

cystis, *Didymophyes*) soit par leurs extrémités correspondantes, soit par leurs extrémités opposées (*Grégarines* proprement dites).

Le contenu granuleux des kystes peut se diviser, et cette division peut présenter l'apparence extérieure d'un vrai fractionnement du vitellus; la capsule commune aux deux globes peut se désagréger, se transformer en une substance visqueuse et granuleuse, après qu'une nouvelle membrane se sera développée autour de chacun des deux globes de deuxième génération. Ceux-ci pourront se diviser à leur tour, et l'on rencontre parfois, grâce à ces divisions successives, des séries de kystes renfermant, les uns, une seule masse granuleuse, les autres, deux masses semblables renfermées dans une même capsule. Tous ces kystes, qui ont un mode de multiplication rappelant tout à fait celui des capsules de cartilage, sont tenus en suspension dans une masse fondamentale commune résultant de la désagrégation des anciennes capsules (Édouard Van Beneden) (1). Par là s'explique la formation de ces séries linéaires de kystes que l'on rencontre dans l'épaisseur des parois intestinales du homard, ou même l'existence de cordons de vésicules reliées entre elles par une substance homogène; Mac Intosh (2) en a rencontré de semblables chez la *Bortasia octoculata*. Par là encore on comprend que souvent les kystes soient beaucoup plus petits que les Grégarines auxquelles il faut les rattacher.

(1) Édouard Van Beneden, *Une nouv. Grég. désignée sous le nom de Gregarina gigantea* (BULL. DE L'ACAD. ROY. DE BELG., 1869). — *Quarterly Journal of microscopical science*, nouv. sér., n° XXXVII, 1870.

(2) *On the Gregariniiform Parasite of Bortasia*, dans les TRANSACTIONS OF THE ROYAL MICROSCOPICAL SOCIETY OF LONDON, 1867.

On sait aus
et surtout de
tion des psc
leuses; mais
spermies se
énigme, jusq
manière pére
boïdes sort
des corpuscu
sang des Lon
observés et de
les globules
vraies *Amab*
Grégarines. C
qui présenter
des Amibes
admet la tra
rines. Mais il
observations
son travail, L
prétendre que

(1) Stein, *Müll*

(2) Bruch, *Zeit*

(3) Lieberkühn

(4) *Ibid.*, p. 16.

Notice sur les Psc
n° 7).

(5) Ch. Morren
1823, p. 170).

(6) Schmidt, *B*
SENKENBERG. GES

On sait aussi, par les recherches de Stein (1), de Bruch (2), et surtout de Lieberkühn (3), quel est le mode de formation des psorospermies aux dépens des masses granuleuses; mais la question de savoir comment les psorospermies se rattachent aux Grégarines est restée une énigme, jusqu'au jour où Lieberkühn (4) a établi, d'une manière péremptoire, qu'un corps à mouvements amœboïdes sort des psorospermies et se meut à la manière des corpuscules que l'on trouve en suspension dans le sang des Lombrics, et qui ont été, pour la première fois, observés et décrits par Ch. Morren (5). D'après Lieberkühn, les globules du liquide périspécral du Lombric sont de vraies *Amœba* que l'on doit rattacher à l'évolution des Grégarines. On trouve dans cette cavité des formations qui présentent des caractères intermédiaires entre ceux des Amibes et ceux des Grégarines; aussi Lieberkühn admet la transformation directe des Amibes en Grégarines. Mais il faut bien le reconnaître, l'exactitude de ces observations a été contestée par Schmidt (6); et à la fin de son travail, Lieberkühn dit lui-même : « Je suis loin de prétendre que toutes les Amibes naissent de psorosper-

(1) Stein, *Müller's Archiv*, 1848.

(2) Bruch, *Zeitschrift für wiss. Zool.*, Bd. II, p. 110.

(3) Lieberkühn, *loc. cit.*

(4) *Ibid.*, p. 16. — *Über die Psorospermien* (MULLER'S ARCHIV, 1854). — *Notice sur les Psorospermies* (BULL. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, t. XXI, n° 7).

(5) Ch. Morren, *De structura lumbrici terrestris* (ACTA ACAD. GANDAV., 1825, p. 170).

(6) Schmidt, *Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen* (ABHANDL. DER SENKENBERG. GESELLSCHAFT, 1854).

mies, ou que toutes les Grégarines se développent d'Amibes (1). »

Cette dernière phase de l'évolution des Grégarines, la transformation des Amibes en Grégarines, demandait donc de nouvelles recherches. Les observations que j'ai eu l'occasion de faire sur les phases successives du développement de la Grégarine du homard viennent combler les quelques lacunes que présente encore l'histoire de l'évolution de ces êtres monocellulaires, et éclaircir les quelques points restés obscurs dans cette évolution.

J'ai pu suivre pas à pas, chez la *Gregarina gigantea*, toutes les transformations successives de la petite masse protoplasmique sortie des psorospermies, jusqu'à la Grégarine complète, qui peut atteindre 16 millimètres de longueur.

Au mois de mai de l'année dernière, j'ai trouvé dans l'intestin grêle du homard de petites masses protoplasmiques entièrement nues, dépourvues de noyau aussi bien que de membrane; par leur aspect finement granuleux, leurs changements de forme continuels et par toute leur constitution, elles peuvent être comparées au *Protamæba agilis* (2) ou au *Protamæba primitiva* (3) de Haeckel. Elles en diffèrent seulement en ce que de fines granulations moléculaires se rencontrent même à la périphérie, et en ce que les formes ne s'écartent guère de celles d'un corps globulaire plus ou moins irrégulier à sa surface (fig. 1, 2, 3).

(1) Lieberkühn, *Évolution des Grégarines*, p. 27.

(2) Er. Haeckel, *Nachträge zur Monographie der Moneren* (JENAISCHE ZEITSCHRIFT, 1870, p. 55).

(3) Er. Haeckel, *Monographie der Moneren* (IBIDEM, 1868, p. 104).

Je n'ai ja
tance.

Comme
miques so
rine; iis se
toujours un
par l'absen

Au poin
toplasmiq
sont de vra

A côté
toute organ
protoplasmi
ce qu'ils on

forme (fig.
épaisse d'
ment hom

lation, tan
en suspens
dont les un

trême tenu
appréciabl
probablem

comme on
matière gr
la zone pé

centrale g
masse pro
brane prop

toplasme p
fait fonction
server con

Je n'ai jamais vu de vrais pseudopodes projetés à distance.

Comme nous allons le voir, ces petits globes protoplasmiques sont le point de départ de l'évolution de la Grégarine; ils se distinguent des vraies Amœba, qui possèdent toujours un noyau et souvent aussi une vacuole contractile, par l'absence de l'un et de l'autre de ces éléments.

Au point de vue morphologique, ces petits globes protoplasmiques, dépourvus de toute formation nucléaire, sont de vrais gymnocytodes.

A côté de ces petites masses vivantes dépourvues de toute organisation, on trouve çà et là d'autres petits globes protoplasmiques, qui diffèrent seulement des premiers en ce qu'ils ont perdu la faculté de se mouvoir et de changer de forme (fig. 4). On observe à leur surface une couche assez épaisse d'un protoplasme brillant, réfringent, parfaitement homogène et absolument dépourvu de toute granulation, tandis que la masse protoplasmique centrale tient en suspension des granulations moléculaires nombreuses, dont les unes apparaissent comme un pointillé d'une extrême ténuité, tandis que les autres ont des dimensions appréciables au microscope. Ces derniers granules ne sont probablement que des éléments nutritifs. J'ai pu constater, comme on le verra plus loin, la fluidité plus grande de la matière granuleuse centrale; la ligne de démarcation entre la zone périphérique parfaitement homogène et la masse centrale granuleuse n'est pas nette et tranchée: la petite masse protoplasmique n'est pas délimitée par une membrane proprement dite, mais bien par une couche de protoplasme plus dense, moins fluide, plus homogène; celle-ci fait fonction de membrane, en ce sens qu'elle sert à conserver constamment au cytode sa forme sphéroïdale.

pent d'Ami-

grégarines, la
mandait donc
j'ai eu l'oc-
veloppement
les quelques
lution de ces
points restés

na gigantea,
petite masse
u'à la Gréga-
tres de lon-

trouvé dans
protoplasmique
u aussi bien
t granuleux,
ar toute leur
a *Protamœba*
aeckel. Elles
ulations mo-
rie, et en ce
un corps glo-
(fig. 1, 2, 3).

eren (JENAISCHE

368, p. 104).

Par la tendance qu'offre la masse protoplasmique à se séparer en deux couches distinctes, une substance corticale et une substance médullaire, ces globes s'élèvent au-dessus des Monères : celles-ci ne montrent pas cette séparation, tandis qu'elle est générale chez les autres Protistes inférieurs. Peut-être cette phase se manifeste-t-elle cependant au moment où les Monères, chez lesquelles Haeckel a observé l'enkystement, sont sur le point de passer de la phase de gymnocytode à celle de lépocytode.

A côté de ces formes globulaires nettement circonscrites et dépourvues de toute motilité, on observe des cytodes tout à fait semblables à ceux que je viens de décrire, sauf qu'ils portent soit un, soit plus souvent deux prolongements en forme de bras, que j'appellerais pseudopodiques, s'ils ne montraient des caractères tout particuliers, qui les éloignent assez notablement des pseudopodes des Monères, des Foraminifères et des Radiolaires. On pourrait plutôt les comparer à la tige mobile des Noctiluques, à cause de la constance de leur forme et de la nature de leurs mouvements. Ces cytodes à prolongements, je les appelle *cytodes générateurs*.

Voici d'abord les caractères que manifestaient les prolongements du cytode que j'ai représenté, fig. 6 et suivantes (6 à 6'''). Les prolongements, au nombre de deux, sont insérés à peu de distance l'un de l'autre sur un même hémisphère. Ils ne sont pas seulement d'inégale longueur, mais ils diffèrent notablement entre eux par tous leurs caractères. Celui qui est le plus court est en même temps plus grêle, plus délicat, à contours plus pâles, et presque complètement dépourvu de motilité. Si dans un déplacement que subit le corpuscule, soit en vertu de sa vitalité propre, soit par suite d'un courant qui l'entraîne, ce bras

rencontre un
ce coude, pr
de trois qua
bras est pâle
et compléte
préciables. J
des élément
complète de
fait que la
forces pouva
mécaniques
extrême len

L'autre b
plus large; s
qui le cons
presque imp
mique, on re
Ces granula
légèrement
granuleuse,
vue, le bras

Ce prolon
trême mobil
nifestation
balancer à
luques; en s
de mouvem
l'allongemen
ment s'inflé
chie s'allong
flexion s'ap
(fig. 6' à 6''')

rencontre un corps dur, il s'infléchit, se coude, et j'ai vu ce coude, produit accidentellement, persister pendant plus de trois quarts d'heure. Le protoplasme qui constitue ce bras est pâle, peu réfringent, très-finement granuleux, et complètement dépourvu de granules à dimensions appréciables. Je considère ces derniers granules comme étant des éléments nutritifs, combustibles; et l'absence presque complète de mobilité de ce bras peut s'expliquer par ce fait que la combustion, c'est-à-dire la production des forces pouvant se manifester sous forme de mouvements mécaniques, ne s'opère dans ce bras inerte qu'avec une extrême lenteur.

L'autre bras est notablement plus long et aussi un peu plus large; ses contours sont plus foncés et le protoplasme qui le constitue est plus réfringent. Outre le pointillé presque imperceptible qui distingue la matière protoplasmique, on remarque dans ce bras des granulations opaques. Ces granulations sont très-nombreuses à son extrémité légèrement élargie et très-mobile; elle devient par là très-granuleuse, et ce caractère suffit à distinguer, à première vue, le bras mobile de son voisin qui est inerte et rigide.

Ce prolongement diffère encore du premier par son extrême mobilité, et l'on peut distinguer deux modes de manifestation de cette activité vitale. D'abord le bras peut se balancer à peu près comme le fait la tige des Noctiluques; en second lieu, on observe un mode tout particulier de mouvement, qui a probablement pour but et pour effet l'allongement progressif du bras. L'extrémité du prolongement s'infléchit spontanément, et l'on voit la partie réfléchie s'allonger peu à peu, en même temps que le point de flexion s'approche progressivement du corps du cytode (fig. 6' à 6'''). La partie directe du bras semble se contracter.

en même temps, et l'on voit une très-légère striation transversale apparaître dans cette partie basilaire du prolongement (fig. 6'' et 6'''). Puis, tout à coup et brusquement, le bras tout entier se redresse comme s'il était formé d'une substance éminemment élastique, et en même temps on voit le protoplasme granuleux et fluide du centre du cytode se porter, en formant une sorte de courant, à l'intérieur du prolongement (fig. 6'''). Il est clair que ces mouvements, qui se succèdent à d'assez courts intervalles, doivent avoir pour résultat l'allongement progressif du bras. J'ai pu constater cet allongement progressif en observant le même cytode pendant plusieurs heures. Les seules modifications qui apparaissent en outre dans les caractères du prolongement sont le rétrécissement de sa portion basilaire et l'accumulation des granulations nutritives dans sa portion terminale, que je pourrais appeler céphalique (fig. 7 et 8).

Quand le bras mobile a atteint une certaine longueur, il se détache du corps du cytode pour devenir libre et exécuter des mouvements ondulatoires à la manière d'un ver Nématode (fig. 13 et 14). Je n'ai pas vu ce bras se détacher du cytode; mais on trouve toujours une foule de ces filaments se mouvant librement dans l'intestin, à côté des cytodes sur lesquels on les trouve fixés par une de leurs extrémités, et dans un certain nombre de cas, on peut observer que le bras n'est plus relié au cytode que par un pédicule d'une extrême ténuité.

Pour élucider complètement cette partie de l'évolution des Grégarines, nous devons examiner encore quelle est la signification du bras inerte et ce que devient le corps du cytode; nous verrons qu'il est employé tout entier à l'élaboration d'un second filament protoplasmique.

Il résulte
même cyto
nous allons
Grégarine et
jours d'un s
cytode génér
maturité est
que le secon
mobile. Au c
à la maturat
sur lesquelle

A côté de
l'autre d'une
n'ont qu'un
uns portent
caractères d
d'autres por
dépourvus de
que dans ce
dimensions r
à deux prolo
gement, on
intermédiaire
inerte. Il rés
différentes f
prolongemen
bile, après q
détaché du c
pode plus jet
certain mom
sort encore
semblables à

Il résulte des faits que j'ai exposés plus haut, qu'un même cytode donne naissance à deux filaments allongés; nous allons voir qu'ils sont destinés à devenir chacun une Grégarine et qu'ainsi deux Grégarines proviennent toujours d'un seul cytode, que, pour ce motif, j'ai appelé cytode générateur. Le premier prolongement qui atteint sa maturité est le bras mobile; il se détache du cytode avant que le second, le bras rigide, atteigne la phase de bras mobile. Au contraire, tout le reste du cytode est employé à la maturation de ce second bras. Voici les observations sur lesquelles repose cette conclusion :

A côté des cytodes à deux bras, dont l'un est inerte, l'autre d'une extrême mobilité, on en trouve d'autres qui n'ont qu'un seul prolongement. Parmi ces derniers, les uns portent un bras inerte (fig. 9) présentant tous les caractères de celui que nous avons décrit plus haut; d'autres portent, au contraire, un bras mobile et sont dépourvus de bras inerte (fig. 10, 11 et 12). On remarque que dans ce dernier cas, le corps du cytode présente des dimensions moindres que celles qui distinguent les cytodes à deux prolongements. Parmi les cytodes à un seul prolongement, on en trouve dont le bras présente des caractères intermédiaires entre ceux du bras mobile et ceux du bras inerte. Il résulte clairement de l'examen comparatif de ces différentes formes, que le bras inerte des cytodes à deux prolongements est destiné à devenir lui-même un bras mobile, après que le premier prolongement mobile se sera détaché du cytode. Le bras inerte n'est donc qu'un pseudopode plus jeune que le bras mobile, destiné à prendre, à un certain moment, les caractères de celui-ci. C'est ce qui ressort encore clairement de l'examen de certaines formes semblables à celle que j'ai représentée fig. 5.

Le fait — observé régulièrement chez les cytodes à deux bras — que le prolongement mobile s'effile progressivement dans sa portion basilaire quand il a atteint une certaine longueur (fig. 7 et 8), prouve que ce prolongement tend à se détacher du cytode; et cette conclusion est confirmée par l'existence des cytodes portant seulement un prolongement inerte.

Mais celui-ci, au contraire, a besoin, pour se développer, de tout le reste du corps du cytode. C'est du moins ce qui semble résulter de l'observation que l'on peut faire de filaments libres portant un renflement vésiculaire à leur extrémité postérieure (fig. 12 et 14), sans que cependant on constate un rétrécissement entre le corps du filament et le renflement terminal.

Ces observations conduisent aux conclusions suivantes :

1° Chaque cytode donne naissance à deux filaments destinés à se développer en une Grégarine; mais le développement des deux appendices a lieu *successivement*.

2° Le filament qui se développe en premier lieu atteint sa maturité et se détache du corps du cytode, avant que l'autre continue son développement et avant qu'il atteigne la phase de bras mobile.

3° Celui-ci ne se détache pas de l'élément générateur; il se développe en absorbant progressivement le corps du cytode, comme l'embryon d'un vertébré absorbe peu à peu le contenu de la vésicule vitelline. Il passe successivement par les mêmes phases de développement que le filament mobile.

Les filaments protoplasmiques qui se sont développés aux dépens du corps du cytode se meuvent dans l'intestin avec une extrême activité (fig. 13 à 16). Les seuls mouve-

ments qu'ils toires, en tou todes. C'est à Nématodes q sous le nom d ments vermieu on croirait av sait, en effet, distinguer des souvent même et d'une mani Ce sont prob l'évolution de pour de jeune l'explication a régné dans seraient qu'un Cette opinion nents, tels qu dig (4).

En 1845, rapports entr du Lombric die Gregarin hältniss zu Thieres steh

- (1) Henle, *Mi*
(2) Bruch, *Zet*
(3) Leuckart,
(4) Leydig, *M*
(5) Dans son

ments qu'ils exécutent sont des mouvements ondulatoires, en tout point comparables à ceux des vers Nématodes. C'est à cause de leur ressemblance avec de jeunes Nématodes que j'ai désigné ces filaments protoplasmiques sous le nom de *pseudofilaires*. Si l'on n'avait vu ces filaments vermiculaires se développer aux dépens d'un cytode, on croirait avoir sous les yeux de jeunes Nématodes. On sait, en effet, qu'il est toujours extrêmement difficile de distinguer des éléments cellulaires chez ces petits vers, et souvent même on ne reconnaît qu'avec beaucoup de peine, et d'une manière très-obscur, des traces du tube digestif. Ce sont probablement des pseudofilaires se rattachant à l'évolution des Grégarines du Lombric qui ont été pris pour de jeunes Nématodes, et c'est là bien certainement l'explication de cette opinion complètement erronée qui a régné dans la science, d'après laquelle les Grégarines ne seraient qu'une phase de l'évolution des vers Nématodes. Cette opinion a été défendue par des naturalistes éminents, tels que Henle (1), Bruch (2), Leuckart (3) et Leydig (4).

En 1845, Henle s'exprimait ainsi relativement à ces rapports entre les Grégarines et les vers anguilliformes du Lombric (5) : «..... Es ist mir gewiss geworden, dass die Gregarinen des Regenwurm in einem ähnlichen Verhältniss zu den Anguillulaartigen Entozoen desselben Thieres stehen, wie nach Miescher die starren *Chrysaliden*

(1) Henle, *Müller's Archiv*. 1845.

(2) Bruch, *Zeitschrift für wiss. Zool.*, t. II.

(3) Leuckart, *Archiv für phys. Heilkunde*, t. XI, p. 429; 1852.

(4) Leydig, *Müller's Archiv*. 1851.

(5) Dans son *Jahresbericht für Histologie*. 1845.

Le fait — observé régulièrement chez les cytodes à deux bras — que le prolongement mobile s'effile progressivement dans sa portion basilaire quand il a atteint une certaine longueur (fig. 7 et 8), prouve que ce prolongement tend à se détacher du cytode; et cette conclusion est confirmée par l'existence des cytodes portant seulement un prolongement inerte.

Mais celui-ci, au contraire, a besoin, pour se développer, de tout le reste du corps du cytode. C'est du moins ce qui semble résulter de l'observation que l'on peut faire de filaments libres portant un renflement vésiculaire à leur extrémité postérieure (fig. 12 et 14), sans que cependant on constate un rétrécissement entre le corps du filament et le renflement terminal.

Ces observations conduisent aux conclusions suivantes :

1° Chaque cytode donne naissance à deux filaments destinés à se développer en une Grégarine; mais le développement des deux appendices a lieu *successivement*.

2° Le filament qui se développe en premier lieu atteint sa maturité et se détache du corps du cytode, avant que l'autre continue son développement et avant qu'il atteigne la phase de bras mobile.

3° Celui-ci ne se détache pas de l'élément générateur; il se développe en absorbant progressivement le corps du cytode, comme l'embryon d'un vertébré absorbe peu à peu le contenu de la vésicule vitelline. Il passe successivement par les mêmes phases de développement que le filament mobile.

Les filaments protoplasmiques qui se sont développés aux dépens du corps du cytode se meuvent dans l'intestin avec une extrême activité (fig. 13 à 16). Les seuls mouve-

ments qu'ils toires, en tout todes. C'est à Nématodes qu sous le nom de ments vermicu on croirait av sait, en effet, distinguer des souvent même et d'une mani Ce sont prob l'évolution de pour de jeune l'explication d a régné dans seraient qu'un Cette opinion nents, tels qu dig (4).

En 1845, rapports entre du Lombric (die Gregarine hältniss zu Thieres stehe

(1) Henle, *Mi*

(2) Bruch, *Zeit*

(3) Leuckart, *A*

(4) Leydig, *Mi*

(5) Dans son *J*

ments qu'ils exécutent sont des mouvements ondulatoires, en tout point comparables à ceux des vers Nématodes. C'est à cause de leur ressemblance avec de jeunes Nématodes que j'ai désigné ces filaments protoplasmiques sous le nom de *pseudofilaires*. Si l'on n'avait vu ces filaments vermiculaires se développer aux dépens d'un cytode, on croirait avoir sous les yeux de jeunes Nématodes. On sait, en effet, qu'il est toujours extrêmement difficile de distinguer des éléments cellulaires chez ces petits vers, et souvent même on ne reconnaît qu'avec beaucoup de peine, et d'une manière très-obscur, des traces du tube digestif. Ce sont probablement des pseudofilaires se rattachant à l'évolution des Grégarines du Lombric qui ont été pris pour de jeunes Nématodes, et c'est là bien certainement l'explication de cette opinion complètement erronée qui a régné dans la science, d'après laquelle les Grégarines ne seraient qu'une phase de l'évolution des vers Nématodes. Cette opinion a été défendue par des naturalistes éminents, tels que Henle (1), Bruch (2), Leuckart (3) et Leydig (4).

En 1845, Henle s'exprimait ainsi relativement à ces rapports entre les Grégarines et les vers anguilliformes du Lombric (5) : «..... Es ist mir gewiss geworden, dass die Gregarinen des Regenwurmes in einem ähnlichen Verhältniss zu den Anguillulaartigen Entozoen desselben Thieres stehen, wie nach Miescher die starren *Chrysaliden*

(1) Henle, *Müller's Archiv*. 1845.

(2) Bruch, *Zeitschrift für wiss. Zool.*, t. II.

(3) Leuckart, *Archiv für phys. Heilkunde*, t. XI, p. 429; 1852.

(4) Leydig, *Müller's Archiv*. 1851.

(5) Dans son *Jahresbericht für Histologie*. 1845.

in den Eingeweiden mancher Fische zur *Filaria piscium*. Ich habe eine Reihe von Uebergängen zwischen der Anguillula und der Gregarina wahrgenommen, von welchen einige schon von Dujardin (1) als « Proteus tenax » und von Surinay (2) als « Sablier protéiforme » beschrieben sind. Die Anguillula wird steif und ihre Eingeweide lösen sich innerhalb der äusseren Haut in eine körnige Masse auf, während die körperform aus dem langgestreckten ins ovale und rundliche übergeht. »

Tandis que Bruch et Henle admettaient la possibilité de la transformation de vers semblables à de jeunes Filaires en Grégarines, Leydig, d'après des observations faites sur les parasites d'une *Terebella*, était plus porté à admettre une métamorphose en sens inverse des Grégarines en Nématodes.

Il n'est pas douteux que l'analogie entre les formes et les mouvements de ces filaments protoplasmiques, que je viens de décrire sous le nom de pseudofilaires, avec les jeunes Nématodes, a provoqué ces erreurs; et il résulte clairement de leur mode de formation que ces pseudofilaires ne sont pas plus des Nématodes que les cétaqués ne sont des poissons : la forme extérieure et la nature des mouvements des pseudofilaires les a fait prendre pour de jeunes Nématodes; pour les mêmes raisons les Baleines et les Dauphins ont été pendant longtemps des poissons.

Il me reste à exposer les modifications que subissent les *pseudofilaires* jusqu'à leur transformation en Grégarines.

(1) *Ann. des sc. nat.*, 2^{me} sér., t. IV.

(2) *Ibid.*, 2^{me} sér., t. VI.

Les pseudo
effilés à l'une
contraire, à
fortement ch
librement dan
les mouvemen
diminue peu à
mente; c'est
observe cet élé
tout mouveme
vient immobil
comparatif qu
en grand nom
longs, très-gr
qui sont rigid
surtout dans
temps on voit
corps, une ta
matière plus
et 19). Les di
ment, mais s
tinctes. C'est
protoplasme,
point idéal de
primitivemen
ne puis me fig
une cristallis
la formation l
que des élém
dans un liqui
pour former
cléole, répan

Les pseudofilaires, simples cordons protoplasmiques, effilés à l'une de leurs extrémités, légèrement renflés, au contraire, à leur extrémité céphalique (*qui est toujours fortement chargée de granules réfringents*), se meuvent librement dans l'intestin pendant un certain temps. Puis, les mouvements se ralentissent, et la longueur du corps diminue peu à peu, en même temps que la largeur augmente; c'est surtout dans sa partie antérieure que l'on observe cet élargissement progressif (fig. 15 à 18). Bientôt tout mouvement ondulatoire cesse, et le pseudofilaire devient immobile. C'est du moins ce qui résulte de l'examen comparatif que l'on peut faire des individus qui se trouvent en grand nombre dans l'intestin. On en voit qui sont très-longs, très-grêles et d'une extrême agilité, à côté d'autres qui sont rigides, plus courts et notablement plus larges, surtout dans la partie antérieure du corps. En même temps on voit apparaître, vers le milieu de la longueur du corps, une tache circulaire foncée, qui est formée d'une matière plus réfringente que le protoplasme (fig. 15, 18 et 19). Les dimensions de cette tache varient très-légalement, mais ses limites deviennent de plus en plus distinctes. C'est le nucléole qui apparaît directement dans le protoplasme, évidemment par suite du dépôt autour d'un point idéal de certains éléments chimiques particuliers, primitivement répandus dans la masse protoplasmique. Je ne puis me figurer ce phénomène qu'en le comparant à une cristallisation, comme Schwann l'a fait, en exposant la formation libre des cellules dans un blastème. De même que des éléments chimiques quelconques, en dissolution dans un liquide, peuvent se déposer autour d'un point fictif pour former un cristal, de même ici les éléments du nucléole, répandus primitivement dans le protoplasme, se

réunissent pour former un corps globulaire, un véritable nucléole.

Ces éléments primitivement répandus dans le protoplasme se réunissent en un petit corpuscule distinct en vertu de la *loi de localisation*, tout en continuant à remplir dans l'économie de l'organisme les mêmes fonctions que quand ils étaient répandus dans la couche cellulo-nucléaire. C'est même cette loi qui se manifeste dans la complication progressive d'une cellule quelconque, d'une cellule musculaire, par exemple, quand la myosine, primitivement répandue dans le protoplasme, s'accumule en un point spécial de la cellule, dans laquelle on peut distinguer alors un corps protoplasmique et une partie formée de substance contractile. La localisation amène la différenciation physiologique. C'est la même loi encore qui préside à la formation des organes par division du travail; les cellules biliaires, répandues chez les êtres inférieurs entre les cellules épithéliales du tube digestif, continuent à remplir la même fonction, quand elles se sont réunies de façon à former un organe particulier, le foie, qui préside à la sécrétion de la bile.

Tout autour du nucléole, on distingue bientôt une zone parfaitement transparente et dépourvue de granulations moléculaires; mais il n'est pas possible de reconnaître d'abord la limite exacte de cette zone (fig. 16, 17, 20 et suivantes). Cette couche claire va devenir le noyau de la cellule. Les éléments chimiques du noyau, différents de ceux du nucléole et du corps cellulaire, étaient primitivement répandus dans toute la masse du corps. Ils s'en séparent maintenant pour venir se déposer autour du nucléole, par un nouvel acte que l'on peut comparer à celui qui a amené la formation du nucléole. Le noyau, primitivement diffus, se localise pour former un *organe nucléaire*.

Apparemment être comparé gangue tient chimiques p substances p gangue, la su nant lieu à la matières pour *sant autour d* mera ainsi de

La cellule groupement c néraux, form autres : la co différente de diffère elle-m formé d'une s par ses propr du nucléole cellule un rôl

Cette mani mation nucléé comparait la mais à un cr trois la mêm l'autre. La co minéral me p même dans le phénomène? protoplasme p se manifeste êtres vivants mule le fait g

Apparemment la formation du nucléole et du noyau peut être comparée à un phénomène de cristallisation : si une gangue tient en dissolution deux ou plusieurs substances chimiques plus ou moins facilement cristallisables, ces substances pourront se séparer successivement de la gangue, la substance la plus facilement cristallisable donnant lieu à la formation de premiers cristaux; les autres matières pourront cristalliser ultérieurement, *en se déposant autour des cristaux primitivement formés*. Il se formera ainsi des groupements concentriques.

La cellule, prise dans son ensemble, paraît être un groupement organique comparable à ces groupements minéraux, formés par des cristaux emboîtés les uns dans les autres : la couche nucléolaire est d'une nature chimique différente de celle de la couche nucléaire, comme celle-ci diffère elle-même de la couche cellulaire. Le nucléole est formé d'une substance qui diffère du protoplasme primitif, par ses propriétés physiques et chimiques, et ces éléments du nucléole ont évidemment à jouer dans la vie de la cellule un rôle particulier, encore inconnu.

Cette manière d'interpréter les phénomènes de la formation nucléaire est différente des vues de Schwann, qui comparait la cellule non pas à un groupement minéral, mais à un cristal formé de trois couches ayant toutes les trois la même valeur, l'une n'étant que la répétition de l'autre. La comparaison entre la cellule et un groupement minéral me paraît exacte, en ce sens que l'apparence est la même dans les deux cas. Est-elle vraie pour la réalité du phénomène? La formation du nucléole et du noyau dans le protoplasme primitif n'est qu'un cas particulier dans lequel se manifeste la grande *loi de localisation*, amenant chez les êtres vivants la formation des organes. Cette loi, qui formule le fait général que les éléments semblables tendent

à se réunir dans les organismes doit être l'expression de l'activité d'une force constante, en vertu de laquelle les éléments semblables tendent à se réunir. Et si l'on passe en revue les forces physico-chimiques, on n'en trouve qu'une seule qui pousse les éléments *similaires* à se réunir les uns aux autres, c'est la force qui se manifeste par la cristallisation. Je crois que la loi de localisation qui apparaît partout dans la complication progressive des organismes n'est qu'un mode particulier de manifestation, dans des conditions spéciales, de la même force qui amène, dans la nature minérale, le fait général de la cristallisation. Et, sous ce rapport, la comparaison que j'ai faite au point de vue du développement du nucléole et du noyau entre la cellule et un groupement minéral de cristaux emboîtés, me paraît exacte, non-seulement en ce qu'elle rend compte des apparences, mais aussi en ce qu'elle exprime une relation bien réelle.

Le pseudofilaire continue à se raccourcir et devient bientôt un corps de forme plus ou moins ovalaire (fig. 20 à 22), présentant souvent vers son milieu un léger rétrécissement. Quelquefois les pseudofilaires prennent la forme de biscuit (fig. 19). Ce corps est limité par un contour foncé, sauf à son extrémité antérieure, où ce contour est beaucoup plus pâle. Chez quelques individus, le protoplasme proémine en ce point, de façon à former, soit une éminence discoïde aplatie (fig. 19 et 20), soit un renflement hémisphérique (fig. 21 et suiv.). Tantôt celui-ci est situé dans le grand axe du corps, tantôt il est placé un peu sur le côté (fig. 25). C'est dans cette partie antérieure un peu proéminente que se rencontrent toujours en plus grand nombre les granulations réfringentes. On en distingue

aussi, mais
corps située
ces granules
du corps, po

Sous le co
Grégarine, s
gène et trans
trace de gran
finement gra

Le nucléole
cule réfringe
dimensions v
Chez quelque
vacuole (fig.

La couche
nettement, e
touré d'une
seur très-var
22 et suiv.)
on trouve, s
bles : à côté
entouré d'un
circonscrite,
lesquelles la
mais à conté
pas plus con
au milieu du
tres fois il se
large de la c
térieure.

Nous avon
Grégarine bi

aussi, mais moins nombreuses, dans toute la partie du corps située en avant du noyau. Mais il semble que tous ces granules tendent à se porter à l'extrémité antérieure du corps, pour s'amasser dans le renflement terminal.

Sous le contour foncé, qui délimite le corps de la jeune Grégarine, se trouve une couche protoplasmique homogène et transparente, dans laquelle on ne distingue aucune trace de granulations : la substance médullaire seule est finement granuleuse (fig. 20 et suiv.).

Le nucléole est toujours très-distinct; c'est un corpuscule réfringent, toujours assez volumineux, mais dont les dimensions varient cependant d'un individu à un autre. Chez quelques-uns on observe dans le nucléole une petite vacuole (fig. 24 et suiv.).

La couche du noyau tend à se délimiter de plus en plus nettement, et chez tous les individus, le nucléole est entouré d'une zone parfaitement transparente, d'une épaisseur très-variable et plus ou moins bien délimitée (fig. 20, 22 et suiv.). Chez de jeunes Grégarines de même taille, on trouve, sous ce rapport, des différences assez notables : à côté de petites Grégarines dont le nucléole est entouré d'une couche transparente mince et nettement circonscrite, on en trouve d'autres de même taille chez lesquelles la couche nucléaire est, au contraire, épaisse, mais à contours très-vagues. La position du noyau n'est pas plus constante que ses dimensions : tantôt il est situé au milieu du corps et dans sa partie la plus rétrécie; d'autres fois il se trouve plus en avant dans la partie la plus large de la cellule; plus rarement il occupe sa moitié postérieure.

Nous avons dès ce moment sous les yeux une petite Grégarine bien caractérisée, qui n'aura qu'à grandir pour

devenir cette belle cellule de 16 millimètres de longueur, qui justifie bien le nom de *Gregarina gigantea* que nous lui avons donné.

Le corps s'allonge progressivement en affectant de plus en plus nettement la forme et les caractères d'un boyau cylindroïde, un peu renflé seulement dans son quart antérieur. Mais la partie postérieure du corps s'allonge plus rapidement que celle qui se trouve située au-devant du noyau; il en résulte que celui-ci, qui, dans les petites Gregarines, occupait ordinairement le milieu du corps, se rencontre maintenant, d'une manière constante, à l'union du tiers antérieur du corps avec les deux tiers postérieurs (fig. 26 et suivantes).

Le petit renflement souvent hémisphérique de l'extrémité antérieure du corps s'est aussi développé; seulement, il n'est plus circonscrit par une ligne aussi nettement tranchée. Il se continue presque insensiblement avec le reste du corps, dont il n'est plus séparé que par une légère dépression circulaire (fig. 26 et 27).

Les granules réfringents qui se sont accumulés dans ce renflement terminal, se sont agglutinés en un amas séparé du protoplasme granuleux de l'axe du boyau, par une couche de protoplasme parfaitement transparent. Cette couche forme à l'intérieur du boyau une cloison transversale qui divise la cavité du boyau en deux compartiments; l'un, antérieur, est très-petit et rempli de granules réfringents, qui se trouvaient d'abord répartis dans la moitié antérieure du corps, à l'époque où les deux chambres n'étaient pas séparées; l'autre, postérieur, comprend la plus grande partie du corps de la cellule (fig. 26 et suiv.). Il n'est pas sans intérêt de faire observer que depuis le

commencement
mique à la
était plus
du corps.

corps de la
du développ

La cloison
continuité à
corps, se di
en plus con

Une autre
tution du co
en plus net

paraît bien
tour. Cette
peut être co

motif on l'a
En mém
blement, e
fluide, qui

mente rapid
externe, to
faiblement

Le noyau
lière; il s'a
s'entoure d

un double
au noyau u
teint un ce

se déchire
Je n'ai p
rition et la

commencement du développement du filament protoplasmique à la surface du cytode générateur, son bout libre était plus chargé de granulations opaques que le reste du corps. L'extrémité céphalique, la loge antérieure du corps de la Grégarine adulte, était déjà indiquée au début du développement du pseudofilaire.

La cloison de séparation des deux chambres, qui est en continuité avec le protoplasme hyalin de la périphérie du corps, se différencie peu à peu en se débarrassant de plus en plus complètement des granulations moléculaires.

Une autre modification qui se manifeste dans la constitution du corps de la Grégarine, c'est la délimitation de plus en plus nette de la partie externe du protoplasme, qui apparaît bientôt sous la forme d'une membrane à double contour. Cette membrane, qui devient de plus en plus distincte, peut être comparée à la cuticule des infusoires, et pour ce motif on l'a désignée sous le nom de membrane cuticulaire.

En même temps que le corps s'allonge, il s'élargit notablement, et la quantité de protoplasme granuleux semi-fluide, qui remplit la plus grande partie du boyau, augmente rapidement, tandis que la couche protoplasmique externe, toujours hyaline et résistante, n'augmente que faiblement en épaisseur.

Le noyau prend une forme ovalaire parfaitement régulière; il s'agrandit en même temps que la cellule et il s'entoure d'une membrane dont la présence indiquée par un double contour peut être démontrée en faisant subir au noyau une pression croissante. Quand la pression a atteint un certain degré d'intensité, la membrane nucléaire se déchire (fig. 28 et 29).

Je n'ai pas reconnu chez les jeunes Grégarines la disparition et la réapparition successives des nucléoles, si faciles

à observer chez les adultes. Chez les jeunes Grégarines le noyau ne renferme jamais qu'un seul grand nucléole, dans lequel on distingue assez généralement une petite vacuole (1).

Pour compléter ce travail, il est nécessaire de comparer les observations que je viens de rapporter avec les dernières recherches dont les organismes inférieurs ont été l'objet, et de les apprécier au point de vue de la théorie de l'évolution, de la théorie cellulaire et de la théorie du protoplasme.

Monères et phase monérienne des Grégarines. — Protoplasme et Plasson. — Le professeur E. Hæckel (2) a fait, dans ces dernières années, une découverte d'une grande importance, en démontrant l'existence de toute une série d'organismes inférieurs dépourvus de toute organisation, de toute structure appréciable, de toute forme déterminée. A toutes les phases de leur existence, ils consistent en de simples petits amas de matières albuminoïdes, privés de toute membrane et de tout noyau. Il les a réunis dans un groupe particulier qu'il a appelé « Groupe des Monères. » Les Monères sont non-seulement les organismes les moins élevés que l'on connaisse, mais ils sont les êtres les plus

(1) Depuis la publication de mon premier travail sur la Grégarine du homard, où j'ai exposé pour la première fois ce fait de la disparition et de la réapparition successives des nucléoles dans le noyau d'une cellule, M. Svierczewski, assistant au laboratoire de physiologie de Kiew, a fait connaître des faits analogues observés par lui dans les cellules ganglionnaires de la grenouille. (*Centralblatt für med. Wiss.*, 1869, n° 41.)

(2) E. Hæckel, *Der Sarcodiekörper der Rhizopoden* (ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL., 1865, Bd. XV). — Idem., *Generelle Morphologie der Organismen*, 1866.

simples que
qu'il se renc
monocellula
cellules : la
tières album
peut disting
aucun organ
observé et d
des organis
pyrella ; ma
qu'il fallait
connus jusq
importance
c'est lui qui
et qui a fait
se constitue

Les Monè
de les désign
de *Cytodes*,
cytodes, sui
vées ou pou

Las ubsta
tique, au p
tales, avec
semble pas
plasma que
vant, cellule
une plante c

(1) Cienkows
ARCHIV. FÜR M

simples que l'on puisse imaginer. Leur existence démontre qu'il se rencontre des êtres plus simples que les organismes monocellulaires. En effet, les Monères ne sont pas des cellules : la vie se manifeste dans de petits amas de matières albuminoïdes sans forme et sans organisation. On ne peut distinguer chez eux aucune différenciation de parties, aucun organe, aucune trace de noyau. Cienkowski (1) avait observé et décrit, à peu près en même temps que Hæckel, des organismes de ce groupe, les *Protomonas* et les *Vampyrella* ; mais c'est Hæckel qui, le premier, a démontré qu'il fallait séparer ces organismes de tous les groupes connus jusqu'alors ; c'est lui qui a démontré leur extrême importance au point de vue de la morphologie générale ; c'est lui qui a proposé de constituer le groupe des Monères et qui a fait connaître la plupart des êtres dont cet ordre se constitue.

Les Monères n'étant pas des cellules, Hæckel propose de les désigner, au point de vue histologique, sous le nom de *Cytodes*, et il distingue les *Gymnocytodes* et les *Lepocytodes*, suivant que ces petites masses vivantes sont privées ou pourvues d'une membrane d'enveloppe.

La substance qui constitue ces organismes paraît identique, au point de vue de ses propriétés *physiques et vitales*, avec le sarcode des Rhizopodes qui, lui-même, ne semble pas différer, sous ce double rapport, du protoplasme que l'on trouve dans tout élément organique vivant, cellule ou cytode, qu'il appartienne à un protiste, à une plante ou à un animal. Mais, au point de vue *chimique*,

(1) Cienkowski, *Beiträge zur Kenntniss der Monaden* (MAX SCHULTZE'S ARCHIV. FÜR MIKR. ANAT., 1863, t. I).

il doit y avoir des différences entre le protoplasme des Monères et des cytodes en général, et le protoplasme des cellules. Le sarcode des Rhizopodes, identique au protoplasme cellulaire, diffère de celui des Monères et des cytodes en général, en ce que les éléments chimiques du nucléole et du noyau, répandus dans le corps des Monères, se sont séparés de ce protoplasme chez les Rhizopodes et les êtres cellulaires, pour former des *organes nucléaires distincts*. La substance des Monères et des cytodes représente donc, au point de vue chimique et physiologique, non pas le protoplasme des cellules, mais ce protoplasme avec le noyau et le nucléole. La substance qui constitue le corps des Monères étant différente, malgré l'identité des caractères physiques, du protoplasme des Rhizopodes et des cellules, il y a lieu de les distinguer l'une de l'autre. Pour les distinguer efficacement, il convient, me semble-t-il, de désigner les deux substances sous des noms différents. Hæckel a fait observer avec raison que *protoplasme* signifie non pas substance formatrice, mais bien plutôt « première substance formée » (*το πλασμα*). Le mot *plasson* (*το πλάσσον*) conviendrait mieux pour désigner la substance formatrice, et je propose de l'appliquer à la *substance constitutive du corps des Monères et des cytodes* : c'est elle qui est la substance formatrice par excellence ; c'est aux dépens du plasson que se sont développés, dans la série phylogénique, souvent aussi dans la série ontogénique, tous les êtres vivants formés d'une cellule unique ou d'un agrégat de cellules. Le corps des éléments cellulaires est relativement au plasson une substance formée, et pour ce motif, le nom de protoplasme convient fort bien pour désigner la partie active du corps des Rhizopodes et des êtres cellulaires. Le protoplasme est ce qui reste du plasson après que les éléments chimiques du

nucléole et d
corps nucléol
exister que
le cytode dev
stance protop
stance nucléé

Le plasson
matter » ou
applique ces
leur séparati
cellule formé
d'un nucléole
plasma » ou
question de p
un noyau diff
dans une cel
éléments chin
pandus dans l
veau constitu

Il résulte d
nères et les cy
matière d'une
plutôt qu'à un
tanée, qui a é
de savoir si un
préexistante,
d'engendrer a
raître des phé
nères, simples
festent leur vit
par des phéno
mouvement et

Toute petite

nucléole et du noyau s'en sont séparés pour constituer un corps nucléolaire et un corps nucléaire. Le plasson ne peut exister que chez les cytodes; il cesse d'exister aussitôt que le cytode devient cellule : le plasson se divise alors en substance protoplasmique, en substance nucléaire et en substance nucléolaire.

Le plasson diffère, si je ne me trompe, du « *germinal matter* » ou du « *bioplasme* » de Beale, en ce que Beale applique ces noms aux éléments du plasson même après leur séparation en éléments constitutifs d'une cellule. Une cellule formée d'un corps protoplasmique, d'un noyau et d'un nucléole est pour Beale une petite masse de « *bioplasme* » ou de « *matière germinale.* » Il ne peut pas être question de *plasson* dans un élément cellulaire présentant un noyau différencié. Mais si un noyau vient à disparaître dans une cellule, si la cellule redevient un cytode, les éléments chimiques du noyau et du nucléole s'étant répandus dans le protoplasme, le plasson se trouve de nouveau constitué.

Il résulte de toutes les observations faites sur les Monères et les cytodes, que la vie est liée à l'existence d'une matière d'une composition chimique déterminée, bien plutôt qu'à une forme, et la question de la génération spontanée, qui a été liée pendant si longtemps à la question de savoir si une cellule peut naître en dehors d'une cellule préexistante, devient aujourd'hui celle-ci : est-il possible d'engendrer artificiellement du plasson et d'y faire apparaître des phénomènes vitaux ? Toujours est-il que les Monères, simples fragments de matières plassiques, manifestent leur vitalité, tout comme les organismes plus élevés, par des phénomènes de nutrition, de multiplication, de mouvement et d'irritabilité.

Toute petite masse plassique vivante est un cytode, et

la cellule diffère du cytode en ce que, à l'intérieur du corps de celui-ci, un noyau se trouve différencié. Il ressort clairement de la théorie de l'évolution, que le plasson a dû exister avant les êtres monocellulaires, et que ceux-ci ont eu leur point de départ dans des cytodes nus.

L'histoire de l'évolution ontogénique des Grégarines représente l'histoire du développement généalogique ou phylogénique de la cellule. Les psorospermies donnent naissance à des globules de plasson, dépourvus de tout noyau, de toute vacuole et de toute membrane; on peut les comparer aux Monères les plus simples, et les Grégarines sont, à leur point de départ, de simples cytodes (gymnocytodes). Mais bientôt une couche périphérique claire et dense apparaît autour du cytode, tandis que la partie centrale du globule reste formée d'une matière plasique plus fluide et plus granuleuse. Le gymnocytode tend à s'élever au-dessus des Monères, qui sont toujours dépourvues d'une couche corticale, tandis qu'on trouve régulièrement celle-ci chez les protoplastes, les Rhizopodes, les Myxomycètes et surtout chez les Infusoires.

En parlant du *Protomyxa aurantica*, Hæckel dit clairement : « Von einer Scheidung in eine dichtere Rindenschicht und eine dünnere flüssige Markschicht, wie sie bei vielen Rhizopoden und Myxomyceten vorkommt, ist nichts wahrzunehmen. »

Mais la Grégarine en voie de développement reste encore à l'état de cytode, et à la surface du cytode, on voit apparaître deux bourgeons qui vont grandir rapidement en absorbant peu à peu toute la masse du cytode générateur, et devenir enfin des *pseudofilaires* libres. Ceux-ci ne sont encore que de simples cytodes d'une forme particulière, qui les a fait prendre, comme nous l'avons dit plus haut, pour de jeunes Nématodes.

Mais bientôt
du corps du c
tivement répa
pour former
c'est le nuclé
posent en un
nucléole, pou
cours du déve
du noyau se
transformer le
ment comme
d'abord, passe
plique donc p
répandus dan
point de vue
les parties de
lentes; il n'en
cléole et du r
c'est la même
des organisme
d'abord tous
point de vue
former des or
les organisme
ments organie
les organisme
la loi de dif
toutes sembla
éléments orga

L'évolution
positif de gén

Mais bientôt on voit un noyau se développer à l'intérieur du corps du cytode. Certains éléments chimiques, primitivement répandus dans la masse du plasson, se séparent pour former un corpuscule réfringent de forme arrondie : c'est le nucléole. Puis, d'autres éléments chimiques se déposent en une couche plus ou moins épaisse autour du nucléole, pour constituer la couche nucléaire. Dans le cours du développement de la Grégarine, la couche externe du noyau se différencie en une membrane, de façon à transformer le gymnonucléus en un leponucleus, absolument comme le cytode, de gymnocellule qu'il était devenu d'abord, passe à l'état de lépocellule. *L'organisme se complique donc par la séparation des éléments primitivement répandus dans le plasson, en des organes distincts au point de vue chimique, physique et physiologique.* Toutes les parties de l'organisme étaient primitivement équivalentes; il n'en est plus ainsi, après la formation du nucléole et du noyau. Comme nous l'avons dit plus haut, c'est la même loi qui préside à la complication progressive des organismes pluricellulaires. Les éléments organiques, d'abord tous semblables entre eux, se différencient au point de vue physique, chimique et physiologique, pour former des organismes plus complexes et plus élevés que les organismes pluricellulaires, simplement formés d'éléments organiques similaires. De la même manière, chez les organismes supérieurs, l'organisation se complique par la loi de différenciation. Les cellules du blastoderme, toutes semblables entre elles, sont le point de départ des éléments organiques les plus divers.

L'évolution des Grégarines met en lumière un exemple positif de génération endogène. — Il sera utile aussi de

rapprocher mes observations sur le développement du noyau dans les pseudofilaires, des données actuelles sur la multiplication des cellules.

On n'est pas généralement d'accord sur ce qu'il faut entendre par la multiplication endogène des cellules. On a admis pendant longtemps que la génération endogène consiste essentiellement dans la division du contenu cellulaire, sans que la membrane de la cellule participe à cette division. Mais depuis que l'on est édifié sur la valeur d'une membrane cellulaire, cette distinction que l'on établissait entre la multiplication par division et la multiplication endogène, ainsi définie, n'a plus aucune valeur, et l'on sait que jamais une membrane cellulaire ne prend part à la division de la cellule.

La seule distinction vraiment rationnelle que l'on puisse établir entre ce mode de multiplication et la division, consiste en ceci : dans la multiplication par division d'une cellule, *les noyaux des cellules-filles sont des dérivés du noyau de la cellule préexistante*, tandis que dans la multiplication par voie endogène, que les botanistes appellent « freier zellenbildung, » le noyau de la cellule-fille se développe dans le corps de l'élément maternel, sans le concours d'un noyau préexistant.

Chacun de ces deux modes de multiplication peut se présenter à la suite d'une sorte de bourgeonnement. La multiplication par bourgeonnement n'est qu'un cas particulier de chacun des deux modes fondamentaux de multiplication cellulaire. Ce qui caractérise ce mode particulier, c'est que, dans le cas de bourgeonnement, on doit distinguer un élément générateur et un élément engendré ; une cellule-mère et une cellule-fille, tandis que, dans la division pure et simple, les deux cellules sont dérivées d'une

cellule-mère ;
c'est-à-dire so

Il est incon
corps des ps
nération end
bourgeonnem

Il peut para
parler d'une g
qui n'est pas
cette petite m
cytode ne diff
Il faut noter a
la Grégarine e
son noyau, en

Les seuls e
yeux de la plu
constatés, son
dermiques da
spécialement
une couche de
line de l'œuf
sicule germin
mation de ce
admis de la fo
après la fécon
minative (3).

(1) Weissman,
Zool., Bd. XIII u

(2) Kupffer, *Die
thieren* (ARCHIV F

(3) On donne a
tière granuleuse

cellule-mère ; elles sont l'une et l'autre des cellules-filles , c'est-à-dire sœurs.

Il est incontestable que la formation du noyau dans le corps des pseudofilaires nous représente une véritable génération endogène , à la suite d'une multiplication par bourgeonnement du cytode générateur.

Il peut paraître étrange, je dirais presque paradoxal, de parler d'une génération endogène dans une masse vivante qui n'est pas une cellule. Mais il ne faut pas oublier que cette petite masse est un cytode formé de plasson et que le cytode ne diffère de la cellule que par l'absence du noyau. Il faut noter aussi que ce cytode est dérivé d'une cellule : la Grégarine enkystée s'est divisée, après la disparition de son noyau, en une foule de petits cytodes (psorospermies).

Les seuls exemples de génération endogène qui, aux yeux de la plupart des histologistes, paraissent bien dûment constatés, sont la formation endogène des cellules blastodermiques dans les œufs d'un grand nombre d'insectes, spécialement des Diptères (1); le développement de toute une couche de cellules à l'intérieur de la membrane vitelline de l'œuf ovarien de l'*Ascidia canina*, sans que la vésicule germinative participe le moins du monde à la formation de ces cellules (2); enfin, le fait généralement admis de la formation d'un noyau dans l'œuf des animaux, après la fécondation, en remplacement de la vésicule germinative (3).

(1) Weissman, *Die Entwicklung der Dipteren* (ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL., Bd. XIII und XIV).

(2) Kupffer, *Die Stammverwandschaft zwischen Ascidiën und Wirbelthieren* (ARCHIV FÜR MIKR. ANAT., Bd. VI., 1870).

(3) On donne aussi à la formation de ce noyau nouveau, dans une matière granuleuse, le nom de formation endogène, quoiqu'il ne puisse être

Mais ces faits ne sont pas tous concluants : les observations de Weissman sur la formation des cellules blastodermiques, ne me paraissent pas pouvoir être invoquées pour appuyer la formation libre des noyaux dans ce qu'il appelle « keimhautblastem; » elles ne démontrent pas que les noyaux qui apparaissent dans la couche périphérique de l'œuf (keimhautblastem), ne sont pas dérivés de la vésicule germinative. On sait que l'opacité extrême du vitellus de l'œuf des insectes rend généralement ces observations délicates tout à fait impossibles. Et ce qui tend à amener un doute sur l'interprétation de Weissman, c'est que chez les Cecidomyes et les Aphides, où le vitellus est à peu près transparent, Metschnikow a constaté que les noyaux des cellules blastodermiques dérivent de la vésicule germinative (1).

Les observations beaucoup plus récentes de Kupffer sur le développement des Ascidies ont mis en lumière un fait des plus remarquables : c'est le développement, par voie endogène, de toute une couche continue de cellules sous la membrane de l'œuf ovarien, longtemps avant la fécondation. Les cellules se forment aux dépens de la couche périphérique finement granuleuse du vitellus, et les noyaux apparaissent dans les cellules après leur indivi-

question de cellule après la disparition de la vésicule germinative. Du reste, c'est encore une question de savoir si un noyau peut se former dans le corps d'une cellule, avant la disparition préalable du noyau. Les observations de Kupffer sont les seules qui semblent conduire à l'affirmation positive de cette possibilité.

(1) Metschnikow, *Embryologische Studien an Insecten*. (ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL., Bd. XVI.)

dualisation (1) constaté d'un règne animal trée la dispar et son rempla L'évolution de formation enc On connaît ples de ce m sont la forma premières cel

Importanc première fois dans le noyau devaient avo qu'on accorde tive de la cel le nucléole ap veloppement là qu'il faut a cellule, entre une phase int nucléole, ce une importan

(1) Kupffer, *Le* persiste pendant destinée à deven

(2) Edouard V *fication de l'œuf*

(3) Sachs, *Le*

dualisation (1). C'est le seul fait qui paraisse positivement constaté d'une génération endogène de cellules dans le règne animal; car on ne peut considérer comme démontrée la disparition de la vésicule germinative (2) de l'œuf et son remplacement par un noyau de nouvelle formation. L'évolution des Grégarines fournit un nouvel exemple de formation endogène.

On connaît aussi dans le règne végétal quelques exemples de ce mode de multiplication cellulaire (3). Telles sont la formation de la vésicule embryonnaire et celle des premières cellules de l'endosperme.

Importance du nucléole. — Quand j'ai observé, pour la première fois, la disparition et la réapparition des nucléoles dans le noyau des Grégarines, il me paraissait que ces faits devaient avoir pour résultat de diminuer l'importance qu'on accorde souvent au nucléole comme partie constitutive de la cellule. Aussi est-ce avec étonnement que j'ai vu le nucléole apparaître avant le noyau dans le cours du développement progressif des Grégarines. Car il résulte de là qu'il faut admettre dans l'évolution ontogénique de la cellule, entre la phase de cytode et la phase de cellule, une phase intermédiaire, caractérisée par la présence d'un nucléole, ce qui suppose que le nucléole a dans la cellule une importance comparable à celle du noyau.

(1) Kupffer, *loc. cit.* Cette couche cellulaire, qui apparaît dans l'œuf, persiste pendant toute la durée du développement embryonnaire et est destinée à devenir le test ou la couche externe du manteau des Ascidies.

(2) Edouard Van Beneden, *Recherches sur la composition et la signification de l'œuf*, t. XXXIV des MÉM. DE L'ACAD. ROY. DES SC. DE BELG.

(3) Sachs, *Lehrbuch der Botanik*, p. 11.

L'existence des Monères, qui ont été l'origine de tous les êtres vivants, et dont l'extrême simplicité se retrouve encore dans les Grégarines à leur début, prouve la préexistence du plasson. Mais dans le plasson le nucléole apparaît avant la couche nucléaire, et c'est après la séparation des éléments du nucléole et du noyau d'avec les éléments du protoplasme, que celui-ci devient le corps de l'élément cellulaire. Ceci démontre l'exactitude des vues de l'illustre fondateur de l'histiologie animale, qui assignait à la cellule une évolution centrifuge. Les parties se développent de dedans en dehors, le nucléole étant la première formée. Il est clair, d'après cela, que le nucléole a dans la constitution de la cellule une importance égale, ou tout au moins comparable, à celle du noyau. Comment concilier ce fait avec celui de la disparition possible de cet élément ?

Je m'explique ce fait par comparaison : le plasson des Monères est le siège et l'agent de tous les phénomènes physiologiques fondamentaux (phénomènes de nutrition, de multiplication, de locomotion et d'irritabilité); et ces phénomènes s'accomplissent quand le noyau manque encore (Monères), aussi bien que quand le noyau s'est différencié (Protoplastes); ils se produisent dans le protoplasme comme dans le plasson. On conçoit par là que les mêmes phénomènes physiologiques puissent s'accomplir dans la cellule, quand les éléments chimiques du nucléole sont condensés en un seul ou en plusieurs corpuscules nucléolaires, aussi bien que quand ils sont uniformément répandus dans la substance du noyau. Par ce rapprochement on s'explique le peu d'influence que doivent avoir sur la vie de la cellule ces apparitions et ces disparitions successives du nucléole, malgré l'importance qu'il semble devoir

mériter, si l'on
de la cellule.

Les Grégarines
veloppement
de raison les
des Protoplas
Amœba paras
an, welche d
animal parasit
mitivement à
rines se ratta
que les Lern
l'on observe
développeme
grader, me p
parasitaire. É
lules très-éle
organisation.

Dans ses
protoplasme
Kühne a dé
Le protoplas
tières albumi
lement la m
ferme de plu
végétale (1).
permet de su
cellules, et l

(1) Communiqué

mériter, si l'on tient compte de la loi du développement de la cellule.

Les Grégarines sont-elles des Amœba ayant subi un développement régressif? — Hæckel a rangé avec beaucoup de raison les Grégarines à côté des *Amœba* dans son groupe des Protoplastes; il considère les Grégarines comme des *Amœba* parasites. « Die Gregarinen sehe ich als Amoeben an, welche durch Parasitismus rückgebildet sind. » Tout animal parasite dérive évidemment d'une forme vivant primitivement à l'état de liberté, et il est clair que les Grégarines se rattachent au moins aussi intimement aux *Amœba* que les Lernéens aux Copépodes libres. Mais, tandis que l'on observe généralement chez les animaux parasites un développement régressif, les Grégarines, au lieu de rétrograder, me paraissent s'être élevées davantage par la vie parasitaire. Évidemment les Grégarines sont des Lépopcules très-élevées, comme le montre l'étude de toute leur organisation.

Dans ses recherches sur la composition chimique du protoplasme (analyse du protoplasme des Myxomycètes), Kühne a démontré la nature complexe de cette matière. Le protoplasme est formé d'un mélange de différentes matières albuminoïdes, parmi lesquelles se trouvent spécialement la myosine, la lécitine, etc. Le protoplasme renferme de plus une substance très-analogue à la cellulose végétale (1). Ce résultat est d'une extrême importance: il permet de supposer que la différenciation progressive des cellules, et leur caractérisation au point de vue physiolo-

(1) Communication verbale de l'auteur.

gique, dépendent de l'accumulation prépondérante de l'un ou l'autre de ces principes, et de la séparation de celui-ci d'avec les autres éléments du protoplasme (loi de localisation).

La cellule musculaire renferme une plus grande quantité de myosine, pouvant se séparer progressivement des autres éléments du protoplasme à mesure qu'elle se forme. On conçoit que dans un être monocellulaire, élevé en organisation, cette myosine tende à se séparer aussi pour se déposer, sous une forme quelconque, sous la couche cuticulaire et réaliser de cette façon, dans la cellule, un système locomoteur comparable, au point de vue physiologique, à celui des vers Nématodes. La cuticule chez les Nématodes est une sorte de charpente pouvant agir par son élasticité; sous la cuticule se trouve une couche de substance contractile formée par des cellules musculaires. On trouve chez les Grégarines cette couche musculaire : Leidy (1) l'a reconnue en premier lieu, et il a cherché à démontrer qu'il existe sous la cuticule une membrane musculaire qui, en se contractant, se plisse longitudinalement de façon à produire une striation bien marquée. Leuckart (2) et Ray Lankester (3) sont arrivés à la même conclusion. En étudiant, au moyen des réactifs, l'immense Grégarine du homard, j'ai pu m'assurer de la présence, sous la cuticule, d'un véritable système de fibrilles musculaires, comparable à celui des infusoires. J'espère pouvoir démontrer l'existence de ce système de fibrilles chez des êtres monocel-

(1) Leidy, *Transact. Amer. Phil. Soc. at Philad.* 1832, vol. X.

(2) Leuckart, *Jahresbericht*, dans les ARCHIV FÜR NATURGESCHICHTE, t. XXI, p. 108.

(3) Ray Lankester, *Journal micr. Soc.*, 1865.

lulaires, dans de la *Gregarina*

Si l'on ne trouve pas les Grégarines de Leidy par tous les êtres, on doit en chercher des *Amœba*. A côté des Grégarines on trouve également des *Amœba* plus élevée qu'

Quoi qu'il en soit, il est évident que, dans les Grégarines, la striation, par les

Il est certain que la striation aussi est

Les Grégarines alternante? Avant de conclure, s'il faut admettre une striation alternante. La question de la striation chez ces organes

(1) Dans un tissu musculaire, la striation longitudinale qu'elle apparaît dans les Grégarinida; 1865.

lulaires, dans un travail ultérieur sur la structure intime de la *Gregarina gigantea* (fig. 30) (1).

Si l'on ne tient compte que du fait de l'existence, chez les Grégarines, d'une couche musculaire, reconnue depuis Leidy par tous les naturalistes qui se sont occupés de ces êtres, on doit admettre que ces protistes s'élèvent au-dessus des *Amœba*. A mon avis, il est impossible de considérer les Grégarines comme des *Amœba* ayant subi un développement régressif : *Les Grégarines ont une organisation plus élevée que celle des autres protoplastes.*

Quoi qu'il en soit, la Grégarine du homard passe successivement, dans le cours de son développement embryonnaire, par les phases suivantes :

Phase monérienne.

- de cytode générateur.
- de pseudofilaire.
- de protoplaste.
- de grégarine enkystée.
- de psorospermie.

Il est certain que peu d'organismes élevés ont une évolution aussi complexe.

Les Grégarines présentent-elles une génération alternante? Avant de terminer, il me reste encore à examiner s'il faut admettre chez ces êtres une véritable génération alternante. La solution de ce problème est subordonnée à la question de savoir s'il existe une véritable conjugaison chez ces organismes. Que certaines espèces se rencontrent

(1) Dans un travail plus récent, Ray Lankester exprime l'opinion que la striation longitudinale dépend de la couche protoplasmique corticale et qu'elle apparaît seulement au moment de la contraction. (*Notes on the Gregarinida*; 1865. TRANS. OF THE MICROSC. SOCIETY OF LONDON.)

toujours accolées bout à bout, c'est incontestable. Mais on ne peut pas en conclure avec Stein à la nécessité d'une conjugaison : il est parfaitement démontré aussi que certaines Grégarines peuvent s'enkyster sans conjugaison préalable. Mais ce phénomène, quand il se produit, a-t-il pour but la fécondation de deux individus l'un par l'autre, les Grégarines étant des formes sexuées, ou bien est-il simplement accidentel? Ce qui me porte à admettre plutôt cette dernière interprétation, c'est : 1° que la conjugaison n'est pas nécessaire; 2° que cet accolement des individus s'observe, chez certaines espèces, sur de toutes jeunes Grégarines; 3° que cet accolement ne se fait pas toujours de la même manière : tantôt les individus s'accolent par leurs extrémités correspondantes, tantôt par leurs extrémités opposées; 4° que l'on trouve quelquefois plusieurs Grégarines accolées l'une à l'autre (von Siebold, etc.); 5° que souvent deux Grégarines réunies dans un même kyste ne se fondent pas en une masse granuleuse unique, mais qu'elles donnent naissance, chacune pour son compte, à une génération de psorospermies.

Je crois qu'il est plus vrai de comparer la prétendue conjugaison des Grégarines à la fusion des Amibes pour la formation de plasmodes, comme de Bary l'a observé le premier chez les Myxomycètes, et Hæckel chez les Monères (*Protomyxa aurantiaca*). Or, chez ces êtres, cette fusion d'éléments a uniquement pour but l'accroissement de la masse protoplasmique, afin d'arriver plus rapidement à la reproduction par sporogonie (1). Dans ce cas, la multiplication par division serait le seul mode de multiplication des Grégarines, et il n'y aurait pas de digénèse. La multiplication par division serait chez elles la seule pos-

(1) Hæckel, *Monogr. der Moneren*, p. 89.



Ed. Van Beneden ad. nat. del.

Lith. G. Severeys Bruxelles.

Gregarina Gigantea.

sible; mais ce leur évolution la production complit chez pseudofilaires Hæckel a sence de tout se rangent de constituer av

1, 2 et 3. Phase pointillé dans 4. A la périphérie de granulation 5. Prolongement 6-6'''. Le même tion du bras n rigide. — En portion basila 7 et 8. Deux cy se détacher. 9 à 12. Cytodes sentent différe 15 et 14. Pseud 15 à 20. Phases de jeune Grég nucléole et le 21 à 27. États s 28 et 29. Grégar 30. Portion du c pour montrer

(1) *Loc. cit.*, p

sible; mais celle-ci se produit à deux phases distinctes de leur évolution : 1° elle suit l'enkystement et a pour résultat la production des psorospermies (sporogonie); 2° elle s'accomplit chez le cytode générateur pour la production des pseudofilaires (bourgeonnement).

Hæckel a caractérisé son règne des Protistes par l'absence de toute reproduction sexuelle (1). Les Grégarines se rangent dans ce règne à côté des vraies Amibes, pour constituer avec elles le groupe des *Protoplastes*.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

- 1, 2 et 3. Phase monérienne des Grégarines. La ligne marquée par un pointillé dans la fig. 3 indique une première forme affectée par le cytode.
4. A la périphérie du cytode on observe une couche homogène dépourvue de granulations.
5. Prolongements en voie de formation à la surface du cytode.
- 6-6'''. Le même cytode générateur montrant différents états de contraction du bras mobile et les caractères différents du bras mobile et du bras rigide. — En 6'' et 6''' on distingue une striation transversale de la portion basilaire du bras mobile.
- 7 et 8. Deux cytodes générateurs. — Le bras mobile est sur le point de se détacher.
- 9 à 12. Cytodes à un seul prolongement. Ces différentes figures représentent différentes phases de l'évolution du bras rigide.
- 13 et 14. Pseudofilaires libres.
- 15 à 20. Phases intermédiaires entre la forme de pseudofilaire et la forme de jeune Grégarine. Chez les uns, le nucléole seul, chez les autres, le nucléole et le noyau se trouvent différenciés.
- 21 à 27. États successifs de développement de la jeune Grégarine.
- 28 et 29. Grégarines plus complètes à un faible grossissement.
30. Portion du corps d'une Grégarine adulte conservée dans la glycérine pour montrer les fibrilles musculaires.

(1) *Loc. cit.*, p. 120.

