

donnaient les anciens histologistes de la division du noyau. On l'observe le plus facilement dans les corpuscules lymphatiques, aussi bien sur l'objet vivant que fixé par les réactifs.

On peut obtenir de la manière suivante des préparations convenables. Ou bien on suture, à l'aide d'un fin tube capillaire, une goutte de lymphé du sac lymphatique dorsal de la Grenouille; on la dépose ensuite sur un porte-objet et on la couvre d'une lamelle à recouvrir dont les bords sont garnis de paraffine afin d'éviter l'évaporation. Ou bien on se sert, selon la méthode de ZIEGLER, de deux petits couvre-objets unis par leurs angles ou par deux de leurs bords de façon à réserver entre eux une fine fente capillaire. On dépose alors cette chambrette de verre, pendant un ou plusieurs jours, dans le sac lymphatique dorsal de la Grenouille: pendant ce temps, de nombreuses cellules lymphatiques émigrent entre les deux couvre-objets et y subissent des modifications. Enfin, on peut encore se servir de la méthode d'ARNOLD, qui consiste à placer dans le sac lymphatique un mince disque transparent de moelle de sureau. Après quelques heures, de nombreux leucocytes se sont fixés à sa surface et sont aptes à être étudiés. Quand on prolonge la durée du séjour de la moelle de sureau dans le sac lymphatique, il se forme par coagulation, autour de la moelle de sureau, de minces lamelles de fibrine, que l'on peut détacher et qui permettent d'étudier les éléments cellulaires qui y adhèrent.

En opérant à une température variant entre 16 degrés et 18 degrés, RANVIER (VI, 54) a constaté que tous les phénomènes de la division d'une cellule lymphatique s'accomplissent dans l'espace de trois heures. ARNOLD (VI, 4) et autres ont confirmé les résultats de RANVIER et les ont complétés. Le noyau vésiculeux peut activement changer de forme et se couvrir de dépressions et de gibbosités. De semblables noyaux montrent fréquemment des étranglements et ils se fragmentent en deux, trois ou plusieurs pièces (Fig. 100, A et B). Les fragments de noyau s'écartent les uns des autres et souvent ils restent longtemps réunis par de fins filaments unissants. Fréquemment la division de la cellule suit de près la division du noyau, comme le montrent les figures 100, A et B. Le corps protoplasmique s'étrangle au niveau du filament unissant tendu entre les deux moitiés écartées du noyau. Ses deux moitiés se meuvent en sens inverse en émettant de nombreux prolongements amœboïdes. Alors le pont d'union tendu entre elles peut parfois s'étirer en un long filament grêle, après que les noyaux filles se sont déjà complètement séparés.

« Le temps qui s'écoule entre les divers stades de la division n'est très souvent pas régulier dans la fragmentation; mais plutôt noyaux et cellules peuvent rester très longtemps à l'un ou à l'autre stade. » (ARNOLD.)

Lorsque la fragmentation du noyau n'est pas suivie de la division de la

cellule, il peut se former des cellules multinucléées. Dans les phénomènes inflammatoires, ces cellules atteignent parfois une taille considérable et on les décrit sous le nom de *cellules géantes* (Fig. 101). Les petits noyaux affectent les formes et les dispositions les plus variables. Tantôt ils consti-

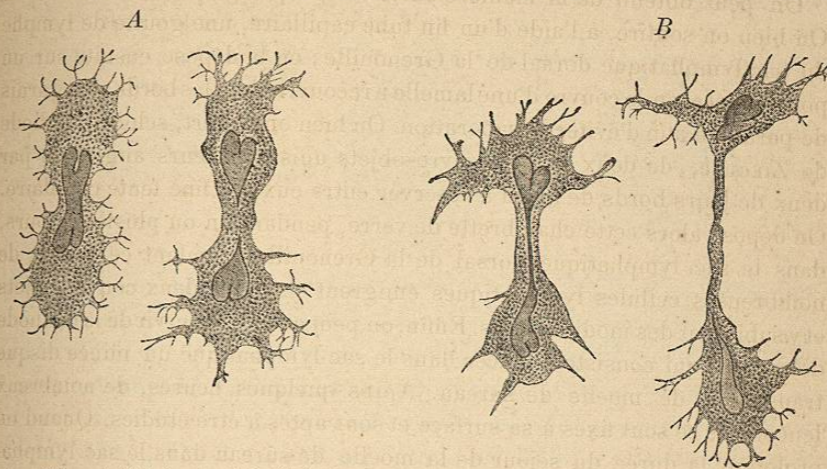


FIG. 100. — A. Cellule migratrice fixée sur une lamelle de moelle de sureau ayant séjourné dix jours dans le sac lymphatique d'une Grenouille. Au début de l'observation le noyau était légèrement étranglé en son milieu et présentait un sillon à ses extrémités; cinq minutes plus tard la division du noyau était déjà achevée. D'après ARNOLD, pl. XII, fig. 1. B. Cellule migratrice en division. En trente minutes la figure A s'est transformée en la figure B. D'après ARNOLD, pl. XII, fig. 3.

tuent des corps sphériques, ovalaires, vermiformes ou lobulés; tantôt ils sont répartis uniformément et isolément dans le protoplasme; tantôt ils sont rangés en chaînes ou en couronnes; tantôt ils sont disposés isolément les uns à côté des autres. D'après les observations d'ARNOLD, les cellules géantes peuvent se résoudre en de nombreuses petites cellules. Ce phénomène s'accomplit de deux façons. « Ou bien la cellule géante montre des renflements contenant un noyau, renflements qui, après s'être retirés et reformés plusieurs fois de suite, s'étranglent plus ou moins vite; ou bien la séparation s'accomplit sous l'action d'un mouvement moins énergique ou même sans mouvement du corps de la cellule. »

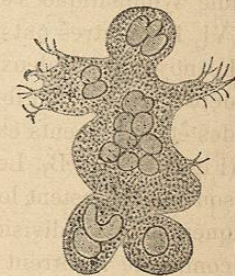


FIG. 101. — Grande cellule multinucléée montrant la formation de cellules unnucléées par étranglements marginaux. D'après ARNOLD, pl. XIV, fig. 13.

Ce mode de division par étranglement s'observe non seulement dans les corpuscules lymphatiques, mais aussi dans certaines cellules épithéliales, notamment chez les Arthropodes. JOHNSON (VII, 41) et BLOCHMANN (VI, 86) l'ont constaté dans les cellules embryonnaires du Scorpion; PLATNER (VI, 52), dans les cellules des tubes de MALPIGHI, et d'autres auteurs, sur d'autres éléments cellulaires.

Un mode particulier d'étranglement nucléaire a été décrit par GÖPPERT (VI, 22), FLEMMING (VI, 16), KOSTANEKI (VI, 46) et d'autres. L'objet de recherche le plus favorable pour cette étude semble être le tissu lymphoïde qui revêt le foie des Amphibiens. D'après la description de GÖP-

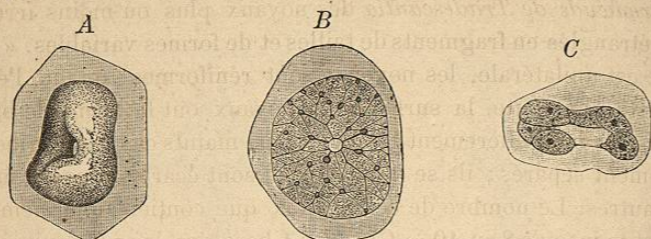


FIG. 102. — A. Vue de profil d'un noyau perforé de la couche lymphatique corticale du foie du Triton alpestris. Le noyau est aplati dans le sens de la perforation. D'après GÖPPERT, pl. XX, fig. 4. B. Noyau perforé montrant nettement la disposition radiale de la charpente nucléinienne. D'après GÖPPERT, pl. XX, fig. 3. C. Noyau annulaire et divisé, par étranglement, en plusieurs pièces. Cellule lymphatique. D'après GÖPPERT, pl. XX, fig. 10.

PERT, le noyau d'une cellule lymphatique acquiert une invagination infundibuliforme, qui s'approfondit jusqu'à atteindre la surface opposée de la membrane nucléaire, où elle vient s'ouvrir par un fin orifice (Fig. 102, A et B).

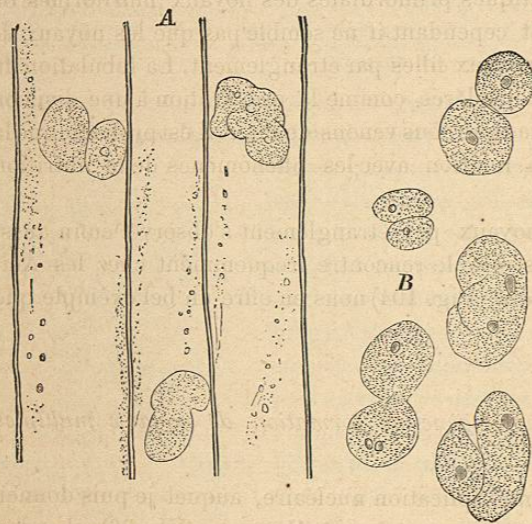


FIG. 103. — Tradescantia virginica. Noyaux de vieux entrenœuds en division directe. D'après STRASBÜRGER, fig. 193. A. D'après le vivant; B, après traitement par le vert de méthyle acétique.

longtemps par de fins ponts unissants. On a observé ailleurs encore de semblables noyaux perforés, par exemple dans l'épithélium de la vessie de la Grenouille (FLEMMING, VI, 16). Cependant il semble que, dans ces cas signalés, le corps de la cellule ne se divise pas.

L'étranglement nucléaire s'observe aussi çà et là dans le règne végétal. A cette étude se prêtent bien certains objets, comme les longues cellules des entrenœuds des Characées ou des cellules très âgées de végétaux plus hautement organisés. C'est ainsi que STRASBÜRGER (II, 41) décrit dans les vieux entrenœuds de Tradescantia des noyaux plus ou moins irréguliers, qui sont étranglés en fragments de tailles et de formes variables. « Lorsque l'incisure est unilatérale, les noyaux sont réniformes; quand l'étranglement existe sur toute la surface, les noyaux ont la forme de biscuit ou même ils sont irrégulièrement lobulés. Dans maints cas les fragments sont complètement séparés: ils se touchent ou sont écartés plus ou moins les uns des autres. Le nombre de ces noyaux que contient une même cellule peut s'élever jusqu'à 8 ou 10. » Chez les Characées les noyaux pourvus de plusieurs étranglements affectent par moments un aspect moniliforme et les grains de ce chapelet peuvent se séparer très lentement.

La présence d'étranglements n'implique nullement qu'il s'agit d'un commencement de division directe. Il faut, pour arriver à cette conclusion, que l'on ait observé sur un objet déterminé toutes les phases de cette division. C'est ainsi que l'on trouve fréquemment dans les ovules primordiaux et dans les cellules spermatiques primordiales des noyaux muriformes ou irrégulièrement lobulés. Et cependant il ne semble pas que les noyaux de ces cellules se divisent en noyaux filles par étranglement. La lobulation du noyau ne peut donc être considérée comme la préparation à une division directe. Dans les derniers cas que nous venons de citer, il est probable que la lobulation du noyau est en relation avec les phénomènes de la nutrition (voir chap. VIII).

La multiplication des noyaux par étranglement s'observe enfin aussi dans le règne des Protistes. On le rencontre fréquemment chez les Acinètes: *Podophrya gemmipara* (Fig. 104) nous en offre un bel exemple que nous décrirons plus loin.

### 3° Multiplication nucléaire endogène ou formation de noyaux multiples

Un troisième mode de multiplication nucléaire, auquel je puis donner les noms sus-indiqués, a été découvert par R. HERTWIG (VI, 36), chez les Thalassicoles, sous-groupe des Radiolaires. C. BRANDT (VI, 8) a confirmé cette découverte et en a poussé plus loin encore l'étude.

Les Thalassicoles, qui sont les plus grandes formes connues de Radiolaires et dont la capsule centrale atteint à peu près le diamètre d'un œuf de Grenouille, possèdent pendant la majeure partie de leur vie un noyau unique, géant et hautement différencié, dont le diamètre est d'environ

1/2 millimètre et qui est délimité par une épaisse membrane nucléaire poreuse; on l'appelle *vésicule interne*. La vésicule interne offre beaucoup d'analogie avec la vésicule germinative multinucléolaire d'un œuf d'Amphibien. Dans son contenu se trouvent de nombreux corps nucléiniens de formes variables, généralement réunis en un amas au centre (Fig. 105). Au

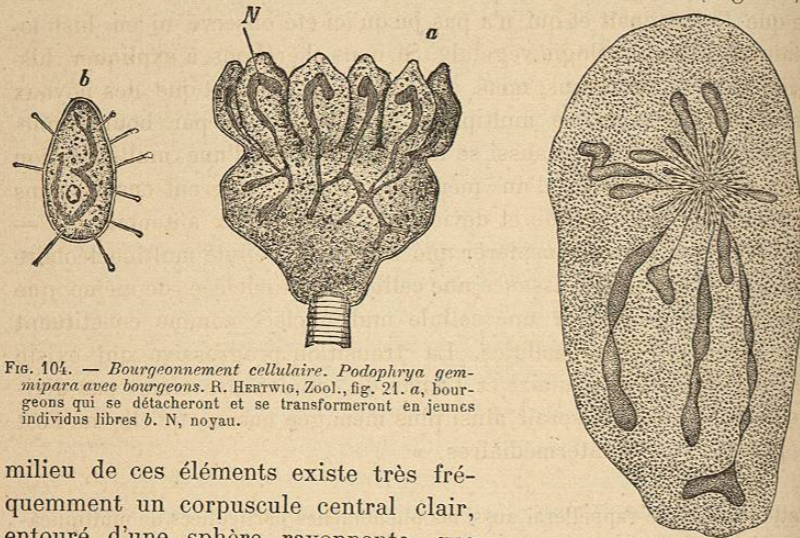


FIG. 104. — Bourgeoisement cellulaire. *Podophrya gemipara* avec bourgeons. R. HERTWIG, Zool., fig. 21. a, bourgeons qui se détacheront et se transformeront en jeunes individus libres b. N, noyau.

milieu de ces éléments existe très fréquemment un corpuscule central clair, entouré d'une sphère rayonnante, que R. HERTWIG a vue et figurée et que BRANDT a récemment étudiée avec soin. BRANDT a pu constater que, au moment de la reproduction, le corpuscule central, qui semble correspondre à l'organe de même nom, connu dans la cellule végétale et animale, se transporte à la surface de la vésicule interne, en entraînant la sphère rayonnante après elle. Il sort en traversant la membrane nucléaire, dans le protoplasme de la capsule interne, où BRANDT n'a pu s'assurer de ce qu'il devient ultérieurement.

Vers ce même moment, de nombreux petits noyaux apparaissent aussi dans le protoplasme de la capsule centrale, qui primitivement est dépourvu de noyaux, abstraction faite de la vésicule interne. Ces petits noyaux servent de centres pour la formation des spores nucléées, dont le nombre finit par atteindre une centaine de mille. Sur ces entrefaites, la vésicule interne commence à se ratatiner et le nombre de ses nucléoles diminue progressivement au fur et à mesure que le nombre des petits noyaux augmente dans le protoplasme. Finalement elle disparaît complètement. BRANDT établit des différences dans la multiplication nucléaire, selon qu'il se forme des isospores ou des anisospores.

FIG. 105. — Fragment d'une coupe pratiquée à travers le grand noyau vésiculeux ou vésicule interne du *Thalassicolla nucleata*; les corps internes, corps nucléaires ou nucléoles, en forme de cordons, s'irradient d'un point central. R. HERTWIG, pl. V, fig. 7.

De l'ensemble de ce processus R. HERTWIG et BRANDT tirent cette conclusion certaine que les noyaux qui servent à former les spores et qui apparaissent de plus en plus nombreux dans la capsule centrale dérivent des nucléoles de la vésicule interne. « Il s'agit donc là, dit R. HERTWIG, d'un mode de multiplication nucléaire qui se distingue essentiellement de ce que l'on connaît et qui n'a pas jusqu'ici été observé ni en histologie animale ni en histologie végétale. Si nous cherchons à expliquer histologiquement ce processus, nous arrivons à ce résultat que des noyaux non seulement peuvent se multiplier, par division ou par bourgeoisement, mais qu'ils peuvent aussi se former par suite d'une multiplication par division des nucléoles d'un même noyau, qui émigrent ensuite dans le protoplasme de la cellule et deviennent des noyaux autonomes. » — « Nous pourrions aussi considérer une semblable cellule multinucléolaire comme constituant en puissance une cellule multinucléée, de même que nous pourrions considérer une cellule multinucléée comme constituant en puissance plusieurs cellules. La transition progressive qui existe entre l'organisme unicellulaire et l'amas de cellules provenant par division d'une même cellule serait ainsi plus ménagée encore qu'elle ne l'est déjà, par des stades intermédiaires. »

A cette occasion je rappellerai aussi les phénomènes particuliers de multiplication nucléaire observés par FOL (VI, 20), SABATIER, DAVIDOFF (VI, 87) et autres auteurs sur les œufs immatures et encore assez jeunes des Ascidiens, phénomènes qui sont en relation avec la formation des cellules folliculeuses. Il faut comparer aussi les phénomènes semblables observés par SCHAFER (VI, 63 a) dans l'œuf jeune des mammifères.

### III. — Différents modes de multiplication cellulaire

#### 1° Lois générales

Abstraction faite des phénomènes de segmentation, d'étranglement et de formation endogène du noyau, phénomènes que nous venons de faire connaître, la multiplication cellulaire peut encore prendre un aspect très différent, selon la façon dont le corps protoplasmique se comporte lors de la division. Avant d'exposer les différents modes de multiplication cellulaire, il est nécessaire de faire connaître quelques relations générales qui existent entre le noyau et le protoplasme, relations sur lesquelles j'ai attiré l'attention dans mon opuscule intitulé: « Quelle influence exerce la pesanteur sur la division des cellules? » (VI, 31.)

Dans la cellule au repos le noyau peut prendre telle ou telle autre posi-