

Composition chimique du noyau.— Il est composé, comme le protoplasma, d'une substance albuminoïde et d'une variable proportion d'eau. Sous l'influence des réactifs, il se comporte comme cette substance, mais s'en distingue cependant par quelques caractères qui lui sont propres. Diverses matières colorantes qui colorent à peine le protoplasma le colorent, au contraire, énergiquement; le carmin le colore en rouge, le vert de méthyle en vert, l'hématoxyline en bleu. L'acide osmique le colore en noir. Le principe albuminoïde de la chromatine ou la *nucléine* ne paraît donc pas identique avec celui qui forme le protoplasma; il en diffère surtout par le phosphore qui entre dans sa composition.

c. — Membrane de la cellule.

Les cellules, au début de la vie embryonnaire, se composent de deux parties seulement, le noyau et le protoplasma. Mais bientôt la partie périphérique de la masse protoplasmique se condense et ne tarde pas à se transformer en une véritable membrane qui prend alors le nom d'enveloppe. Il en est de même pour toutes les cellules qui se multiplient par voie de bipartition ainsi que nous le verrons plus loin. L'observation cependant nous montre que beaucoup d'entre elles ne s'entourent jamais d'une enveloppe: c'est à ces dernières que s'applique la dénomination de *cellules nues*. Elles seront mentionnées à l'occasion des organes dont elles font partie. Mais je dois immédiatement distraire de ce groupe tous les globules rouges du sang de l'homme et des mammifères qui ont été considérés à tort, jusqu'à présent, comme des cellules nues; tous sont pourvus d'une enveloppe que les réactifs mettent facilement en évidence (1).

La membrane qui entoure les cellules vraies ou complètes est mince, transparente, et d'un aspect homogène chez les animaux, mais d'une structure souvent compliquée dans le règne végétal. Elle est élastique, ainsi que le prouvent, d'une part, les variations de volume que présentent les cellules selon la quantité d'eau absorbée ou abandonnée par le protoplasma, et de l'autre les modifications de forme que subissent les globules rouges du sang en parcourant les capillaires. Dans certains tissus l'enveloppe devient exceptionnellement plus épaisse, moins transparente et moins homogène. Son épaisseur plus grande est due alors à la production de couches nouvelles qui s'ajoutent à la couche primitive en s'appliquant tantôt à sa face interne et tantôt à sa face externe.

L'enveloppe est constituée dans les cellules végétales par une sub-

(1) Sappey, *Éléments figurés du sang dans la série animale*, in-4°, 1881, p. 115 et suiv.

stance ternaire, la *cellulose*, dont la résistance est assez grande pour que l'industrie ait pu l'utiliser sur une grande échelle; le papier, la toile de lin, la toile de coton, sont fabriqués avec cette substance que sa composition permet de ranger parmi les hydro-carbures. Mais dans les cellules animales elle reste tout à la fois plus mince, plus faible et beaucoup moins constante; son rôle paraît être aussi beaucoup moins important. Elle se laisse très facilement traverser par l'eau et les principes divers qui affluent vers le contenu de la cellule ou qui s'en échappent pendant ses échanges avec les cellules voisines. Sa constitution chimique est analogue, du reste, à celle du protoplasma et du noyau. Elle est aussi de nature albuminoïde. L'acide acétique, la soude et la potasse très étendus la dissolvent.

d. — Développement de la cellule.

On pensa assez généralement, de 1840 jusqu'en 1870, que les cellules avaient pour origine une substance molle, demi-liquide, composée d'un certain nombre de principes immédiats et appelée alors *cytoblastème*. La plupart des histologistes, sans pouvoir invoquer aucune autre considération, aucun fait concluant en faveur de leur opinion, se montraient disposés cependant à croire que le nucléole apparaissait d'abord au sein du cytoblastème; le noyau se constituait ensuite autour du nucléole; puis le protoplasma l'entourait, et l'enveloppe elle-même dans les cellules vraies ne tardait pas à se montrer. Cette théorie était celle de Schleiden et de Schwann.

Pour ces observateurs et leurs nombreux partisans, parmi lesquels s'était rangé Ch. Robin, la cellule se formait à la manière d'un cristal, c'est-à-dire par apposition de couches successives; elle naissait spontanément au sein d'un liquide dans lequel elle puisait les principes nécessaires à son développement. Si les corps vivants, pris dans leur ensemble, différaient beaucoup par leur mode d'évolution des corps inorganiques, ils s'en rapprochaient donc, au contraire, dès que l'on se bornait à considérer leurs parties constituantes.

Mais les progrès de l'histologie végétale et de l'histologie animale sont venus démontrer que cette doctrine était une simple vue de l'esprit. Tous les faits recueillis depuis quinze ans s'accordent pour la repousser et pour établir que les cellules naissent les unes des autres: *Omnis cellula ex cellula*: telle est la conclusion qui découle de l'ensemble de ces faits.

Au moment où une cellule se prépare à donner naissance à une autre cellule, il se passe dans son épaisseur toute une série de phénomènes qui, en se répétant, ont pour résultat de la multiplier à l'infini. Ces

phénomènes sont de deux ordres. La cellule, en d'autres termes, peut se reproduire par deux modes bien différents, dont l'un présente le caractère d'une très grande généralité, tandis que l'autre est plutôt exceptionnel. Pour l'immense majorité des cellules végétales et animales, la reproduction est précédée d'une suractivité véritable et d'un remaniement profond qui a pour résultat leur dédoublement : c'est la *reproduction par voie de bipartition*. Pour quelques-unes, elle est beaucoup plus simple et consiste dans l'allongement et la division du noyau : c'est la reproduction par *voie de segmentation*.

1° **Reproduction par voie de bipartition.** — Ce premier mode d'origine a été décrit en 1878 par Schleicher, sous le nom de *karyokinèse* (1), dénomination qui a été adoptée par quelques auteurs, mais qui n'exprime pas avec une suffisante netteté le phénomène caractéristique dont la cellule devient alors le siège, ce phénomène consistant dans la division du noyau et non dans son mouvement.

Parmi les phénomènes qui se produisent au moment de la bipartition des cellules, il en est qui se passent dans le noyau, d'autres qui ont pour siège le protoplasma, et d'autres qui sont relatifs à l'enveloppe.

Les phénomènes qui se passent dans le noyau sont les plus importants, sans contredit. Ils ont été exposés un peu différemment par les divers auteurs. Plusieurs, et particulièrement Flemming, en donnent une description assez compliquée et un peu trop systématique. En général, ils se succèdent dans l'ordre suivant. Que la chromatine soit représentée par des bâtonnets, par un filament contourné ou par un réseau, on voit d'abord toutes ces particules se rassembler et grossir en diminuant de nombre. Puis le nucléole se fusionne avec celles-ci au point de disparaître complètement. L'enveloppe du noyau disparaît aussi. Le suc nucléaire se mêle alors au protoplasma, et les filaments contournés de chromatine, en s'écartant plus ou moins, l'envahissent aussi. A dater de ce moment, le noyau disparaît morphologiquement. Un peu plus tard, les filaments contournés se redressent et s'orientent de manière à former par leur ensemble un nouveau noyau allongé et ovoïde, vers les deux pôles duquel ils convergent ; çà et là, ils s'unissent entre eux ; ils s'unissent surtout au niveau de l'équateur du nouveau noyau. Dès que celui-ci a paru, les filaments se rétractent vers l'équateur, au niveau duquel ils constituent une ceinture dite *plaque équatoriale*. A peine cette plaque s'est-elle montrée que les filaments se divisent soit dans le sens longitudinal, soit dans le sens transversal. Il résulte de leur division longitudinale qu'ils se dédoublent, et de leur division transversale au niveau de l'équateur que la plaque équatoriale se dédouble aussi en deux

(1) Karyokinèse, de *κάρυον* (noyau) et *κίνησις* (mouvement).

moitiés superposées. Devenues indépendantes, celles-ci s'éloignent l'une de l'autre, et remontent chacune vers le pôle correspondant, où les filaments s'unissent et se concentrent de manière à former aux deux pôles de l'ovoïde un noyau semblable au noyau unique et primitif dont ils proviennent. La bipartition de ce noyau primitif est alors complète.

Les phénomènes qui se produisent dans le protoplasma sont plus simples que les précédents. Au niveau de chacun des pôles de l'ovoïde résultant de la juxtaposition des filaments de chromatine, on voit les granulations du corps protoplasmique se disposer en séries linéaires et convergentes ; de là deux étoiles ou *asters*. D'un aster à l'autre s'étendent des filaments de même provenance qui les reliait, en passant entre les filaments de chromatine, et en formant une sorte de fuseau. Considérés dans leur ensemble et leur continuité, les deux asters et le fuseau intermédiaire représentent un *amphiaster*. Lorsque le noyau ne possède qu'une moyenne quantité de chromatine, l'amphiaster est très apparent ; il l'est beaucoup moins lorsque le noyau en est pauvrement ou abondamment pourvu. Il importe aussi de remarquer que les phénomènes dont le protoplasma devient le siège au moment de la bipartition sont indépendants de ceux qui se passent dans le noyau ; ils peuvent se produire un peu avant, ou même en l'absence de ceux-ci, mais seulement dans quelques conditions exceptionnelles ; les deux ordres de phénomènes se montrent en général concomitants.

Les phénomènes relatifs à l'enveloppe diffèrent selon qu'elle suffit pour former à elle seule toute la membrane des jeunes cellules, ou qu'elle en constitue une partie seulement. Dans le premier cas, elle s'étrangle ; dans le second cas, elle se cloisonne. — L'étranglement de la cellule mère s'opère perpendiculairement à l'axe qui réunit les cellules filles. Il est circulaire et de plus en plus profond, de sorte que les deux protoplasma se continuent d'abord par un large orifice ; puis celui-ci diminue progressivement, ne tarde pas à disparaître, et les jeunes cellules deviennent indépendantes. — Le cloisonnement résulte de la formation d'une membrane qui coupe le fuseau des filaments protoplasmiques à la manière d'un équateur. Cette membrane se compose d'abord de simples granules ; mais bientôt les granules s'unissent et produisent par leur fusion une lame homogène, transparente, se continuant par sa circonférence avec l'enveloppe commune et identique à celle-ci ; le cloisonnement est alors simultané. Quelquefois elle débute d'un côté et s'étend rapidement au côté opposé : il est unilatéral ; ou chemine du centre vers la périphérie : il est centrifuge ; ou bien de la périphérie vers le centre : il est centripète.

Le cloisonnement peut n'avoir lieu qu'assez longtemps après la bipartition du noyau ; dans ce cas, les filaments du fuseau intermédiaire aux

jeunes noyaux ont disparu ; mais de nouveaux filaments se forment et le précédent. Dans la presque totalité des cellules, le cloisonnement se produit immédiatement après la bipartition, sans en être cependant la conséquence. La formation de la cloison, en effet, est indépendante des filaments protoplasmiques, de même que ceux-ci sont indépendants des filaments de chromatine. Mais, si les trois ordres de phénomènes ne sont pas subordonnés les uns aux autres, on ne saurait nier cependant qu'il existe entre eux une corrélation assez intime. Ajoutons que dans les cellules contenant plusieurs ou même un grand nombre de noyaux, le cloisonnement, comme la bipartition, se multiplie.

2° **Reproduction par voie de segmentation.** — Ce second mode d'origine des cellules se distingue du précédent par sa grande simplicité. Le noyau de la cellule s'allonge, prend la forme d'un bâtonnet, rectiligne ou curviligne, puis se divise en deux parties, lesquelles en général se subdivisent, de telle sorte qu'il se trouve représenté bientôt par un petit groupe de segments, au nombre de deux à quatre ou cinq. Ces segments restent d'abord groupés au centre du protoplasma ; plus tard, ils deviennent libres en emportant chacun une couche du corps protoplasmique et se présentent alors sous l'aspect de cellules nues. Celles-ci, très minimes à leur apparition, se développent rapidement en s'entourant d'une membrane, peu apparente au début, de plus en plus manifeste à mesure qu'elles grossissent.

Le développement des cellules, par voie de segmentation du noyau et du protoplasma, est loin d'offrir la même importance que leur évolution par voie de bipartition. Ce dernier mode d'origine embrasse la très grande généralité des cellules ; et à mesure que les études se multiplient, on remarque qu'il tend de plus en plus à s'appliquer à la presque totalité de ces éléments. Peut-être l'époque n'est-elle pas éloignée où l'on reconnaîtra, non seulement que l'origine par voie de segmentation est très exceptionnelle, mais qu'elle doit être rattachée au mode le plus ordinaire. La bipartition ou multipartition du noyau deviendrait alors l'unique mode de génération des cellules.

3° **Accroissement, dépérissement, mort de la cellule.** — Dès qu'elles ont pris naissance, les cellules entrent en possession de leur pleine vitalité. C'est dans cette première période de leur existence que leurs fonctions se montrent très actives ; c'est alors que les échanges qui s'opèrent entre elles et le sang acquièrent toute leur énergie ; c'est alors aussi qu'elles s'accroissent et prennent leur configuration définitive. A cette période de suprême activité qui caractérise leur jeunesse, succède une période de ralentissement fonctionnelle, annonçant pour chacune d'elles le début de l'âge mûr ; elles n'ont rien perdu encore de leur volume ; leur forme ne s'est pas modifiée ; le protoplasma semble avoir

conservé tous ses attributs ; les échanges continuent, mais ils sont moins actifs ; leur vitalité diminue.

A une époque plus avancée, les cellules ne fonctionnent plus qu'imparfaitement. Alors commence pour elles un dépérissement progressif portant à la fois sur leurs attributions et leur constitution. Le protoplasma est envahi par des corpuscules figurés d'ordre divers ; il est pénétré d'une plus grande quantité d'eau, diminue de volume, et finit par disparaître. Dans ces conditions, la cellule n'existe plus ; elle meurt, ou plutôt elle est morte. Sa cavité disparaît, l'enveloppe affaissée s'applique à elle-même ; elle n'est plus qu'une simple lamelle, une écaille à contour irrégulier, un corps étranger qui tombe ou qui est résorbé, ou dont les débris sont utilisés pour la formation des cellules qui lui succèdent.

B. — Substances amorphes ou interstitielles.

Ces substances, qu'on pourrait nommer aussi intercellulaires, se distinguent des éléments figurés par leur caractère amorphe, par leur origine et par leur destination. Elles n'ont aucune forme qui leur soit propre ; elles se moulent sur le contour des parties qu'elles séparent. Leur origine a été diversement expliquée ; mais les faits les mieux observés nous autorisent à les considérer, pour la plupart au moins, comme de simples produits de sécrétion provenant du protoplasma des cellules correspondantes. Quant à leur destination, elle varie selon la consistance qu'elles présentent. Molles et semi-liquides, elles comblent les vides existant entre les éléments figurés ; plus fermes, elles contribuent à les unir ; très dures, elles les protègent, et jouent le rôle d'organe de soutien. On peut donc les grouper en trois principaux ordres.

Les substances amorphes et molles entrent dans la composition d'un grand nombre de tissus. On les rencontre en proportion variable dans le tissu conjonctif, dans la peau et les muqueuses, dans le centre nerveux, etc.

Les substances amorphes et demi-molles ont été considérées avec raison comme une sorte de ciment. Étalées en couches minces entre les cellules, elle les relient les unes aux autres, et les consolident dans leur situation relative. C'est par un ciment de cette nature que sont unies entre elles toutes les cellules qui contribuent à former les épithéliums et les endothéliums. L'azotate d'argent le met en évidence ; il se présente alors sous l'aspect d'un élégant réseau qui dessine leur contour. Elles entrent aussi comme éléments dans la constitution des tendons et d'un assez grand nombre de tissus et d'organes.

Les substances amorphes et solides diffèrent des précédentes, non

seulement par leur consistance, mais aussi par la place beaucoup plus considérable qu'elles tiennent dans les tissus dont elles font partie. Elles représentent, en réalité, l'élément fondamental de ces tissus, qui leur empruntent toute leur importance et même leur raison d'être. En se déposant entre les cellules des cartilages, elles leur permettent de supporter les plus fortes pressions. C'est à ces substances, séparant et englobant les cellules des os, que ces organes sont redevables de leur solidité. Quelquefois, sans offrir la même rigidité, elles s'épanchent, non entre les cellules, mais sur leur surface libre ou adhérente. Elles forment alors une couche continue : telle est la cuticule des cellules de l'intestin grêle, la couche basale qui sépare le derme de l'épiderme, et celle des culs-de-sac glandulaires.

Les substances amorphes, quelle que soit leur consistance, sont en général transparentes. En les soumettant à de forts grossissements, elles se montrent dépourvues de toute texture. Quelques-unes offrent un aspect finement granulé, et d'autres une apparence fibroïde. Elles paraissent posséder une vitalité obscure ; car, lorsque les cellules qu'elles unissaient sont frappées de mort, elles se désagrègent et tombent en ruine comme celles-ci.

§ 3. — DES TISSUS.

Les tissus sont essentiellement formés de cellules. Mais celles-ci, dans chacun d'eux, sont différemment configurées et différemment disposées. On peut les diviser en trois principaux ordres ainsi caractérisés :

Tissus composés de cellules et d'une substance amorphe.

Tissus composés de fibres.

Tissus composés de fibres et de cellules.

Les tissus du premier ordre sont au nombre de quatre, ceux du deuxième au nombre de trois, et ceux du dernier au nombre de deux.

A. — TISSUS COMPOSÉS DE CELLULES ET D'UNE SUBSTANCE AMORPHE.

Ce premier ordre comprend le *tissu épithélial*, le *tissu adipeux*, le *tissu cartilagineux* et le *tissu osseux*. Les cellules qui contribuent à former ces quatre tissus s'éloignent peu du type primitif.

1° Le tissu épithélial et ses dérivés.

Le tissu épithélial a été décrit par la plupart des auteurs sous les noms de *tissu cellulaire* et de *système cellulaire*, dénominations qui

tendent à le faire confondre avec le tissu conjonctif, souvent aussi désigné par cette appellation dans un grand nombre d'ouvrages. Pour éviter toute confusion, il convient donc d'adopter un terme qui lui soit exclusivement applicable.

Le tissu épithélial ne présente pas une constitution identique dans toutes les régions du corps. Sur presque tous les points où on le rencontre, il est très nettement caractérisé. Sur d'autres, il se modifie assez notablement, et donne alors naissance à certaines dépendances qui semblent en différer beaucoup et qui ont pu être considérées comme des tissus distincts : tel est le *tissu corné*, et tel est aussi le *tissu pileux* ; tel serait même le tissu pigmentaire. Mais les ongles et les poils vus au microscope diffèrent à peine du tissu épithélial ; ils en proviennent bien manifestement ; ils en dépendent ; ils en dérivent. Quant au tissu pigmentaire, il n'existe pas ; nous avons vu que les principes colorants se déposent dans le protoplasma des cellules dont ils peuvent être séparés. Le tissu pigmentaire n'a donc pas de raison d'être.

En éliminant ce dernier tissu, nous arrivons à conclure que le tissu épithélial comprend dans son domaine une partie principale ou fondamentale, c'est le tissu épithélial proprement dit, et des parties accessoires qui en dérivent, mais qui n'en diffèrent que par leur plus grande condensation et qui sont improprement désignées sous les noms de tissu corné et de tissu pileux. Étudions d'abord le tissu épithélial, nous nous occuperons ensuite de ses dérivés.

a. **Tissu épithélial.** — Ce tissu revêt une forme membraneuse. Il recouvre toute la surface externe de la peau, toute la surface libre des muqueuses et des prolongements qui en partent, et toute la surface interne des cavités closes. On peut le diviser, par conséquent, en trois grands départements : celui qui répond au tégument externe constitue l'*épiderme* ; on réserve plus spécialement le nom d'*épithélium* pour celui qui recouvre le tégument interne ; celui des cavités closes est désigné sous le nom d'*endothélium*.

L'épiderme se compose de cellules, d'autant plus aplaties qu'elles sont plus superficielles, offrant un contour polygonal, s'unissant par leur bord et formant un grand nombre de couches superposées. Son étude se rattache à celle de la peau dont il fait partie, et avec laquelle il sera décrit.

L'épithélium ou épiderme des membranes muqueuses présente quelques différences selon la partie du système muqueux qu'il recouvre. Sur toute la portion sus-diaphragmatique du tube digestif, sur les parois de la vessie et du vagin, il est formé aussi de cellules plates qui se correspondent par leurs bords, et qu'on a comparées à une sorte de pavé, d'où le nom d'*épithélium pavimenteux*. Le plus souvent les cellules se