

A. — DES CELLULES ET DE LEURS DÉRIVES

1. Généralités sur les cellules.

Chacun des organes de l'animal est constitué par les cellules et leurs dérivés, et par les substances *intercellulaires*. La cellule est un élément à étendue limitée, capable, dans certaines conditions, de se nourrir, de se développer et de se reproduire. Ce sont ces propriétés qui font que la cellule est considérée comme un *organisme élémentaire*.

Toute cellule est constituée par deux parties essentielles : le protoplasma et le noyau.

1° *Protoplasma*. — Le protoplasma (ou substance cellulaire) est une substance molle finement granuleuse, insoluble dans l'eau, se gonflant facilement et formée par des substances albuminoïdes de l'eau et des sels. A l'aide de forts grossissements on reconnaît que les granulations protoplasmiques ne sont qu'un réseau filamenteux contenant dans ses mailles une substance fondamentale homogène, la substance inter-filamenteuse (1).

2° *Noyau*. — Le noyau est la plupart du temps une vésicule nettement délimitée, le plus souvent claire, possédant une enveloppe cuticulaire, la *membrane nucléaire*, et un réseau filamenteux plus ou moins fin. Dans les mailles de ce réseau, se trouve une substance molle, (protoplasma nucléaire, suc nucléaire), et de plus, un ou plusieurs nucléoles. Un grand nombre de matières colorantes colorent le réseau nucléaire et le nucléole, dont la substance porte pour cette raison le nom de *chromatine*, ou substance chromatique ; la substance fondamentale du noyau au contraire ne se colore pas et pour cette raison (2) on la désigne sous le nom de substance achromatique (*achromatine*). Les noyaux eux aussi sont formés par de l'albumine, de l'eau et des sels, auxquels s'adjoint une substance particulière au noyau, la nucléine.

(1) Voici les synonymes d'après certains auteurs : Masse filamenteuse = Spongoplasma = Protoplasma.

Masse inter-filamenteuse = Hyaloplasma = Paraplasma.

Les deux derniers noms ne devraient pas être employés à cause de leur confusion possible avec le protoplasma ou substance cellulaire.

(2) Certains milieux fixateurs, le liquide de Müller par exemple, de même que certaines matières colorantes, telle que l'hématoxyline, peuvent colorer la substance achromatique.

La plupart des cellules possèdent un seul noyau, quelques cellules en possèdent plusieurs (certaines cellules migratrices, les cellules géantes, etc.). Les cellules dépourvues de noyau, comme les cellules cornées de l'épiderme ou les globules rouges du sang des mammifères, en ont possédé un, à un moment donné de leur développement.

Signalons comme partie non essentielle de la cellule, la *membrane cellulaire*, qu'un grand nombre de cellules ne possèdent pas : elle résulte soit de la condensation extrême de la couche périphérique du protoplasma, soit de la formation d'une cuticule mince et homogène. Quant aux granulations pigmentaires et gouttelettes graisseuses, aqueuses ou muqueuses qu'on voit dans le protoplasma de certaines cellules, elles ne sauraient être considérées que comme des parties accidentelles. Il en est de même du *noyau secondaire*, qu'on rencontre dans certaines cellules, dans les cellules glandulaires, dans l'œuf etc. ; il résulte d'une segmentation du noyau principal. Le but de cette segmentation n'est pas cependant la multiplication de la cellule, mais bien la destruction de la portion nucléaire ainsi séparée.

La *forme* des cellules varie à l'infini. Les formes qu'elles peuvent affecter sont les suivantes : *forme sphérique*, c'est la forme ordinaire des cellules pendant la vie embryonnaire ; chez l'adulte elle est plus rare, il n'y a guère que les leucocytes qui soient parfaitement sphériques ; *forme discoïde*, globules rouges du sang par exemple ; *forme polyédrique*, telles les cellules du foie ; *forme cylindrique*, comme dans l'épithélium intestinal ; *forme cubique* (cellules pavimenteuses) comme par exemple les cellules épithéliales de la capsule du cristallin ; *forme aplatie*, endothélium vasculaire ; *forme de fuseau*, cellules conjonctives, par exemple.

Les cellules peuvent en outre être *étirées en longues fibres*, telles les fibres musculaires lisses par exemple, ou *étoilées* comme les cellules nerveuses.

La forme du *noyau* correspond généralement à celle de la cellule. Ce noyau est en effet elliptique dans les cellules cylindriques, fusiformes et étoilées ; il est arrondi dans les cellules sphériques ou cubiques. Les noyaux lobulés, ou polymorphes se rencontrent dans les cellules géantes et dans les leucocytes ; ces formes ne sont qu'une des expressions de l'activité cellulaire, indiquant soit une

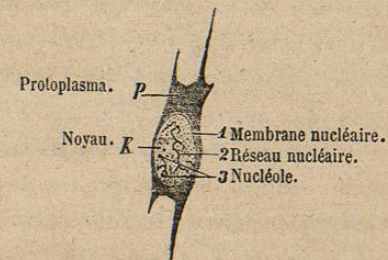


FIG. 2. — Cellule conjonctive de la peau du triton. (Gross. 560.) Les gros filaments du réseau nucléaire sont seuls apparents. A ce grossissement, les fins filaments apparaissent comme des points, et les nucléoles semblent faire partie du réseau nucléaire.

modification dans la forme ou dans le siège de la cellule, soit une division commençante.

La *grandeur* des cellules varie de 4μ (1), dimension absolument microscopique, à la grosseur des œufs d'oiseaux et d'amphibies.

Les *propriétés vitales* de la cellule ne nous occuperont qu'au point de vue de leur manifestation sous le microscope ; le reste rentre dans le domaine de la physiologie ; nous n'examinerons que les phénomènes de motilité, de reproduction et de sécrétions cellulaires visibles au microscope.

a) LES PHÉNOMÈNES DE MOTILITÉ se manifestent soit sous la forme de mouvements amiboïdes, soit sous la forme de mouvements vibratiles (cils vibratiles), soit enfin sous la forme de contraction de certaines fibres (fibres musculaires). Les mouvements amiboïdes sont les plus importants. Très fréquents, ces mouvements ont été observés sur presque toutes les variétés de cellules de l'organisme animal. Sur les leucocytes, où les mouvements amiboïdes sont bien accusés, on voit le protoplasma cellulaire émettre des prolongements plus ou moins fins, qui se divisent pour se réunir à nouveau, et engendrent les figures les plus variées. Les prolongements peuvent rentrer dans le corps cellulaire, d'autres fois ils se fixent en un point quelconque, et déterminent ainsi une progression de la cellule entière, réalisant ainsi le phénomène de la *migration cellulaire* qui joue un si grand rôle dans l'économie animale. Ces prolongements peuvent entourer des granulations ou de petites cellules et les faire passer dans le corps de la cellule. Ce phénomène est connu sous le nom d'*intussusception de la cellule* (3). Les mouvements amiboïdes sont très lents ; chez les animaux à sang chaud on ne les reproduit qu'en employant la chaleur artificielle. Pour les mouvements vibratiles et contractiles voir pages 42 et 48.

Il y a encore certains phénomènes de motilité qu'on observe aussi bien sur des cellules vivantes que sur des cellules mortes ; ce sont les mouvements moléculaires ; ils sont dus à l'oscillation des plus petites granulations de la cellule, à la suite de courants de liquides. On peut souvent les observer dans les corpuscules de la salive.

(1) Un micron = μ = 0,001 mm.

(2) Les amibes sont des organismes uni-cellulaires qui présentent à un haut degré les mouvements décrits dans le texte.

(3) Il ne faut pas confondre l'intussusception de la cellule avec sa *nutrition* qui, elle, est un phénomène provoqué par une série de processus très compliqués, processus chimiques à l'intérieur de la cellule, courants osmotiques, imbibition, compression, etc.

b) FORMATION ET REPRODUCTION DES CELLULES. — Jadis on distinguait deux sortes de genèses cellulaires : la genèse libre de la cellule, ou génération équivoque, et la genèse par division cellulaire. Suivant la doctrine de la genèse spontanée, les cellules pourraient naître dans un liquide approprié, le *cytoblastème*. Cette théorie est à l'heure actuelle complètement abandonnée, aujourd'hui on ne reconnaît qu'un seul mode de formation cellulaire, la formation par la division de cellules préexistantes. *Omnis cellula*

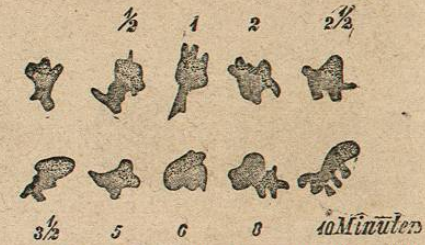


FIG. 3. — Leucocyte d'une grenouille. (Gross. 500). Changements de forme survenus dans l'espace de 10 minutes. Observation continuée toutes les demi-minutes d'abord, puis toutes les minutes et toutes les deux minutes (Technique n° 71).

e cellula (1). Lorsque la cellule se divise le noyau se divise d'abord, puis le protoplasma, et la division se fait en deux parties sensiblement égales (2). Dans ce processus, il y a une augmentation et un groupement déterminé du réseau nucléaire. Ce groupement n'est irrégulier que dans un petit nombre de cas, souvent dans les leucocytes. La division du noyau en deux parties précède celle du protoplasma. Ce mode de division porte le nom de *division cellulaire directe*.

Dans la plupart des cas le groupement des filaments nucléaires est soumis à des lois déterminées. Cette sorte de division porte le nom de *division indirecte* division par *mitose* (3). Voici d'ailleurs comment cette division s'opère : le noyau augmente de volume, la chromatine devient plus abondante, et le réseau nucléaire se transforme en plusieurs filaments tortueux (4), *spirem* (fig. 4, 2). Pendant ce temps la membrane nucléaire et le nucléole disparaissent. Les filaments se fragmentent ensuite transversalement. Chaque fragment prend la forme d'une petite anse; ces anses d'abord irrégulièrement disposées (5) ne tardent pas à se grouper de manière que la

(1) Il en est de même du noyau, qui naît toujours d'un autre noyau préexistant ; la théorie de la genèse équivoque des noyaux, d'après laquelle les noyaux viendraient directement du protoplasma, et par conséquent indépendamment du noyau cellulaire, est loin d'être confirmée.

(2) Si la division du noyau est régulière, elle porte le nom de *segmentation* ; si les contours de la division sont irréguliers, le processus est désigné sous le nom de *fragmentation*. Les noyaux polymorphes ne sont souvent que des phases prémonitoires de la fragmentation.

(3) *μίτος*, le fil, parce que le réseau nucléaire devient filamenteux.

(4) Certains auteurs admettent que le réseau cellulaire se transforme en un seul fil plusieurs fois enroulé autour de lui-même.

(5) Le fuseau nucléaire et les rayons polaires ne sont pas visibles sur la fig. 4. Il en est de même des corpuscules polaires.

portion convexe se dirige vers le centre clair du noyau et les extrémités libres vers la périphérie. C'est à cette dernière figure de la division nucléaire qu'on donne le nom d'*aster*. Un peu plus tard, chaque anse se

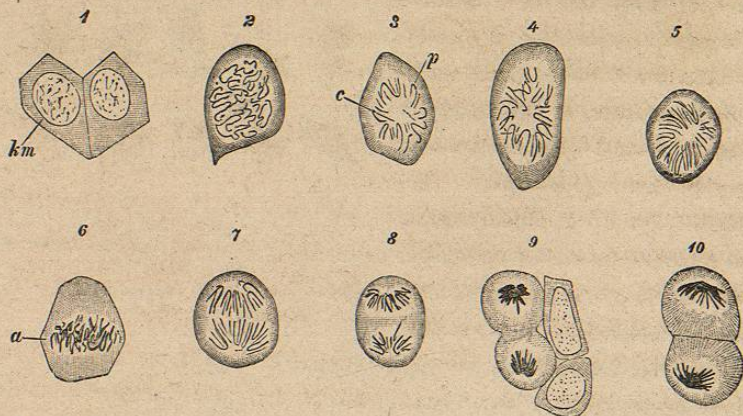


FIG. 4. — Différentes phases de la division indirecte observées sur les cellules épithéliales de la cornée du triton. (Gross. 560.) 1. Deux cellules épithéliales dont le noyau laisse voir sa membrane km, et son réseau nucléaire fortement coloré. — 2. La membrane nucléaire a disparu. — 3. Filaments nucléaires fragmentés, la convexité des anses est tournée en partie vers le centre c, en partie vers la périphérie p. — 4. Plaque stellaire; la convexité des anses est tournée vers le centre. — 5. Les anses à la suite du dédoublement sont devenues minces et nombreuses. — 6. Metakinesis, a. Plaque équatoriale. — 7. Tonnelet. — 8. Amphiaster. — 9. Division du protoplasma cellulaire. Les deux cellules voisines laissent voir leur noyau, le réseau nucléaire n'est pas visible parce que la coloration est insuffisante. — 10. La division de la cellule est complète, les noyaux ne sont pas encore revenus à l'état de repos. (Technique n° 2).

scinde en deux anses secondaires; le nombre des anses est doublé, en même temps que chaque anse est devenue plus mince. Les anses minces provenant de la division d'une anse large portent le nom d'anses sœurs. Au même moment apparaissent de fins filaments achromatiques dont l'ensemble forme un fuseau, *fuseau nucléaire* (Karyaster). Aux extrémités du fuseau, du côté des pôles, là où les filaments s'entrecroisent, le protoplasma cellulaire est rayonné, et forme ce que l'on appelle les cytaster. Les anses pendant ce temps restent à l'équateur du fuseau nucléaire, loin des pôles.

Survient alors un mouvement des anses, *metakinesis*, (6) qui s'opère de la façon suivante: de deux anses sœurs, l'une se dirige vers un pôle, l'autre vers le pôle opposé; les anses se trouvent ainsi divisées en deux groupes, et le noyau a dès lors l'aspect d'un *tonnelet*. Les anses, dans ces groupes, ont toujours leur extrémité convexe dirigée du côté du pôle auquel elles se rendent, elles forment ainsi une étoile double *amphiaster* (8). Alors commence à l'équateur de la cellule une division du protoplasma, qui bientôt est partagé en deux portions égales (10).

Le groupe d'anses dévolu à chaque cellule se réunit de nouveau en pelo-

ton (Fig. 4, 2) *dispire*, et finalement il reprend la forme du noyau au repos (Fig. 4, 1). Le fuseau achromatique nucléaire et le cytaster disparaissent.

La division cellulaire d'après le type que nous venons de décrire ne réalise que deux noyaux; il est rare, et c'est presque toujours un fait pathologique, de voir plus de deux noyaux se former par mitose.

La durée d'une division cellulaire oscille entre une demi-heure (chez l'homme) et 5 heures (chez les amphibiens). La multiplication cellulaire peut encore se faire par *endogenèse*, et par bourgeonnement; la multiplication endogène s'observe sur des cellules, pourvues d'une enveloppe résistante (œuf, cellules cartilagineuses); le processus de cette division est le même que celui décrit plus haut; mais les cellules mères et filles restent dans la même enveloppe (fig. 42). Le bourgeonnement consiste dans l'*émission de bourgeons* par la périphérie de la cellule; ces bourgeons, en se séparant de la cellule, forment des cellules indépendantes...

Les cellules filles présentent toujours les caractères des cellules mères. On n'a jamais vu une cellule épithéliale, par exemple, se diviser pour donner naissance à des cellules conjonctives.

c) PHÉNOMÈNES DE SÉCRÉTION. — Les cellules d'une glande subissent des modifications qui varient avec son état de fonctionnement ou de repos. Dans un grand nombre de glandes ces modifications sont peu importantes. C'est ainsi que les cellules des glandes séreuses à l'état de repos se distinguent par leur petit volume et leur aspect sombre, tandis que à l'état de réplétion elles sont gonflées et très claires.

Il n'en est plus de même pour les cellules des glandes muqueuses par exemple. Le phénomène de la sécrétion peut être ici suivi de plus près. A l'état de repos la cellule cylindrique d'une glande muqueuse possède un protoplasma granuleux, et un noyau central elliptique (fig. 5 a).

Lorsque la sécrétion commence, le protoplasma granuleux de la portion de la cellule, qui regarde la lumière de la glande, se transforme en une masse claire (b, s) séparée plus ou moins nettement de la portion du protoplasma qui est encore au repos (b, p). La sécrétion continue, les masses protoplasmiques transformées augmentent (c). Les parties de la cellule qui ne subis-

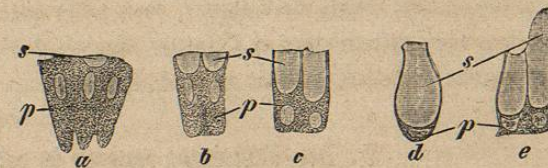


FIG. 5. — Cellules épithéliales dissociées, provenant de la muqueuse gastrique de l'homme: Gross. 560; p. protoplasma; s. substance sécrétée. a. Deux cellules à l'état de repos; la cellule du milieu montre un commencement de métamorphose muqueuse; e. La paroi supérieure de la cellule placée à droite est aplatie, le contenu s'est échappé; le protoplasma granuleux se multiplie à nouveau, et le noyau redevient rond. (Technique n° 93).

sent pas cette transformation, c'est-à-dire le noyau et une partie du protoplasma, sont refoulés sur la base de la cellule, le noyau s'arrondit de plus en plus et quelquefois il s'aplatit (*d*). La cellule ainsi remplie de matière sécrétée a notablement augmenté de volume; à un moment donné la paroi cellulaire se déchire au niveau de la face libre de la cellule, les matières accumulées sortent progressivement, pendant que le protoplasma ainsi que le noyau du fond de la cellule commencent leur travail de régénération, de sorte qu'à la fin de la sécrétion la cellule a repris les caractères d'une cellule à l'état de repos. Le plus grand nombre des cellules glandulaires ne se détruisent pas par l'acte de la sécrétion; elles sont à même de le recommencer plusieurs fois de suite; il faut faire une exception pour les cellules des glandes sébacées, c'est le détritus de ces cellules qui forme le sébum.

La durée de la vie d'une cellule est limitée; les éléments anciens sont détruits, et de nouveaux viennent prendre leur place. Jadis ce processus était identifié à celui de la sécrétion. C'est une erreur. Les cellules mortes ont un petit noyau et très peu de protoplasma; souvent le noyau est refoulé sur les bords de la cellule, la matière chromatique diminue, et parfois ce noyau présente des vacuoles.

L'accroissement de la cellule est en général dû à l'augmentation du protoplasma; comme cette augmentation est généralement irrégulière, la forme de la cellule reste rarement la même après qu'avant l'accroissement; la cellule devient allongée, aplatie, ramifiée, etc. Les cellules, à quelques exceptions près, sont généralement molles, et leur forme subit l'influence des agents mécaniques, c'est ainsi que les cellules épithéliales de la vessie, cylindriques à l'état de vacuité, deviennent aplaties lorsque cet organe se trouve à l'état de réplétion.

2. Des différentes espèces de cellules.

I. LEUCOCYTES (Cellules lymphatiques). — Les leucocytes ou globules blancs sont des cellules sans enveloppe, à protoplasma granuleux et visqueux, renfermant un ou plusieurs noyaux. Douées de mouvements amiboïdes (voy. p. 36), ces cellules n'ont pas une forme déterminée; à l'état de repos elles sont globuleuses (fig. 6 et 7); elles mesurent de 4 à 14 μ . La dénomination des leucocytes varie avec le point où on les observe. C'est ainsi que dans les vaisseaux chylifères et lymphatiques ils portent le nom de *corpuscules du chyle* ou de la *lymphe* et que dans les vaisseaux sanguins on les décrit sous le nom de *globules blancs*; dans la moelle des os ils portent le nom de *cellules médullaires*. On les rencontre en outre dans les

tissus adénoïdes, dans le tissu conjonctif, entre les épithéliums et entre les cellules glandulaires, ils arrivent là au moyen de leurs mouvements amiboïdes par une sorte de migration, d'où le nom de *cellules migratrices* qu'on leur donne encore.

II. GLOBULES ROUGES. — Ces cellules sont des éléments mous, extensibles, très élastiques, à surface lisse et glissante. Chez l'homme et les mammifères les globules affectent la forme de disques circulaires aplatissés, excavés sur chacune des deux surfaces, rappelant ainsi la forme d'une lentille bi-concave (1). Parmi les mammifères il faut excepter le chameau et le lama dont les globules ont une forme ovale.

Chez l'homme les globules sont discoïdes et mesurent 7,5 μ de diamètre sur 1,6 μ d'épaisseur.

Les globules rouges des mammifères de nos pays sont généralement plus petits que ceux de l'homme; ce sont ceux du chien qui s'en rapprochent le plus (7,3 μ). Ces globules sont constitués par un *stroma* (protoplasma) dont les lacunes sont remplies par la matière colorante du sang, l'*hémoglobine*. Cette matière donne au globule une coloration jaunâtre ou mieux jaune verdâtre; on n'y trouve ni noyau, ni membrane d'enveloppe. Les globules rouges des poissons, amphibiens, reptiles et oiseaux se distinguent de ceux des mammifères, en ce qu'ils affectent une forme ovale et biconvexe, qu'ils sont plus grands (chez la grenouille ils mesurent 22 μ de long sur 15 μ de large) et qu'ils ont un noyau circulaire ou ovale dans leur partie centrale. Leurs autres propriétés se confondent d'ailleurs avec celles des globules des mammifères.

III. CELLULES ÉPITHÉLIALES. — Ce sont des éléments cellulaires à protoplasma nettement délimité, et pourvus d'un noyau. Elles manquent souvent de membrane d'enveloppe. Il est fréquent de voir cette membrane limitante remplacée par une condensation de la couche périphérique du protoplasma cellulaire.

(1) On trouve en outre dans le sang humain des corpuscules sphériques colorés, plus petits que les globules rouges (5 μ); ces corpuscules sont peu nombreux.



FIG. 6 et 7. — *Corpuscules sanguins* (gross. 560). A. Sang humain. B. Sang de grenouille. 1 à 6. Globules rouges discoïdes. 1. Plan optique inf. 2. Plan optique sup. 3 et 4 globules vus de côté. 5. Glob. crénelés par dessiccation, 6. Après addition d'eau. 7. Glob. rouges sphériques. 8. Glob. blancs. 9. Plaquettes du sang. — 10-13. Globules rouges de la grenouille. 10. Glob. tout à fait frais, noyau peu apparent. 11. Glob. vu quelques minutes plus tard, noyau plus visible. 12. Glob. vu de côté, 13. après addition d'eau. 14. Glob. blanc vivant. 15. Glob. blanc mort. (Technique n° 67 à 69).