

gée vers la surface de l'épithélium, et une partie basilaire plus étroite. La première consiste surtout en un produit de sécrétion, homogène et brillant, la substance mucigène, qui, à certains moments, sort du calice par un petit orifice situé à l'extrémité libre de la cellule, et se transforme alors en mucus. Le protoplasme est disposé en de fins filaments formant un réseau à larges mailles et parcourant la masse sécrétée; au pied de la cellule seulement, il constitue un corps plus compact, dans lequel se trouve logé le noyau.

II. — PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES ET MORPHOLOGIQUES DU NOYAU (NUCLEUS)

Le noyau est une partie de la cellule tout aussi essentielle que le protoplasme. Il fut découvert, pour la première fois, en 1833, par ROBERT BROWN (I, 5) dans des cellules végétales. Peu de temps après, SCHLEIDEN et SCHWANN en faisaient le centre de leur théorie de la formation des cellules. Puis l'étude du noyau resta longtemps à l'arrière-plan, pendant qu'on s'occupait plus spécialement d'étudier les manifestations vitales du protoplasme. Ce n'est guère que dans ces vingt dernières années que des découvertes importantes démontrèrent que le noyau, cet organe négligé, a une importance aussi grande que le corps protoplasmique.

On ne peut méconnaître à l'histoire du noyau une certaine analogie avec l'histoire de la théorie cellulaire. Le noyau fut considéré d'abord comme une vésicule, comme une cellule plus petite logée dans une cellule plus grande. De même que l'on reconnut ensuite que dans la cellule c'est le protoplasme qui constitue la substance vivante active, de même on reconnut plus tard que, dans le noyau, la forme vésiculeuse n'est qu'une chose accessoire, tandis que l'activité vitale de cet élément réside plutôt dans certaines substances, que renferme l'espace nucléaire et qui affectent des dispositions très diverses, selon qu'elles sont au repos ou qu'elles sont en activité physiologique.

C'est ce qu'a clairement exprimé pour la première fois R. HERTWIG (II, 18) dans une petite publication intitulée: *Essai d'une conception unique des diverses formes du noyau*. « Le point le plus essentiel, dit-il, que je doive faire ressortir, pour arriver à une conception unique des diverses formes du noyau, c'est que tous les noyaux, qu'il s'agisse de cellules animales, de cellules végétales ou de protistes, sont plus ou moins complètement formés par une substance que je désignerai, avec certains auteurs, sous le nom de substance nucléaire ou de nucléine. Nous devons commencer par donner la caractéristique de cette substance, absolument

comme dans l'étude générale de la cellule on doit commencer par examiner la substance cellulaire, le protoplasme, qui constitue la partie essentielle du corps cellulaire. »

Nous ne définissons donc plus, comme SCHLEIDEN et SCHWANN, le noyau comme une petite vésicule siégeant dans la cellule, mais comme *un quantum de substances nucléaires spéciales, distinctes du protoplasme et jusqu'à un certain point différenciées, substances qui peuvent apparaître sous des formes très diverses, aussi bien quand elles sont à l'état de repos que quand elles sont en activité physiologique lors de la division.*

Nous examinerons successivement: d'abord la forme, la grandeur et le nombre des noyaux des cellules; puis les substances que contient le noyau, et enfin le mode de disposition de ces substances, c'est-à-dire la structure du noyau.

a) FORME, GRANDEUR ET NOMBRE DES NOYAUX

Habituellement, le noyau nous apparaît, tant dans les cellules végétales que dans les cellules animales, sous la forme d'un corps arrondi ou ovaire, situé au centre de la cellule (Fig. 1, 2, 6, 16). Comme il est souvent plus riche en liquide que le protoplasme, il se distingue alors au sein du protoplasme, dans la cellule vivante, comme une tache claire à contour mat, c'est-à-dire comme une vésicule ou une vacuole. Mais ce n'est pas toujours le cas. Dans beaucoup d'éléments, les corpuscules lymphatiques, les cellules de la cornée, les cellules épithéliales des lamelles branchiales des larves de Salamandre, le noyau n'est pas visible sur le vivant; toutefois, il apparaît nettement quand la cellule est morte ou qu'elle est coagulée soit par l'eau distillée, soit par des solutions acides étendues.

Le noyau d'une foule de cellules et d'organismes inférieurs affecte des formes très variables. Tantôt il constitue un fer à cheval (divers Infusoires); tantôt c'est un long cordon, plus ou moins sinueux (Vorticelles); tantôt c'est un corps très ramifié, parcourant la cellule en tous sens (Fig. 18, B et C). C'est cette dernière forme qu'il présente notamment dans les grandes cellules glandulaires d'une foule d'Insectes (dans les tubes de Malpighi, les glandes filaires et salivaires, etc.); il en est de même dans les cellules glandulaires de *Phronima*, un crustacé.

La grandeur du noyau est généralement en rapport avec le volume du corps protoplasmique. Plus grand est ce dernier, plus grand est le noyau. C'est ainsi que, dans les volumineuses cellules ganglionnaires des ganglions spinaux, le noyau est très volumineux et vésiculeux. Il atteint même une taille gigantesque dans les œufs ovariens immatures: cette

taille correspond d'ailleurs au volume de ces œufs. Il en résulte que l'on peut aisément, à l'aide d'aiguilles, extraire le noyau des œufs immatures des Poissons, Amphibiens et Reptiles et l'isoler : il apparaît alors à l'œil nu comme un petit point. Cette règle offre cependant des exceptions. En effet, ces œufs qui, lorsqu'ils ne sont pas mûrs, possèdent un noyau si con-

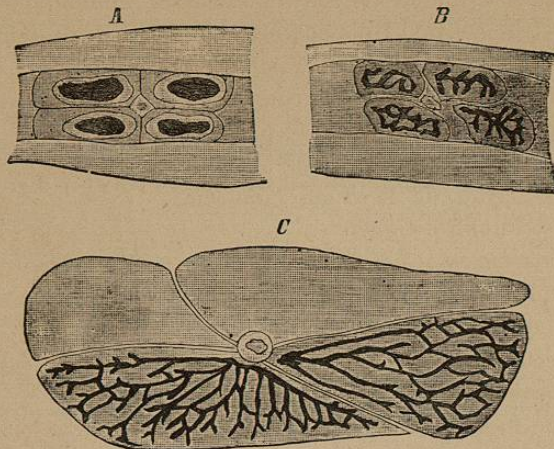


FIG. 18. — D'après PAUL MAYER. Figure empruntée à KORSCHULT (fig. 12). A, fragment de la septième patte d'un jeune *Phronima*, long de 5 millimètres. Grossissement : 90 diamètres. B, fragment de la sixième patte d'un *Phronimella* demi-adulte, même grossissement. C, un groupe de cellules de la glande de la sixième patte du *Phronimella* : le noyau n'est représenté que dans deux cellules. Même grossissement.

sidérable, quand ils sont mûrs ou fécondés renferment un noyau si exigü que l'on ne peut le déceler que très difficilement.

Les organismes inférieurs de grande taille ont souvent un seul noyau volumineux : c'est le cas, notamment, pour la vésicule interne d'une foule de Radiolaires.

Enfin, en ce qui concerne le nombre des noyaux, d'habitude chaque cellule végétale ou animale n'en possède qu'un. Cependant certaines cellules font exception. Les cellules hépatiques en ont fréquemment deux ; on en trouve même jusqu'à cent et plus dans les cellules géantes de la moelle osseuse, dans les ostéoclastes et dans les cellules de maintes tumeurs. Comme SCHMITZ l'a découvert, les cellules de beaucoup de champignons et de maints végétaux inférieurs, Cladophores (Fig. 19) et Siphonées (*Botrydium*, *Vaucheria*, *Caulerpa*, etc.), se caractérisent par la présence de plusieurs noyaux.

Il en est de même pour de nombreux organismes inférieurs, tels que les Myxomycètes, beaucoup de Monothalamés et de Polythalamés, des Radiolaires et des Infusoires (*Opalina ranarum*). Ici les noyaux sont souvent si petits et si nombreux que l'on n'a pu en déceler la présence que dans ces

tout derniers temps, en se servant des méthodes de coloration les plus perfectionnées (Myxomycètes).

b) SUBSTANCES DU NOYAU

La composition chimique du noyau est assez compliquée. On y rencontre deux et très souvent trois ou quatre substances protéiniques, chimiquement définies, que l'on peut distinguer au microscope. Les deux substances constantes sont la nucléine ou chromatine et la paranucléine ou pyrénine ; on trouve généralement encore, dans le noyau, de la linine, du suc nucléaire et de l'amphipyrenine.

La nucléine ou chromatine est la substance protéinique la plus caractéristique du noyau ; c'est elle aussi qui est habituellement la plus abondante. A l'état frais, elle affecte un aspect semblable au protoplasme non granuleux, dont elle se distingue essentiellement par sa façon de se comporter vis-à-vis de certaines matières colorantes. Quand elle est coagulée par les réactifs, elle retient énergiquement, ainsi que GERLACH l'a découvert, les matières colorantes des solutions de carmin, d'hématoxyline et de couleurs d'aniline. Cette réaction, la nucléine la présente à un plus haut degré lorsque le noyau se prépare à la division ou lorsqu'il se divise que lorsqu'il est au repos. On ne sait pas encore positivement s'il s'agit là de phénomènes chimiques ou de phénomènes physiques. Les méthodes de coloration sont déjà tellement perfectionnées que l'on arrive facilement à ne laisser apparaître nettement que la nucléine du noyau, en laissant incolores ou très faiblement colorés le restant du contenu du noyau et le corps protoplasmique de la cellule. On arrive même à faire apparaître dans un corps protoplasmique relativement volumineux des particules de nucléine, dont la taille ne dépasse guère celle d'une bactérie. C'est le cas notamment pour la tête du spermatozoïde ou pour les chromosomes du fuseau de direction, dont on décèle la présence dans de grandes cellules-œufs.

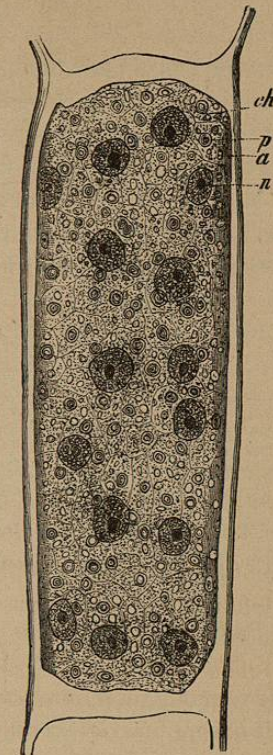


FIG. 19. — *Cladophora glomerata*. Une cellule du filament traité par l'acide chromique et le carmin. D'après STRASBURGER, Bot. Prakt., fig. 421. n, noyau cellulaire ; ch, chromatophores ; p, amyloplaste ; a, grain d'amidon. Grossissement : 540 diamètres.

Un jour peut-être les faits suivants signalés par FOL (II, 43) acquerront une grande portée théorique. « La coloration que prend le noyau dans une solution tinctoriale neutre est toujours de la nuance que prend la couleur en question lorsqu'on y ajoute de faibles quantités d'une substance basique. C'est ainsi, par exemple, que, lorsque la solution est faiblement alcaline, le carmin aluné prend une teinte lilas, l'hématoxyline violette de BÖHMER devient bleue, la ribésine rouge devient bleu verdâtre, et la matière colorante rouge du chou rouge devient verte. De même, lorsque les noyaux de cellules sont traités par des solutions neutres de ces substances, ils prennent une coloration lilas dans le carmin aluné, bleue dans l'hématoxyline, bleu clair dans la ribésine, et verte dans la matière colorante du chou rouge. La partie colorable du noyau (la nucléine) se comporte donc, en général, comme un corps faiblement alcalin vis-à-vis des substances tinctoriales qu'elle fixe. » (FOL.)

Mais la nucléine montre encore d'autres réactions chimiques caractéristiques, qu'il ne faut pas perdre de vue lorsqu'on veut conserver les structures du noyau (SCHWARTZ, II, 37; ZACHARIAS, II, 43 à 45). Elle

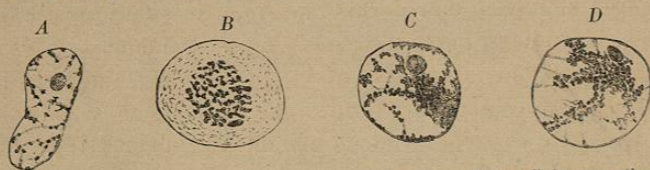


FIG. 20. — *Ascaris megalocephala*, type bivalent. A, noyau au repos d'une cellule spermatique primordiale. B, noyau d'une spermatomère recueillie dans la partie initiale de la zone d'accroissement du testicule. C, noyau au repos d'une spermatomère de la zone d'accroissement. D, noyau vésiculeux d'une spermatomère recueillie dans la partie initiale de la zone de division et se préparant à se diviser.

gonfle dans l'eau distillée, ainsi que dans les solutions alcalines très étendues, par exemple dans les solutions à 2 0/0 de sel marin, de sulfate magnésique, de phosphate monopotassique et d'eau de chaux. Quand on la traite par des solutions de 10 à 20 0/0 de ces sels, elle s'y dissout complètement peu à peu, après s'être gonflée. Il en est de même quand on la traite par un mélange de ferrocyanure de potassium et d'acide acétique ou par des sels acides concentrés, ou bien quand on la soumet à la digestion trypsique. Dans l'acide acétique de 1 à 50 0/0 elle se précipite et se distingue alors nettement du protoplasme par une réfringence plus considérable et un éclat particulier. Dans l'espace nucléaire elle nous apparaît (Fig. 20) soit sous forme de granulations isolées (A), soit sous forme d'un fin réseau (B, C) ou de filaments (D).

MIESCHER (II, 49) a cherché à préparer à l'état de pureté la nucléine des corpuscules du pus et de la tête des spermatozoïdes animaux. L'acide phosphorique, dont elle renferme 3 0/0 au moins, joue un rôle important dans sa composition. Divers faits tendent à prouver que la nucléine du

noyau « est la combinaison d'un corps albuminoïde avec un complexe atomique organique renfermant de l'acide phosphorique ». (KOSSEL, II, 35.) A ce complexe on a donné le nom d'acide nucléinique, et MIESCHER lui attribue la formule $C_{29}H_{49}N_9P_3O_{22}$.

« Sous l'action prolongée des acides ou des alcalis étendus, même conservée simplement à l'état humide, la nucléine se décompose en albumine et en bases richement azotées, en même temps qu'il se sépare de l'acide phosphorique. Les deux derniers produits de décomposition se forment aussi aux dépens de l'acide nucléinique. Les bases sont de l'adénine, de l'hypoxanthine, de la guanine et de la xanthine. »

La paranucléine ou pyrénine est une substance protéinique qui ne fait défaut dans aucun noyau. Cependant le rôle qu'elle joue dans les phénomènes vitaux du noyau est encore bien obscur et moins bien connu que celui de la nucléine. Elle se montre dans le noyau sous la forme de petites sphères, que l'on décrit sous le nom de nucléoles vrais (Fig. 20).

Les corpuscules de paranucléine résistent à tous les réactifs qui font gonfler les substances de la nucléine, l'eau distillée et les solutions alcalines très étendues de chlorure sodique, de sulfate magnésique, de phosphate monopotassique et d'eau de chaux. Pendant que les éléments formés par la nucléine disparaissent et que l'espace nucléaire prend un aspect homogène, les éléments formés par la nucléine se montrent avec une grande netteté et toujours mieux que dans le noyau vivant. SCHLEIDEN et SCHWANN, qui traitaient habituellement les tissus par l'eau, avaient déjà reconnu les nucléoles.

Un réactif très utile pour les rendre visibles est l'acide osmique, qui les rend particulièrement réfringents, tandis qu'il fait pâlir les éléments nucléiniens.

La paranucléine se comporte tout autrement que la nucléine vis-à-vis de l'acide acétique de 1 à 50 0/0. Tandis que la nucléine se coagule et prend un aspect très brillant, les nucléoles gonflent plus ou moins et peuvent devenir tout à fait transparents, sans toutefois se dissoudre; cependant, lorsqu'on lave ensuite l'acide acétique, ils se ratatinent et redeviennent plus visibles.

Une autre réaction distinctive entre la paranucléine et la nucléine consiste en ce que la première est insoluble dans le sel marin à 20 0/0, dans les solutions saturées de sulfate magnésique, dans le phosphate monopotassique à 1 0/0 et à 5 0/0, dans le ferrocyanure de potassium additionné d'acide acétique, dans le sulfate de cuivre; enfin, elle se digère très difficilement dans la trypsine.

Les matières colorantes nous offrent encore le moyen d'établir certains caractères distinctifs entre la nucléine et la paranucléine. Ainsi que

ZACHARIAS l'a fait observer, et comme je puis le confirmer d'une manière générale, les éléments nucléiniens se colorent d'une façon très intense dans les solutions tinctoriales acides (carmin acétique, méthyle acétique), tandis que les éléments paranucléiniens restent à peu près incolores. Inversement, ces derniers se colorent mieux que les premiers dans les solutions tinctoriales ammoniacales, comme le carmin ammoniacal, etc. Diverses substances colorantes, comme l'éosine, la fuchsine acide, etc., ont une très grande affinité pour la paranucléine. Grâce à cette circonstance, on peut, en employant simultanément deux matières colorantes, obtenir une double coloration telle que les éléments nucléiniens fixent l'une d'elles, tandis que les éléments paranucléiniens fixent l'autre (fuchsine et vert solide; hématoxyline et éosine; mélange de BRONN, etc.). L'essence du processus de coloration étant encore mal connue, il n'est pas possible pour le moment d'établir des règles décisives concernant la colorabilité des deux substances du noyau.

Je considère la nucléine et la paranucléine comme les substances essentielles du noyau, sur la présence desquelles reposent en toute première ligne les fonctions physiologiques de cet organe. Elles me paraissent présenter entre elles des relations déterminées. FLEMMING (II, 10) suppose que les nucléoles sont des points spéciaux de reproduction et d'accumulation de la nucléine, dont ils représenteraient peut-être un état chimique préalable. Les observations que nous possédons actuellement ne suffisent pas pour résoudre cette question.

D'une importance plus secondaire me semblent être trois autres substances que l'on distingue encore dans le noyau, et qui peut-être n'y existent pas toujours. Ces substances sont la *linine*, le *suc nucléaire* et l'*amphipyrenine*.

Sous le nom de *linine*, SCHWARTZ (II, 37) désigne la substance des filaments qui souvent forment dans l'espace nucléaire un réseau ou une charpente, et ne se colorent pas dans les matières colorantes habituelles du noyau. Par ses réactions chimiques, la linine se distingue essentiellement de la nucléine, qui se trouve généralement appliquée contre elle, sous forme de granulations et de fragments (Fig. 20, A et C). Sous maints rapports, la linine ressemble à la plastine du corps cellulaire, et c'est ce nom que ZACHARIAS lui donne.

Le *suc nucléaire* est tantôt très peu abondant, tantôt très répandu. Il remplit les interstices entre les éléments nucléiniens, lininiens et paranucléiniens. On peut le comparer au suc cellulaire du protoplasme vacuolaire, et il joue dans la nutrition des substances du noyau un rôle semblable à celui qu'accomplit le suc cellulaire dans la nutrition du protoplasme. Sous l'action de divers réactifs: alcool absolu, acide chromique, etc., il se

forme dans le suc nucléaire un précipité finement granuleux, production artificielle, qu'il ne faut pas confondre avec une structure normale. Il renferme donc diverses substances en solution, parmi lesquelles peut-être se trouve un albuminate, auquel ZACHARIAS donne le nom, bien inutile, de paralinine.

Enfin, sous le nom d'*amphipyrenine*, ZACHARIAS comprend la substance de la membrane, qui sépare l'espace nucléaire du protoplasme, comme la membrane cellulaire sépare le protoplasme du monde extérieur. La présence d'une membrane nucléaire est souvent aussi difficile à démontrer qu'il est difficile de trancher la question de savoir si toute cellule est ou n'est pas délimitée par une membrane cellulaire. Elle est cependant facile à mettre en évidence dans les grandes vésicules germinatives d'une foule d'œufs, des Amphibiens par exemple, où elle possède même une consistance considérable. C'est à cette circonstance que l'on doit de pouvoir aisément extraire, à l'aide d'aiguilles, sans la léser, la vésicule germinative des œufs immatures. On peut alors rompre la membrane nucléaire avec une aiguille: le contenu du noyau s'écoule, dans ce cas, et se répand dans le liquide au sein duquel on l'étudie. Dans d'autres cas, la membrane nucléaire fait défaut: alors la substance du noyau et le protoplasme sont en contact immédiat. C'est ce que FLEMMING (II, 10) a constaté dans les cellules du sang des Amphibiens; c'est aussi ce que j'ai observé, à un stade déterminé de la spermatogenèse des Nématodes (Fig. 20, B).

Comme pour le corps protoplasmique de la cellule, ALTMANN a aussi cherché à établir pour le noyau une composition granulaire, en se servant d'une coloration spéciale, par la cyanine. Il est parvenu de cette façon à colorer d'une façon intense le suc nucléaire, qui occupe les mailles du réseau nucléaire, et à y faire apparaître des granules, tandis que le réseau nucléaire reste incolore, ce qui fait qu'ALTMANN le considère comme formé de substance intergranulaire. ALTMANN a ainsi obtenu l'image négative de la structure du noyau, telle qu'elle apparaît quand on colore le réseau nucléaire à l'aide des matières colorantes habituelles. ALTMANN considérant les granules comme la partie essentielle du noyau, il en résulte que, dans son opinion, la signification des substances du noyau est précisément l'inverse de celle qu'on lui attribue généralement aujourd'hui lorsqu'on regarde le suc nucléaire comme ayant une valeur moindre que la nucléine et la paranucléine.

c) STRUCTURE DU NOYAU. — EXEMPLES DE LA DIVERSITÉ DE SA CONSTITUTION

Les substances que nous venons d'étudier, et parmi lesquelles la nucléine et la paranucléine ne font jamais défaut, se montrent dans les

noyaux des diverses cellules végétales et animales, sous des formes très différentes. La nucléine notamment affecte dans l'espace nucléaire tantôt la forme de fines granulations, tantôt la forme de filaments, tantôt la forme d'un réseau, tantôt la forme d'une charpente alvéolaire. De plus,

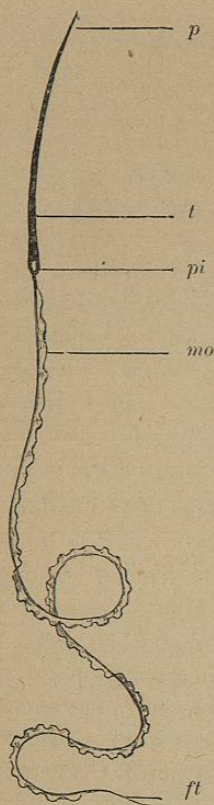


FIG. 21. — Filament spermatique de *Salamandra maculata*. *t*, tête; *pi*, pièce intermédiaire; *ft*, filament terminal; *p*, pointe; *mo*, membrane ondulante.

pendant les différentes phases de la vie d'une même cellule, l'une de ces structures peut se convertir en une autre.

La définition du noyau doit donc complètement faire abstraction de cette diversité de forme. De même que le protoplasme occupe la place principale dans la définition de la cellule, de même, dans la définition du noyau, la place principale revient à la substance active que cet élément contient. « Le noyau est un quantum de substances nucléaires spéciales, distinctes du protoplasme et jusqu'à un certain point différenciées. » Il en résulte que dans toutes les descriptions du noyau il faut que l'on tienne, plus qu'on ne le fait habituellement, compte de la constitution matérielle de ses diverses parties structurales.

Afin de faire ressortir la diversité de structure que montre le noyau au repos, nous en décrivons un certain nombre d'exemples.

Si nous faisons abstraction des relations moléculaires dont nous parlerons plus tard, il est incontestable que c'est le noyau du spermatozoïde mûr qui nous offre la structure la plus simple. Lorsque les cellules spermatiques ont acquis, comme c'est généralement le cas, la forme filamenteuse, qui est la plus propre à leur pénétration dans l'œuf, le noyau constitue l'extrémité antérieure, c'est-à-dire la tête, du filament. Chez *Salamandra maculata*, la tête du spermatozoïde a la forme d'un glaive terminé en une pointe effilée (Fig. 21, *t*, *p*): elle est formée par de la

nucléine condensée, qui semble homogène, même quand on l'examine sous les plus forts grossissements. A la tête fait suite un élément cylindrique, court, d'aspect homogène également: c'est la pièce intermédiaire (*pi*), qui offre les réactions de la paranucléine. Il est donc vraisemblable que l'on doive la rattacher à la portion nucléaire du spermatozoïde, ce que prouve d'ailleurs la suite de son évolution, comme nous l'établirons ultérieurement.

Dans les éléments spermatiques qui ont conservé la forme d'une cellule,

le noyau apparaît également comme un corps nucléinien compact et sphérique. C'est le cas notamment chez *Ascaris megalocephala* (Fig. 22), dont les spermatozoïdes immatures ont la forme de cellules assez volumineuses, arrondies, tandis que, plus tard, lorsqu'ils sont complètement mûrs, ils affectent la forme d'un dé.

Cet état simple du noyau du spermatozoïde, formé jusqu'à un certain point exclusivement de substance nucléaire active, dépourvue de tout autre mélange, doit naturellement être choisi comme le point de départ auquel se rattachent les autres formes du noyau. Alors les diverses structures que nous observons aux noyaux des cellules végétales et animales se ramènent à une seule circonstance, savoir: que les substances actives du noyau, ont une grande tendance à s'incorporer du liquide et des substances dissoutes dans ce liquide et à les accumuler dans des lacunes, ce qui donne à l'ensemble du noyau l'aspect d'une vésicule logée dans le protoplasme.

Il se passe donc dans le noyau un phénomène essentiellement semblable à celui qui s'accomplit dans le protoplasme, où le suc cellulaire s'accumule dans des vacuoles. Dans les deux cas, le phénomène a la même signification. Il est en relation avec la nutrition de la cellule et du noyau, le liquide tenant en solution des substances qui entrent plus facilement en échanges organiques avec les substances actives, parce que leur développement en surface est plus considérable.

On peut observer directement le phénomène de l'incorporation du suc nucléaire lorsque le spermatozoïde, après la fécondation, entre en fonction dans l'œuf. Dans beaucoup de cas, il commence alors à se gonfler progressivement jusqu'à atteindre dix à vingt fois son volume primitif. Cet accroissement n'est nullement la conséquence d'une augmentation de la substance active du noyau du spermatozoïde, substance dont le quantum reste sensiblement le même; mais il est dû exclusivement à l'incorporation de substances liquides et dissoutes provenant du vitellus. Dans le noyau spermatique transformé en une vésicule, la nucléine se trouve répartie en un réseau de fins filaments; on y distingue, en outre, une ou deux sphérules de paranucléine (nucléoles). Un phénomène semblable s'accomplit après chaque division nucléaire, pendant la reconstitution des noyaux filles.

Pendant que le noyau a incorporé une plus ou moins grande quantité de suc nucléaire, ses substances solides, la linine et la nucléine, se sont disposées en une charpente plus ou moins délicate. Les figures 23 à 26 nous montrent quelques-unes de ces dispositions.

La figure 23 représente le noyau d'un *Cilioflagellate*. Il consiste, comme



FIG. 22. — Spermatozoïde d'*Ascaris megalocephala*. D'après VAN BENEDEK. Figure empruntée à O. HEATWIG. Embryol., fig. 21. *n*, noyau; *b*, base du cône, par laquelle le spermatozoïde s'accrole à l'œuf; *c*, corps réfringent.