

Les fragments de bois ne sont jamais entourés d'une vacuole digestive générale. Ils sont à même dans le cytoplasme qui les attaque par des enzymes succésifs. Parmi ceux-ci, HUNGATE (1939) chez *Zootermopsis* a pu reconnaître la présence d'une cellulase.

Autour du bois, on peut observer parfois dans le cytoplasme, de petites vacuoles colorées vivement par le rouge neutre. Les fragments se lysent rapidement et disparaissent sans laisser de traces. On a interprété comme des étapes de la digestion, des boules jaunâtres dites *boules de digestion*.

Le bois ingéré par le protozoaire n'est pas du bois brut. Il a été en quelque sorte « élaboré » pendant sa traversée du tube digestif du termite.

Beaucoup de fragments de bois, ingérés ou non par les Flagellés, ne donnent plus les réactions micro-chimiques de la lignine : coloration par le GRAM, la fuch-sine acide différenciée par l'alcool picrique, réaction de NETIEN et NEVORET négative (pas de coloration jaune par une solution chlorhydrique d'une sulfamide) la réaction de MAULE est faible (coloration rose par le permanganate à 1 %, puis lavage à HCl étendu, rinçage et enfin action de l'ammoniaque).

De même les réactions de la cellulose sont très atténuées et ne s'observent que sur quelques fragments intra-cytoplasmiques.

« On ignore ce qu'il advient de la lignine. Il est vraisemblable que cette substance n'est pas utilisée, mais nous ne savons pas sous quelle forme le Flagellé l'excrète ». (P.P. GRASSE, Traité de zoologie, T. IX, p. 500).

La digestion du bois, surtout de la cellulose, a fait l'objet de recherches nombreuses et d'hypothèses plus ou moins fondées.

PIERANTONI (1934-1935) a pensé que les Flagellés sont incapables de digérer la cellulose, mais qu'elle le serait par les bactéries intra-cytoplasmiques.

HUNGATE (1938) a échoué dans ses tentatives de culture de ces prétendues bactéries symbiotiques.

La flore bactérienne intestinale de beaucoup de termites ne semble pas contenir d'espèces cellulolytiques, tandis que les Flagellés de *Zootermopsis* posséderaient une cellulase (HUNGATE 1939).

Des termites (*Zootermopsis*) artificiellement défaunés (chauffage à 35° pendant quelques heures, séjour dans O pur comprimé à 3-5 atmosphères) meurent au bout de 3-4 semaines par épuisement de leurs réserves.

Pour HUNGATE, les Flagellés de *Zootermopsis* digèrent la cellulose. On aboutit à du glucose qui demeure dans leur cytoplasme et devient une source d'énergie. Ils peuvent oxyder le sucre en donnant CO² et H²O sans profit pour l'insecte, ou bien, le glucose n'est brûlé qu'en partie, l'excédent étant rejeté en solution dans le liquide intestinal.

CLEVELAND en 1934 avait déjà trouvé que les Flagellés de l'intestin d'une Blatte xylophage (*Cryptocercus punctulatus*) excrètent du glucose dans le fluide rectal de l'insecte qui l'utilise comme aliment.

Cette théorie est insoutenable chez les termites, car le glucose n'a jamais été reconnu dans leur fluide rectal, non plus que la trace des produits des fermentations de toutes sortes, aérobies et anaérobies, qu'il pourrait subir.

Enfin, HUNGATE admet que les Flagellés feraient fermenter dans leur propre cytoplasme, le glucose qu'ils ont produit par hydrolyse de la cellulose du bois ingéré. De cette fermentation anaérobie sortiraient des composés organiques assimilables par le Termite-hôte qui les brûlerait.

Les Flagellés termiticoles sont anaérobies. Isolés et conservés dans un milieu qui ne les altère pas, ils rejettent du CO_2 , de l'H et de l'acide acétique que l'on peut reconnaître et doser, accompagnés d'autres produits indéterminables.

En s'appuyant sur toutes ces données, HUNGATE, en 1943, arrive à conclure que chez les Flagellés de *Zootermopsis*, se déroulent deux types de fermentations. Dans le premier, CO_2 et H sont libérés en quantités équimoléculaires et l'acide acétique est beaucoup plus abondant ; dans le second, CO_2 et cet acide sont équimoléculaires et l'H surabonde.

La quantité d' H_2 rejetée permet de calculer la quantité de cellulose fermentée dans la panse rectale et de voir que la respiration du termite peut donner assez d' O_2 pour brûler les produits organiques fermentaires. Mais dans toutes ces recherches et hypothèses, les auteurs n'ont pas tenu compte du glycogène accumulé en masse dans les Protozoaires.

Pour nous, la digestion du bois par les termites et leurs habitants intestinaux, se ferait *grosso modo* de la façon suivante. Les protéines du bois sont attaquées et digérées par une protéase connue dans l'intestin moyen du termite. Une amylase de l'intestin antérieur, vraisemblablement d'origine salivaire, attaque l'amidon et les polysides, mais non pas la cellulose. Les gommés, composés pectiques sont lysés par des enzymes du tube digestif antérieur et moyen. Un tiers de la masse du bois ingéré est ainsi transformé et utilisé par le termite. Les 2/3 restants sont ingérés par les Flagellés. Ils sont constitués surtout par de la cellulose et de la lignine. Une cellulase du cytoplasme des Protozoaires transforme la cellulose en glucose dont une partie sert d'aliment énergétique et l'autre est précipitée sous forme de glycogène. Celui-ci se voit partout dans la cellule, mais s'accumule et se fixe sur les lamelles de l'axostyle et du capitulum sous forme de desmoglycogène de réserve. Le système axostyloaire apparaît ainsi comme une sorte d'organe remplissant une véritable fonction glycogénique comparable à celle du foie des vertébrés supérieurs. Il maintient la concentration du glycogène dans les fluides cytoplasmiques autour d'une valeur moyenne réglée par la consommation du glucide. Celui-ci est détruit finalement par deux types de fermentations : aérobie et anaérobie. Il y a sans doute une fermentation alcoolique suivie d'une fermentation acétique puis d'une destruction plus complète. CO_2 , H_2 et l'acide acétique sont des produits intermédiaires ou terminaux abondants et leurs rapports pondéraux indiquent le type fermentaire prépondérant à un moment déterminé.

Pour ce qui est de la lignine, nous sommes réduits à des hypothèses pures. La plus plausible, à notre avis, est la suivante. La lignine est décomposée en molécules incombustibles dans les conditions physiologiques internes du Flagellé. On sait que la lignine résiste à la plupart des putréfactions d'où la pratique du rouissage pour isoler les fibres textiles végétales. Ces molécules seraient recombinaées en une matière solide, flexible et transparente sous forme d'une cuticule plus ou moins épaisse, rigide et d'une certaine imperméabilité aux gaz et aux solides. Elle sera rejetée d'une manière périodique, produisant ainsi des à-coups dans les échanges entre *Joenia* et le milieu, une sorte de pulsation rythmique dans le métabolisme. On peut en voir ou en soupçonner les répercussions dans

la cellule sous forme de cycles métaboliques (capture du bois, à-coups dans la sécrétion du C.N.P., de l'A.M., etc.)

On comprend aussi pourquoi la cuticule, produit original dérivant de la lignine, est si peu colorable et si pauvre en protéides, à l'exception de celle du rostre.

f) BACTERIES ENDOPLASMIQUES

Souvent dans les grandes *Joenia*, on distingue des bactéries ou des corps bactéroïdes. Certains, nous l'avons vu, ne sont que des mitochondries bacilliformes. D'autres sont de vraies bactéries parasites, commensales ou symbiotes. Mais leur signification précise et leur rôle n'ont pas été définis, non plus que leur position systématique exacte ni leurs propriétés physiologiques. En effet, les tentatives d'isolement et de culture pure ont échoué.

4. - L'ECTOPLASME (Exp. FIG. 1)

Il entoure l'endoplasme d'une couche assez mince et hyaline recouverte à son tour par la cuticule portant les schizophytes.

L'ectoplasme apparaît souvent comme parcouru par des sortes de canalicules qui le traversent tout entier perpendiculairement à la cuticule et à l'endoplasme. Leur orifice sous-cuticulaire donne parfois l'impression de s'évaser en entonnoir.

Il se colore vivement et d'une manière homogène qui tranche sur le reste de la cellule, par le carmin de BEST, ce qui indique la présence de glycogène dissout. L'intensité de la coloration est variable, révélant ainsi des à-coups notables dans la quantité de glucide dissout.

L'hématoxyline après délipidation par la pyridine et action de la ribonucléase sur fixation au DA FANO, lui donne une teinte homogène de même que le GIEMSA utilisé dans les mêmes conditions.

Dans la couche ectoplasmique, on voit peu d'inclusions. Ce sont des grains plus ou moins plaqués contre la cuticule. Ils sont de taille et d'affinités variables, accompagnés de formations plus ou moins allongées qu'il est difficile de ne pas rapprocher des schizophytes. Nous les appellerons provisoirement des *préshizophytes*, pour des raisons que nous indiquons plus loin.

On trouve encore dans l'ectoplasme quelques mitochondries typiques, mais dépourvues de phospholipines et de polysides, la réaction de BAUER et le carmin de BEST étant négatifs.

Enfin, l'ectoplasme renferme des bactéries vraies, surtout au voisinage de la cuticule.

5. - CUTICULE (Ct. FIGS 1, 9)

Le corps tout entier du Protiste est recouvert d'une *cuticule* transparente et rigide qui lui donne sa forme générale et la maintient. Elle est bien visible sur le vivant et les préparations fixées et colorées.

Nous avons vu que sur le rostre, elle est beaucoup plus épaisse, jusqu'au $1 \mu 5$, et pourvue d'une *échancre ventrale* (FIGS 1, 9). Elle porte les flagelles, strictement localisés, et leurs blépharoplastes alignés la traversent (FIGS 1, 4 et 10).

Il n'est pas rare d'observer sur le vivant, le rejet de la cuticule chez les adultes. Au contact du rostre, la cuticule du corps cellulaire est très mince, si même elle existe réellement. Elle s'épaissit peu à peu vers l'arrière et devient plus rigide. C'est à l'extrémité du Flagellé qu'elle est la plus épaisse et la plus résistante. L'animal se débarrasse de sa cuticule de la façon suivante (FIG. 9). Un sillon transversal très étroit se fait au contact de l'aire flagellaire, dans lequel s'insinue l'ectoplasme sous forme d'un bourrelet hyalin et saillant qui grandit très vite (FIG. 9 : 1). Ceci démontre à la fois la rigidité du sac cuticulaire et l'hypertonie du cytoplasme. Les phénomènes vont s'accélérer et la cuticule chargée de ses schizophytes forme un sac qui glisse peu à peu vers l'arrière en se décollant de la cellule

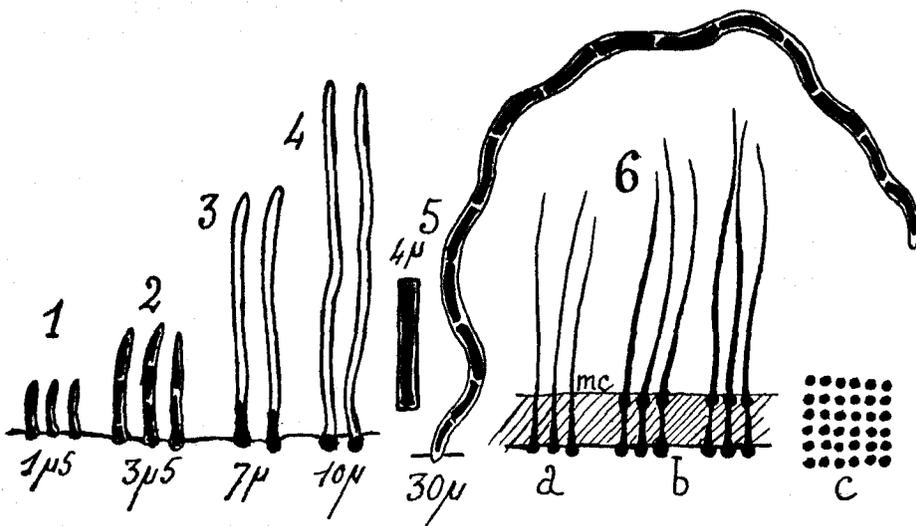


FIGURE 10. — Schizophytes et blépharoplastes.

1, 2=Schizophytes courts ; 3=passage à la forme longue ; 4, 5=formes mobiles : bactérienne et spiralée. (En noir les noyaux) ; 6=Flagelles et blépharoplastes. mc=membrane cuticulaire ; a = grains basaux ; b = grains basaux et distaux ; c=cuticule perforée par les blépharoplastes, vue de face.

dont l'ectoplasme devient de plus en plus saillant (FIG. 9. 2, 3). Bientôt le sac cuticulaire décollé et contracté produit une sorte de queue très étroite qui finit par se détacher abandonnée par le protozoaire (FIG. 9, 4, 5, 6). On voit souvent dans les frottis vivants des lambeaux du sac cuticulaire et la queue terminale totalement libérée. Mais tous ces débris se lysent très vite et disparaissent sans laisser de trace. Il semble même que cette sorte de digestion commence dès que l'ectoplasme fait hernie par le bord antérieur de la cuticulé encore sur l'animal.

On a aussi l'impression très nette que les schizophytes diminuent de nombre par une sorte de lyse et qu'ils sont réduits à leur membrane peu colorable quand ils persistent.

La cuticule rostrale ne semble pas subir une telle exfoliation. Elle disparaît seulement au moment de la mitose et pendant l'enkystement. Elle se colore en jaune vif par le LUGOL après fixation au BOUIN-ALLEN.

La membrane cuticulaire porte toujours des éléments qui la recouvrent comme une toison ou une chevelure. On peut distinguer : a) les *Flagelles* ; b) les *corpuscules sous-cuticulaires* et c) les *schizophytes*.

a) *Flagelles*. Ils sont strictement localisés sur le rostre en une aire flagellaire qui, chez l'adulte constitue une sorte de capuchon ou mieux de guérite. Elle présente une échancrure ventrale nue (Ev. FIGS 1, 9), les flagelles sont alignés régulièrement sur des files horizontales et verticales. Ils trouent la cuticule épaissie par des sortes de fins canicules où sont logés les *blépharoplastes*. Ces derniers ont une forme variable selon les stades évolutifs des individus. Ils ont parfois l'aspect de bâtonnets réguliers ou élargis en dehors. Le plus souvent ils sont pourvus d'un granule interne, d'un granule externe ou d'un grain distal et d'un grain basal (FIG. 10 : 6). Ils présentent une biréfringence nette au microscope polarisant.

Les blépharoplastes se colorent faiblement par le noir au gras. Ils contiennent des phospholipines qui ne sont pas toutes éliminées par la pyridine, et des acétal-phosphatides. Les flagelles proprement dits, légèrement teintés par le noir au gras, sont plus riches en phospholipines. Flagelles et grains basaux renferment des groupements sulfhydrylés mis en évidence par la méthode de CHEVREMONTE et FREDERICQ. Ils contiennent ainsi que les blépharoplastes, un peu de glyco-gène.

b) *Les corpuscules sous-cuticulaires* (FIG. 11).

Ils sont représentés par des grains sphériques de taille variable mais assez homogène, qui émigrent de l'aire mitochondriale, pour venir s'accumuler presque côte à côte sous la cuticule. Ils sont accompagnés de petits bâtonnets qui proviennent de la fusion de deux ou trois granules élémentaires. C'est dans les hernies claires de l'ectoplasme, lorsque la cuticule s'élimine, que ces corpuscules sont le plus visibles. Il semble bien que certains bâtonnets, qui sont peut-être des bactéries, soient éliminés en dehors de la cellule.

Grosso modo, ces corpuscules présentent les mêmes affinités tinctoriales et les mêmes réactions biochimiques que les grains basaux des flagelles, mais de plus ils s'imprègnent par l'argent dans la technique de FONTANA.

Ces granules vont s'aligner et se fusionner pour donner des schizophytes courts et arqués, qui semblent piqués sur la cuticule. C'est pourquoi nous les appellerons « *préschizophytes* ».

Leur origine et leur évolution sont faciles à reconnaître dans des frottis réalisés à partir de termites nourris exclusivement avec de la gélose nutritive, depuis trois semaines environ. Dans ces conditions, le bois a disparu depuis longtemps du régime alimentaire de l'insecte qui reste malgré tout en bon état. Mais les Flagellés présentent des modifications morphologiques et physiologiques progressives, que nous étudierons en détail dans un travail subséquent. En particulier, la cuticule s'amincit et disparaît, ce qui vient confirmer ce que nous avons dit sur son origine partielle à partir du bois et de la lignine (voir page 29). L'aire mitochondriale se gonfle et se fluidifie plus ou moins, ce qui permet de suivre sans peine l'évolution complexe de ses organites internes. Ils sont représentés par des granules de tailles variables qui s'associent en chapelets, puis donnent des bâtonnets de formes diverses : courts et gros, longs et minces, droits ou flexueux, à bouts arrondis ou en haltères, voire groupés en paquets de gros filaments, très longs et enroulés qui font penser à des spirilles ou spirochètes amassés dans une sorte de « poche » sans paroi.

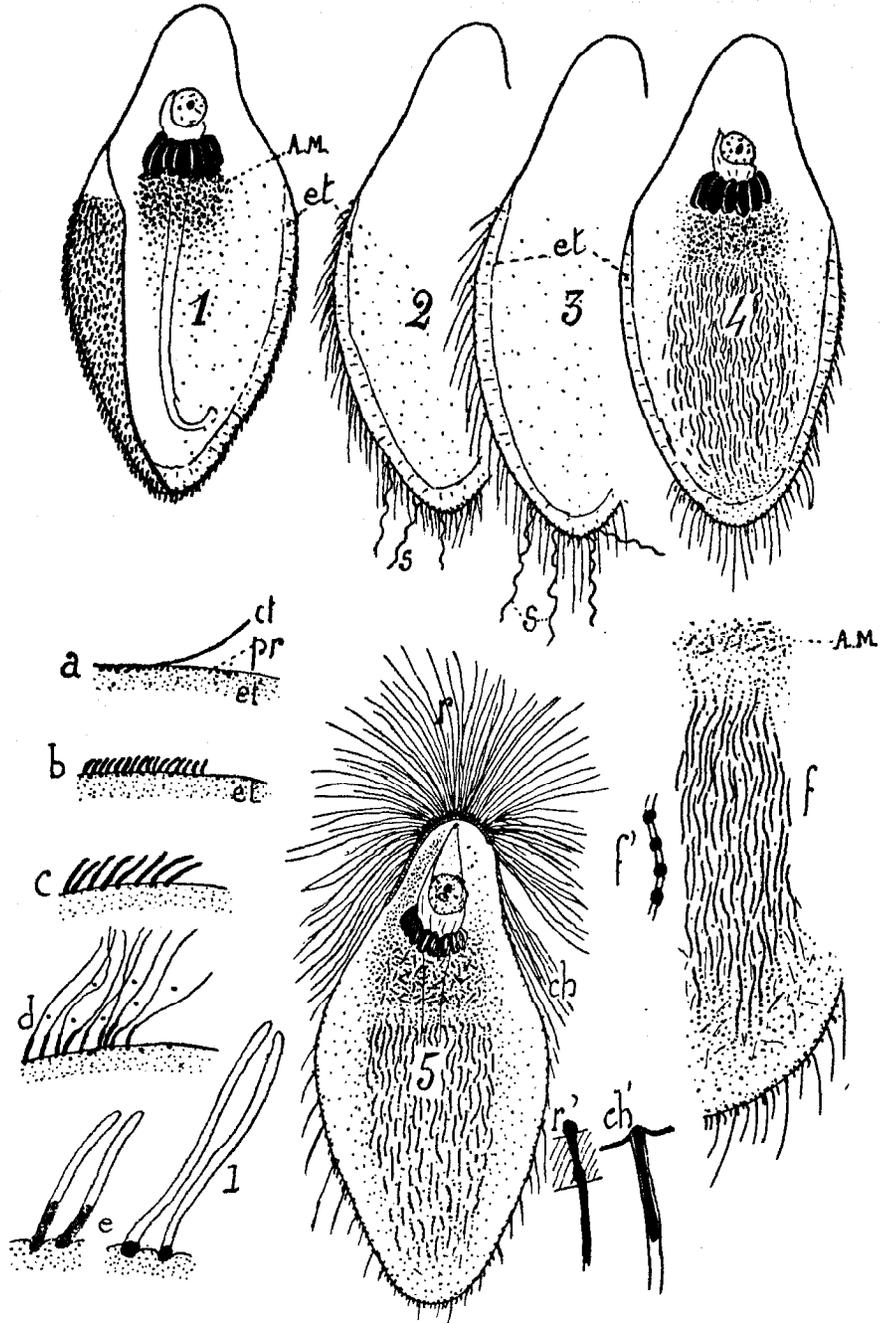


FIGURE 11. — Schizophytes et flagelles. 1=Vêtue courte; 2=passage aux schizophytes longs; 3=vêtue longue; s=formes spirillaires; A.M.=aire mitochondriale. — a=cuticule décollée et montrant les préschizophytes (pr) dans l'ectoplasme et b=schizophytes courts; c=leur allongement; d et e=passage à la forme longue l. — 4=couïée de schizophytes longs sous-cuticulaires (?) — f=origine et évolution de ses éléments; f'=un de ceux-ci imprégné à l'argent (Fontana) très grossi. — 5=Flagelles: r=rostraux; ch=queue de cheval; r'=flagelle vrai très grossi; ch'=élément de la queue de cheval très grossi.

A la périphérie de l'aire mitochondriale sans cuticule, on voit très nettement se former une brosse dense de schizophytes courts et arqués, entremêlés parfois de quelques formes longues, à base seule colorable. Toute l'évolution des organites de l'aire mitochondriale est reconnaissable sans aucune ambiguïté.

On peut même voir apparaître un ectoplasme, *mais sans cuticule*, avec les préschizophytes alignés à l'extérieur comme dans les frottis d'origine normale.

Dans les *Joenia* de termites nourris de bois de mûrier ou de micocoulier, les préschizophytes apparaissent avec ensemble à la surface de l'ectoplasme lorsque la cuticule se détache, comme s'ils étaient du même âge. Le résultat est la production d'une vêtue dense de schizophytes ayant la même forme, les mêmes affinités tinctoriales et le même avenir. Leur production semble se faire par à-coups et en rapport avec le trajet de la cuticule vieillie ; elle est spasmodique.

c) *Les Schizophytes* (FIGS 10 et 11) : ce sont des organites d'aspect bactérien qui forment une toison plus ou moins développée, complexe, dont la localisation est variable en étendue. Toujours la partie postérieure de la cellule en est recouverte. Cette vêtue tantôt s'arrête très vite, tantôt remonte vers l'avant, laissant un espace libre en arrière des flagelles. Elle atteint parfois l'aire flagellaire dont elle se distingue difficilement. Souvent la partie postérieure du corps chez les Flagellés de 110-140 μ , se rétrécit progressivement et la cuticule forme une sorte de queue rigide, cylindrique, chargée de schizophytes. Elle est coupée net sur le corps cellulaire. Nous avons vu (FIG. 9) le mécanisme de l'élimination de la cuticule qui fait comprendre tous ces aspects. Les lambeaux cuticulaires couverts de schizophytes morts seront digérés totalement dans le fluide rectal du termite.

Les schizophytes sont de taille et de forme variables.

Pour la commodité de la description, nous en distinguerons deux types : les courts et les longs réunis par toute une série d'intermédiaires et dérivant en partie les uns des autres.

Les schizophytes courts (FIG. 11 : 1 et b) donnent l'illusion d'être les plus fréquents et les plus nombreux. Ils ont la forme de bâtonnets brefs, épais, immobiles, rigides et plus ou moins arqués. Ils mesurent de 1 μ 5 à 4 μ et sont fixés à l'extérieur de la cuticule par un bout un peu renflé et plus colorable. Ils forment parfois à eux seuls, une brosse courte et régulière qui recouvre la *Joenia*. On les voit sur les flagellés de tout âge, mais chez les plus grands, ils sont souvent localisés dans la région antérieure de la vêtue, zone où ils semblent prendre naissance.

En règle générale, ils se colorent d'une façon massive, à la manière des bactéries dans les colorations habituelles. Cependant ils ont une structure interne mise en évidence par des techniques plus délicates.

Parmi les schizophytes longs, certains sont d'aspect plus grêle, et mesurent de 6 à 15 μ . Ils sont moins nombreux et moins serrés dans la plupart des cas ; les plus longs sont même parfois très espacés. Ils forment une vêtue beaucoup moins dense et les colorations ne prennent en général que sur leur partie inférieure, souvent même sur un gros granule au point de fixation cuticulaire. Ils dérivent manifestement des formes courtes, comme le montrent de nombreux intermédiaires. (FIG. 10 : 1, 2, 3 et 4 et FIG. 11 : 1, 2, 3 et b, c, d).

Parfois, dans la même vêtue, on trouve un mélange de ces formes de toute taille, ou au contraire la transformation générale de la toison courte à la toison longue.

Il arrive aussi que l'une des faces des *Joenia* encore jeunes soit couverte de schizophytes onduleux, serrés à plat, côte à côte, et formant une très large coulée d'avant en arrière. Cette coulée prend naissance au niveau de l'aire mitochondriale. A la partie postérieure du flagellé, on voit nettement les schizophytes se dissocier et libérer de nombreux granules. En effet, chaque élément est formé de grains bien colorables, alignés et noyés dans une gaine commune homogène. Tous les schizophytes de la coulée sont à peu près de même taille (FIG. 11 : f, f' et 4).

Enfin, d'autres schizophytes sont très longs, très souples, souvent disposés en queue de cheval toujours appliquée contre les flagelles. Ils battent comme ceux-ci, mais on peut se demander si ce n'est pas par entraînement passif. En tous cas, la question de leurs rapports avec les flagelles se trouve posée.

Certains organites schizophytiques sont doués de mouvements propres. Ce sont d'une part des bactéries courtes (4 μ), larges, qui se déplacent dans la vésicule comme les puces dans le pelage des mammifères, et d'autre part des organismes spiralés bien mobiles. On les voit piqués sur la région postérieure des *Joenia* de taille moyenne, au milieu des autres schizophytes. Dans certains cas, ils sont très nombreux et serrés en une chevelure frétilante à peu près pure. Ces spirilles et spirochètes atteignent une longueur considérable (jusqu'à 100 μ). Ils se détachent facilement et circulent activement dans le fluide rectal du termite.

Affinités tinctoriales - Biochimie

Elles sont de même nature chez les schizophytes immobiles, longs ou courts, mais plus intenses et plus générales chez ces derniers. Ceci indique qu'ils possèdent une teneur plus grande en substances basophiles.

Les schizophytes contiennent des éléments lipidiques très faiblement colorables par le noir au gras et répartis dans tout le corps, plus abondants au point d'insertion sur la cuticule. Ce sont des phospholipines donnant légèrement la réaction pseudoplasmale ; parfois aussi la réaction plasmale et le test de BAKER sont positifs (acétal phosphatides).

La basophilie est importante chez les formes courtes, moins forte à mesure de l'allongement. Les schizophytes se colorent par l'hématoxyline, le carmin, le MAY-GRUNWALD, le GIEMSA, le violet de gentiane, fortement par le ZIEHL. La basophilie persiste après l'élimination des substances lipidiques par la pyridine ou la fixation au CARNOY. Elle est alors due à la présence de ribonucléo-protéines que l'on peut enlever à l'aide de la ribonucléase. Ce fait est mis en évidence par la coloration au vert de méthyle-pyronine.

Les formes courtes et les préschizophytes réduisent fortement l'acide osmique (MANN-KOPSCH) et l'argent (FONTANA) ; les formes longues ne s'imprègnent bien que vers leur base de fixation.

Dans le substrat protéique, on trouve un amino-acide sulfhydrylé décelable par la réaction de CHEVREMONT et FREDERICQ. La teneur en est très faible, de même que celle des groupements phénoliques révélés par la réaction de MILLON.

Le carmin de BEST donne des résultats variables. Tantôt il n'y a aucune trace de glycogène, tantôt il y en a beaucoup dans les organismes courts et la base des longs. Ces fluctuations peuvent s'accompagner d'émission de gros granules et semblent en rapport avec la teneur très variable en glycogène de la zone ectoplasmique.

LE NOYAU (FIGS 10 et 11)

Les schizophytes possèdent tous un noyau ou des grains nucléaires identifiables par la réaction de Feulgen d'une part, et par la coloration au vert de méthyle-pyronine après action de la ribonucléase (test de BRACHET) d'autre part.

Dans les schizophytes courts, le noyau constitue la plus grande partie de l'organisme. C'est un bâtonnet souvent en forme de virgule, légèrement épaissi du bout fixé sur la cuticule du flagellé. Dans les schizophytes de 3 μ environ, le noyau est souvent formé de 3 segments alignés.

Les longs schizophytes ont un noyau granulaire dans la région piquée sur le protiste et moins colorable que dans les précédents. Il n'est donc pas très visible.

Les organismes mobiles ont un noyau facilement colorable. Dans les formes spiralées il est formé de segments alignés dans toute la longueur de l'individu. Dans les bactéries courtes, c'est un bâton épais très fortement FEULGEN-positif (FIG. 10 : 1, 2, 3, 4, 5).

Dans certaines vêtures, on peut suivre aisément la rétraction progressive et la diminution de la colorabilité du noyau au fur et à mesure que les schizophytes courts s'allongent. Lorsqu'ils sont devenus très grands, certains vidés sont rejetés avec la cuticule. Ils ne contiennent plus trace de chromatine.

Origine, évolution des schizophytes

On ne voit jamais les schizophytes se diviser et se multiplier. Leur reproduction doit avoir lieu à un stade très petit, sous forme de granules apparus dans l'aire mitochondriale. Ces granules traversent l'ectoplasme ; ils s'accumulent et s'alignent sous la cuticule néoformée pour donner les grains sous-cuticulaires ou préschizophytes (voir page 31).

Ces derniers s'allongent en bâtonnets d'aspect bactérien dont un petit nombre s'échappe au dehors, lorsque la cuticule est tombée. Le reste fournit les schizophytes courts et arqués qui restent accrochés à la cuticule encore très mince. On obtient alors la vêtiture courte, homogène, dense et serrée très fréquente. Ses éléments s'allongent ensuite et fournissent des schizophytes plus longs, plus grêles. Les uns tombent alors successivement, tandis que les autres persistent pour aboutir à une vêtiture plus hétérogène et plus ou moins clairsemée. Certains individus restent fixés sur la cuticule vieillie, ils se vident, meurent et seront expulsés avec elle.

En résumé, le passage de la forme courte au schizophyte long peut être divisé en deux étapes. Pendant la première, le bâtonnet court, massif et arqué grandit et passe en moyenne de 1 μ 5 à 4 . En même temps, la partie chromatique (noyau) se condense au centre du bâtonnet qui semble ainsi décoller une membrane. La condensation chromatique s'accélère et conduit à des formes de 7 à 16 μ dont le filament est pâle, peu colorable, sauf sur le granule basal : FIG. 10 : 1, 2, 3, 4.

Les images observées aussi bien sur le vivant que sur les frottis fixés et colorés ne laissent aucun doute sur une telle évolution. Elle concerne la plupart des schizophytes de la vêtiture qui doivent appartenir à la même espèce. En ce

qui concerne les formes mobiles, spiralées ou non, qui sont différentes, leur évolution est totalement inconnue. Nous avons des raisons de penser que l'émission en dehors de formes bactériennes libres ou de grains par les corpuscules sous-cuticulaires, n'a lieu que pendant un temps relativement court. Il se place au moment où l'ectoplasme est libéré par le glissement en arrière de la cuticule vieillie, juste avant que la nouvelle n'ait pris une résistance suffisante.

Nous ignorons ce que deviennent : 1° les granules expulsés ; 2° les bactéries éliminées ; 3° les schizophytes libérés.

Tous ces organites attaquent sans doute les liquides rectaux et doivent fournir des métabolites aux flagellés comme au termite. Nous ne pouvons dire avec certitude si la culture pure des schizophytes et des autres éléments est possible dans les milieux habituels de la bactériologie.

Bien que l'étude minutieuse ultra-microscopique de tous ces corpuscules puisse fournir des renseignements très précieux, il nous semble que les problèmes posés par leur évolution ne pourront être résolus en toute certitude que par l'emploi des techniques les plus modernes et les plus précises de la science bactériologique.

Les imprégnations métalliques, osmium et argent, donnent des images fort suggestives, mais d'interprétation exacte très difficile. C'est avec l'argent (méthode de FONTANA) que nous avons eu les résultats les meilleurs.

Dans l'endoplasme de certains individus, on voit une grosse coulée de granules argentophiles très petits, qui prend naissance dans une aire mitochondriale riche en gros grains et bâtonnets bien imprégnés. Les schizophytes postérieurs sont longs et flexueux formés de grains axiaux alignés. Ils se dissocient libérant ces granules qu'on retrouve libres et très nombreux dans les hernies de l'ectoplasme. Préschizophytes et schizophytes courts sont très fortement imprégnés ; blépharoplastes et flagelles ne le sont pas du tout. On retrouve ici des faits déjà donnés par le ZIEHL et qu'on pourrait interpréter de la façon suivante.

Dans l'aire mitochondriale, il se forme des granules dont l'évolution peut se faire dans diverses directions. Les uns restent dans la gelée, grossissent puis se soudent en s'alignant pour produire des organismes qui évoluent avec elle dans l'aire mitochondriale.

D'autres émigrent dans l'endoplasme en restant très petits, ils s'alignent et donnent des schizophytes flexueux qui glissent vers l'arrière du protozoaire à plat sous la cuticule (?) Aux environs du pôle postérieur de la cellule, ils se dissocient en leurs granules élémentaires dont certains passés sous la membrane cuticulaire deviendront des préschizophytes particuliers. Ils fournissent une toison postérieure de formes longues et raides, expulsées pour la plupart avec la cuticule vieillie.

D'autres granules isolés coulent vers l'arrière et les côtés de la *Joenia*. Ils vont traverser l'ectoplasme et donner les préschizophytes alignés, origine des vêtures courtes homogènes. Leurs éléments grandiront pour produire les formes longues les plus communes.

A tous les stades de ces évolutions, il y a rejet au dehors soit de granules élémentaires très petits, soit de granules grossis, de bâtonnets, de préschizophytes, de schizophytes courts ou longs.

CONSIDERATIONS GENERALES

Ces recherches ont exigé un nombre considérable de préparations et ont duré trois années consécutives. Elles ont été entreprises surtout dans le but d'appuyer ou d'infirmer des théories plus ou moins inédites sur l'origine possible des bactéries et des virus exposées par deux d'entre nous (1).

Les résultats que nous venons d'exposer sont nettement favorables à nos hypothèses ; mais ils ne donnent pas (et ne peuvent donner) la démonstration indiscutable que nous avons raison. Cette preuve ne peut être fournie par des études cytologiques, même en utilisant des microscopes électroniques puissants et perfectionnés. C'est par l'étude biochimique et spectrophotographique *in vivo*, par l'emploi des techniques bactériologiques les plus précises et les plus modernes qu'on atteindra la vérité.

Mais il est très encourageant de constater que rien dans nos travaux ne vient ruiner ce que nous avons écrit dans notre livre.

Nos recherches ont permis, en outre, de redresser un certain nombre d'erreurs classiques et d'apporter aussi quelques faits nouveaux intéressants sur la structure et la physiologie de *Joenia annectens* *.

(Travail du Laboratoire de Zootechnie de l'École Nationale d'Agriculture d'Alger).

* Nous tenons à remercier M^{lle} Maryvonne HAMON, alors chef de travaux à la Faculté des Sciences d'Alger, qui a bien voulu contrôler nos résultats histo-chimiques, nous indiquer les préparations les plus caractéristiques à effectuer, voire réaliser elle-même les plus délicates.

(1) Evolution et Nutrition, par Maurice Rose et Pierre Jore d'Arces. Editions Vigot Frères, Paris. 1957 (p. 133 à 140).

BIBLIOGRAPHIE

- 1929 - BECKWITH (T.D. et ROSE (E.L.) : Cellulose digestion by organisms from the Termite gut. *Proced. Soc. Exp. Biol. Med.*, vol. 27, p. 4-5.
- 1925 - DUBOSCQ (O.) et GRASSE (P.) : L'appareil parabasal des Flagellés et sa signification. *C.R. Académie des Sciences*, Paris, vol. 180, p. 477-479.
- 1928 - b. VI - L'appareil parabasal de *Joenia Annectens* Grassi. *C.R. Soc. Biol.* Paris, vol. 99, p. 1.118-1.121.
- 1952 - FAURE-FREMIET (E.) : Action antibiotique (pénicilline) sur les bactéries symbiotiques du chondriome des Euplotes. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 235, n° 5, 402-3.
- 1937 - GRASSE (P.P.) : Appareil parabasal et mitose chez les flagellés parasités. *C.R. Soc. Biol.*, vol. 125, p. 918-919.
- 1938 - La vêtture schizophytique des flagellés termiticoles. *Bull. Soc. Zool. France*, vol. 63, p. 110-122.
- 1929 - Etude de mécanique cellulaire : centromères et centrosomes dans la mitose de certains flagellés. *C.R. Soc. Biol.*, vol. 131, p. 1.015-1.018.
- 1956 - L'ultra-structure de *Pyrsonympha vertens* (Zooflagellata *Pyrsonympha*). *Arch. de Biol. Fr.*, 67, n° 3-4, p. 595-611.
- 1956 - L'appareil parabasal et l'appareil de Golgi sont un même organite. Leur ultra-structure, leurs modes de sécrétion. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 242, n° 7, p. 858-61.
- 1946 - GRASSE (P.P.) et NOÏROT (Ch.) : La transmission des Flagellés symbiotiques et les aliments des Termites. *Bull. Biol. France et Belgique*, vol. 79, p. 273-292.
- 1936 - HUNGATE (R.E.) : Studies on the nutrition of *Zootermopsis* : I. The rôle of Bacteria and molds in cellulose decomposition. *Zentralbl. Bakt.* II, vol. 94, p. 240-249.
- 1938 - Studies of the nutrition of *Zootermopsis* : II. The relative importance of the Termite and the Protozoa in wood digestion. *Ecology*, vol. 19, p. 1-25.
- 1939 - III. The anaerobic carbohydrate dissimilation by the intestinal Protozoa. *Ecology*, vol. 20, p. 230-245.
- 1943 - Quantitative analyses on the cellulose fermentation by Termite Protozoa. *Am. ent. Soc. Amer.*, vol. 36, p. 730-739.
- 1934 - PIERANTONI (U.) : La digestione della cellulose e del legno negli animali e la simbiosi delle Termiti. *Rivista di fis., mat. e Sc. nat.* Anno 9.
- 1935 - La simbiosi fisiologica nei Termitidi xilofagi e nei loro Flagellati intestinali. *Arch. Zool. Italiano*, vol. 22, p. 135-173.
- 1936 - b. Gli studii sulla endosimbiosi ereditaria nelle origini e nei recente sviluppi. *Ibidem*, vol. 23, suppl. p. 137-195.
- 1937 - Osservazioni sulla simbiosi nei Termitidi xilofagi e nei loro Flagellati intestinali. II. Defaunazione per digiuno. *Ibidem*, vol. 24, p. 193-207.

- 1958 - PITTELKA (D.R.), SCHOLLEY (C.N.) : The fine structure of the flagellar apparatus in *Trichonympha*. *J. Morpho. U.S.A.* 102, n° 2, p. 199-245.
- 1932 - TRAGER (W.) : A cellulase from the symbiotic intestinal flagellates of Termites and of the Roach *Cryptocercus punctulatus*. *Bioch. Journ.*, vol. 26, p. 1.763-1.777.
- 1956 - SCHMIDT (H.) : Studien and darmbewohnenden flagellaten der Termiten. II. Holzteichen als Zellein-schlusse und Nahrung bei *Trichonympha* und *Joenia*. *Z. Parasitkde. Dtsch.* 17, n° 4, 269-275.
- 1937 - YAMASAKI (M.) : The distribution of glycogen in the bodies of intestinal flagellates of termites. *Leucotermes* (*Reticulitermes*) *speratus* and *Coptotermes formosanus*. *Ibidem*, vol. 12 (B), p. 211-224.
- 1937 - Glycogen in the body *Trichonympha agilis* var. *japonica* under experimental conditions. *Ibidem* (B), vol. 12, p. 225-235.