

Institut royal des Sciences
naturelles de Belgique

Koninklijk Belgisch Instituut
voor Natuurwetenschappen

BULLETIN

MEDEDELINGEN

Tome XXXII, n° 52
Bruxelles, septembre 1956.

Deel XXXII, n° 52
Brussel, september 1956.

RECHERCHES SUR LA SPERMATOGENESE
DE NEUF MYRIAPODES DIPLOPODES
DE L'ORDRE DES SPIROSTREPSIDA ET DES SPIROBOLIDA,
RECOLTES PAR P. JOLIVET,

par Odette TUZET (Montpellier)
& Jehanne-Françoise MANIER (Montpellier).

Institut royal des Sciences
naturelles de Belgique

Koninklijk Belgisch Instituut
voor Natuurwetenschappen

BULLETIN

MEDEDELINGEN

Tome XXXII, n° 52
Bruxelles, septembre 1956.

Deel XXXII, n° 52
Brussel, september 1956.

RECHERCHES SUR LA SPERMATOGENESE
DE NEUF MYRIAPODES DIPLOPODES
DE L'ORDRE DES SPIROSTREPSIDA ET DES SPIROBOLIDA,
RECOLTES PAR P. JOLIVET,

par Odette TUZET (Montpellier)
& Jehanne-Françoise MANIER (Montpellier).

Nous avons déjà étudié la spermatogenèse de deux Iulides Africains : *Scaphiostreptus obesus* ATTEMS (TUZET, VOGELI et MANIER 1955) et *Mardonius piceus* ATTEMS (TUZET, MANIER et VOGELI 1956).

Dans le cas de *Scaphiostreptus obesus*, nous n'avons décrit que la spermiogenèse. Les spermatozoïdes sont immobiles, aplatis et couplés deux à deux lorsqu'ils sont mûrs. Ils sont formés d'un acrosome contenant le centrosome antérieur, de la tête qui est une coupe de chromatine condensée et du segment mitochondrial en anneau.

La spermiogenèse est caractérisée par la formation d'une longue et épaisse desmose unissant deux grains centrosomiens. Les mitochondries s'ordonnent autour de cette desmose. Nous avons aussi observé, au début de la spermiogenèse, l'apparition d'un court flagelle postérieur transitoire.

Chez *Mardonius piceus*, les mitoses de maturation montrent deux hétérochromosomes. Les spermatozoïdes sont aussi immobiles. A maturité, vus de face, ils ont une forme triangulaire. Les spermies se couplent secondairement, mais les acrosomes sont face à face, au lieu d'être opposés comme chez *Scaphiostreptus obesus* et l'ensemble des deux spermatozoïdes a une forme losangique.

Pendant son séjour au Congo Belge, P. JOLIVET a bien voulu nous envoyer un abondant matériel d'Iules vivants. Nous avons pu étudier ainsi la spermatogenèse de neuf espèces différentes récoltées au Congo Belge (Mont Hoyo, environs Camp RUSCART, juillet 1955).

Huit font partie de l'ordre des *Spirostrepsida* : six, se rattachant à la famille des *Spirostrepsidae* : quatre *Spirostreptus*, *S. virgator* SILVESTRI, *S. fossulatus* ATTEMS, *S. ibanda* SILVESTRI, *S. castaneus* ATTEMS et deux *Scaphiostreptus*, *S. acuticonus* ATTEMS et *S. sjöstedti* PORAT; deux, se rattachant à la famille des *Odontopygidae* : *Prionopetalum megalacanthum* ATTEMS et *Haplothysanus emini* CARL. Enfin, la neuvième espèce étudiée fait partie de l'ordre des *Spirobolida*, de la famille des *Spirobolidae* : c'est un *Brachyspirobolus* appartenant à une espèce nouvelle qui sera décrite par le Professeur JEEKEL, qui a eu la grande amabilité de déterminer nos Iulidés du Congo Belge.

Genre *SPIROSTREPTUS*.

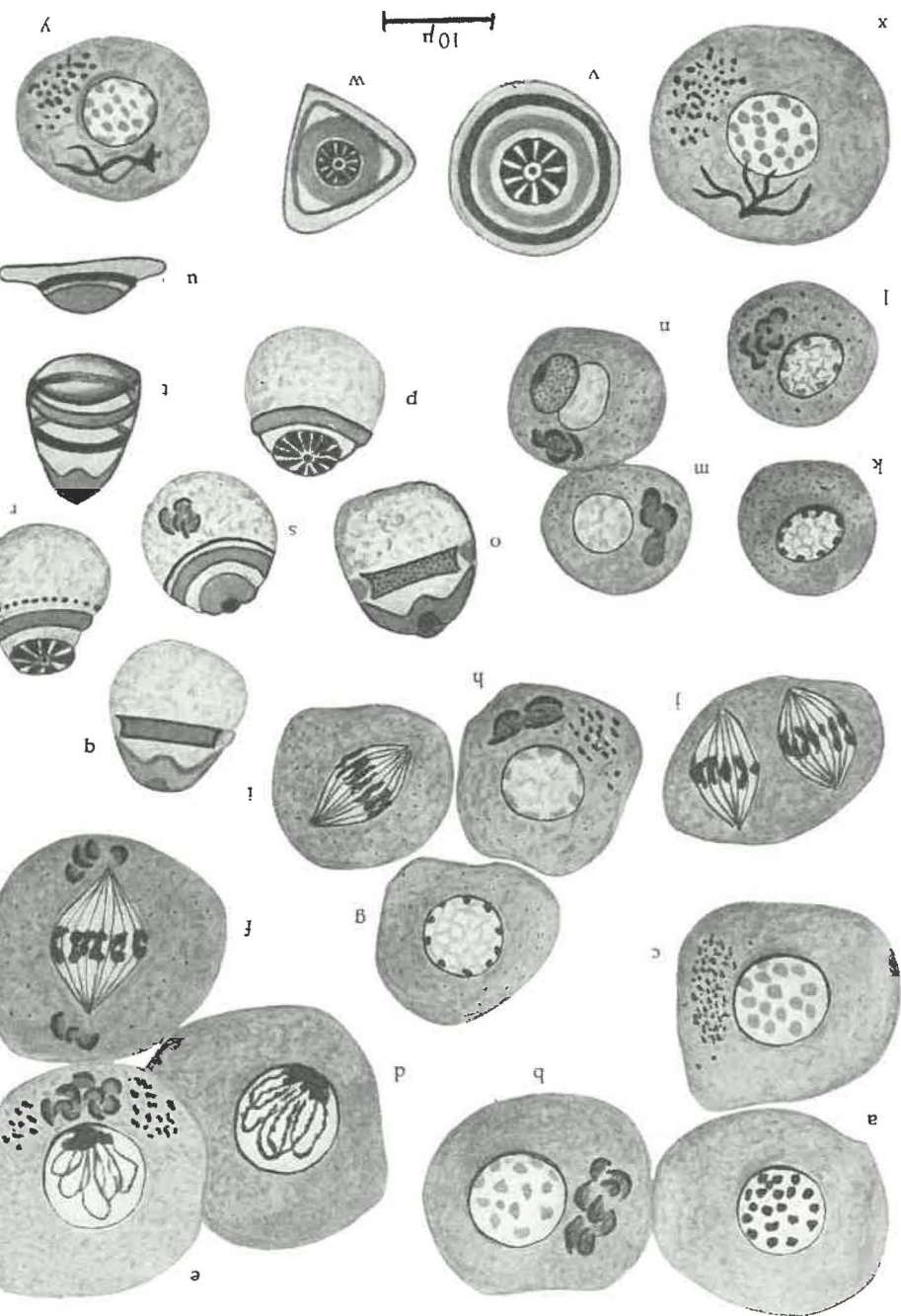
1. — *Spirostreptus castaneus* ATTEMS.

Les spermatoocytes I de *Spirostreptus castaneus* sont de grosses cellules de 26 à 30 μ de diamètre. Ils sont groupés dans le testicule en îlots d'éléments, tous au même stade. Pendant la période de petit accroissement, le noyau sphérique, qui mesure environ 10 μ de diamètre, montre des blocs de chromatine assez réguliers, épars dans un suc nucléaire clair (Pl. 1, a). Dans le protoplasme se voit un amas de beaux dictyosomes groupés. Ils peuvent être au nombre de 8 à 10. Ils sont en forme de croissants plus ou moins arqués, avec substance chromophile externe et chromophobe interne (Pl. 1, b). Les mitochondries, mises en évidence par le fuchsine acide d'Altmann, sont en amas de fins granules. Il peut y en avoir un certain nombre d'éparses dans le protoplasme (Pl. 1, c). Nous avons pu observer les divers stades de la prophase de la première mitose de réduction. La formation des chromosomes filamenteux du stade leptotène et l'orientation des anses doubles du stade bouquet, stade qui doit être long car il est très fréquent dans nos préparations (Pl. 1, d). Les extrémités des anses sont orientées sur une masse fortement colorable, irrégulière, placée contre la membrane nucléaire. Généralement, la masse chromatique, placée ainsi au contact de la membrane nucléaire, correspond soit à un nucléole, soit à un chromosome sexuel. Mais ici nous n'avons pas observé de nucléole ni d'hétérochromosome dans les spermatoocyte I. Il est cependant possible qu'un chromosome sexuel existe, car nous avons pu le mettre en évidence, ainsi que nous allons le voir,

Pl. 1. — *Spirostreptus castaneus* ATTEMS.

a à c — spermatoocyte I; d-e — prophase de la première mitose de maturation; f — métaphase; g-h — spermatoocyte II; i-j — deuxième mitose de maturation; k-l — spermatides; m-n — formation de l'acrosome; o à s — spermatozoïdes se différenciant à un pôle de la spermatide; t — spermie creuse au stade maximum d'élongation; u-w — spermatozoïdes; x — spermatoocyte I avec filaments fortement fuchsino-philes; y — spermatoocyte II avec ces mêmes filaments.

a, d, g, i à k, o, q, t, u — BOUIN FEULGEN; b, e, f, h, l à n, s — GRASSÉ; c, p, r, v à y — CHAMPY ALTMANN.



chez plusieurs espèces. Ce serait donc sur lui que s'orienteraient les anses chromatiques.

Dans le protoplasme, l'ensemble des dictyosomes et les granules mitochondriaux sont polarisés de la même façon que les chromosomes du bouquet. Ils sont situés en dessous de la masse chromatique (Pl. 1, e).

La première mitose de maturation montre un fuseau net et des chromosomes massifs, que nous n'avons pu dénombrer sûrement. Nous pensons cependant que les tétrades sont au nombre de six. A la métaphase, on peut observer déjà un amas de dictyosomes à chacun des pôles du fuseau (Pl. 1, f).

Après la mitose, les spermatocytes II reconstituent leur noyau qui reprend l'état quiescent. Ce dernier montre des granules de chromatine appliqués contre la membrane nucléaire. La partie médullaire du noyau est occupée par un fin réseau (Pl. 1, g). Le spermatocyte de deuxième ordre mesure de 15 à 20 μ . Il montre des dictyosomes groupés, de grande taille et moins nombreux que ceux du spermatocyte I. Un amas de mitochondries granuleuses est dans leur voisinage (Pl. 1, h).

La deuxième mitose de maturation (Pl. 1, i) montre à la métaphase, à l'équateur du fuseau, des chromosomes plus allongés que ceux de la première mitose. On peut observer, dans certains éléments, deux mitoses de spermatocytes de deuxième ordre, se faisant dans un protoplasme indivis. Ces images se montrent lorsque les noyaux des spermatocytes I se sont reconstitués sans que la division protoplasmique suive celle du noyau (Pl. 1, j).

Les spermatides ont un noyau qui revient au repos et montre alors, comme celui du spermatocyte II, des grains de chromatine périphériques et un fin réseau occupant le reste de l'aréa nucléaire (Pl. 1, k). Le protoplasme contient un groupe de dictyosomes dans la substance chromophile desquels peut s'observer un grain centrosomien (Pl. 1, l). Les mitochondries, en fins granules, sont éparses dans le cytoplasme.

Les dictyosomes vont sécréter l'acrosome. Nous n'avons pas, chez *Spirostreptus castaneus*, formation d'un vrai idiosome. Les dictyosomes restent distincts et ne s'unissent pas pour donner une substance chromophile continue, tenant enclose la chromophobe. On voit peu à peu se former dans leur voisinage immédiat, en continuité avec leur substance chromophobe et au contact du centrosome, une plage bien définie qui donnera l'acrosome (Pl. 1, m). Accompagné des dictyosomes cet acrosome s'approche du noyau, s'accôle à lui formant une calotte accolée au noyau, puis les dictyosomes se détachent de lui (Pl. 1, n). La calotte acrosomienne montre à son sommet le centrosome antérieur. A ce stade l'acrosome est encore peu chromophile.

Après la formation de l'acrosome, le noyau s'aplatit et forme un disque coiffé par une calotte acrosomienne très développée et les mitochondries se disposent en anneau autour du noyau. Anneau qui peut masquer complètement, à ce stade, la masse nucléaire. L'ensemble vient se placer à un pôle de la spermatide.

Il nous a fallu nous aider de différentes techniques histologiques pour analyser et comprendre ce début de spermiogénèse.

La réaction de Feulgen, qui colore électivement la chromatine du noyau en rouge, nous a permis de suivre l'évolution de la chromatine au divers stades de la spermiogénèse. Une coloration surajoutée au vert Lumière nous a permis de différencier l'acrosome et les mitochondries, qui se colorent plus fortement en vert que le protoplasme.

Le noyau se montre tout d'abord comme un disque finement granuleux (Pl. 1, o). Il est coiffé par l'acrosome fait de deux substances : une antérieure plus avide de vert Lumière, celle placée en dessous l'étant moins. De part et d'autres du noyau, se voient deux masses mitochondriales qui représentent les deux extrémités de l'anneau mitochondrial entourant la tête chromatique. Nous ne pouvons voir ici que ces deux extrémités, la teinte plus forte de la chromatine masquant au centre l'anneau mitochondrial. Par contre, sur les frottis colorés par la fuchsine acide d'Altmann on ne voit, teint en rouge, que la partie chromophile de l'acrosome et l'anneau mitochondrial. La chromatine faiblement colorée par la fuchsine acide est invisible (Pl. 1, p).

Puis l'anneau de chromatine prend un aspect homogène (Pl. 1, q) et la spermie en formation est toujours étroitement accolée à son cytoplasme. On voit ensuite apparaître un épaississement cytoplasmique en dessous de l'anneau mitochondrial. Il se manifeste, tout d'abord, par des granules fuchsinophiles placés en file (Pl. 1, r). Finalement, une membrane se forme et la spermatide se détache de son cytoplasme; ce cytoplasme contient le reliquat de Golgi toujours sous forme de dictyosomes séparés (Pl. 1, s). Avant que la chromatine ne se sépare de son protoplasme résiduel, le disque de chromatine s'était transformé en anneau. Le protoplasme qui remplit le centre de cet anneau de chromatine est éliminé en grande partie avec le cytoplasme résiduel, ne laissant qu'une mince couche protoplasmique qui tapissera l'intérieur de la spermie. Une mince couche semblable recouvre la face externe du futur spermatozoïde.

Après rejet du cytoplasme résiduel, qui entraîne avec lui le reliquat de Golgi et probablement aussi quelques mitochondries, la spermie est creuse. L'acrosome forme une calotte pleine qui coiffe l'extrémité antérieure de l'élément.

Au moment de l'élimination du cytoplasme résiduel, la spermie subit un allongement; elle prend la forme d'un bonnet creux (Pl. 1, t). Cette élongation a pour effet de séparer l'anneau mitochondrial de l'anneau de chromatine qu'il entourait. Les mitochondries se placent ainsi au-dessous du noyau. A ce moment la spermie est à son stade d'élongation maximum et des zones protoplasmiques séparent l'acrosome du noyau et ce dernier des mitochondries.

Durant cette évolution de la spermatide, nous n'avons pu observer qu'un centrosome antérieur dont le sort reste lié à celui de l'acrosome. Il est de grande taille et bien visible.

Enfin se produit une contraction de la spermie qui s'aplatit. Sa cavité interne disparaît en grande partie. L'anneau mitochondrial déborde l'anneau chromatique (Pl. 1, u). C'est à ce stade que le spermatozoïde vu de face prend son aspect caractéristique, montrant des cercles concentriques (Pl. 1, v). Au centre est le grain du centrosome; l'entourant, l'acrosome, puis l'anneau de chromatine et l'anneau mitochondrial.

Spirostreptus castaneus montre un acrosome curieux; des travées claires formant cloisons divisent la substance sidérophile en tranches. Ces cloisons rayonnent autour du centrosome. Cet aspect est particulièrement bien mis en évidence par la coloration à la fuchsine acide d'Altmann où l'on voit des tranches alternativement fuchsinophile et ne se colorant pas.

Enfin, le spermatozoïde prend une forme triangulaire (Pl. 1, w). Il est probable que, comme chez *Mardonius piceus* (TUZET, MANIER et VOGELI 1955), les bords du spermatozoïde, à la fois la zone cytoplasmique externe et celle de l'anneau mitochondrial, se recourbent en se pliant suivant trois cordes d'arc de cercle. Le spermatozoïde vu de face prend alors une forme triangulaire. C'est un triangle équilatéral qui mesure 10 μ de côté.

Dans le protoplasme des spermatocytes I et des spermatocytes II, nous avons observé des filaments réfringents et fortement fuchsinophiles qu'il ne faut pas confondre avec les mitochondries. Il peut y avoir quelques filaments entremêlés ou un filament enroulé. Nous ne pouvons rien dire sur la nature de ces formations qui sont peut-être parasitaires (Pl. 1, x et y).

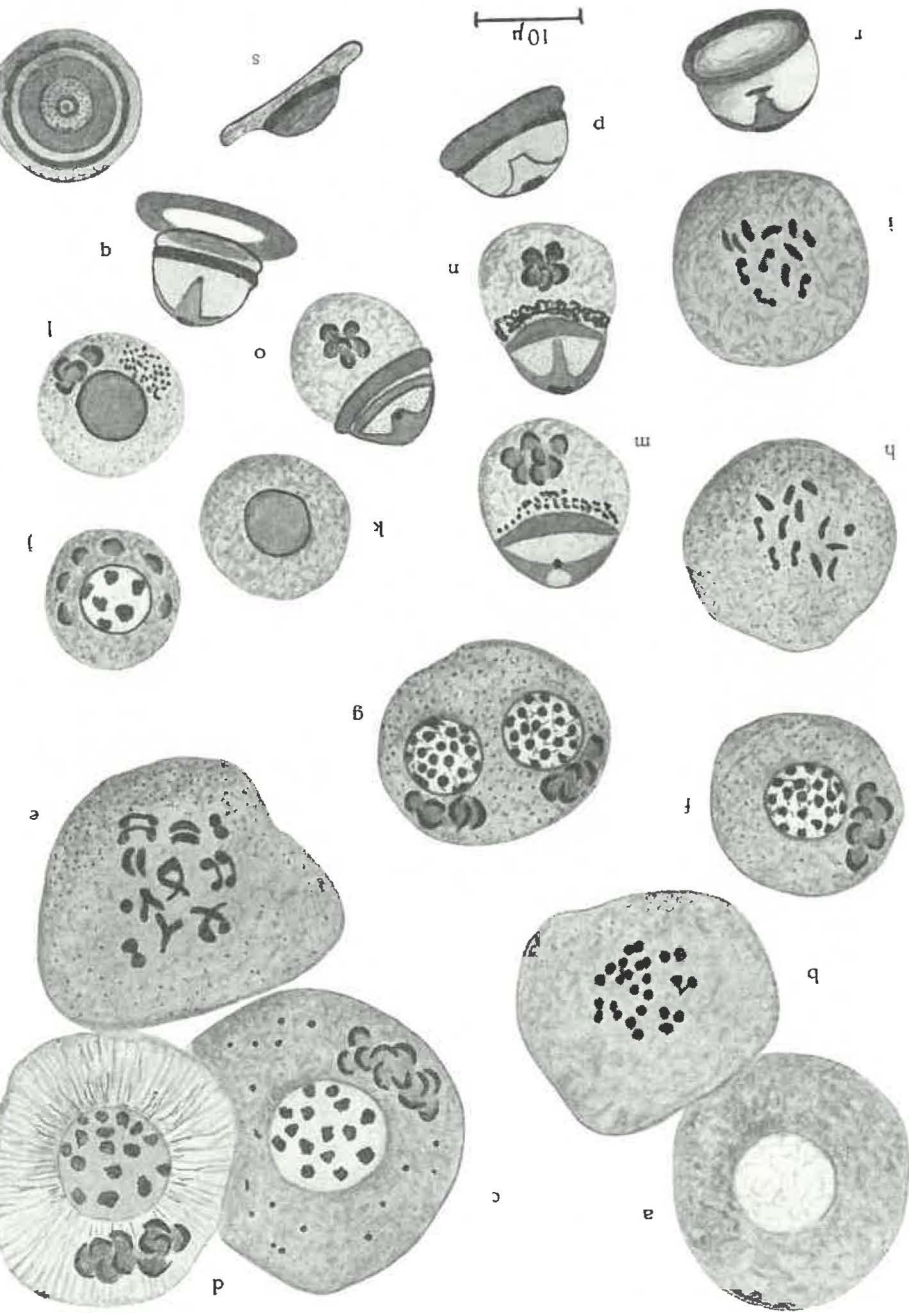
2. — *Spirostreptus ibanda* SILVESTRI.

Les spermatogonies de *Spirostreptus ibanda* sont bien distinctes des spermatocytes. Ce sont des cellules à noyau clair, finement réticulé (Pl. 2, a) alors que celui des spermatocytes est beaucoup plus chargé en chromatine. Nous avons observé la division de ces gonies avec leurs chromosomes petits et nombreux (Pl. 2, b). Le spermatocyte I qui dérive de la spermatogonie au terme de son accroissement, est une grosse cellule de 25 à 30 μ avec un noyau arrondi de 12 μ environ de diamètre (Pl. 2, c). Ce noyau montre de nombreux blocs de chromatine très chromophiles épars dans le suc nucléaire. Le protoplasme contient un amas de gros dictyosomes, plus nombreux que chez *Spirostreptus castaneus* et des mitochondries granuleuses éparses. Le noyau va montrer les stades prépa-

Pl. 2. — *Spirostreptus ibanda* SILVESTRI.

a — spermatogonie; b — division goniale; c-d — spermatocytes I; e — tétrades; f — spermatocyte II; g — 2 spermatocytes II dans une masse cytoplasmique indivise; h-i — deuxième mitose de maturation, métaphase; j à l — spermatides; m à o — spermies sur reliquat cytoplasmique; p — spermie avec anneau basal; q — anneau se détachant; r — spermie creuse; s-t — spermatozoïdes.

c, d, f, g, j, l, m, n, o, t — GRASSÉ; a, b, e, h, i, k, s — BOUIN FEULGEN; p, q, r — CHAMPY ALTMANN.



ratoires de la première mitose de maturation. Il y aura finalement formation de tétrades massives (Pl. 2, d). À ce stade, on peut observer une curieuse irradiation du protoplasme autour du noyau.

Lorsque la membrane nucléaire disparaît et que les tétrades sont libérées dans le protoplasme, elles montrent les formes classiques sous lesquelles sont figurés ces éléments, croix, V, gamma, anneaux (Pl. 2, e). Nous avons dénombré 12 tétrades, plus un unique hétérochromosome.

Après la première mitose de maturation, le noyau du spermatocyte II revient au repos. La division protoplasmique peut suivre la division nucléaire et les spermatocytes II sont isolés (Pl. 2, f). Ou bien, les noyaux des deux éléments restent dans un cytoplasme indivis (Pl. 2, g). Mais, dans un cas comme dans l'autre, chaque noyau est accompagné d'un amas de dictyosomes. Le noyau du spermatocyte II montre des grains de chromatine nombreux et assez gros.

Les deuxième mitoses de maturation sont de deux sortes, les unes montrent sur la plaque équatoriale 12 chromosomes, les autres 13 (12 + X). Les chromosomes, à cette deuxième mitose, sont allongés, d'aspect bacilliformes (Pl. 2, h et i). Après leur formation les spermatides peuvent être isolées, doubles ou même quadruples.

Une spermatide dont le noyau s'est reconstitué (Pl. 2, j) montre, dans ce noyau, des amas de chromatine gros et peu nombreux. Des dictyosomes en écailles sont épars dans le protoplasme. On peut compter 6 à 8 dictyosomes typiques, avec substance chromophile externe et chromophobe interne. Le noyau prend un aspect dense (Pl. 2, k) et les dictyosomes se groupent en un amas. Mais ici, pas plus que chez *Spirostreptus castaneus*, il n'y a formation d'un idiosome à substance chromophile continue, entourant la chromophobe. Les mitochondries forment, dans le voisinage de l'amas dictyosomien, un nuage de fins granules (Pl. 2, l).

L'acrosome se fait, par un processus semblable à celui que nous avons décrit chez *Spirostreptus castaneus*, mais ici le centrosome antérieur n'est pas situé à l'extrémité antérieure de l'acrosome, il est inclus dans la substance même de l'acrosome qui occupe toute la partie antérieure de la spermie en formation (Pl. 2, m). Le noyau discoïde est au-dessous de la coiffe acrosomienne, qui montre à son sommet une sorte de vacuole claire en rapport avec le centrosome. Le protoplasme contient un important reliquat de Golgi, sous forme de dictyosomes.

Nous n'avons pas pu suivre ici, d'une façon précise, l'évolution des mitochondries. Le matériel dont nous avons disposé, peu abondant, ne nous ayant pas permis de faire toutes les techniques histologiques que nous aurions désirées. Nous avons cependant observé la formation d'un curieux anneau à la base de la spermie, anneau qui sera éliminé et que nous pensons être constitué par les mitochondries. En effet, on peut voir en dessous du noyau des spermies une zone sidérophile finement granuleuse et dont les contours ne sont pas définis (Pl. 2, m). Peu à peu, cette zone se condense (Pl. 2, n) et finalement il y a formation d'un large anneau sous la masse nucléaire. Pendant cette évolution l'acrosome se

montre toujours sous un aspect complexe. Tantôt le centrosome, toujours profond, est porté par un prolongement plus colorable que le reste de la vésicule acrosomienne (Pl. 2, o), tantôt ce prolongement traverse complètement la zone claire de l'acrosome (Pl. 2, n).

La spermie se détache ensuite du cytoplasme sur lequel elle s'est formée (Pl. 2, p). En même temps, une cavité se forme à l'intérieur de la spermatide, par le départ du cytoplasme qui comblait l'espace central des anneaux de chromatine et mitochondriaux.

L'anneau basal va être finalement éliminé (Pl. 2, q). On le voit se détacher de la base de la spermie qui conserve d'abord son aspect de bonnet creux (Pl. 2, r). L'acrosome est toujours bien développé et complexe. Un mince anneau mitochondrial, fait de mitochondries demeurées en place, entoure le bord postérieur de l'élément.

La spermie s'aplatit et la réaction de Feulgen, en mettant en évidence la chromatine, nous a permis de localiser ses différentes parties (Pl. 2, s). L'acrosome antérieur est bien développé; sous lui, est l'anneau de chromatine représentant la tête du spermatozoïde, puis un bord plus large fait de protoplasme et du mince anneau mitochondrial. Par suite de l'aplatissement, la cavité de la spermie à presque disparu.

Vu de face (Pl. 2, t), le spermatozoïde, qui demeure sphérique, va nous montrer les mêmes constituants. La vacuole claire contenant le centrosome antérieur au centre de la substance acrosomienne, puis l'anneau nucléaire et enfin le protoplasme, avec le mince anneau mitochondrial. Mais ici les mitochondries sont peu abondantes.

3. — *Spirostreptus virgator* SILVESTRI.

Comme chez *Spirostreptus ibanda*, les spermatogonies se distinguent à première vue par leur noyau clair à chromatine filamenteuse (Pl. 3, a). À côté de ces gonies à l'état de repos, s'observent des mitoses goniales à petits chromosomes sphériques. La dernière division goniale donne les spermatocytes de premier ordre.

Ceux-ci, comme dans les deux espèces précédentes, sont de grande taille : 20 μ de diamètre environ, lorsque la cellule est subsphérique, avec un noyau de 13 μ . Le noyau de l'élément au repos montre des blocs de chromatine assez réguliers, épars dans le suc nucléaire (Pl. 3, b) et, pas plus que dans les cas précédents, un nucléole n'est visible.

Le protoplasme contient des dictyosomes au nombre de 8 à 10 qui forment un amas dans le voisinage du noyau (Pl. 3, c). Près d'eux, se distingue le grain du centrosome. Quelques blocs de chromatine s'accrochent à la membrane nucléaire et des filaments apparaissent dans le noyau; c'est le début du stade leptotène, début de la prophase de la première mitose de maturation (Pl. 3, d). À la fin du leptotène, lorsque la chromatine est sous la forme de chromosomes filamenteux, on observe, appliqué contre la membrane nucléaire, une plaque de chroma-

tine fortement colorable. Les chromosomes filamenteux forment alors des couples (Pl. 3, e). Les dictyosomes se transforment eux aussi. Au lieu de rester en amas disposés sans ordre apparent, ils se placent les uns au-dessus des autres en deux colonnes, par groupe de 3 ou 4 superposés. Il semble qu'ils soient plus gros et moins nombreux à ce moment là, comme s'il se produisait des fusions. Les anses leptotènes orientent leurs extrémités sur la masse chromatique appliquée contre la membrane nucléaire et le stade du bouquet se constitue. A ce moment, l'ensemble des dictyosomes est venu se placer au-dessus du bouquet (Pl. 3, f) et non en dessous de la masse sidérophile comme cela se passe généralement. L'amas chromophile, vers lequel s'orientent l'extrémités des anses du bouquet, ne représente pas un nucléole mais de la chromatine, car il se colore fortement par la fuchsine de Schiff après la réaction de Feulgen. Cet amas de chromatine, malgré la grande différence de volume, représente peut-être le chromosome sexuel que nous allons distinguer au moment de la mitose. Les mitochondries du spermatocyte I sont sous forme de fins granules, généralement groupés (Pl. 3, g). Elles nous ont été montrées par la fuchsine d'Altmann, car, comme chez *Spirostreptus castaneus* et *Spirostreptus ibanda*, elles sont généralement difficiles à mettre en évidence. Les tétrades se forment; nous avons pu en dénombrer 6 avec, dans leur voisinage, un chromosome petit et sphérique, l'hétérochromosome (Pl. 3, h). Enfin le fuseau se constitue et la métaphase s'organise (Pl. 3, i). A ce moment on ne peut plus dénombrer les chromosomes, mais on voit, en dehors de la plaque équatoriale, l'hétérochromosome qui se dirige déjà vers un des pôles du fuseau. Cette première mitose de maturation donne deux spermatocytes de deuxième ordre, n'ayant pas la même valeur au point de vue chromosomien. A l'anaphase les fibres fusoriales sont bien visibles et, à l'un des pôles, l'hétérochromosome est encore en dehors de la masse des autosomes (Pl. 3, j).

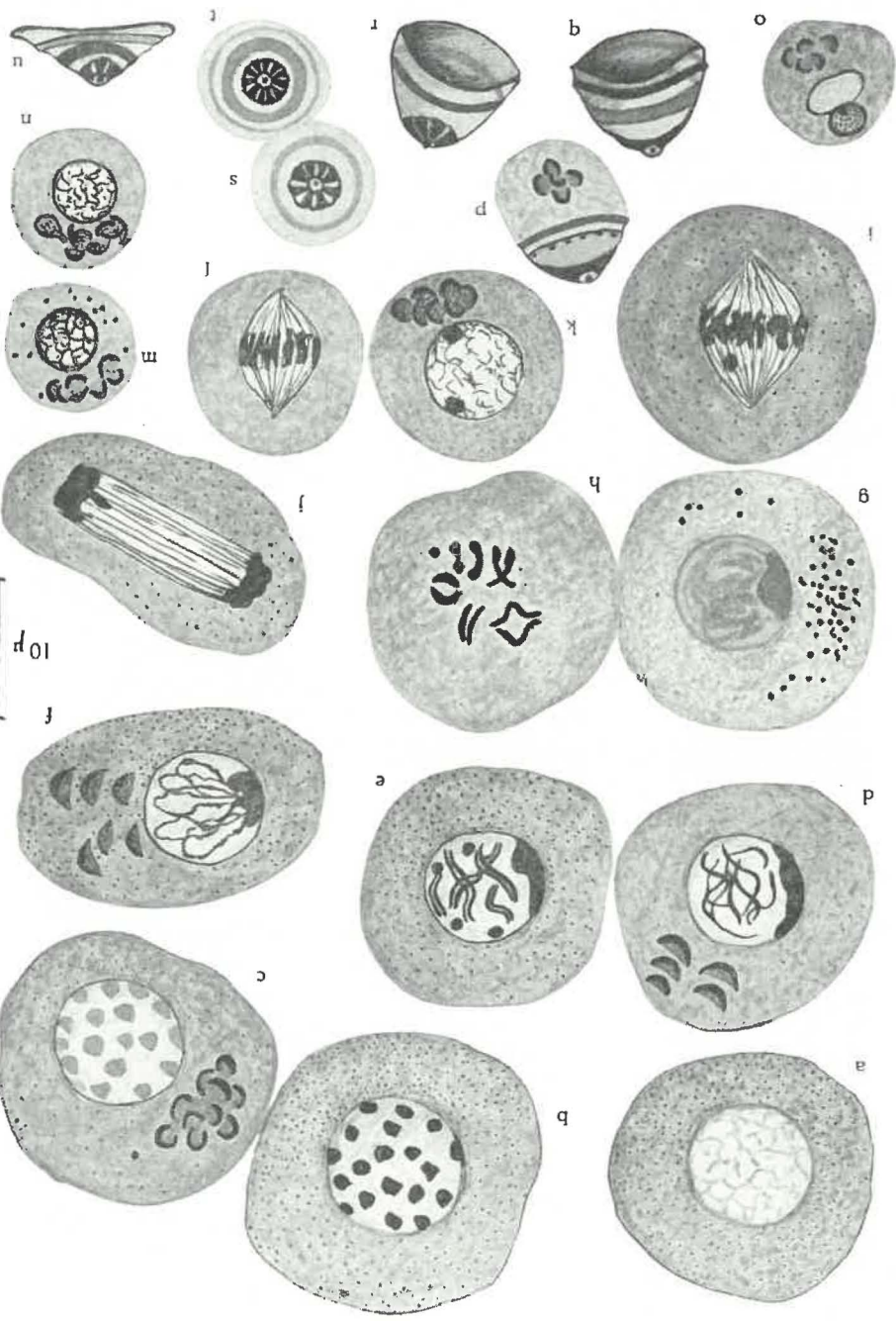
Le spermatocyte II, dont le noyau se reconstitue, est une cellule subsphérique d'environ 13 à 15 μ de diamètre. Il montre un noyau avec fins filaments de chromatine et, éparses, deux ou trois masses chromatiques plus importantes (Pl. 3, k). Les dictyosomes sont nombreux et groupés. Il doit se produire une fragmentation de certains des dictyosomes hérités du spermatocyte I. Les mitochondries sont toujours peu visibles.

La deuxième mitose de maturation montre une plaque équatoriale massive à fuseau très net. Il n'est pas possible de dénombrer les chromosomes,

Pl. 3. — *Spirostreptus virgator* SILVESTRI.

a — spermatogonie; b-c — spermatocytes I; d-e — spermatocytes I leptotène; f — stade en bouquet; g — mitochondries dans un spermatocyte I; h — tétrades; i — métaphase de la première mitose de maturation; j — anaphase; k — spermatocyte II; l — deuxième mitose de maturation; m — spermatide; n-o — formation de l'acrosome; p — spermie à un pôle de la cellule; q-r — spermatides creuses; s-t — spermatozoïdes de face; u — spermatozoïde vu de profil.

a, b, e, h, i, j, k — BOUIN FEULGEN; c, d, f, k, m à g, t, u — GRASSÉ; g, r, s — CHAMPY ALTMANN.



XXXII, 52 SUR LA SPERMATOGÈNESE DE NEUF MYRIAPODES DIPLOIDES

aussi n'avons-nous pu distinguer, chez cette espèce, les mitoses de spermatocyte II possédant l'hétérochromosome, de celles ne l'ayant pas (Pl. 3, 1).

La jeune spermatide possède un noyau sphérique à chromatine en fins filaments anastomosés. Elle montre un important amas de dictyosomes en écailles (Pl. 3, m). Le centrosome est le plus souvent en rapport avec la substance chromophile de l'amas dictyosomien et des grains mitochondriaux très fins sont épars dans le protoplasme. Pas plus que dans les espèces précédentes, nous n'avons ici formation d'un idiosome typique. Les dictyosomes restent distincts les uns des autres. L'acrosome, sur le bord duquel se voit le centrosome, est secrété par cet amas dictyosomien auquel il reste accolé (Pl. 3, n).

Le complexe acrosome-centrosome quitte ensuite le voisinage des dictyosomes formateurs et va s'accoler au noyau qu'il coiffera comme une calotte (Pl. 3, o). Les dictyosomes seront éliminés avec le protoplasme résiduel. Ils constituent à partir de ce moment le reliquat de Golgi.

L'ensemble noyau et acrosome se porte à un pôle de la cellule (Pl. 3, p). On voit alors très bien l'acrosome en calotte avec, à sa partie apicale, le centrosome dans une zone claire. Sous l'acrosome est le noyau qui tend à devenir discoïde et montre souvent, à sa périphérie, des granules encore distincts de chromatine. Les mitochondries se sont réunies pour constituer un anneau placé au-dessous du noyau. Nous n'avons pu suivre la formation de cet anneau mitochondrial, mais une fois en place il est nettement mis en évidence par les techniques cytologiques, fuchsine acide d'Altmann après fixation aux vapeurs d'acide osmiques par exemple.

La spermie se détache ensuite de son support de protoplasme. Comme chez *Spirostreptus castaneus* et *S. ibanda*, il se forme à ce moment une cavité à l'intérieur de la spermatide qui, en même temps, s'allonge. La spermatide séparée de son protoplasme résiduel montre, antérieurement, la calotte acrosomienne avec le centrosome, en dessous, le noyau qui est devenu annulaire et dont le centre est creux, puis l'anneau mitochondrial. Ces diverses formations sont réunies les unes aux autres par une mince couche de protoplasme (Pl. 3, q). La coloration par la fuchsine acide d'Altmann montre un acrosome fuchsinophile complexe, fait de zones alternativement fortement colorées et non colorées, rayonnant autour du centrosome antérieur. Outre l'acrosome, la fuchsine colore l'anneau mitochondrial (Pl. 3, r). Les mêmes éléments sont visibles lorsque la spermie est vue de face, par son pôle apical (Pl. 3, s). Les fixations et les colorations par la méthode de Grassé mettent aussi en évidence la complexité de l'acrosome. Mais cette méthode permet de voir l'anneau nucléaire légèrement coloré, situé entre l'acrosome et l'anneau mitochondrial (Pl. 3, t).

Finalement, le spermatozoïde s'aplatit et sa cavité disparaît en grande partie (Pl. 3, u). Malgré l'aplatissement, les divers constituants sont toujours bien distincts.

On peut observer, chez *Spirostreptus virgator*, des spermatides qui font leur évolution groupées par quatre ou par deux. Cela se produit lorsque

la division du protoplasme ne suit pas celle du noyau, soit à la première, soit à la deuxième mitose de maturation. Mais à la fin de la spermiogénèse, au moment de l'élimination du protoplasme résiduel, les spermatozoïdes deviennent solitaires.

4. — *Spirostreptus fossulatus* ATTEMS.

La spermatogénèse de *Spirostreptus fossulatus* se rapproche, dans ses grandes lignes, de celle des trois espèces de *Spirostreptus* que nous venons d'étudier. Elle en diffère cependant par quelques détails; c'est sur ces détails que nous insisterons ici.

Le noyau du spermatocyte I au repos montre, en son centre, un nucléole sphérique, alors que nous n'avons pas observé jusqu'ici de nucléole dans ces éléments (Pl. 4, a). Ces spermatocytes mesurent de 14 à 18 μ de diamètre, mais les noyaux n'ont que 8 μ . Dans le protoplasme s'observent deux à trois dictyosomes de grande taille (Pl. 4, b).

Pendant la prophase de la première mitose de maturation, le nucléole disparaît par fonte progressive. Nous le voyons encore au stade du bouquet (Pl. 4, b). Les extrémités des anses du bouquet sont orientées sur une masse chromatique appliquée contre la membrane nucléaire. Cette formation n'est pas le nucléole; elle représente probablement l'hétérochromosome qui est présent chez *Spirostreptus fossulatus*, ainsi que nous allons le voir. Dans le protoplasme des spermatocytes I, les mitochondries forment des chapelets de fins granules. Au stade du bouquet, on n'observe pas d'orientation des dictyosomes et des mitochondries par rapport à la figure chromatique.

Les filaments du leptotène redeviennent libres dans le noyau et se raccourcissent. Le nucléole n'est plus visible; seule persiste encore la masse chromatique appliquée contre la membrane nucléaire (Pl. 4, c). Les dictyosomes peu nombreux et de grande taille sont mélangés aux mitochondries, dont les chapelets de granules accolés forment des filaments longs et pelotonnés.

Il y a formation de 6 tétrades et un chromosome sexuel sphérique et petit se voit à l'écart de l'ensemble des tétrades (Pl. 4, d). À la métaphase, les tétrades sont disposées sur un fuseau à fibres bien visibles avec centrosomes aux deux pôles (Pl. 4, e).

Les spermatocytes de deuxième ordre ont, dans leur noyau, un ou deux nucléoles et leur protoplasme montre deux dictyosomes de grande taille en écaille (Pl. 4, f).

À la deuxième mitose de maturation, la plaque équatoriale est massive et, comme chez *Spirostreptus virgator*, nous n'avons pu distinguer les mitoses avec ou sans hétérochromosomes. Les fibres fusoriales sont épaisses et les centrosomes polaires bien visibles (Pl. 4, g).

Les spermatides ne montrent qu'un seul ou au plus deux gros dictyosomes. Lorsqu'il y en a deux, ils sont étroitement unis (Pl. 4, h).

L'acrosome se forme de la même façon que chez *Spirostreptus virgator* et le protoplasme contient un important reliquat de Golgi qui, finalement, sera éliminé. L'ensemble acrosome et noyau (Pl. 4, i) vient se placer à un pôle de la cellule. L'acrosome coiffe le noyau qui a pris une forme discoïde, mais dont la chromatine peut ne pas être encore homogène et montre des grains de chromatine fortement colorable, situés à la périphérie de la membrane nucléaire. Il est probable que chez *Spirostreptus fossulatus*, comme chez *S. castaneus* les mitochondries, au début de la spermiogenèse, forment un anneau entourant le disque puis l'anneau de chromatine. Nous n'avons pas pu suivre ici cette évolution du noyau et des mitochondries d'une façon aussi complète que chez *S. castaneus*, mais la similitude des images données dans les deux cas par la réaction de Feulgen, suivie d'une coloration au vert Lumière (Pl. 4, j) et par la coloration à la fuchsine acide d'Altmann, suivant une fixation aux vapeurs d'acide osmique, nous a permis de conclure à une identité des processus.

Finalement, la spermie se détache de son cytoplasme. Une élongation de l'élément se produit, qui a comme résultat de séparer l'anneau mitochondrial de l'anneau chromatique (Pl. 4, k).

Comme dans les trois espèces de *Spirostreptus* dont nous venons de décrire la spermatogenèse, la spermie est creuse. Vues de face, les spermatides colorées par la fuchsine de Schiff et le vert Lumière montrent un anneau de chromatine, ayant en son centre l'acrosome et le centrosome, et à sa périphérie l'anneau mitochondrial (Pl. 4, l). Après coloration par la fuchsine acide d'Altmann, cette même spermie, vue de face, montrera seulement l'acrosome coloré par la fuchsine et l'anneau mitochondrial (Pl. 4, m).

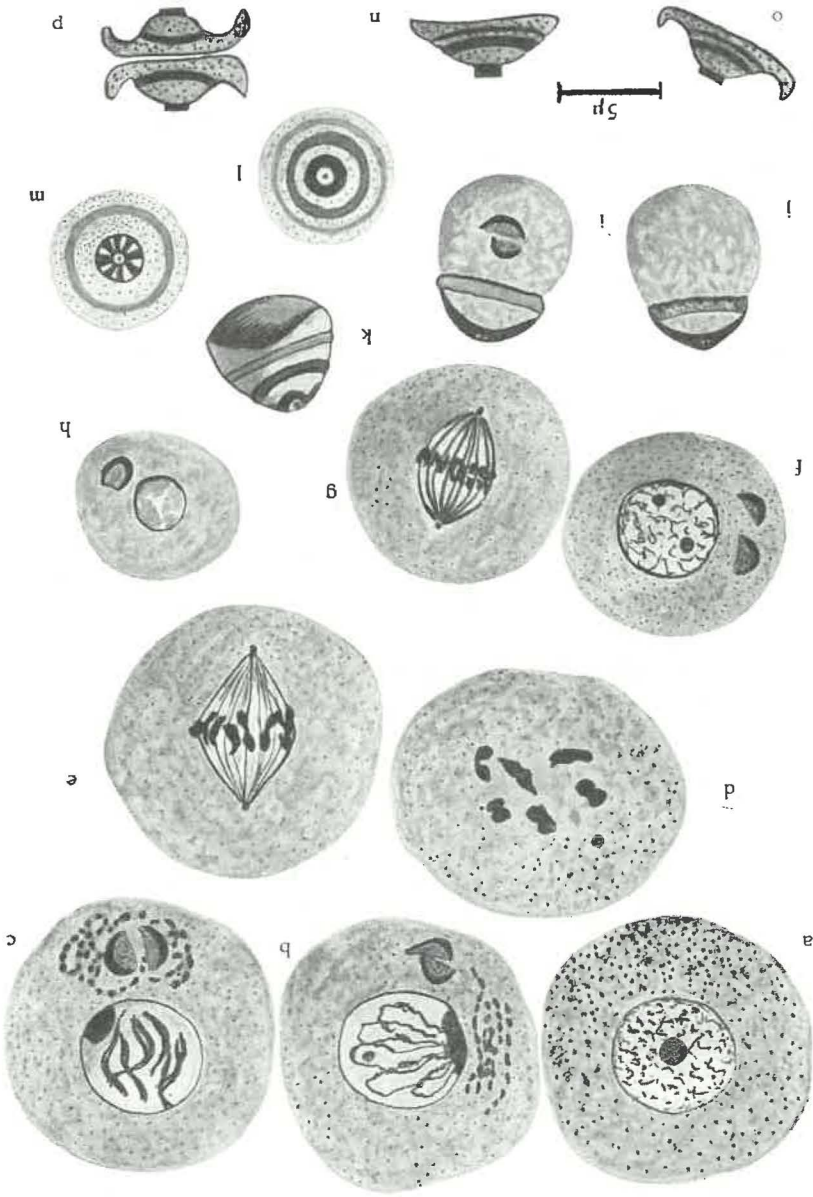
Chez *Spirostreptus fossulatus*, l'acrosome peut être subdivisé par des cloisons rayonnantes. Le spermatozoïde s'aplatit (Pl. 4, n) et la partie antérieure de l'acrosome, correspondant au point où se trouve le centrosome antérieur, peut faire saillie. Le protoplasme situé à la périphérie de la spermie se replie, entourant le spermatozoïde d'une sorte de muraille (Pl. 4, o).

Il existe chez *Spirostreptus fossulatus* de nombreuses spermatides en évolution groupées par deux ou par quatre. Le mécanisme de la formation de ces éléments est le même que pour les espèces précédentes de *Spiro-*

Pl. 4. — *Spirostreptus fossulatus* ATTEMS.

a — spermatocyte I; b — prophase de la première mitose de maturation, stade en bouquet; c — leptotène; d — tétrades; e — métaphase de la première mitose de maturation; f — spermatocyte II; g — deuxième mitose de maturation; h — spermatide; i-j — spermies à un pôle de la cellule; k — spermatide creuse détachée et décontractée; l-m — spermatozoïdes vus de face; n-o — spermatozoïdes vus de profil; p — spermatozoïdes couplés.

d, g, j, k, l, p — BOUIN FEULGEN; a, b, c, e, f, h, i, n, o — GRASSÉ; m — CHAMPY ALTMANN.



streptus. La division plasmatique n'a pas suivi la division nucléaire, soit à la première, soit à la deuxième mitose de maturation. Finalement, toutes les spermatides achèvent leur développement solitaire. Mais, en fin d'évolution les spermatozoïdes peuvent se coupler secondairement deux par deux. Les acrosomes des deux spermatozoïdes sont alors opposés (Pl. 4, p). Cette union des spermies deux à deux n'est cependant pas ici un phénomène constant comme il l'est par exemple chez *Scaphio-streptus obesus* (TUZET, VOGELI et MANIER 1955).

Genre SCAPHIOSTREPTUS.

1. — *Scaphiostreptus acuticonus* ATTEMS.

Parvenus au terme de leur accroissement, les spermatocytes I de *Scaphiostreptus acuticonus* sont de grandes cellules de 23 μ de diamètre environ, avec un noyau de 12 μ montrant des grains de chromatine assez réguliers, épars dans le suc nucléaire (Pl. 5, a). Dans le voisinage du noyau est un amas fait d'une douzaine de beaux dictyosomes en écaille avec substance chromophile externe et chromophobe interne (Pl. 5, b). Ils sont d'abord épars dans le cytoplasme, puis se groupent. Dans leur voisinage se tient le centrosome (Pl. 5, b).

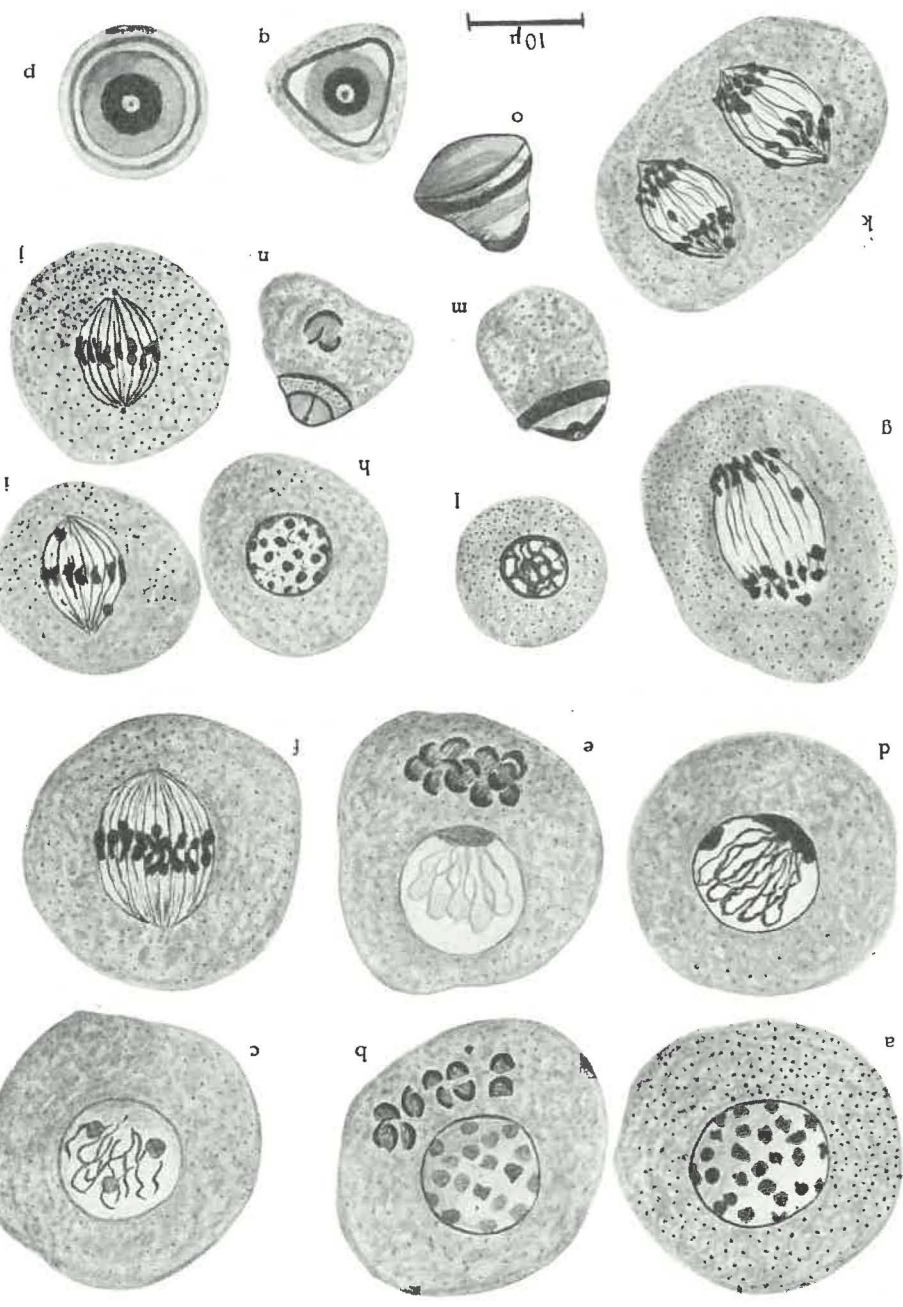
A la prophase de la première mitose de maturation, au stade leptotène, parmi les chromosomes filamenteux se distinguent généralement trois sphérules de chromatine (Pl. 5, c) qu'on ne peut confondre avec des nucléoles car elles sont positives après la réaction de Feulgen. Ensuite, on n'en distingue plus que deux, appliquées contre la membrane nucléaire. C'est vers l'une d'elle que s'orientent les extrémités des anses du bouquet (Pl. 5, d). L'amas des dictyosomes vient se placer au pôle de la cellule, correspondant à celui vers lequel s'orientent les anses du leptotène (Pl. 5, e). Durant cette première mitose de maturation, le nombre des tétrades nous a paru être le 12, plus un hétérochromosome (Pl. 5, f et g).

Le noyau du spermatocyte II se reforme et reprend l'état quiescent (Pl. 5, h). Il montre des sphérules de chromatine assez régulières, dispersées dans tout le noyau. La deuxième mitose de maturation montre deux aspects différents, suivant que l'on est en présence d'un spermatocyte II

Pl. 5. — *Scaphiostreptus acuticonus* ATTEMS.

a-b — spermatocyte I; c — stade leptotène; d-e — stade en bouquet; f — métaphase; g — anaphase; h — spermatocyte II; i-j — deuxième mitose de maturation; k — mitoses de spermatocytes II dans un protoplasme indivis; l — spermatide jeune; m-n — spermatides à un pôle de la cellule; o — spermie creuse; p-q — spermatozoïdes.

a, c, d, f à m — BOUIN FEULGEN; b, e, n, p, q — GRASSÉ; o — CHAMPY ALTMANN.



dont la formule chromosomienne est $n + X$ ou n . Dans le cas du spermatocyte II avec hétérochromosome, on voit ce dernier, qui est divisé avant les autosomes, gagner, dès la métaphase, les pôles du fuseau (Pl. 5, i). Dans le cas du spermatocyte II sans hétérochromosomes on ne voit que des autosomes sur la plaque équatoriale (Pl. 5, j). On peut observer les deux types de deuxième mitose de maturation côte à côte, dans un protoplasme indivis, lorsque, après la première mitose de maturation la division protoplasmique n'a pas suivi celle du noyau (Pl. 5, k).

La spermatide jeune mesure 8 à 9 μ et son noyau seulement 4 μ (Pl. 5, l). Revenu à l'état de repos ce noyau est occupé par un réticulum chromatique dense.

Contrairement à ce que nous avons observé chez *Scaphiostreptus obesus* (1955), les mitochondries sont peu visibles dans la spermatide de *Scaphiostreptus acuticonus*, comme d'ailleurs pendant toute la spermatogénèse. Nous n'avons pu suivre la formation de l'anneau mitochondrial; il est possible que le processus soit le même que chez *Scaphiostreptus obesus*. Mais ici, tout l'idiosome n'est pas employé pour former l'acrosome. Il y a un reliquat de Golgi important, ce qui est peut-être dû au grand développement des dictyosomes dans cette espèce.

Le noyau de la spermatide prend une forme ovoïde, puis se condense et se porte vers la périphérie de la cellule. La réaction de Feulgen nous a permis de bien suivre le processus (Pl. 5, m). L'acrosome est formé au-dessus de ce noyau par l'idiosome, fait par l'union des dictyosomes. Cet acrosome (Pl. 5, n) porte à sa partie apicale le centrosome antérieur, qui donne naissance à un prolongement qui traverse l'acrosome. Nous avons déjà trouvé des images semblables chez *Scaphiostreptus obesus*. Le reliquat de Golgi, sous forme de dictyosomes distincts les uns des autres, est dans le protoplasme.

La coloration à la fuchsine d'Altmann nous a montré l'anneau mitochondrial en dessous du noyau.

La spermie va se détacher du cytoplasme résiduel. A ce moment, comme chez les diverses espèces de *Spirostreptus* que nous venons de décrire, le départ du cytoplasme laisse un espace vide au centre de la spermie. Celle-ci montre la coiffe acrosomienne avec le centrosome antérieur, la chromatine annulaire et l'anneau mitochondrial, le tout réuni par une mince couche protoplasmique (Pl. 5, o). A ce stade, vue de face, la spermie se montre faite de cercles concentriques (Pl. 5, p). Au centre le granule sidérophile qui représente le centrosome, puis l'acrosome. Autour de l'acrosome, le noyau et enfin l'anneau mitochondrial. Le spermatozoïde s'aplatit et subit une contraction. Finalement, il se replie suivant une forme triangulaire (Pl. 5, q). La spermie prend la forme d'un triangle équilatéral dont l'arête mesure 9 μ .

Ce spermatozoïde triangulaire est bien différent de celui de *Scaphiostreptus obesus*; par contre il se rapproche beaucoup de celui de *Mardonius piceus*, autre *Spirostreptidae* Africain dont nous avons déjà décrit la spermatogénèse (TUZET, MANIER et VOGELI 1956).

2. — *Scaphiostreptus sjöstedti* PORAT.

Chez *Scaphiostreptus sjöstedti*, le début de la spermatogénèse se rapproche de ce que nous venons de décrire pour *S. acuticonus*. Le spermatocyte I encore au repos, montre de la chromatine en gros granules épars dans le noyau (Pl. 6, a). Les dictyosomes sont groupés à un pôle de la cellule et le centrosome est dans leur voisinage (Pl. 6, b). La première mitose de maturation montre 6 tétrades et un hétérochromosome (Pl. 6, c). Les spermatocytes II revenus au repos possèdent quatre à cinq dictyosomes groupés à un pôle du noyau (Pl. 6, d).

Comme chez *Scaphiostreptus acuticonus* il existe deux types de deuxième mitose de maturation. Un correspondant au spermatocyte II qui a reçu l'hétérochromosome (Pl. 6, e) et l'autre au spermatocyte II sans hétérochromosome (Pl. 6, f).

La jeune spermatide, qui mesure environ $10\ \mu$ de diamètre, lorsqu'elle est à peu près sphérique, montre un petit noyau à chromatine finement granuleuse et deux gros dictyosomes réunis. Le centrosome est bien visible, par contre les mitochondries sont difficiles à mettre en évidence (Pl. 6, g).

Le noyau devient peu à peu homogène et prend un aspect picnotique. Le centrosome se met en rapport avec la substance chromophobe de l'idiosome. Car, chez *Scaphiostreptus sjöstedti* l'union des deux dictyosomes devient intime et l'on est en présence d'un idiosome typique, avec substance chromophile continue, entourant la substance chromophobe (Pl. 6, h). Cet idiosome donne naissance à un volumineux acrosome qui vient s'accoler au noyau qui s'est aplati. A la partie antérieure de l'acrosome est le centrosome et, dans le voisinage du noyau, surmonté de l'acrosome, se voit le reliquat de Golgi (Pl. 6, i). Ce dernier peut être sous l'aspect d'une masse unique, ou de deux dictyosomes voisins (Pl. 6, j). Le complexe centrosome, acrosome et noyau se porte à la périphérie de la spermatide (Pl. 6, k) et finalement le centrosome fait saillie à la surface de la cellule (Pl. 6, l).

Nous n'avons pu suivre chez *Scaphiostreptus sjöstedti* l'évolution des mitochondries qui se montrent comme des granules de petites tailles, difficiles à colorer.

Finalement, le cytoplasme résiduel est rejeté et nous observons, comme chez *Scaphiostreptus acuticonus*, une spermie creuse en forme de bonnet (Pl. 6, m) avec l'acrosome antérieur, en dessous l'anneau de chromatine et un mince anneau mitochondrial. Ces différentes parties sont bien séparées les uns des autres par l'élongation de la spermie au moment de l'élimination du cytoplasme résiduel.

Vu de face, nous voyons les cercles concentriques caractéristiques des spermatozoïdes de *Spirostreptus* et de *Scaphiostreptus* (Pl. 6, n). Au centre le centrosome antérieur, puis l'acrosome, le noyau et enfin à la périphérie l'anneau mitochondrial.

La spermatide se tasse et le spermatozoïde mûr est très aplati et mesure environ $10\ \mu$ de long (Pl. 6, o). Ses bords sont légèrement relevés, comme pour entourer l'acrosome.

Chez *Scaphiostreptus sjöstedti* les spermatides peuvent évoluer solitaires ou groupées par 2 ou par 4, suivant le moment où la division protoplasmique a été bloquée. Finalement, les spermies deviennent toutes solitaires au moment de l'élimination du cytoplasme résiduel. Les spermatozoïdes mûrs ne se couplent jamais secondairement.

Les Iulides dont nous allons maintenant étudier la spermatogénèse appartiennent toujours à l'ordre des *Spirostrepsida*, mais à la famille des *Odontopygidae*.

Genre *HAPLOTHYSANUS*.

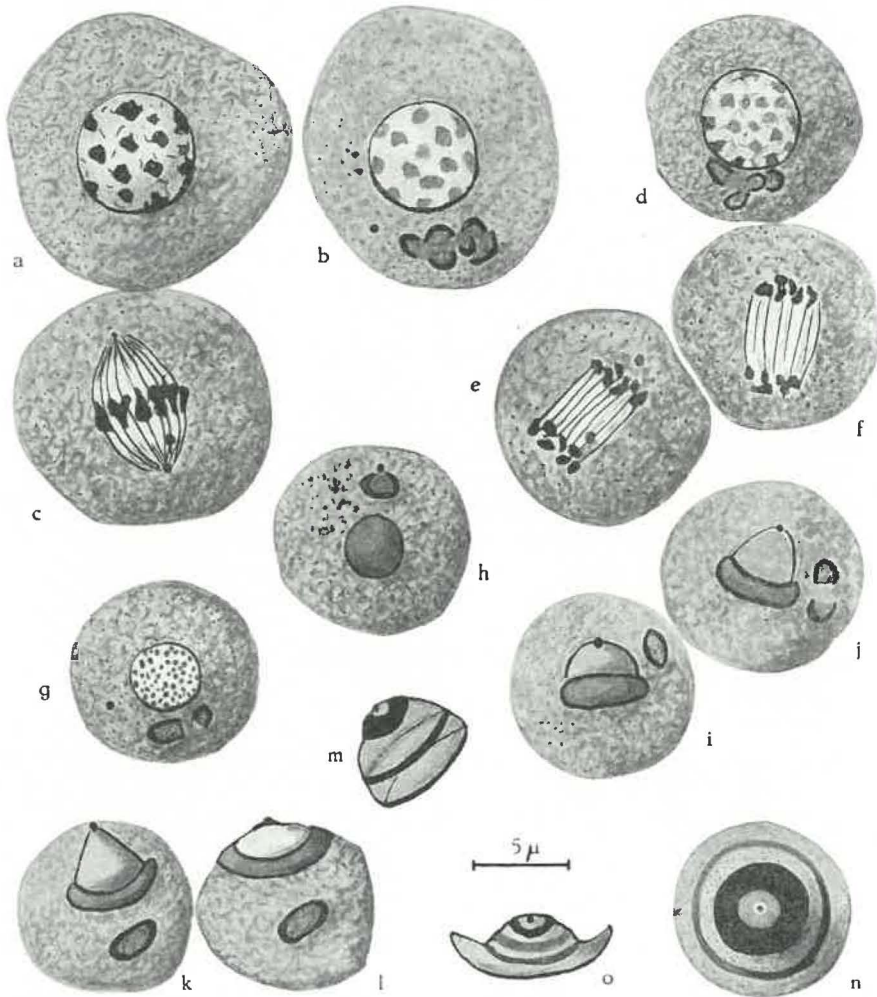
Haplothysanus emini CARL.

A la fin de leur accroissement, les spermatocytes I d'*Haplothysanus emini* mesurent de 13 à $15\ \mu$ de diamètre; leur noyau montre quelques blocs de chromatine épars sur un réseau bien visible et des plaques de chromatine périphériques, appliquées contre la membrane nucléaire (Pl. 7, a). Le protoplasme contient des dictyosomes de grande taille toujours groupés, au nombre de 3 ou 4 (Pl. 7, b). Le grain centrosomien, contenu dans une zone archoplasmique claires est bien visible. Une zone fibrillaire peut s'observer en un point du protoplasme. Nous ne sommes pas fixés sur la nature de ces fibrilles; leur position dans le voisinage du centrosome permet de les rapprocher du centrofusome au sens de HIRSCHLER (1935). Des grains mitochondriaux viennent s'accoler à ces fibres, ainsi que nous l'ont montré les colorations à la fuchsine acide d'Altmann.

Au stade préleptotène, des dictyosomes doivent se fusionner, car nous n'avons plus alors, dans le voisinage du noyau, que deux gros dictyosomes en croissant. Près d'eux s'observe le centrosome et des amas de fins grains mitochondriaux (Pl. 7, c).

Le noyau du spermatocyte I va alors montrer les stades de la prophase de la première mitose de réduction. Les aspects du noyau sont semblables à ceux que nous avons déjà décrits chez les *Spirostreptus* et les *Scaphiostreptus*. On voit apparaître les filaments chromatiques du leptotène, d'abord pelotonnés (Pl. 7, d). Les anses doubles se forment et orientent leurs extrémités par rapport à une plaque chromophile placée à la périphérie du noyau. Les dictyosomes s'orientent de la même façon; on les trouve toujours à ce pôle, au-dessous de la plaque sidérophile (Pl. 7, e).

Les tétrades massives qui se forment ensuite, nous ont paru être au nombre de 6. La formule chromosomienne serait donc chez *Haplothysanus emini* $2n = 12$. Nous n'avons pas observé de chromosome sexuel, mais



Pl. 6. — *Scaphiostreptus sjöstedti* PORAT.

a-b — Spermatocyte I; c — première mitose de maturation; d — spermatocyte II; e-f — deuxième mitose de maturation; g à j — évolution de la spermatide; k-l — spermie à un pôle de la cellule; m — spermie creuse détachée; n — spermatozoïde vu de face; o — spermatozoïde vu de profil.

a, c, e, f — BOUIN FEULGEN; b, d, g, h à o — GRASSÉ.

il est possible que cet hétérochromosome existe et ait échappé à nos observations.

À la métaphase, alors que les tétrades forment encore la plaque équatoriale, les dictyosomes s'acheminent vers les pôles. On en observe deux à chaque pôle du fuseau. Chacun provient d'un des dictyosomes du spermatocyte qui s'est scindé en deux. Des mitochondries granuleuses sont éparses à la périphérie du fuseau, qui est net, avec, à ses extrémités, centrosome et aster (Pl. 7, g). On assiste alors à l'ascension anaphasique (Pl. 7, h). Finalement, deux stocks de chromatine se constituent aux extrémités du fuseau (Pl. 7, i) et les deux spermatocytes II sont formés (Pl. 7, j). Leur taille est de $9\ \mu$ environ. Nous n'avons pas vu de spermatocytes II dont le noyau soit revenu à l'état quiescent. Nous n'osons pas affirmer que ce stade n'existe pas, puisque nous l'observons dans les autres espèces étudiées. Ce stade peut être ici très fugace et nous avoir échappé.

La deuxième mitose de maturation (Pl. 7, k) se distingue immédiatement de la première par sa taille, qui est plus petite, et aussi par l'aspect plus massif de la plaque équatoriale. À l'anaphase, lorsque les stocks chromosomiques des spermatides sont bien séparés (Pl. 7, l) on observe souvent à la périphérie de la cellule, des striations radiaires semblables à celles que nous retrouverons dans le spermatozoïde. Comme celles des spermatocytes I, elles sont peut être de nature fusonale. À ce moment, la division protoplasmique peut se produire ou non; on observe de nombreuses spermatides doubles.

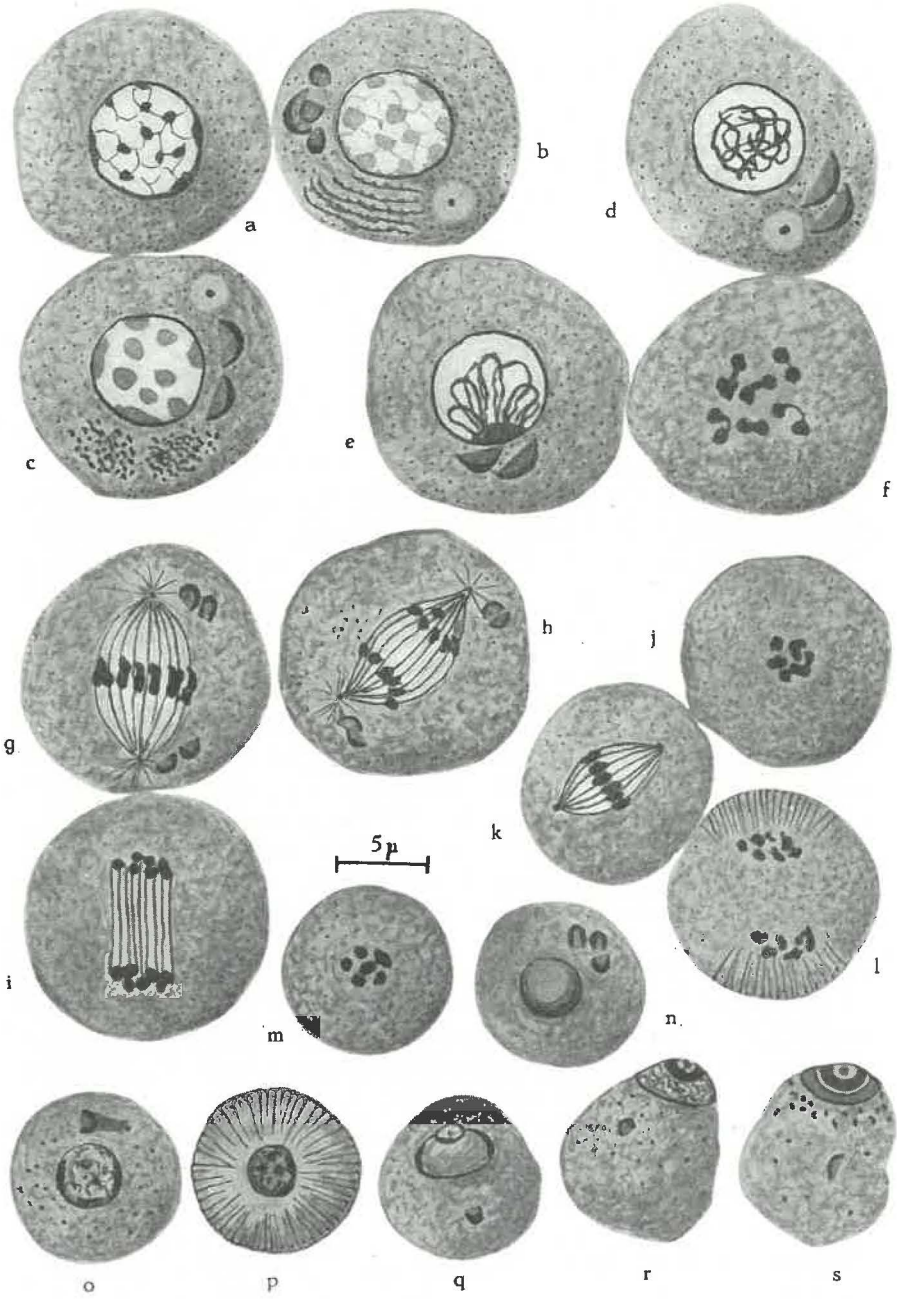
Les jeunes spermatides sont des cellules arrondies, mesurant environ $9\ \mu$ de diamètre. Leur chromatine, d'abord en blocs isolés ayant gardé l'aspect de chromosomes (Pl. 7, m), forme ensuite une vésicule nucléaire (Pl. 7, n). Dans leur protoplasme s'observent généralement deux, quelquefois trois dictyosomes séparés et des mitochondries granuleuses, éparses dans toute la cellule. Les dictyosomes se groupent pour former l'idiosome, car nous trouvons chez *Haplothysanus emini* un idiosome, en masse unique, fait de substance chromophile externe et chromophobe interne contenant le centrosome. Cet idiosome donne naissance à un prolongement acrosomien à l'intérieur duquel vient se loger le centrosome (Pl. 7, o).

À ce stade, on observe dans le cytoplasme de certaines spermatides les stries radiaires rayonnant autour du noyau, semblables à celles que

Pl. 7. — *Haplothysanus emini* CARL.

a à c — spermatocyte I; d-e — leptotène; f — tétrades; g — métaphase; h — anaphase; j — spermatocyte II; k-l — deuxième mitose de maturation; m à p — jeunes spermatides; q — formation de la spermie; r-s — spermies se portant à un pôle de la cellule.

a, f, i, j, k, m, r — BOUIN FEULGEN; b, c, d, e, g, h, l, n, o, p, q, s — GRASSÉ.



nous avons déjà signalé à la fin de la deuxième mitose de maturation (Pl. 7, p).

L'acrosome vient s'appliquer à un des pôles du noyau; il contient le centrosome. Le reliquat de Golgi de petite taille, fait d'un unique élément, dans lequel on distingue encore nettement les deux substances chromophile et chromophobe, se tient dans le protoplasme.

Le complexe formé par l'acrosome, le centrosome et le noyau, vient se placer à un pôle de la cellule. A ce moment le noyau en disque épais a encore l'aspect granuleux (Pl. 7, r). De fins granules, représentant, pensons-nous, les mitochondries, sont éparses dans le protoplasme (Pl. 7, s).

La spermatide va ensuite se séparer de son protoplasme résiduel contenant le reliquat de Golgi.

Comme chez les *Spirostreptus* et les *Scaphiostreptus*, l'élimination du protoplasme laisse la spermatide creuse, faite de l'acrosome en capuchon, du noyau qui, de discoïde est devenu annulaire et de mitochondries granuleuses qui sont encore éparses dans la couche protoplasmique conservée par la spermatide. L'anneau mitochondrial se forme chez *Haplothyshanus emini*, tardivement.

Après élimination du cytoplasme résiduel les stries protoplasmiques deviennent bien visibles, que l'on observe la spermatide de face (Pl. 8, a) ou de côté (Pl. 8, b). Ces stries rayonnent autour de l'acrosome et sont logées dans la mince couche de protoplasme qui tapisse la spermie.

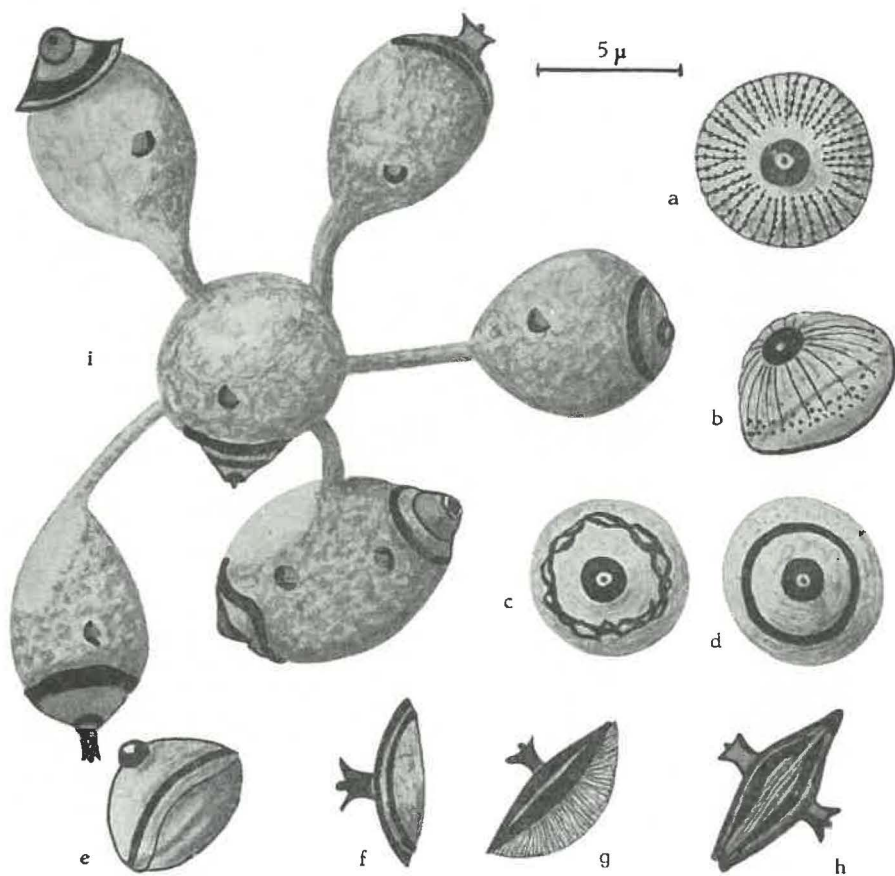
Grâce à la coloration par la fuchsine acide d'Altmann après une fixation par les vapeurs d'acide osmique, nous avons pu suivre l'évolution de ces stries et leur rôle dans la formation de l'anneau mitochondrial. Les granules mitochondriaux viennent se disposer en file sur les stries rayonnantes (Pl. 8, a). Puis, abandonnant la partie antérieure des stries, elles se regroupent pour former un anneau situé vers la périphérie de la spermie (Pl. 8, b). Finalement, les stries s'estompent et l'anneau mitochondrial hétérogène et d'aspect vésiculeux (Pl. 8, c) finit par devenir homogène (Pl. 8, d).

Vue de côté, la spermatide a l'aspect d'un bonnet à pompon, l'acrosome forme le pompon, l'anneau mitochondrial est en bordure de la partie évasée (Pl. 8, e). La spermatide s'aplatit, sa cavité devient alors presque nulle. Certains de ces éléments peuvent encore montrer des restes de leurs stries protoplasmiques (Pl. 8, g).

L'acrosome du spermatozoïde (Pl. 8, f) a l'aspect d'une courte colonne surmontée d'un chapiteau plat, avec un granule saillant, le centrosome. Sous l'acrosome est l'anneau de chromatine, puis l'anneau mitochondrial.

En fin d'évolution les spermatozoïdes se couplent souvent deux à deux; leurs anneaux mitochondriaux sont face à face et les acrosomes opposés (Pl. 8, h).

Comme il arrive fréquemment chez les Diplopodes, les spermatides peuvent évoluer couplées, lorsque la division cytoplasmique n'a pas suivi



Pl. 8. — *Haplothysanus emini* CARL.

a — spermatide libre vue de face; b — spermatide vue de profil; c-d — formation de l'anneau mitochondrial; e — spermatide en forme de bonnet creux; f-g — spermatozoïdes mûrs; h — spermatozoïdes couplés; i — spermatides réunies par des ponts cytoplasmiques.

a à f, i — CHAMPY ALTMANN; g-h — GRASSÉ.

celle du noyau à la deuxième mitose de maturation. Il existe aussi des spermatides quadruples et enfin, ce qui est rare chez les Iulides, des groupes plus nombreux de spermatides en développement. Ce sont des sortes de cytophores dont les éléments sont réunis par des ponts cytoplasmiques (Pl. 8, i).

Nous pensons qu'ici, ces groupements sont secondaires et peuvent s'établir entre cellules voisines au même stade de développement. À moins que l'union persiste depuis les divisions goniales, ce qui n'est pas, à priori, impossible.

Genre *PRIONOPETALUM*.

Prionopetalum megalacanthum ATTEMS.

Chez l'*Odontopygidae*, *Prionopetalum megalacanthum*, le spermatocyte de premier ordre est une cellule de forme subsphérique, d'environ 17 μ de diamètre. Le noyau, relativement gros, a 10 μ de diamètre. Il montre un réseau à larges mailles sur lesquelles sont disséminés des blocs de chromatine (Pl. 9, a).

Dans le protoplasme, s'observe un gros corps de Golgi fait d'une dizaine de dictyosomes réunis. La substance chromophile est en bâtonnets ou en croissants, la substance chromophobe de chacun des éléments s'est unie à celle des dictyosomes voisins et forme une plage continue.

Une masse de chromatine condensée s'applique contre la membrane nucléaire (Pl. 9, b), le reste de l'area nucléaire étant encore réticulé. À ce moment, l'aspect des dictyosomes change : ils sont moins nombreux, plus gros et disposés en deux séries parallèles faites chacune de 2, 3 ou 4 dictyosomes superposés, à substance chromophile légèrement arquée. La substance chromophobe est toujours bien distincte de la chromophile.

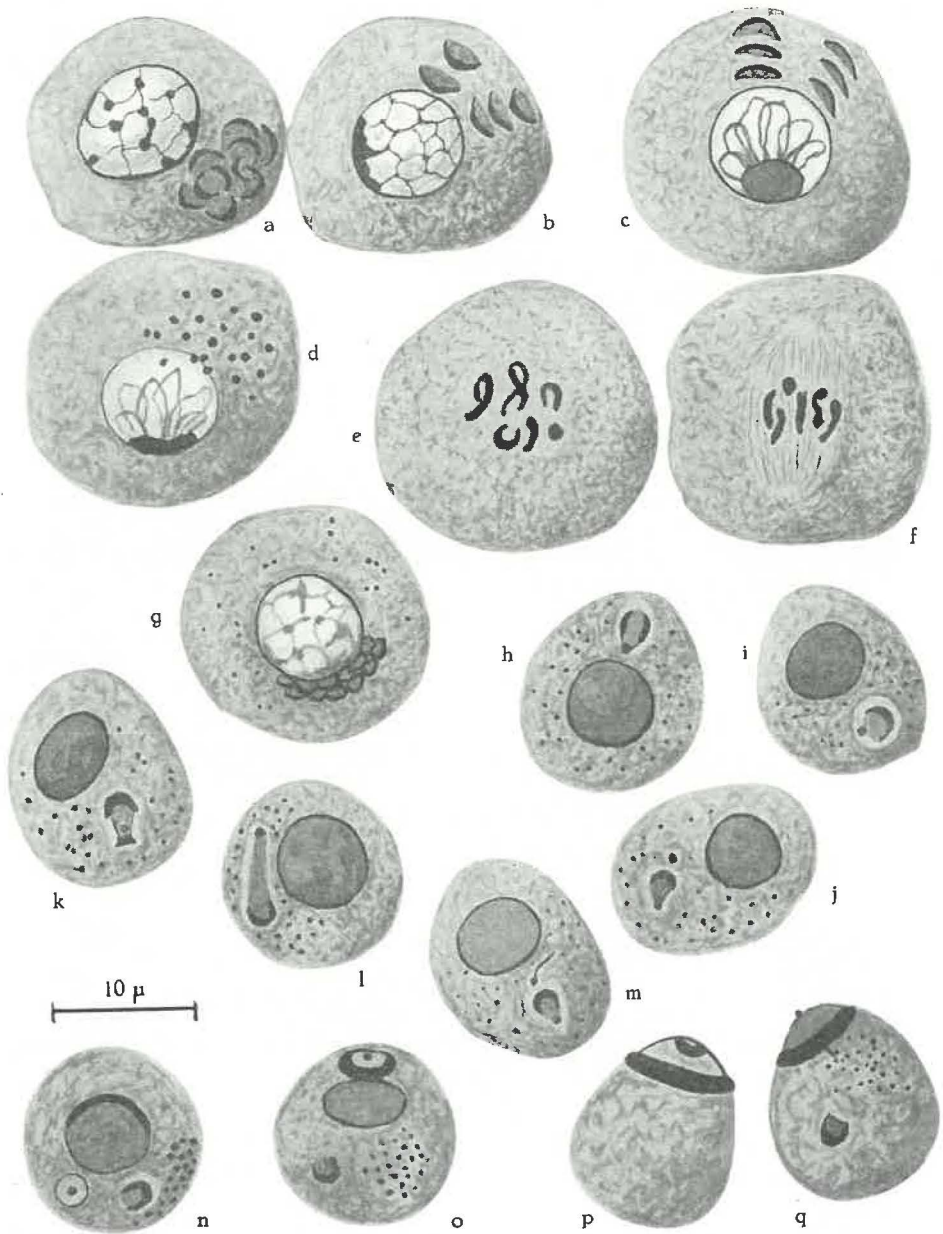
Nous retrouvons là un comportement des dictyosomes semblable à celui déjà décrit chez *Spirostreptus virgator*. Les filaments du leptotène apparaissent, ils forment des anses doubles, dont les extrémités libres s'orientent vers la masse chromatique placée contre la membrane nucléaire. Comme chez *Spirostreptus virgator*, les dictyosomes se placent à l'opposé du point de convergence des anses (Pl. 9, c).

Dans ce spermatocyte I, les mitochondries sont sous forme de granules épars dans le cytoplasme, ainsi que le montre la coloration à la fuchsine acide d'Altmann (Pl. 9, d).

Pl. 9. — *Prionopetalum megalacanthum* ATTEMS.

a-b — spermatocyte I; c — leptotène; d — mitochondries éparses dans le cytoplasme; e — tétrades; f — métaphase de la première mitose de maturation; g — spermatocyte II; h à n — jeunes spermatides, formation de l'acroosome; o à q — spermatides placées à un pôle de la cellule.

a à c, g à o, q — GRASSÉ; d — CHAMPY ALTMANN; e, f, p — BOUIN FEULGEN.



Les tétrades se constituent et la membrane nucléaire disparaît (Pl. 9, e). Au moment de la métaphase les fibres fusoriales sont peu visibles (Pl. 9, f). Les tétrades sont au nombre de 6 et nous n'avons pu distinguer d'hétérochromosome.

Le spermatocyte II (Pl. 9, g) dont le noyau revient à l'état de repos, montre de petits dictyosomes accolés les uns aux autres, et généralement très proches du noyau. Les mitochondries ont toujours l'aspect de granules.

La deuxième mitose de maturation est normale, homéotypique et donne naissance à deux spermatides.

Au cours de la spermiogenèse on peut observer des spermatides groupées par quatre, la division protoplasmique ne s'étant pas produite après la première mitose de maturation. Ces associations sont rares.

Plus nombreuses sont les spermatides couplées, résultant de la non-division du protoplasme après la deuxième mitose de maturation. La plus grande partie des spermatides sont solitaires.

Après la deuxième mitose de maturation, le noyau de la spermatide revient à l'état quiescent (Pl. 9, h). Les dictyosomes hérités du spermatocyte II se réunissent pour former un idiosome typique, dont la substance chromophile est en rapport avec un gros centrosome. On peut distinguer tout d'abord 2 ou 3 écailles chromophiles à la périphérie de l'idiosome (Pl. 9, h) puis la substance chromophile devient continue (Pl. 9, i). Des mitochondries granuleuses sont éparses dans le protoplasme.

Il se produit ensuite un dédoublement du centrosome. Un des granules fils reste en rapport avec la substance chromophile de l'idiosome, l'autre devient libre dans le protoplasme (Pl. 9, j).

A partir de ce moment, on différencie mal ce dernier centrosome des autres granules du cytoplasme et nous n'avons pu suivre son évolution ultérieure.

La substance chromophile de l'idiosome va croître en entraînant à sa périphérie le centrosome antérieur (Pl. 9, k et l). On peut observer des images de formation de l'acrosome semblables à celles décrites chez le Gastéropode prosobranche *Cerithium vulgatum* (TUZET 1930). L'acrosome se sépare de l'idiosome et se présente alors comme une sphérule renfermant en son centre le centrosome (Pl. 9, n).

Nous avons observé à diverses reprises dans les jeunes spermatides des filaments, sortes de courts flagelles, prenant naissance à partir du centrosome qui est resté libre dans le cytoplasme (Pl. 9, m). Mais nous n'avons pu suivre le sort ultérieur de ces dérivés.

La sphérule acrosomienne va s'appliquer sur le noyau. Celui-ci, devenu ovoïde et coiffé de son acrosome contenant le centrosome, gagne la périphérie de la spermatide (Pl. 9, o). Dans le protoplasme s'observent le reliquat de Golgi et des mitochondries granuleuses.

L'acrosome fait ensuite légèrement saillie à la surface de la cellule et le noyau prend une forme discoïde (Pl. 9, p). A sa partie postérieure se distingue un petit élément correspondant, peut-être, au centrosome postérieur (Pl. 9, q).

Puis le spermatozoïde se détache de l'important reliquat cytoplasmique qui contient le reste de Golgi.

Le départ du protoplasme libère une spermie creuse, montrant l'acrosome antérieur formant coiffe terminale, ayant en dessous un anneau de chromatine (Pl. 10, a). Le tout est entouré de protoplasme. Les processus conduisant à la formation de l'anneau mitochondrial sont les mêmes que chez *Haplothysanus emini*.

Les granules mitochondriaux se disposent sur des fibrilles protoplasmiques qui rayonnent autour de l'acrosome. Ces fibrilles sont bien visibles, que l'on observe la spermie vue de côté (Pl. 10, b), ou vue de face (Pl. 10, c). Les stries s'estompent et les granules mitochondriaux s'organisent en un anneau presque périphérique (Pl. 10, d). Les grains mitochondriaux s'unissent et on finit par avoir un anneau homogène (Pl. 10, e et f), que l'on voit bien aussi à la périphérie de la spermie creuse (Pl. 10, g).

L'acrosome est coloré, comme les mitochondries, par la fuchsine acide d'Altmann. En son centre se tient une petite vacuole claire correspondant au centrosome antérieur non coloré (Pl. 10, f). Finalement, le spermatozoïde s'aplatit et l'acrosome a l'aspect d'une courte colonne surmontée d'un chapiteau aplati, aspect que nous avons déjà vu chez *Haplothysanus emini* (Pl. 10, h).

A la fin de son évolution le spermatozoïde subit une contraction; il ne mesure plus que 9μ dans son plus grand diamètre, alors qu'il en mesurait auparavant 12 à 13.

Les spermatozoïdes, qu'ils soient fixés et colorés par la méthode de Grassé, ou fixés par les vapeurs d'acide osmique et colorés à la fuchsine acide d'Altmann, nous ont montré une même structure acrosomienne complexe.

L'acrosome est compartimenté par des sortes de cloisons rayonnant autour du centrosome (Pl. 10, i et j). Cette structure rappelle tout à fait celle que nous avons déjà observée chez *Spirostreptus castaneus* et *Spirostreptus virgator* par exemple.

Lorsqu'ils ont achevé leur évolution, les spermatozoïdes peuvent se coupler deux à deux (Pl. 10, k). Les deux anneaux mitochondriaux sont face à face et les acrosomes tournés vers l'extérieur.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, on peut observer des spermatides évoluant groupées par quatre (Pl. 10, l) ou par deux (Pl. 10, m). Dans les deux cas, chacun des noyaux constitue une énergide tenant sous sa dépendance les mêmes éléments (centrosomes, dictyosomes et mitochondries) que celui d'une spermatide évoluant avec un seul noyau.

Finalement, après perte du reliquat cytoplasmique, les spermatozoïdes sont tous isolés. Ils se couplent ensuite deux à deux, mais c'est un phénomène secondaire, intervenant lorsque l'évolution est terminée.

Le Myriapode diplopode dont nous allons décrire maintenant la spermatogénèse appartient à l'ordre des *Spirobolida* et à la famille des *Spirobolidae*. Ainsi que nous allons le voir, la spermatogénèse dans ses grandes lignes est semblable à celle des Diplopoïdes de l'ordre des *Spirostreptida*; elle en diffère cependant par le comportement de l'appareil de Golgi, toujours représenté par des dictyosomes isolés et par le mode d'attache des spermatides évoluant souvent groupées par quatre.

Genre *BRACHYSPIROBOLUS*.

Brachyspirobolus sp. (1).

Les spermatocytes de premier ordre de *Brachyspirobolus* sp., lorsqu'ils ont atteint leur taille définitive après l'accroissement, sont des cellules de 20 à 23 μ de diamètre. Leur noyau sphérique a un diamètre d'une dizaine de μ , la chromatine s'y présente sous forme de blocs assez réguliers, disseminés dans le suc nucléaire (Pl. 11, a).

Les dictyosomes gros et au nombre de 10 à 12, sont épars dans le cytoplasme périnucléaire (Pl. 11, b). Ils sont typiques avec substance chromophile externe en croissant et chromophobe interne.

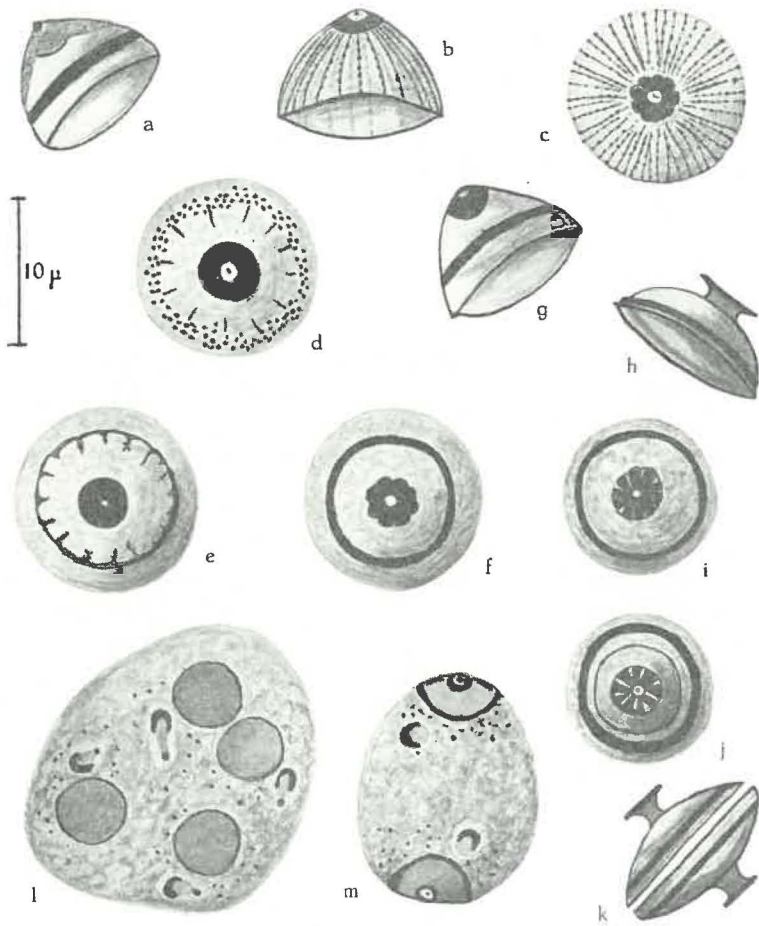
Les mitochondries sont peu visibles; elles se présentent sous forme de fins granules dispersés dans le cytoplasme.

Les noyaux de ces spermatocytes I vont montrer les stades caractérisant la prophase de la première mitose de réduction. Apparition des filaments du leptotène, appariement de ces filaments qui prennent la forme d'anses et donnent l'image du bouquet (Pl. 11, c). Mais ici, l'extrémité des anses n'est pas orientée vers une masse chromatique, comme dans les espèces précédemment étudiées. On observe cependant deux ou trois plaques chromophiles appliquées sur la membrane nucléaire.

Les tétrades se forment et sont libérées dans le protoplasme par disparition de la membrane nucléaire (Pl. 11, d). Nous avons compté 12 tétrades. Il existe probablement aussi un hétérochromosome. En effet, à l'anaphase de la première mitose de maturation, lorsque les chromosomes ont gagné les pôles du fuscau, deux chromosomes, un à chaque pôle, restent en dehors de la plaque équatoriale (Pl. 11, e). Ces chromosomes correspondent-ils à un hétérochromosome? Nous ne pouvons l'affirmer, n'ayant pas eu d'images probantes à d'autres stades de la mitose. Aussi nous bornons-nous à signaler le fait, sans en tirer de conclusions.

Le spermatocyte II a son noyau qui se réorganise et revient à l'état quiescent. C'est une cellule d'environ 17 μ de diamètre (Pl. 11, f) : le

(1) Cette espèce de *Brachyspirobolus* est une espèce nouvelle qui sera décrite par M. le Professeur JEEKEL.



Pl. 10. — *Prionopetalum megalacanthum* ATTEMS.

- a — spermie libre creuse; b-c — spermies montrant les grains mitochondriaux; d à f — formation de l'anneau mitochondrial; g — anneau mitochondrial dans une spermie creuse; h — début de contraction de la spermie; i-j — spermatozoïdes isolés; k — spermatozoïdes couplés; l-m — spermatides évoluant groupées par 4 ou par 2.
 a — BOUIN FEULGEN; b à i, k — CHAMPY ALTMANN; j, l, m — GRASSÉ.

noyau montre des blocs de chromatine disposés généralement à la périphérie, appliqués contre la membrane nucléaire. Le protoplasme contient, comme celui des spermatocytes I, des dictyosomes épars nombreux et de grande taille. On distingue, en outre, quoique peu visibles, des granules mitochondriaux peu colorés et des structures fibrillaires, dont nous ne pouvons préciser la signification. Elles correspondent probablement aux fibrilles que nous avons observées dans les spermatocytes I et les spermatides d'*Haplothysanus emini* et dans les spermatides de *Prionopetalum megalacanthus*, fibrilles sur lesquelles se disposent les mitochondries.

La deuxième mitose de maturation donne les spermatides qui sont des cellules arrondies d'une dizaine de μ de diamètre.

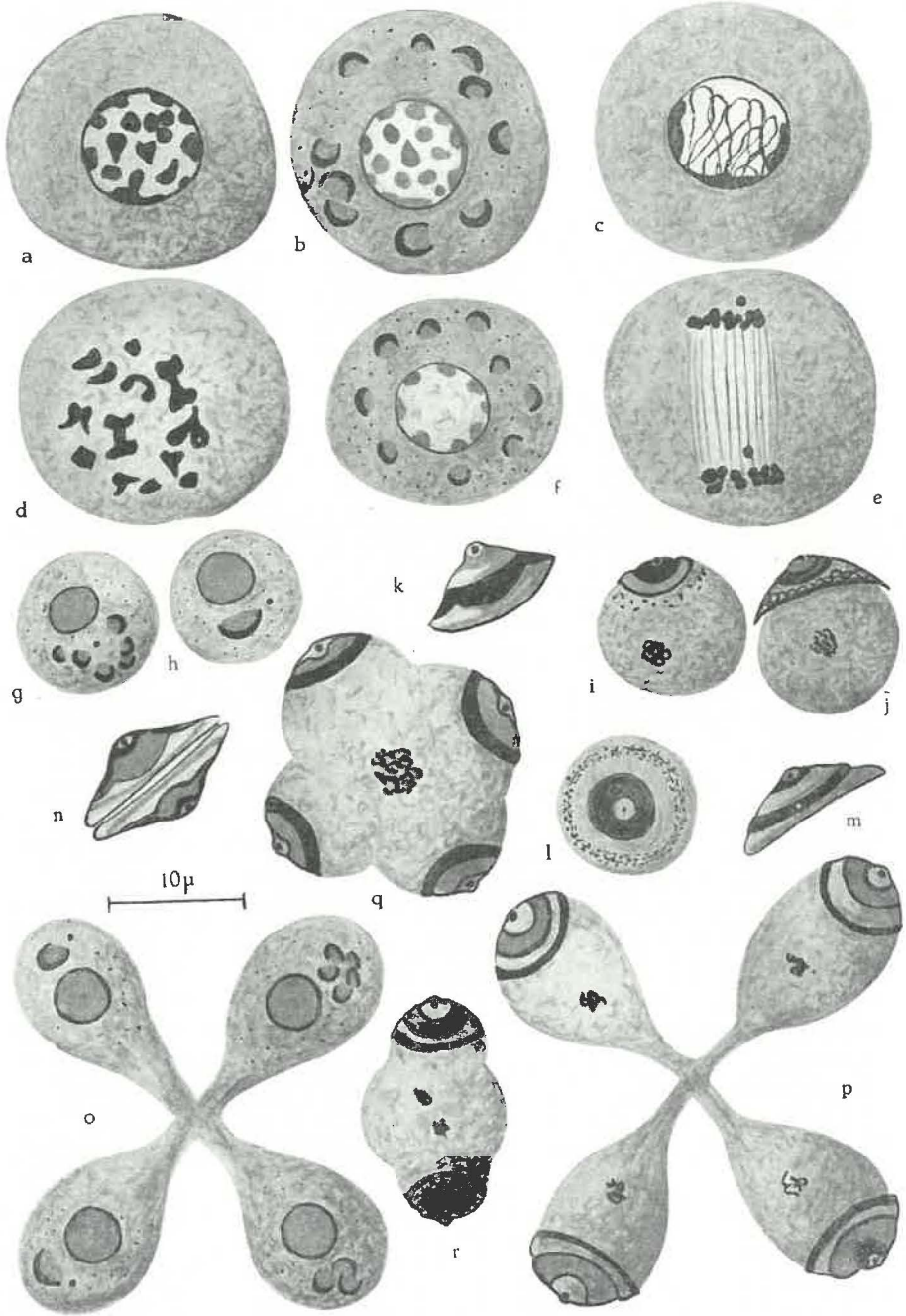
La spermatide est solitaire, lorsque la division du cytoplasme a suivi celle du noyau au cours des deux mitoses de maturation. Mais il existe aussi des spermatides couplées, lorsque la division du protoplasme ne s'est pas faite après la deuxième mitose de maturation ou groupées par quatre lorsque cette division ne s'est pas faite après la première mitose. Chez *Brachyspirobolus*, les spermies couplées ou réunies par quatre sont nombreuses. Les groupes de 4 spermatides, ayant l'aspect d'une rosette dans laquelle les éléments sont réunis par des ponts cytoplasmiques sont les plus abondants (Pl. 11, o et p).

La spermatide jeune a un noyau sphérique et des dictyosomes toujours nombreux, épars dans le protoplasme (Pl. 11, g). Comme aux stades précédents, les mitochondries sont peu visibles. Les dictyosomes convergent pour donner un gros idiosome en forme de croissant, dans le voisinage duquel s'observe le centrosome (Pl. 11, h). Le spermatozoïde se forme par le même mécanisme que celui déjà décrit chez les Diplopodes précédents. L'idiosome donne naissance à l'acrosome contenant le centrosome antérieur et à un reliquat de Golgi qui demeure dans le cytoplasme et qui, ici, très vite, montre des signes de dégénérescence et ne se présente plus que comme un amas de substance chromophile (Pl. 11, i). En dessous est l'anneau nucléaire, colorable par le Feulgen. Puis se forme l'anneau mitochondrial, à partir des mitochondries granuleuses éparses dans le protoplasme; il peut montrer au début de sa formation un curieux aspect vacuolaire, déjà vu chez *Haplothysanus emini* (Pl. 11, j). Enfin, le spermatozoïde se détache du protoplasme résiduel qui est rejeté (Pl. 11, k). A ce stade, sur des spermatozoïdes vus de face (Pl. 11, l) nous avons pu

Pl. 11. — *Brachyspirobolus* sp.

a-b — spermatocyte I; c — leptotène; d — tétrades; e — anaphase de la première mitose de maturation; f — spermatocyte II; g — jeune spermatide; h — formation de l'idiosome; i-j — spermatides situées à un pôle de la cellule; k à m — spermatozoïdes isolés; n — spermatozoïdes couplés; o à q — spermatides évoluant groupées par quatre; r — spermatides évoluant couplées.

a, c, d, e, k — BOUIN FEULGEN; b, f à i, n à r — GRASSÉ; j, l, m — CHAMPY ALTMANN.



suivre l'achèvement de l'anneau mitochondrial à partir de mitochondries granuleuses qui viennent se grouper à ce niveau. Ensuite, le spermatozoïde creux, en forme de dôme, s'aplatit (Fig. 11, m). Malgré cela, ses différentes parties : acrosome, contenant le centrosome antérieur, anneau de chromatine, anneau mitochondrial périphérique sont toujours bien visibles.

En fin d'évolution, comme dans plusieurs des espèces précédemment décrites, les spermatozoïdes se couplent fréquemment deux à deux : les deux segments intermédiaires placés face à face et les acrosomes tournés vers l'extérieur (Pl. 11, n).

A côté de cette évolution solitaire les spermatides peuvent, ainsi que nous l'avons déjà dit plus haut, évoluer groupées par deux (Pl. 11, r) ou par quatre (Pl. 11, o, p et q). Dans les deux cas, à chaque noyau est annexé son stock de mitochondries et de dictyosomes. Lorsque les spermatides sont quadruples, deux aspects peuvent se présenter, ou bien les quatre spermatozoïdes se forment aux quatre angles d'un reliquat massif contenant le reste de Golgi (Pl. 11, q) ou bien les quatre spermatides forment une rosette, les éléments étant simplement unis par un pédoncule (Pl. 11, o et p).

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Nous avons étudié dans ce travail la spermatogenèse de neuf Iulides du Congo Belge récoltés par P. JOLIVET. La spermatogenèse des Iulides Africains n'était connue que chez deux espèces provenant d'A. O. F. : *Scaphiostreptus obesus* et *Mardonius piceus*.

Les Iules du Congo Belge nous ont permis de préciser la spermatogenèse et la spermiogenèse si spéciale chez ces Diplopodes. Chez *Scaphiostreptus obesus* seule la spermiogenèse avait été décrite.

Nous avons examiné quatre espèces de *Spirostreptus*. Dans ses grandes lignes la spermatogenèse est la même pour les quatre espèces; elle en diffère cependant par des détails.

Chez *Spirostreptus castaneus*, *S. ibanda* et *S. virgator*, les spermatocytes I et II montrent, dans leur protoplasme, des amas dictyosomiens faits d'éléments nombreux, dix à douze. Chez *Spirostreptus fossulatus* les spermatocytes sont plus petits que dans les espèces précédentes et les dictyosomes y sont peu nombreux, deux à trois, mais de grande taille.

Le noyau des spermatocytes de premier ordre des quatre *Spirostreptus* étudiés, montrent les stades classiques de la prophase de la première mitose de réduction. Au stade du bouquet, l'amas dictyosomien se place en dessous du point de convergence des anses chromosomiques, sauf chez *Spirostreptus virgator*. Dans cette espèce, les dictyosomes sont alors plus gros et moins nombreux qu'au stade précédent, comme s'il y avait eu des fusions d'éléments. Ils se placent en 2 rangées parallèles, faites chacune de 2 à 3 dictyosomes superposés, à l'opposé du point de convergence des

ances du bouquet. La spermatide se forme à un pôle de la masse cytoplasmique qui finalement sera rejetée. Les processus de cette spermiogenèse diffèrent d'une espèce à l'autre.

Chez *Spirostreptus castaneus* et *Spirostreptus fossulatus* l'anneau mitochondrial se superpose, lorsqu'il se constitue, au disque de chromatine qui représentera « la tête » de la spermatide.

Spirostreptus ibanda montre un gros anneau de mitochondries situé en dessous de la tête chromatique et qui sera éliminé vers la fin de la spermiogenèse, ne laissant à la base de la spermatide qu'un mince anneau mitochondrial. Nous avons mal suivi chez *Spirostreptus virgator* l'évolution des mitochondries qui, comme dans les trois espèces précédentes, donnent un anneau homogène placé au-dessous de la chromatine.

L'acrosome est toujours sécrété par les dictyosomes. Ceux-ci se réunissent auparavant pour donner une sorte d'idiosome, mais cet idiosome n'a pas l'aspect d'un élément unique avec substance chromophile continue, entourant la substance chromophobe. Les dictyosomes restent toujours distincts. L'acrosome, une fois formé se place à la partie antérieure de la spermie. Il contient un centrosome et montre un aspect cloisonné et rayonné dans les spermatozoïdes de *Spirostreptus castaneus* et *S. virgator*. Après la formation de l'acrosome, un reliquat de Golgi important est visible dans le cytoplasme. Il est rejeté avec le protoplasme résiduel.

Dans les quatre espèces de *Spirostreptus* étudiées, la spermatide après la migration de l'acrosome et du noyau à la périphérie de la cellule, va se scinder en deux. D'une part, la spermie avec son acrosome contenant le centrosome antérieur, le noyau, les mitochondries et une partie du cytoplasme qui enveloppe ces formations et, d'autre part, une grosse masse de cytoplasme résiduel contenant le reliquat de Golgi.

Au moment où la spermie se détache du cytoplasme résiduel elle devient creuse et a la forme d'un bonnet, dont le sommet de la calotte serait occupé par l'acrosome. La spermie subit à ce moment là un étirement qui a pour conséquence de rendre bien distinctes les unes des autres les diverses parties : acrosome, anneau chromatique et anneau mitochondrial.

Finalement le spermatozoïde s'aplatit et sa cavité interne est alors petite.

Chez *Spirostreptus castaneus* le spermatozoïde adulte est triangulaire comme celui de *Mardonius piceus*. Ceux de *S. ibanda*, *S. virgator* et *S. fossulatus* sont seulement aplatis. Mais chez *S. ibanda* et *S. fossulatus* les bords protoplasmiques sont relevés et viennent entourer le noyau. Chez *S. ibanda* et *S. virgator* les spermatozoïdes murs peuvent s'unir deux à deux secondairement. Les anneaux mitochondriaux sont face à face et les acrosomes opposés.

Dans les quatre espèces de *Spirostreptus* on observe, au cours de la spermiogenèse, des spermatides doubles ou quadruples; elles sont particulièrement nombreuses chez *S. fossulatus*. Ces spermatides deviennent,

en fin de spermiogénèse, des spermies solitaires par élimination du cytoplasme résiduel.

Nous avons pu étudier deux espèces différentes de *Scaphiostreptus* : *S. acuticonus* et *S. sjöstedti*; les phénomènes spermiogénétiques se sont montrés un peu différents de ceux que nous avons déjà décrit dans le *S. obesus* d'A. O. F., chez lequel d'ailleurs, les mitoses de réduction n'avaient pas été étudiées.

Les spermatocytes I de *Scaphiostreptus acuticonus* sont de grandes cellules (23 μ environ de diamètre) avec une douzaine de dictyosomes. Les spermatocytes I de *S. sjöstedti* sont plus petits (15 μ). Ils ne montrent que 8 dictyosomes qui vont se répartir également entre les éléments, au cours des mitoses de maturation; on en observe 4 dans le spermatocyte II et deux dans la spermatide. Chez *Scaphiostreptus acuticonus* et *S. sjöstedti* les dictyosomes de la spermatide s'unissent pour former un idiosome typique, qui donnera naissance à l'acrosome. Celui-ci contient le centrosome antérieur chez *S. acuticonus*. Comme chez *S. obesus* un filament partant du centrosome traverse souvent de part et part l'acrosome. Après formation de l'acrosome, l'idiosome donne un reliquat de Golgi qui sera rejeté avec le cytoplasme résiduel.

Le spermatozoïde de *Scaphiostreptus acuticonus* est triangulaire, comme celui de *Spirostreptus castaneus* et de *Mardonius piceus*, alors que celui de *Scaphiostreptus sjöstedti* est aplati avec ses bords légèrement retroussés vers le haut, comme celui de *Spirostreptus ibanda* et *S. fossulatus*.

Des spermatides doubles ou quadruples peuvent s'observer pendant la spermiogénèse de *Scaphiostreptus sjöstedti*, comme dans celle de *Spirostreptus ibanda*, *S. virgator* et *S. fossulatus*.

Nous avons étudié ensuite la spermatogénèse chez deux représentants de la famille des Odontopygidae, famille appartenant aussi à l'ordre des *Spirostrepsida*.

Haplothysanus emini montre des spermatocytes I n'ayant que 13 à 15 μ de diamètre avec seulement 3 à 4 dictyosomes au moment de la prophase de la première mitose de réduction. Les mitochondries sont en fins granules bien visibles.

A la fin de la deuxième mitose de maturation, on voit apparaître dans le protoplasme des stries rayonnantes que l'on retrouvera dans les spermatides qui viennent d'éliminer leur protoplasme et sur lesquelles s'accrochent les granules mitochondriaux, avant de donner, en glissant le long de ces stries qui finissent par s'estomper, l'anneau mitochondrial homogène et périphérique.

Dans la spermatide, les dictyosomes s'unissent pour former un idiosome typique, de petite taille, qui, après avoir donné naissance à l'acrosome, sera finalement éliminé avec le protoplasme résiduel sous forme de reliquat de Golgi.

Chez *Prionopetalum megalacanthum* les spermatocytes I montrent 10 gros dictyosomes qui, comme chez *Spirostreptus virgator*, s'orientent les uns au-dessus des autres au stade bouquet suivant deux lignes parallèles

et qui sont situées dans la portion protoplasmique opposée à celle vers laquelle se sont orientées les anses chromosomiques.

Les spermatides montrent, comme celles d'*Haplothysanus emini*, un idiosome typique dont la substance chromophile est en rapport avec un gros centrosome.

Nous avons observé ici, dans la spermatide jeune, un dédoublement du centrosome semblable à celui décrit par BESSIÈRE (1948) chez les Diplo-podes du Sud de la France et par nous-même chez les Diplo-podes Africains *Scaphiostreptus obesus* et *Mardonius piceus*. Un des granules centrosomiens reste en rapport avec la substance chromophile de l'idiosome, l'autre est dans le cytoplasme. Nous n'avons pu suivre l'évolution de ce dernier, mais dans les spermatides qui ne sont pas encore détachées de leur cytoplasme résiduel, on peut voir, en dessous du noyau un petit élément correspondant probablement à ce centrosome.

Après élimination du cytoplasme résiduel chez les spermies creuses, l'anneau mitochondrial se forme de la même façon que chez *Haplothysanus emini* et les stries radiaires des spermatides sont nettes. Dans les spermies âgées, l'acrosome est cloisonné, les cloisons rayonnant autour du centrosome. Les spermatozoïdes sont finalement aplatis et couplés deux à deux, les acrosomes étant opposés et tournés vers l'extérieur.

Nous avons enfin étudié un dernier type représenté par des *Brachyspirobolus* sp. Ces *Diplo-podes* appartiennent à l'ordre des *Spirobolida* et à la famille des *Spirobolidae*, alors que les huit autres précédents faisaient partie de l'ordre des *Spirostrepsida*.

Le *Brachyspirobolus* montre des éléments de grande taille (le spermatocyte 1 atteint 23 μ) avec dans leur protoplasme 10 à 12 gros dictyosomes épars. Dans la spermatide, les dictyosomes s'unissent pour donner un idiosome unique contenant un centrosome dans sa substance chromophile et qui donnera l'acrosome. Le reliquat de Golgi commence à se désagréger avant l'élimination du cytoplasme résiduel.

Les spermatozoïdes sont aplatis et unis secondairement deux à deux, leurs acrosomes sont opposés.

Chez les deux *Odontopygidae* ainsi que chez le *Spirobolidae* étudiés, existent, comme chez les *Spirostrepsidae* des spermatides doubles ou quadruples qui se séparent en fin d'évolution.

Sur les huit représentants de l'Ordre des *Spirostrepsida*, dont nous venons de décrire la spermatogenèse, quatre ont comme formule chromosomienne : $2n = 12 + X$: *Spirostreptus ibanda*, *S. virgator*, *S. fossulatus* et *Scaphiostreptus sjöstedti*. Chez *Spirostreptus castaneus*, *Haplothysanus emini* et *Prionopetalum megalacanthum* nous avons trouvé aussi $2n = 12$ mais nous n'avons pu voir d'hétérochromosome.

Scaphiostreptus acuticonus aurait comme formule chromosomienne $2n = 24 + X$.

Enfin, le *Spirobolidae*, *Brachyspirobolus* posséderait lui aussi $24 + X$ chromosomes.

Il semble bien que pour ces *Spirostrepsida* du Congo Belge que nous avons examinés, le nombre chromosomien de base soit $n = 6$ avec des espèces chez lesquelles le nombre se serait dédoublé et qui serait à considérer comme espèces tétraploïdes.

Cette étude de la spermatogénèse de neuf espèces de Diploptides nous a montré que la forme des spermatozoïdes ne peut être retenue comme caractère générique.

Parmi les *Scaphiostreptus*, le *S. acuticonus* a des spermatozoïdes triangulaires comme ceux déjà décrits chez *Mardonius piceus*; il en est de même pour *Spirostreptus castaneus*. On trouve des spermatozoïdes aplatis à bords relevés chez *Scaphiostreptus sjöstedti*, *Spirostreptus ibanda* et *S. fossulatus*.

Spirostreptus virgator, *Haplothysanus emini*, *Prionopetalum megalacanthum* et *Brachyspirobolus* ont des spermatozoïdes aplatis.

Enfin, chez deux *Spirostreptus* : *S. ibanda* et *S. virgator* ainsi que chez *Haplothysanus emini*, *Prionopetalum megalacanthum* et *Brachyspirobolus* sp. les spermatozoïdes mûrs s'unissent secondairement deux à deux de la même façon que chez *Mardonius piceus*, les deux anneaux mitochondriaux face à face et les acrosomes vers l'extérieur et opposés.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

- BESSIÈRE, Cl., 1948, *La spermatogénèse de quelques Myriapodes Diploptides*. (Arch. Zool. Exp., Vol. 85, pp. 149 à 236.)
- HIRSCHLER, J., 1935, *Ueber die Beziehung des Fusomproblems zur Vererbungslehre*. (Zool. Poloniae, Vol. 1.)
- , 1935, *Ueber eine Reihe von auf ihr fusomale Natur verdächtiger Zelleneinrichtungen*. (Erg. und Fortschritte der Zool., Vol. 8.)
- TUZET, O., 1930, *L'idiosome et les centrosomes dans la lignée mâle typique du Cerithium vulgatum BRUG.* (C. R. Soc. Biol., Vol. 101.)
- TUZET, O., VOGELI, M. & MANIER, J. F., 1955, *La spermiogénèse de Scaphiostreptus obesus ATTEMS, Iulide de Man (Côte d'Ivoire)*. (Bull. I. F. A. N., Vol. 17, pp. 807 à 812.)
- TUZET, O., MANIER, J. F. & VOGELI, M., 1956, *La spermatogénèse de Mardonius piceus ATTEMS, Myriapode-Diploptide récolté à Gagnoa (Côte d'Ivoire)*, A. O. F. (Bull. I. F. A. N., Vol. 18, pp. 712-719.)

LABORATOIRE DE ZOOLOGIE ET BIOLOGIE ANIMALE.
FACULTÉ DES SCIENCES (MONTPELLIER).

