

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE LYON

Année 1889

—
(NOUVELLE SÉRIE)
—

TOME TRENTE-SIXIÈME

LYON

H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR

65, RUE DE LA RÉPUBLIQUE

MÊME MAISON A GENÈVE ET A BALE

PARIS

J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, ÉDITEURS

19, RUE HAUTEFEUILLE

—
1890

ÉTUDE PRÉLIMINAIRE
SUR
LA CINÈSE NUCLÉOLAIRE
DANS L'HISTOLYSE CHEZ LES AMPHIBIENS

PAR
E. BATAILLON

PRÉPARATEUR DU COURS DE ZOOLOGIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE LYON

Notre intention est de résumer dans ces quelques pages des faits qui nous ont semblé avoir une certaine importance au point de vue de la biologie cellulaire. La structure de noyau à l'état statique, le passage de l'état statique à l'état cinématique, l'origine du boyau nucléinien, le rôle du nucléole constituent actuellement autant de problèmes qui sont restés insolubles avec la seule étude des stades successifs présentés par la cytologie normale. Un ensemble de recherches sur l'histolyse qui accompagne la métamorphose des amphibiens nous a révélé des faits curieux de modification nucléaire au début de la régression. Ces cas en quelque sorte tératologiques constituent une forme particulière de l'activité nucléaire : ils fixent l'attention par leurs rapports avec la cinèse régulière, et permettent des rapprochements destinés peut-être à jeter quelque lumière sur les points obscurs indiqués plus haut (1).

(1) Nous sommes heureux d'adresser ici nos remerciements à notre excellent maître M. le professeur Sicard, dont les conseils et les encouragements affectueux ne nous ont jamais fait défaut au cours de ces recherches.

I. Exposé des faits

La peau d'une larve de grenouille, quelques jours après la sortie des pattes antérieures, présente à peu près tous les phénomènes en question.

Ils consistent essentiellement dans l'émission par le noyau d'une partie plus ou moins importante de sa chromatine. Cette émission, liée à des faits curieux de cinèse nucléolaire a lieu suivant des modes extrêmement variés, mais que nous pouvons ramener à deux types : 1° *Émission d'un boyau chromatique*; 2° *Émission de balles chromatiques*.

A. ÉMISSION D'UN BOYAU CHROMATIQUE. — Examinons la section transversale de la queue d'une larve de grenouille au stade indiqué. Nous trouverons que, à la limite des masses musculaires et du lophoderme, la peau, au lieu des deux assises normales, présente jusqu'à dix couches de cellules : une couche inférieure d'éléments allongés qui reposent directement sur la vitrée, et supérieurement, sept ou huit assises de plus en plus aplaties à mesure que l'on avance vers la périphérie, amoncelées irrégulièrement, la plus externe présentant supérieurement un bord granuleux, foncé, teinté légèrement par les colorants, mais ne laissant pas reconnaître la structure d'une cuticule telle qu'on la connaît. Les particularités réellement intéressantes concernent la structure du noyau.

Dans la couche inférieure d'éléments allongés, ces noyaux sont reportés à la partie supérieure, renflée des cellules. La base de celles-ci est comprimée, d'où une forme générale en massue caractéristique. Partant des noyaux, un boyau coloré d'une façon intense par les réactifs nucléaires s'engage dans le pédicule de la massue et vient se terminer en s'étalant légèrement au niveau de la vitrée. En des points dont la dégénérescence est un peu moins avancée, le boyau en question est moins développé, toujours en rapport avec le noyau, il n'atteint pas la base des éléments.

Dans ce corps particulier, en rapport avec le noyau, les plus forts grossissements dont nous disposions (obj. $\frac{4}{12}$ à imm. hom. de Zeiss. Oc. 5), ne nous ont pas permis de distinguer de microsomes (1) appelons-le néanmoins provisoirement *boyau chromatique* pour la facilité de l'exposition et sans préjuger de sa nature. Il présente en beaucoup de points, à sa partie inférieure, une altération particulière caractérisée par une teinte plus brune aboutissant à des granules pigmentaires. Dans beaucoup de cas, les noyaux correspondants présentent les mêmes altérations avec aplatissement latéral et déformation plus ou moins marquée. Ajoutons, pour finir, que cette première zone ne nous a jamais montré de phénomènes de division nucléaire.

Les phénomènes karyokinétiques sont, au contraire, des plus marqués dans les zones supérieures où tous les stades de la division se présentent avec une variété et une netteté des plus remarquables. Ils sont connus; et nous les laissons de côté pour passer aux particularités. Le *boyau chromatique* existe encore ici, soit accolé au noyau, soit libre dans la cavité cellulaire à côté du noyau intact enveloppé de sa membrane; et il présente des caractères tels, qu'il nous semble difficile de ne pas lui reconnaître une nature nucléaire. Dans les cas où ses rapports avec le noyau sont bien nets, on le voit partir d'un gros nucléole contenu dans le noyau et lorsqu'il paraît complètement libre, le nucléole se présente d'une façon assez régulière à son extrémité.

Sa *disposition* est variable. Dans les couches inférieures son orientation rappelle souvent celle que l'on observe dans la zone à éléments allongés. Ailleurs, il étale ses plis sans aucun ordre, souvent même en dehors de la cellule où il a pris naissance.

Son *développement* varie également, et nous signalerons quelques stades qui peuvent offrir de l'intérêt :

1° Le nucléole, reporté à la périphérie du noyau, semble pousser

(1) Mais nous devons dire aussi que, aux mêmes stades, nos réactifs colorants ne les ont pas décelés davantage dans le filament nucléinien de la cinèse normale.

308 ÉTUDE PRÉLIMINAIRE SUR LA CINÈSE NUCLÉOLAIRE

au dehors un prolongement mesurant en longueur à peu près le double de son propre diamètre.

2° Le noyau est surmonté d'une sorte de virgule (partant encore quelquefois visiblement d'un nucléole interne) qui l'enveloppe à moitié. Cette forme se présente dans nos coupes en grande abondance.

3° Enfin, les formes les plus diverses : entre autres un boyau paraissant complètement libre pelotonné sur le noyau et terminé par un nucléole.

Un cas très curieux est celui présenté par un noyau dont le nucléole étiré en bâtonnet vient appliquer au contact de la membrane nucléaire une de ses extrémités. Le boyau qui part de ce point de contact et décrit une spire élégante autour du noyau tranche par sa coloration, non seulement sur la chromatine nucléaire, mais aussi sur le bâtonnet nucléolaire avec lequel il semble pourtant en continuité de substance. Cette teinte est du reste celle que présente le filament de la cinèse ; et nous pensons qu'elle est due, dans l'un comme dans l'autre cas, à une action du protoplasma cellulaire. Nous observerons le même fait dans la formation des balles chromatiques. Cette action se comprend d'autant mieux que le boyau est probablement semi-fluide. Il est des cas, en effet, où deux filaments très déliés, issus de deux nucléoles appartenant au même noyau, viennent au dehors confluer en un boyau unique. Ces cas de confluence attestent au moins une grande plasticité.

Tous les phénomènes qui viennent d'être décrits s'appliquent à des cellules dont le noyau, nettement à l'état statique présente souvent un, quelquefois deux et même trois nucléoles au milieu d'un contenu à fines granulations chromatiques, enveloppé d'une membrane.

Dans tous ces cas, le *boyau* paraît nettement individualisé ; car, même là où il affecte des rapports étroits avec le noyau, il présente des limites bien définies, et qui tranchent avec la structure de ce dernier.

Nous le retrouvons quand le noyau est à l'état cinématique, sous

la forme d'un ou de plusieurs fragments libres et rejetés à la périphérie de la cellule. Et ces fragments s'observent dans tous les cas.

- 1° Filament nucléien en apparence continu;
- 2° Fragments isolés;
- 3° Plaque équatoriale;
- 4° Noyaux filles.

Une figure assez curieuse de ce dernier stade présente un *boyau chromatique* s'appuyant, d'une part, sur l'un des pelotons filles, par une extrémité renflée, et aboutissant, d'autre part, à l'autre peloton, disposé, en somme, comme une douve sur le côté d'un tonnelet.

Avant de chercher à interpréter ces phénomènes au point de vue purement cytologique, nous suivrons ces productions dans leur destinée ultérieure.

Sur une région plus avancée dans sa régression, le boyau chromatique (ou les boyaux, s'il y en a plusieurs) présente, très marqués, les phénomènes d'altération dont nous avons dit quelques mots plus haut. Il n'est pas rare de voir ses anses, sorties des limites de l'élément, se dilater et s'étaler en une traînée plus brune et teintée plus légèrement par les réactifs, laquelle se charge graduellement de grains de pigment.

Dans les limites d'un même élément, le fragment, entourant un noyau à l'état statique, s'étalera également en une traînée pigmentée, le noyau se chargeant lui-même graduellement de pigment. En somme, le noyau, restant ainsi plus ou moins intact au milieu de traînées de pigment, s'étendant très loin quelquefois, d'autres fois constituant une masse à peine bosselée, pourra représenter le centre d'une cellule pigmentaire apparente, et nous pensons qu'il faut expliquer de cette façon l'amoncellement d'éléments pigmentés signalés à ces stades dans la peau des larves.

Sommes-nous là en présence d'un processus général ? La formation du pigment est une question très obscure encore ; mais nous devons dire que, dans ces faits de dégénérescence, *nous n'avons*

pu observer un seul cas de production pigmentaire sans participation de la chromatine

B. ÉMISSION DE BALLES CHROMATIQUES. — Le type dont nous venons de donner la description doit être considéré comme un cas particulier. S'il est assez général dans la peau à certains stades, il n'exclut jamais totalement le type des *balles chromatiques*, qui se retrouve, du reste, abondamment dans les autres tissus et paraît le plus simple.

Ici encore, le nucléole joue un rôle capital, puisque le gonflement du noyau qui marque le début de la régression se manifeste d'abord sur lui. On voit, en effet, le nucléole grossir considérablement; s'étirer en forme de *clou*, jusqu'à venir toucher par sa pointe la paroi nucléaire. Or c'est précisément en ce point qu'on voit s'épancher au dehors une masse chromatique plus ou moins hyaline et bien limitée. La paroi nucléaire, qu'elle se soit étirée pour suivre le mouvement de la masse ou qu'elle se soit réellement déchirée, semble présenter en ce point une solution de continuité. D'autre part, la chromatine restée sur l'autre côté du noyau a subi des modifications qui lui donnent l'aspect réfringent et homogène de la balle.

Les colorations obtenues rappellent exactement la teinte particulière que prend la nucléine, qu'elle se présente sous la forme du boyau chromatique précédemment décrit ou sous la forme du filament nucléinien de la cinèse normale. Nous répéterons ici ce que disions plus haut à propos du boyau extranucléaire : *le gonflement du noyau et la réaction particulière de sa substance au contact du plasma cellulaire nous portent à admettre une pénétration de ce plasma qui gonfle la chromatine et change légèrement sa composition chimique.*

Nous avons dit quelques mots de la destinée des *boyaux chromatiques*, nous n'en dirons pas plus sur celle des *balles chromatiques*. Celles-ci peuvent directement se transformer en masses pigmentaires, ou bien s'émettre en balles plus petites et finalement en granules qui subissent la dégénérescence. Nous voulions

insister, ici encore, sur l'origine chromatique du pigment qui s'amoncelle dans l'histolyse.

La description que nous avons donnée des *boyaux chromatiques* aussi bien que des *balles chromatiques* s'applique, dans tous ses détails, à la peau de la queue qui, comme on sait, dégénère totalement. Mais nous nous proposons de montrer bientôt qu'elle s'applique à la peau d'une autre région, de la tête par exemple, aussi bien qu'aux autres tissus d'un amphibien en voie de métamorphose. Nous retrouvons, en effet, partout le processus des balles chromatiques, lequel, à part une question de forme, rappelle exactement le processus du boyau avec les mêmes réactions et les faits de cinèse nucléolaire caractéristiques.

La généralité de ces phénomènes est pour nous du plus haut intérêt au point de vue de l'interprétation générale des faits de métamorphose.

Dans deux communications, faites à l'Académie des sciences, en novembre dernier, nous avons exposé brièvement les résultats d'une étude physiologique d'après laquelle l'histolyse relèverait de modifications générales dans les fonctions de nutrition (respiration et circulation) (1). Et, si les altérations profondes qui conduisent à la disparition totale de la queue ont sur les autres points une évolution limitée, nous avons été heureux de constater que les processus histolytiques, caractéristiques du début de la régression, se retrouvent dans les tissus des différents points du corps, aussi généraux que la cause qui les produit.

C. FILAMENT NUCLÉINIEN NORMAL ET BOYAU CHROMATIQUE. — Le point le plus curieux de l'étude qui précède est certainement l'émission de la nucléine sous la forme particulière d'un boyau chromatique en rapport avec le nucléole, boyau qu'on retrouve comme un fragment nucléinien en voie d'élimination ou réellement éliminé, à côté du noyau statique ou en rapport avec lui, aussi bien qu'au voisinage de la figure karyokinétique à tous les stades de la cinèse.

(1) E. Bataillon, *Comptes rendus*, 28 octobre et 4 novembre 1889.

312 ÉTUDE PRÉLIMINAIRE SUR LA CINÈSE NUCLÉOLAIRE

Il y a là évidemment un cas très particulier de l'émission, et on peut se l'expliquer par la considération suivante : Les couches cutanées, restant appliquées sur une masse centrale dont le volume décroît pendant la régression, sont soumises à une irritation attestée par l'amoncellement des éléments, et par l'abondance des figures karyokinétiques.

On pourrait, par conséquent, attribuer l'état spécial du noyau qui élimine un boyau chromatique à deux actions inverses :

- 1° Tendence à la division résultant de l'irritation ;
- 2° Conditions physiologiques déterminant la dégénérescence (nous les avons indiquées et nous n'y reviendrons pas ici).

Mais ces circonstances particulières, et surtout la multiplication active, nous amènent forcément à une question importante :

Notre boyau chromatique est-il l'*homologue* du filament nucléinien dont il représenterait une portion éliminée ?

La question est difficile à résoudre, étant donné le peu que l'on sait, tant sur le noyau statique que sur le passage à l'état cinématique. En tout cas, il est au moins son *analogue*, tant par ses réactions que par son allure générale. Et nous ne voyons pas pourquoi, connaissant l'origine de l'un, on songerait *a priori* à admettre pour l'autre une origine différente.

Dans les cas que nous avons sous les yeux, il existe une telle différence entre un noyau statique et un noyau en voie de division, que nous avons de la peine à considérer comme réellement au repos les noyaux tels que beaucoup de cytologistes les prennent comme point de départ des phénomènes de la cinèse (noyau à filament fragmenté de Strassbürger, à filament continu de Guignard). Nous considérerions plus volontiers comme statiques des noyaux d'éléments comme les nôtres, lesquels ont achevé leur évolution et ne rentrent en activité que dans des conditions physiologiques particulières ; et alors, *le filament nucléinien normal se développerait au contact du nucléole comme notre boyau chromatique*. Nous disons simplement *au contact* ; car, évidemment, les faits qui viennent d'être décrits seraient bien insuffisants à établir une ori-

gine, à proprement parler, nucléolaire, du filament chromatique de la cinèse.

Mais, d'une part, si, dans la peau, nous n'avons pas eu l'occasion d'observer, à l'intérieur même du noyau, un *filament bien limité* en rapport avec le nucléole, des tissus voisins nous ont présenté ce fait. Ainsi, les éléments du tissu conjonctif de la queue ont souvent un noyau dont le nucléole se prolonge en une virgule chromatique très nette, au milieu de fines granulations nucléiniennes.

D'autre part, nous avons cherché et trouvé (chez les invertébrés aussi bien que dans le type que nous étudions) d'autres cas d'altération où le nucléole semblait absorber les granulations chromatiques, des cas même où les noyaux, ayant perdu en grande partie leur principe colorable, ne présentaient plus qu'un ou plusieurs nucléoles en forme de virgule ou de bâtonnet.

Dans les couches cutanées des jeunes têtards qui viennent de quitter l'œuf, la production du pigment est très active, *et on peut observer, en rapport avec la production des granules à la périphérie des noyaux, une décoloration de ces éléments, accompagnée du gonflement des nucléoles qui se déforment et affectent souvent la figure des bâtonnets.* Quelquefois, deux nucléoles, déformés de cette façon, recourbés légèrement l'un vers l'autre et portant toute la réserve chromatique de l'élément, simulent, à s'y méprendre à première vue, une figure karyokinétique.

Des observations faites sur les modifications que présente le nucléole dans la dégénérescence du gros noyau de l'appareil glandulaire, chez des larves de cousin, parlent dans le même sens et d'une façon beaucoup plus nette. Les granulations chromatiques s'amoncellent à la périphérie, quelquefois en massules distinctes, le centre devenant absolument clair autour du nucléole, qui se gonfle et finit par venir lui-même à la périphérie. Là le nucléole se bosselle, et on voit disparaître devant lui, sur le pourtour, les grains de nucléine que l'on reconnaît encore quelque temps, graduellement altérés et brunis dans son intérieur.

Des faits du même genre nous ont été présentés chez nos larves,

par les ovules primordiaux de la glande génitale indifférente, ovules en voie de régression. Ici encore, nous avons vu le nucléole gonflé considérablement et semblant présenter de véritables prolongements pseudopodiques devant lesquels la chromatine avait disparu. Ajoutons que, dans ce cas, le nucléole était loin d'être homogène, mais présentait une zone périphérique de laquelle partaient les prolongements.

Tous ces faits semblent indiquer, pour le nucléole, une activité des plus importantes et permettent non seulement de lui rapporter les boyaux chromatiques curieux, développés en connexion avec lui, mais encore de poser la question du rôle à lui attribuer dans la cinèse normale.

II. Coup d'œil historique

Le Nucléole des *Spirogyra*. Conclusions

Le sujet de ce travail n'est pas nouveau. Il a donné lieu à de nombreuses observations ; et cela est tout naturel, étant donné l'intérêt et l'importance considérables des phénomènes de biologie cellulaire que présentent les métamorphoses. Mais nous voulons nous abstenir ici d'une bibliographie encombrante, et nous citerons seulement des travaux récents comme ceux de Barfürth (1) et de Loos (2).

L'ouvrage de ce dernier date de quelques mois et nous devons nous attendre à y trouver une étude des curieux phénomènes précédemment décrits. Or : 1° Loos ne parle pas des curieuses productions chromatiques désignées par nous sous le nom de *boyaux chromatiques*. Ceci nous a surpris, d'autant plus que le liquide fixateur dont nous nous sommes servi (liqueur de Flemming légèrement modifiée, il est vrai : proportion d'acide osmique plus forte que

(1) Barfürth, Die Rückbildung des Froschlärvenschwanzes und die sog. Sarcoplasten. 1887, *Archiv für mik. Anat.*

(2) Loos, Ueber Degenerationserscheinungen, etc. Preisschriften gekrönt, Leipzig, 1889.

dans la formule de Flemming) a été précisément utilisé par le savant allemand. Les colorations dans les tissus en voie de régression sont aussi plus difficiles; mais nous avons très nettement constaté les faits en question sur des coupes non colorées.

2° Loos signale, sous le nom de *gouttelettes* (Tropfen, Kügelchen), les *balles chromatiques* précédemment décrites; mais il se méprend sur leur origine qu'il rapporte au protoplasma cellulaire.

3° Enfin, il ne dit rien des curieux phénomènes de cinèse nucléaire et nucléolaire en rapport avec ces formations.

Partant de sa théorie du protoplasma blanc d'œuf (Eiweiss), il admet une séparation du *hyaloplasma* et du *spongioplasma* (Leydig), le spongioplasma constituant les balles colorables.

Quant à l'apparition du pigment, substance insoluble, il admet, pour l'expliquer, avec le changement physique susdit, et qui ne saurait suffire, des modifications chimiques sur la nature desquelles il ne dit rien.

L'explication toute hypothétique de l'origine des balles présente une grosse difficulté, parfaitement mise en évidence, du reste, par les figures mêmes de l'auteur allemand: c'est la coloration intense par divers réactifs nucléaires dont il s'est servi: *carmin*, *hématoxyline*. Quant au pigment, l'origine chromatique que nous admettons explique suffisamment son insolubilité; elle supprime une difficulté à laquelle Loos n'échappe encore que par l'hypothèse.

Nous avons songé aussi à chercher des données dans les études des formes nucléaires anormales.

Les travaux spéciaux sont rares. Des déformations accidentelles ont été signalées au passage, mais sans donner lieu à une interprétation générale. Du reste, les modifications en question n'étaient souvent que des accidents de préparation au milieu desquels les cas physiologiques épars n'avaient pas de sens. Un travail de V. Bambeck (1) relate un certain nombre d'altérations artificielles typiques auxquelles on pourrait rapporter toutes les

(1) V. Bambeck, *Archives de Biologie*, 1887. Déformations artificielles du noyau.

autres. L'auteur signale ces formes obtenues par divers procédés; pour mettre les chercheurs en garde contre les interprétations erronées portant, par exemple, sur des apparences de karyokinèse, etc.

Les figures données par le savant belge sont évidemment sans rapport avec les nôtres, sauf une peut-être. Cette dernière présente un filament parfaitement net, terminé par un renflement et sortant d'un noyau intact. Ce noyau appartient à l'appareil glandulaire d'une larve d'insecte non déterminée.

Trouverait-on, dans la métamorphose des insectes, des faits comme ceux que nous signalons chez les amphibiens? Nous ne pouvons songer à résoudre la question. Mais l'identité complète de cette forme avec certaines des nôtres a appelé notre attention sur son origine, et nous avons été frappé de trouver précisément une origine larvaire.

Peut-être il y a-t-il là un exemple du fait que nous signalions il y a un instant : une modification physiologique inexpliquée, égarée au milieu de déformations artificielles.

Un travail beaucoup plus intéressant à notre point de vue, quoique portant sur un cas particulier, nous a été fourni par la biologie végétale : c'est un mémoire publié en 1887, dans *La Cellule* (1), par Meunier. Ce mémoire a pour objet : *Le nucléole des spirogyra*. Déjà, dans son *Traité de biologie cellulaire* (fasc. I), Carnoy signalait, dans certains groupes animaux et particulièrement dans les éléments des glandes reproductrices (testicule de *Lithobius*, œufs de *Nephthys* et de *Beroïdes*) une localisation particulière de la nucléine, au centre du noyau, constituant ce qu'il appelle un *nucléole-noyau*. Le nouveau mémoire de Meunier conclut absolument dans le même sens :

Que le nucléole des spirogyres renferme toute la substance chromatique du noyau ;

Qu'il donne seul les éléments colorables de la plaque équatoriale et des noyaux-filles.

Qu'il mérite bien, en somme, le nom de *nucléole-noyau*, tant

(1) *La Cellule*, t. 3.

par ces caractères essentiels que par la présence d'une membrane.

Les résultats de nos propres recherches nous ayant conduit à reconnaître au nucléole un rôle important dans l'évolution du noyau, ce cas des spirogyres nous a paru intéressant; et, sans songer à vérifier les phénomènes de la division, si consciencieusement étudiés par le savant belge, nous avons voulu au moins nous assurer du point, pour nous capital, à savoir que : *non seulement le nucléole est très riche en nucléine, comme l'avaient vu beaucoup de cytologistes, entre autres Flemming et Strassbürger, mais constitue à lui seul toute la réserve chromatique.*

Quelques observations faites avec divers colorants, entre autres plusieurs couleurs d'aniline, ont suffi à nous convaincre de l'absence totale de chromatine dans le plasma extérieur au nucléole.

S'il était bien prouvé qu'il s'agit là d'un corps comparable aux autres nucléoles et en particulier à ceux du groupe qui nous occupe, il serait possible d'établir entre les deux cas certains rapprochements du plus haut intérêt.

1° *Chez les spirogyra*, le nucléole par son rôle capital dans la division, nous apparaît comme *l'élément vital* essentiel de la cellule.

Dans notre cas, la même vitalité se trouve accusée par des phénomènes de cinèse variés (accroissement, changement de forme, transport à la périphérie).

2° *Chez les spirogyra* le nucléole contient la substance chromatique du noyau.

Chez nos larves, il affecte avec cette substance des rapports étroits attestés par plusieurs faits :

α. Il est uni à l'extrémité du *boyau chromatique* auquel il sert de point de départ.

β. Il joue certainement un rôle important dans la formation des *balles chromatiques*, si l'on tient compte de l'activité qu'il manifeste et qui prélude à l'émission.

γ. Enfin nous l'avons vu, tant chez les larves d'insectes que

dans les ovules primordiaux de nos larves d'amphibiens, se gonfler sur place en absorbant les granulations chromatiques qui disparaissent devant lui, et restent reconnaissables dans les prolongements qu'il émet. Ces prolongements rappellent assez exactement, les bosselures que l'on observe facilement sur les nucléoles de spirogyra abandonnées quelques heures dans la chambre obscure. Ces déformations dans nos cas de dégénérescence, méritent bien par le rôle actif qu'ils jouent la dénomination adoptée par le cytologiste belge pour les bosselures des spirogyra : *prolongements pseudopodiques du plasma nucléolaire*.

En résumé, si, dans les cas observés par nous, le nucléole ne contient pas la nucléine, nous pensons que son plasma n'est pas sans rapport avec elle.

Le filament normal ou le boyau décrit par nous pourraient se développer par un accroissement du plasma nucléolaire absorbant les granulations chromatiques (cas que nous admettrions volontiers pour beaucoup de noyaux réellement statiques comme les nôtres). Le filament de la cinèse pourrait se produire également par une condensation de la trame hyaloplasmique dont le nucléole serait le centre ; comme dans le noyau à filament plus ou moins réticulé, tel qu'on le considère à l'origine des phénomènes de la cinèse. (Pour nous, ces noyaux ne seraient qu'à un état de repos très relatif nécessitant une simple condensation du filament.)

Dans l'un comme dans l'autre cas, le nucléole, dont le rôle est resté en quelque sorte réduit à néant jusqu'ici, nous apparaîtrait comme un véritable *centre organique* jouant un rôle prépondérant en biologie cellulaire.
