables, coagulables, qui prennent naissance dans l'organisme, et qui, s'y décomposant, deviennent les matériaux de production de ceux de la seconde classe (albumine, fibrine, caséine, pancréatine, etc.).

Éléments anatomiques. — Corps de très petites dimensions, formés de matière organisée, qui sont les dernières parties auxquelles on puisse ramener les tissus par dédoublement mécanique, sans décomposition chimique. Ils sont capables de se modifier pour adapter leur forme à un fonctionnement spécial (J. Renaut).

Ils sont de deux ordres : *éléments cellulaires* (voy. *Cellules*, p. 10) ; *éléments non cellulaires*. Ceux-ci diffèrent des premiers en ce qu'ils ne proviennent pas d'une cellule transformée, et qu'en aucun cas ils ne peuvent donner naissance à une cellule : tels sont les fibres élastiques, les faisceaux connectifs, la substance fondamentale des os et des cartilages (J. Renaut). Toutefois la plupart des *fibres*, éléments anatomiques longs et grêles, dérivent de transformations par allongement du corps cellulaire (Ch. Rémy).

Tissus et systèmes. — Un *tissu* est un ensemble d'éléments anatomiques identiques à eux-mêmes aux points de vue de la forme et du fonctionnement (J. Renaut). Un *système* est un ensemble de parties similaires composées d'un même tissu. Le système est de même nature que le tissu qui le constitue : mais ce dernier est considéré comme substance isolée ; le système est étudié comme formant un tout au point de vue de sa distribution dans le corps. Etudier le *tissu* n'est donc pas étudier le *système* : pourtant l'usage s'est établi de confondre les deux expressions.

On divise les tissus en trois classes, d'après leur développement et leur fonctionnement (Cornil et Ranvier) :

PREMIÈRE CLASSE.

Tissus composés de cellules à évolution régulière et constante, soudées par une substance unissante peu abondante.

- ÉPITHÉLIUMS
  - DE REVÊTEMENT.
  - GLANDULAIRES.

DEUXIÈME CLASSE.

Tissus dans lesquels la substance intercellulaire, très abondante, est caractérisée par sa forme et ses propriétés physico-chimiques.

- TISSU CONJONCTIF
  - LACHE OU DIFFUS
    - *Embryonnaire.*
    - *Muqueux.*
    - *Adulte.*
    - *Adipeux.*
  - MODELÉ
    - *Membraneux.*
    - *Lamelleux.*
    - *Réticulé.*
    - *Fibreux.*
    - *Élastique.*
- TISSU CARTILAGINEUX.
- TISSU OSSEUX.

TROISIÈME CLASSE.

Tissus dans lesquels la cellule s'est modifiée, en prenant des caractères physiques, chimiques et physiologiques, parfaitement déterminés.

TISSU MUSCULAIRE.
TISSU NERVEUX.

Organes et appareils. — Un *organe* est un assemblage de parties diverses, ayant une conformation spéciale, et participant à l'accomplissement d'une fonction déterminée : un os, un muscle, un tendon sont des organes.

Un *appareil* est l'ensemble des organes qui concourent à une même fonction : appareil digestif, respiratoire, locomoteur, etc.

Nous ne traiterons ici que des *cellules* et des *tissus*. Nous étudierons la structure des appareils digestif, urinaire, etc., et celle de organes des sens, en même temps que l'anatomie descriptive de ces différentes parties (voy. *Splanchnologie*, p. 152 et suivantes).

CHAPITRE II

CELLULES.

La *cellule*, élément anatomique d'où dérivent la plupart des autres (voy. *Éléments anatomiques*, p. 8), est un petit corps ayant de 5 millièmes à 2 dixièmes de millimètre de diamètre ; primitivement rond, mais pouvant devenir polyédrique, cylindrique, étoilé, etc., par suite de son développement ou de la pression des éléments voisins ; ayant une surface habituellement lisse, mais pouvant présenter des prolongements simples ou ramifiés (cellules nerveuses) ; facilement perméable aux liquides, d'où les phénomènes d'osmose dont elle est le siège.

La *cellule parfaite* se compose d'une *membrane d'enveloppe ;* d'un contenu, le *protoplasma ;* d'un *noyau*, avec ou sans *nucléoles*. Mais ce type n'est fréquent que dans le règne végétal. La membrane d'enveloppe manque le plus souvent dans la *cellule animale*, essentiellement formée par le protoplasma et le noyau.

Protoplasma. — Masse de substance organisée, demi-liquide, qui, libre ou limitée par une membrane, suffit à caractériser un corps cellulaire.

Sa *constitution chimique* varie : on y trouve toujours une matière albuminoïde complexe, qui seule est active et vivante (J. Renaut), tandis que l'eau (70 à 80 p. 100), les corps gras (lécithine, nucléine), la substance glycogène, les ferments solubles, les matières inorganiques (chlore, phosphates, sulfates, etc.), qu'on y rencontre, sont des éléments accessoires, qui n'en font pas partie intégrante.

Il est coloré en jaune par l'*iode;* en rose par les solutions d'*éosine* et le *chlorure d'or*.

Il se présente sous deux formes successives : *hyaline* et *granuleuse*. Dans la *forme hyaline*, il est composé uniquement par la subtance fondamentale, azotée, homogène, transparente. Mais bientôt se forment, même à l'état normal, des *granulations* graisseuses, amylacées, protéiques, dont le développement est dû aux mouvements des masses protoplasmiques (voy. *Mouvements des cellules*, p. 14) : ces mouvements, modifiant incessamment la répartition des substances dont le corps cellulaire est imprégné, finissent par les disposer en granulations, ordonnées en séries régulières par rapport aux bandes de protoplasma restées hyalines (J. Renaut).

Dans la subtance du protoplasma se forment parfois des *vacuoles*, petites cavités remplies d'eau qui disparaissent au bout d'un certain temps. Elles

résultent de ce que le *plasma*, liquide particulier dans lequel est plongée la cellule, augmentant ou diminuant de densité, le protoplasma se rétracte ou se gonfle, et émet dans les deux cas des expansions qui s'en séparent (*boules sarcodiques*), en laissant des cavités qui donnent à la masse une apparence aréolaire (J. Renaut).

Noyau. — Corpuscule ordinairement sphérique ou ovoïde ; situé le plus souvent au centre, parfois à la périphérie de la cellule ; quelquefois double ou multiple.

Chimiquement, il se rapproche du protoplasma par sa constitution azotée. Il est teint en rouge par le *carmin* et la *purpurine*, en violet par l'*hématoxyline* ; l'*éosine* et la plupart des couleurs d'aniline colorent certains noyaux, mais non pas tous.

Il se compose d'une *membrane d'enveloppe* (qui manque souvent), et d'un *contenu*, lequel est constitué :

1° Par la *substance nucléaire*, dense, réfringente, composée de grains de *nucléine* ou *chromatine* placés à la file sous forme de filaments, de manière à former les trabécules d'un réseau qu'on nomme *réseau chromatique* parce que c'est la partie du noyau qui fixe les matières colorantes : à cette substance est dû le principal rôle dans la segmentation des noyaux (voy. *Multiplication des cellules*, p. 15) ;

2° Par le *suc-nucléaire*, demi-liquide, moins dense que la substance précédente, dont il remplit les interstices, non coloré par les matières qui teignent les noyaux.

Nucléole. — Corpuscule arrondi, réfringent, coloré par les réactifs comme le noyau lui-même, dont il occupe le centre ou la périphérie. Certaines cellules n'ont pas de nucléole ; d'autres en ont 3, 4, jusqu'à 15 ou 16. Il paraît être un corps creux, rempli d'un liquide spécial ; mais on ne sait s'il constitue une simple réserve de chromatine pour le noyau, ou s'il joue tout autre rôle.

Endoplasme et exoplasme. — Dans la plupart des cellules qui se spécialisent en vue d'une fonction exclusive, le protoplasma se dédouble : une portion, l'*endoplasme*, située autour du noyau, reste demi-fluide, et conserve le rôle actif dans la nutrition de la cellule ; l'autre, l'*exoplasme*, forme une sorte d'écorce dure à la périphérie de la cellule, et émet des prolongements qui finissent par s'individualiser.

Ces *édifications exoplastiques* sont *capsulaires*, *cuticulaires* ou *basales* (J. Renaut). Les *capsules* sont les productions membraniformes, closes, amorphes, qui limitent une cellule et semblent sécrétées par elle : capsules du cartilage, sarcolemme des faisceaux musculaires, etc. Les *cuticules* et les *productions basales* se développent sur les épithéliums, les premières au niveau de l'extrémité libre des cellules, les secondes au niveau de leur partie adhérente, en restant à l'état de *lignes* ou devenant des *plateaux* épais.

L'*endoplasme* peut aussi former des *édifications*, qui, comme les précédentes, restent liées à la cellule, sans laquelle elles ne pourraient vivre ni se multiplier : tets sont les fibrilles musculaires, les bâtonnets des épithéliums striés des tubes contournés du rein, etc. (J. Renaut).

Substances intercellulaires. — Les cellules sont unies entre elles par des substances qui ont pour caractères communs de noircir par imprégnation de nitrate d'argent, et de ne jamais affecter de continuité de substance avec les éléments cellulaires voisins, lorsqu'elles prennent naissance sous l'influence de ces éléments.

Tels sont les *ciments intercellulaires*, bandes de substance amorphe, incolore, demi-fluide, qui unissent entre elles les cellules épithéliales ou endothéliales, tendineuses, etc., et servent de canaux aux substances diffusibles venues des vaisseaux et espaces lymphatiques. Telles sont les *substances intercellulaires de nature connective* qui existent au niveau de la ligne d'implantation de tous les épithéliums, et forment la substance fondamentale des os, du cartilage, du tissu conjonctif, constituant ainsi la charpente de l'édifice entier (J. Renaut).

Mouvements des cellules. — Le protoplasma est *contractile*, c'est-à-dire que, sous l'influence d'une excitation, il réagit en exécutant un mouvement. La contractilité est au maximum dans les éléments musculaires, mais ne leur appartient pas exclusivement; tous les éléments cellulaires la possèdent. Cette propriété du protoplasma est la cause des mouvements des cellules, qui sont de trois ordres :

1° *Mouvements amiboïdes*, analogues à ceux que présentent les *amibes* (rhizopodes des eaux stagnantes), et observés sur les globules blancs du sang, les cellules cartilagineuses, celles du tissu conjonctif, etc. : ils consistent en resserrements, dilatations, production d'expansions, qui amènent non seulement le changement de forme, mais aussi une sorte de reptation des éléments anatomiques; quand ceux-ci arrivent au contact d'un corps étranger, d'une poussière colorée injectée dans les vaisseaux, ils l'entourent de leurs prolongements, le soudent à leur propre substance, et l'expulsent plus tard par un processus inverse; ces mouvements, dus à l'activité vitale du protoplasma, sont bien distincts de la production des expansions ou boules sarcodiques (voy. *Protoplasma*, p. 12), phénomène de diffluence qui indique la mort de la cellule;

2° *Mouvements de locomotion*, de déplacement en masse, dans lesquels la cellule se déplace en totalité; les éléments qui les présentent, tels que les cellules du tissu connectif et de la cornée, sont dits *cellules migratrices;*

3° *Mouvements vibratiles*, qui se font à l'aide de *cils* ou filaments très fins, hyalins, homogènes, susceptibles de se mouvoir par eux-mêmes d'un mouvement très vif et continu, dressés sur les cellules d'épithélium cylindrique.

De plus, dans les cellules pourvues d'une membrane d'enveloppe, surtout dans les cellules végétales, il peut y avoir des *mouvements intra-cellulaires* ou *mouvements de courant*, qui transportent le protoplasma dans un sens unique ou ses diverses parties dans différentes directions.

Les mouvements cellulaires ont besoin, pour s'accomplir, de la présence de l'*oxygène*, et d'une certaine *température*, variable avec la nature des cellules. L'*eau* paraît les accélérer. Les *acides*, les *alcalis*, l'*alcool*, le *curare*, les *anesthésiques*, les suspendent. Les *courants électriques* faibles ne les influencent pas, les courants moyens font contracter tétaniquement le protoplasma, qui prend une forme globulaire; les courants intenses détruisent l'activité de la cellule.

Multiplication des cellules. — La théorie de la *formation libre* ou *spontanée* des cellules, au sein d'un liquide (*blastème*) dépourvu d'éléments cellulaires (Ch. Robin), n'a plus cours dans la science. On admet que toute cellule dérive d'une autre cellule, par *division directe* ou *indirecte*.

A. Division directe. — Le noyau de la cellule, pressé en tous sens par les mouvements du protoplasma, prend plusieurs formes successives, et finit par présenter un étranglement circulaire; puis

la partie étranglée se rompt, et, le protoplasma suivant la division, il en résulte deux cellules distinctes. Ce procédé de multiplication n'appartient qu'aux cellules qui, comme les globules blancs du sang et de la lymphe, sont libres dans l'économie. Toutes les autres cellules se multiplient par division indirecte.

B. Division indirecte. — Elle se fait en sept phases successives (J. Renaut).

I. *Formation de l'aster et du peloton chromatique.* — Dans le protoplasma, gonflé et granuleux, s'établissent des courants qui dessinent autour du noyau, augmenté de volume, l'apparence d'une étoile (*aster*). Le réseau chromatique du noyau est remplacé par un filament unique, enroulé sur lui-même (*peloton chromatique*). Le nucléole est plus petit et plus réfringent.

II. *Dédoublement de l'aster et contraction du peloton.* — L'aster se dédouble, chacun des asters secondaires gagne un des pôles du noyau. Le peloton chromatique se contracte, ses circuits sont séparés par de plus larges espaces. Le nucléole disparaît.

III. *Formation de l'amphiaster, individualisation des bâtonnets, formation de la couronne équatoriale.* — La membrane du noyau se détruisant, le protoplasma pénètre dans celui-ci, et y forme le *fuseau nucléaire*, faisceau de filaments réunissant l'un à l'autre les deux asters : l'ensemble de la figure est l'*amphiaster*. Les mouvements se continuant dans le protoplasma devenu fuseau nucléaire, le peloton chromatique se divise en filaments ou *bâtonnets*, de nombre variable suivant les espèces de cellules, mais constant pour une même espèce. Puis les bâtonnets se portent vers l'équateur de la cellule, où ils forment la *couronne équatoriale* : à ce moment, chacun d'eux a la forme d'un V, à sommet tourné vers le centre du noyau.

IV. *Dédoublement du fuseau et des bâtonnets, formation de la plaque équatoriale.* — Le nombre des filaments devient double dans le fuseau, en même temps que chaque bâtonnet se fend en deux et passe de la forme du V à celle du W : la nouvelle figure qui en résulte est la *plaque équatoriale*.

V. *Ascension des bâtonnets aux pôles, et formation de la double couronne polaire.* — A ce moment chacun des bâtonnets se renverse, et tourne vers un des pôles son sommet, primitivement tourné vers l'équateur de la cellule ; puis, il monte vers ce pôle, et comme la même rotation, la même ascension, se font dans les deux moitiés de la cellule, il en résulte la formation à chaque pôle d'une couronne de bâtonnets (*double couronne polaire*), formée par la moitié du filament chromatique du noyau primitif.

VI, VII. — *Peloton des noyaux néoformés, amphiaster décroissant. Cellules-filles.* — Dans chaque couronne polaire, en un point situé entre le centre de l'aster et la place de l'ancien noyau, les bâtonnets se réunissent en peloton, puis en réseau. Ces asters et les filaments du fuseau disparaissent. Le nucléole reparaît dans chaque nouveau noyau, qui s'entoure d'une membrane (*noyaux néoformés*). Le protoplasma qui les entoure, devenu plus homogène, se divise entre deux noyaux néoformés : il en résulte deux *cellules-filles*. Si la masse de protoplasma dans laquelle les noyaux se sont multipliés ne se segmente pas, elle devient une *cellule à noyaux multiples* (faisceaux primitifs des muscles striés).

Le terme de *karyokinèse* (mouvement du noyau), employé pour désigner cette division indirecte, n'est pas exacte : car les noyaux sont passifs, et seulement maniés par les mouvements du protoplasma, qui ont une importance prépondérante (J. Renaut).

CHAPITRE III

SANG.

Quoique liquide, le sang, contenant des éléments figurés disposés de la même façon dans tous les points du corps, est un *tissu*, comme les tissus musculaire ou nerveux (Ranvier). Il est constitué :

1° Par une partie solide : *globules rouges*, *globules blancs*, *granulations libres ;*

2° Par une partie liquide : *plasma*.

Il suffit, pour étudier la constitution du sang humain, d'en placer sous le microscope une goutte obtenue par piqûre de l'extrémité du doigt.

Globules rouges ou **hématies.** — A. Propriétés physico-chimiques. Structure. — Ce sont des corpuscules de 7 à 8μ de *diamètre*, de *couleur* jaune verdâtre (rouge en masse). Elliptiques chez les oiseaux, les reptiles, les batraciens, les poissons, ils ont la *forme d'un disque biconcave* chez l'homme et les mammifères (sauf chez les caméliens, où ils sont elliptiques) : de sorte que, vus de face, ils apparaissent comme un disque circulaire renflé sur ses bords ; vus de profil, comme un petit bâtonnet renflé à ses deux extrémités. Quelques globules rouges sont sphériques et un peu plus petits que les discoïdes (5 μ).

Ils ont une *élasticité* telle, qu'après avoir été comprimés ou étirés, ils reprennent immédiatement leur forme primitive, et qu'ils traversent des capillaires plus fins que leur propre diamètre.

Abandonnés à eux-mêmes, dans une préparation de sang frais, ils tendent à s'accoler par leurs faces et à former des piles semblables à celles des pièces de monnaie ; ils ne sont pas réunis par la fibrine

puisque le phénomène se produit aussi bien dans le sang défibriné, ni par une matière glutineuse qu'ils sécréteraient puisque la moindre pression les sépare : cet *empilement* résulte probablement de la tendance qu'ont tous les corps plats mobiles à se mettre en rapport par leur plus grande surface.

Si on abandonne du sang humain à la température ordinaire, pendant vingt-quatre heures, on voit un certain nombre de globules discoïdes présenter des *crénelures* sur leurs bords, quelques-uns prendre une forme de *calotte* ou une apparence de *haltère* ; les globules sphériques augmentent de nombre, la surface de quelques-uns se couvre d'*épines*.

Sous l'influence de l'*eau*, de l'*alcool* étendu, de l'*éther*, les globules deviennent sphériques et se décolorent par dissolution de l'hémoglobine, qui teint le liquide en jaune. L'*urée* les rend sphériques, sans les décolorer. La *bile* les pâlit d'abord, puis les dissout. Les *acides osmique* et *picrique* les fixent dans leur forme. Les solutions faibles d'*éosine* les colorent en rouge brique.

La *dessiccation* lente leur fait prendre un aspect *mûriforme*. La *chaleur* les rend sphériques à 56°, les décolore à 70°. Le *froid*, l'*électricité*, les décolorent.

Les différences d'aspects présentés par les globules rouges dans les conditions citées plus haut font penser qu'ils n'ont pas de véritable *membrane d'enveloppe :* mais il y a probablement à leur périphérie une couche particulière, nettement limitée par un double contour (Ranvier). Quant au *noyau*, il n'existe pas chez l'homme. Les hématies sont donc uniquement constituées par une masse molle, homogène, de protoplasma.

B. Composition. — Le globule rouge se compose d'un *stroma* et d'une matière colorante (*hémoglobine*).

I. *Stroma globulaire* ou *globuline*. — Matière molle,

albuminoïde, incristallisable, d'apparence granuleuse, insoluble dans l'eau et dans le sérum sanguin, coagulable par la chaleur, qui forme la charpente des globules. Elle renferme une grande proportion d'eau, plusieurs matières albuminoïdes, de la lécithine, de la cholestérine.

II. *Hémoglobine* ou *hémato-cristalline*. — Matière albuminoïde, qui gonfle le stroma globulaire comme une sorte d'éponge (J. Renaut) et colore les globules rouges du sang. Elle cristallise en prismes hexagonaux, solubles dans l'eau, insolubles dans les solutions fortes d'albumine et de sel marin, et, par suite. dans le plasma sanguin. Elle a une *grande affinité pour l'oxygène*, dont elle absorbe plus que son poids, et forme avec lui, dans le globule sanguin, une combinaison instable, favorable aux échanges organiques qui se passent dans les tissus. L'*hémoglobine oxygénée* ou *oxyhémoglobine*, telle qu'elle existe dans le sang artériel, donne au spectroscope deux bandes d'absorption : l'une étroite, dans le jaune, à droite de la ligne D du spectre : l'autre, plus large, dans le vert, finissant en deçà de la ligne E.

L'*hémoglobine réduite*, privée de son oxygène par un corps réducteur (sulfhydrate d'ammoniaque), ne donne plus qu'une bande d'absorption, située à gauche de la ligne D, et aussi large que les deux précédentes réunies.

L'*hémoglobine oxycarbonée*, combinée à l'oxyde de carbone, donne aux globules sanguins une coloration groseille, les empêche d'absorber l'oxygène, et fournit deux bandes d'absorption, qui se distinguent de celles de l'oxyhémoglobine en ce qu'elles sont reportées un peu à droite et qu'elles ne sont pas pas modifiées par les agents réducteurs.

Additionnée de quelques gouttes d'acide acétique, la solution d'hémoglobine donne une nouvelle bande

d'absorption, commençant à droite de la ligne B et dépassant la ligne C : c'est le spectre de l'*hématine*, substance qui n'existe pas naturellement dans l'organisme, mais peut s'y former accidentellement, quand le sang s'est épanché dans les tissus.

C. Numération. — Les globules du sang étant si nombreux qu'on ne peut les compter, même au microscope, dans ce liquide pur, on l'additionne d'un sérum artificiel (solution de sulfate de soude à 5 p. 100) à l'aide d'une sorte de pipette (*mélangeur Potain*), de sorte que dans ce mélange, bien titré et homogène, les globules sont assez écartés pour être soumis à la numération. Celle-ci se fait dans un espace calibré, qui est soit la *cuve de Hayem*, sorte de cellule constituée par une lamelle de verre épaisse de 1/5 de millimètre, perforée, appliquée sur une lame de verre, et recouverte par une autre lamelle ; soit la *chambre humide graduée de Malassez*, lame métallique percée d'une ouverture circulaire où est encastré un petit disque de glace, sur lequel sont gravés des rectangles ayant 1/4 de millimètre de hauteur sur 1/5 de millimètre de large, soit 1/20 de millimètre carré de surface, et dont chacun est divisé en 20 carrés : auprès du disque sont 3 trous, dans lesquels passent des vis dont la pointe, tournée en haut, maintient entre une lamelle qu'on y place et le disque un espace capillaire de la hauteur voulue ; si la saillie des vis est de 1/5 de millimètre, chaque rectangle correspond à 1/100 de millimètre cube. On dépose une goutte du mélange sur le disque, on porte l'appareil sur le microscope, et on compte les globules compris dans un rectangle, c'est-à-dire dans 1/100 de millimètre cube ; le chiffre obtenu, multiplié par 100, donne le nombre des globules dans 1 millimètre cube du mélange, et si celui-ci est au centième comme c'est l'usage, il fau-

dra multiplier encore par 100 pour avoir le nombre dans le sang pur : autrement dit, le chef primitif, multiplié par 10,000, est le nombre des globules rouges d'un millimètre cube du sang. *Ce nombre est, en moyenne, de 5 millions chez l'homme :* il peut dépasser 6 millions, il n'a jamais été inférieur à 800,000.

Globules blancs. — A. Propriétés physico-chimiques. — Corpuscules incolores, qui ne se trouvent pas seulement dans le sang, mais aussi dans la lymphe, le tissu conjonctif, presque partout dans l'économie. Leur *diamètre* est de 4 μ pour les plus petits ; de 8, 10 et 14 μ pour les gros. Leur *densité* est un peu plus faible que celle des globules rouges.

Leur *numération* se fait comme celle de ces derniers (voy. *Numération*, p. 21) ; mais comme ils sont bien moins nombreux, on les compte dans un mélange plus concentré (1/50) et dans un plus grand nombre de rectangles. Leur *nombre*, dans le sang, est en moyenne de 1 p. 350 à 500 globules rouges : il est très élevé dans le sang de la veine splénique, augmente au moment de la digestion, varie suivant une foule de circonstances. Ils s'accumulent dans les points où la circulation est ralentie, par suite de leur tendance à adhérer aux surfaces (Ranvier).

Leur *forme* est très variable : primitivement sphériques, ils ne tardent pas, sur une préparation de sang frais examiné au microscope, à devenir irréguliers, par formation d'un ou de plusieurs prolongements, qui grandissent et s'élargissent, tandis que la masse du globule, d'abord rétrécie, finit par disparaître dans le prolongement, et s'est par suite déplacée. Les globules blancs ont donc des *mouvements amiboïdes* (voy. *Mouvements des cellules*, p. 14). De plus quelques-uns présentent des *expansions* ou *boules sarcodiques* (voy. *Protoplasma*, p. 12) qui augmente la variété de leurs aspects.

Les mouvements amiboïdes n'ont pas lieu à la température ordinaire dans le sang humain ; ils apparaisent à 20°, s'accentuent à mesure que la chaleur augmente, jusqu'à 40°, où ils cessent avec la vitalité des globules, qui redeviennent sphériques. L'*oxygène* est indispensable à l'entretien de cette vitalité. L'*eau* fait gonfler leur protoplasma et y fait apparaître des noyaux. L'*iode* tue les globules blancs, et donne à quelques-uns une coloration brun acajou qui indique qu'ils contiennent de la matière glycogène.

B. Structure. — Les globules blancs ne possèdent pas de membrane d'enveloppe : c'est à tort qu'on leur donne parfois le nom de *leucocytes*, qui peut les faire considérer comme des utricules, ce qui n'est pas exact (Ranvier). Ils sont constitués par une masse de protoplasma granuleux, dans lequel est un noyau, parfois sphérique ou en bissac, le plus souvent cylindrique ou replié en boudin, quelquefois double ou triple : ce noyau, que l'acide acétique fait apparaître, et que le carmin colore en rouge tandis que le protoplasma est à peine rosé, est entouré de granulations sphériques, brillantes, dont quelques-unes sont graisseuses.

Granulations libres. — Elles sont très nombreuses et de deux espèces. Les unes sont sphériques comme de petites gouttelettes de graisse. Les autres (*hématoblastes*, Hayem) sont anguleuses, non colorées par le carmin, non altérées par l'eau : ce ne sont donc pas des débris de globules blancs ou rouges, ni des globules en voie de développement, mais probablement de petites masses de *fibrine* (voy. plus bas, *Plasma*).

Plasma. — Liquide jaune ambré, filant, alcalin, où nagent les globules du sang, et qui contient la *fibrine*, laquelle, quand le sang est abandonné à lui-même au sortir des vaisseaux, emprisonne les glo-

bules rouges et blancs sous forme d'une masse rougeâtre, le *caillot*. Celui-ci, en se rétractant, laisse transsuder un liquide jaunâtre, le *sérum*, qui n'est autre que le plasma ne renfermant plus de fibrine : *plasma* et *sérum* ne sont donc pas la même chose.

La *coagulation* se fait dans un temps qui varie suivant plusieurs circonstances ; sa cause est encore mal connue (1). Histologiquement, elle s'opère de la façon suivante : sur une goutte de sang examinée au microscope, on voit, au bout de 15 à 20 heures, un certain nombre de globules rouges, devenus sphériques et plus colorés, former des îlots ou rosaces, d'où partent des rayons qui vont s'unir à des rayons semblables venus des rosaces voisines. Ces rayons sont constitués par des fibrilles de fibrine emprisonnant des globules rouges, de façon à former un réticulum ayant pour centre des granulations qui ont les mêmes caractères que ces fibrilles ; à leur apparition, elles ont 1 μ de diamètre ; mais elles grossissent, deviennent anguleuses, et émettent des prolongements qui sont les premières fibrilles du réseau. Il est donc probable que ces granulations sont de petites masses de fibrine, et qu'elles servent à celles-ci de centres de coagulation, comme un cristal de sulfate de soude plongé dans une solution de même sel est le point de départ de la cristallisation (Ranvier) ; mais on ne sait si elles existent dans le sang en circulation dans les vaisseaux.

CHAPITRE IV

LYMPHE, CHYLE.

Lymphe. — Liquide très abondant dans l'économie,

(1) Voy. Paul Lefort, *Aide-Mémoire de physiologie*.

qu'on trouve dans le système lymphatique, les séreuses, et tous les interstices du tissu conjonctif, et qui, comme le sang et pour la même raison (voy. *Sang*, p. 18), peut être considéré comme un tissu. Naturellement incolore ou opalescente, la lymphe peut recevoir une couleur rosée des globules rouges du sang, qu'elle contient en nombre variable suivant les conditions dans lesquelles elle a été recueillie. Ses éléments essentiels sont :

1° Des globules incolores ou *cellules lymphatiques* identiques aux globules blancs du sang (voy. *Sang*, p. 22), présentant comme eux des mouvements amiboïdes, pouvant absorber des portions de globules rouges quand elles sont soumises à l'action prolongée de la chaleur, pouvant pénétrer des corps poreux comme la moelle de sureau (Ranvier) ; leur nombre, très variable suivant les points du corps où la lymphe est recueillie, peut être estimé de 5,000 à 8,000 par millimètre cube ; leur mode d'origine et de transformation est mal connu (1) ;

2° Un *plasma*, qui, comme celui du sang, contient de la fibrine, et devient le sérum après la coagulation de la lymphe.

Chyle. — Liquide que contiennent les vaisseaux lymphatiques de l'intestin (vaisseaux chylifères) *pendant la digestion*, et qui ne diffère de la lymphe qu'en ce qu'il contient, en plus, d'innombrables *granulations graisseuses*, animées du mouvement brownien, et composées d'une membrane qui limite une cavité remplie de graisse.

(1) Voy. Paul Lefort, *Aide-Mémoire de physiologie*.