

LES GRANDS TRAITES DE LA SPERMIOGENESE
CHEZ LES OPILIONS

par

Christian JUBERTHIE⁽¹⁾ et Jehanne-Françoise MANIER⁽²⁾.

Le groupe des Opilions est polymorphe ; le nombre des sous-ordres et les affinités entre les familles varient selon les auteurs et l'importance attribuée à tel ou tel caractère.

L'étude comparée de la spermiogenèse en microscopie électronique, en plus de son intérêt intrinsèque, apporte des documents qui peuvent servir à l'élaboration d'une phylogénie plus précise. La diversité morphologique des spermatozoïdes, observés en microscopie photonique (WARREN 1933, SOKOLOV 1929, 1930, JUBERTHIE 1964, REGER 1969), jointe à la variété des transformations ultrastructurales au cours de la spermiogenèse, font l'intérêt phylogénétique de l'étude de cette phase du cycle de développement.

Le spermatozoïde mûr des Opilions, observé en microscopie électronique se révèle dépourvu de flagelle libre. C'est donc un spermatozoïde très évolué. Au cours de sa genèse, on peut donc s'attendre à trouver soit différents degrés dans la disparition du flagelle, soit des modalités différentes dans les transformations que la spermatide subit.

Nous conservons la subdivision classique des Opilions en 3 sous-ordres, Cyphophthalmi, Laniatores et Palpatores qui est due à THORELL (1876) et qui a été reprise par SIMON (1879). Des tentatives ont été faites pour la modifier, la plus intéressante étant celle de SILHAVY (1961). Cet auteur distingue 5 sous-ordres :

- celui des Cyphophthalmi ;

(1) Laboratoire souterrain du C. N. R. S., 09410 Moulis.

(2) Laboratoire de Zoologie, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 34060 Montpellier.

- ceux des Oncopodomorphi et des Gonyleptimorphi, qui résultent de la subdivision des Laniatores, l'auteur jugeant que les Oncopodidae méritent d'être élevée au rang de sous-ordre.

- ceux enfin des Eupnoi et des Dyspnoi, considérés comme deux groupes de Palpatores par SIMON.

I - SPERMIOGENESE DES CYPHOPHTHALMI.

Nous avons étudié l'espèce *Siro rubens* Latreille récolté à Donzenac, Corrèze.

Le testicule est formé de cystes comme chez tous les Opilions. L'originalité de cette espèce réside dans le fait que deux spermatogénèses se succèdent dans chaque cyste, la première normale, la seconde aberrante.

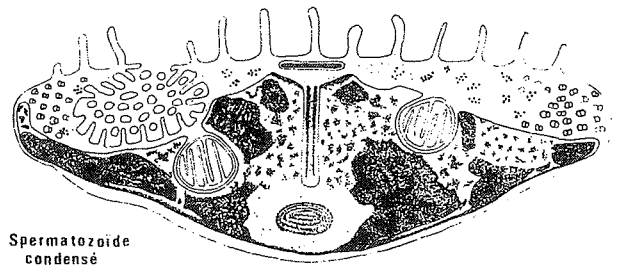
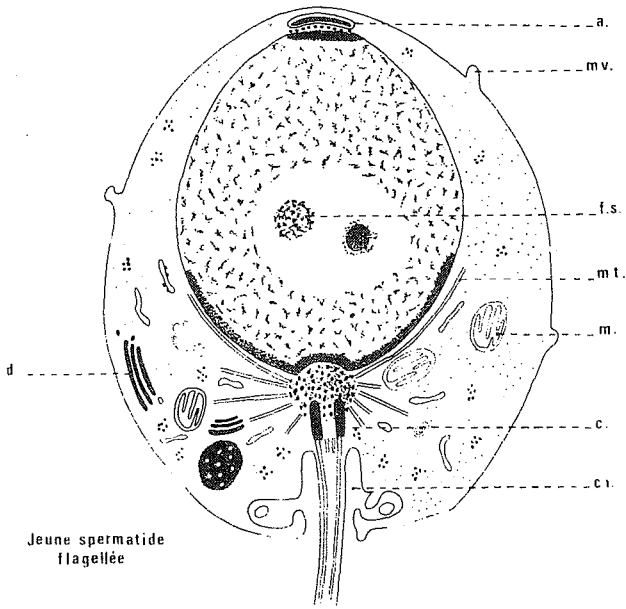
Spermiogénèse normale. Dans un premier temps, la moitié des cellules germinales de chaque cyste subit la méiose. Elles se transforment ensuite en spermatides, dont le trait principal est de présenter à leur partie postérieure un flagelle ; l'axonème de ce dernier est de type 9 + 0. *Siro rubens* est le seul Opilion étudié à avoir conservé une spermatide flagellée ; en raison de leur grande uniformité morphologique, ce trait pourrait bien être caractéristique des Cyphophthalmes Sironinae.

La spermatide s'aplatit et l'axonème du flagelle, ancré par l'intermédiaire des deux centrioles dans une invagination du noyau, est rétracté dans le cytoplasme par une rotation du noyau ; il donne naissance à un anneau périphérique de doublets qui perdent leur disposition symétrique rayonnée. La membrane du flagelle n'est pas rétractée, elle donne naissance à des microvillosités sur la face antérieure du futur spermatozoïde et dans une invagination cytoplasmique que nous avons appelée "crypte". A l'avant, une baguette acrosomienne vient compléter la plaque acrosomienne et s'enfonce dans une invagination du noyau. Les mitochondries s'incluent partiellement dans le noyau. Cette spermiogénèse s'achève par la condensation de la chromatine.

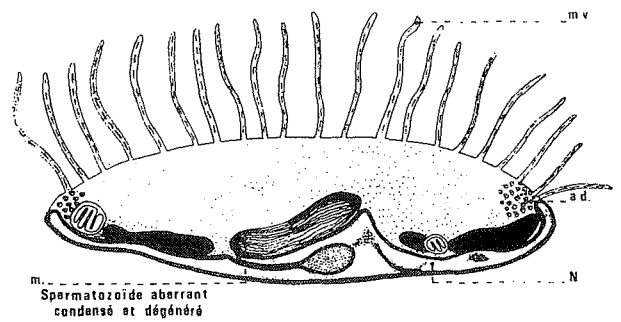
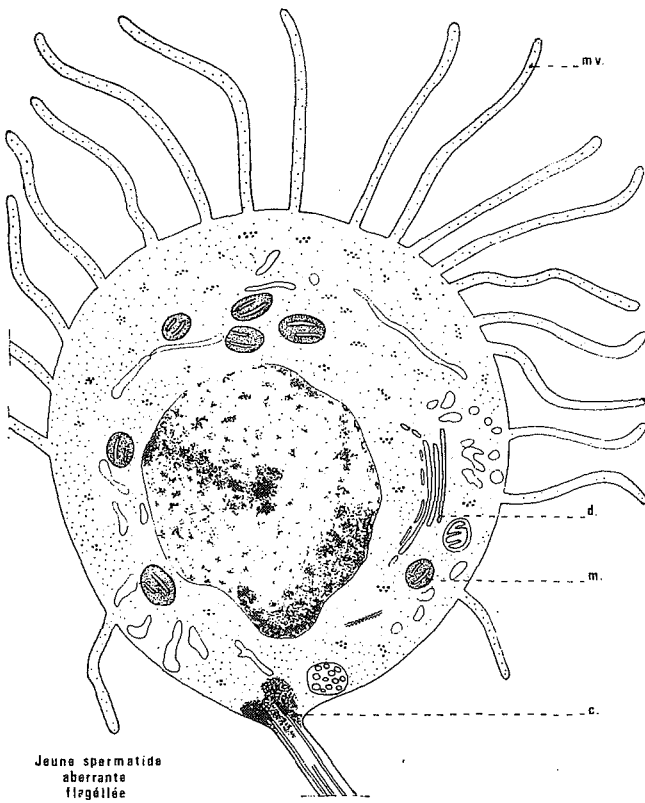
Spermiogénèse aberrante. Les cellules restées au repos grossissent, et se transforment également en spermatides flagellées, deux fois plus volumineuses que les spermatides normales ; aucun

CYPHOPHTALMI

SIRO RUBENS



SPERMIOGENESE NORMALE



SPERMIOGENESE ABERRANTE

a. = acrosome ; a. d. = anneau de doublets ; c. = centriole ; cr. = crypte ;
 d. = dictyosome ; f. s. = formation structurée ; m. = mitochondrie ; mt. =
 microtubule ; mv. = microvillosités ; n. = noyau.

acrosome ne se différencie. Elles subissent les mêmes transformations, rétraction de l'axonème donnant un anneau périphérique de doublets, formation de longues microvillosités à la face antérieure, mais aucune crypte ne se forme. Cytoplasme et noyau prennent ensuite un aspect picnotique ; l'ADN se dénature et cesse d'être colorable par la réaction de Feulgen.

Les éléments du cyste s'agencent en une boule spermatique. Les spermatozoïdes aberrants se disposent en une couche périphérique, les spermatozoïdes normaux en une couche concentrique interne, et le centre est occupé par deux produits de sécrétion.

Les boules spermatiques transitent et se stockent dans le canal déférent ; de 25 μ environ de diamètre, elles sont transmises à la femelle, l'orifice du pénis étant suffisamment large et extensible, contrairement à celui des Opilions Laniatores et Palpatores qui ne mesure que de 1 à 2 μ de diamètre.

Deux glandes annexes, tubuleuses, débouchent à la base du pénis. Elles secrètent soit l'enveloppe d'un spermatophore, soit un liquide muqueux qui enveloppe une ou plusieurs boules spermatiques.

II - SPERMIOGENESE DES LANIATORES.

Nous avons étudié, pour l'instant, 4 espèces appartenant aux 3 familles des Phalangodidae, Cosmetidae et Erebomastridae, sur les 16 familles généralement reconnues dans ce sous-ordre.

Ces 4 espèces ne présentent qu'un type de spermatogenèse identique à elle-même dans le temps et d'un cyste à l'autre.

a) Phalangodidae. *Strisilvea cavicola* Roewer récolté dans l'île de Shikoku, Japon).

A aucun stade ne se différencie d'axonème ni de flagelle ; seuls subsistent deux centrioles. Chez la spermatide jeune la présence de ces deux centrioles s'accompagne de la polymérisation dans le cytoplasme d'un certain nombre de microtubules.

Ultérieurement, apparaît le trait le plus original de cette spermiogenèse ; à la face postérieure du noyau se forme un plancher de microtubules, parallèles entre eux sur la plus grande partie de leur longueur.

L'acrosome reste dépourvu de baguette acrosomienne ; il est formé d'une vésicule acrosomienne tronconique enchassée dans une

cupule de matériel dense à structure périodique, et entourée d'un manchon de mitochondries ; aucune mitochondrie ne devient intranucléaire.

Quant à l'évolution du noyau, elle présente des traits spécifiques, tels que la répartition en mottes de la chromatine, et des caractères communs aux quatre espèces étudiées tels que chez la spermatide la densification de la face postérieure de la membrane nucléaire sur une surface équivalente à celle du plancher de microtubules, et la formation au niveau des centrioles d'une volumineuse invagination nucléaire.

Le spermatozoïde mûr se densifie et ses constituants cessent d'être aisés à distinguer ; il a la forme d'un fuseau.

b) Phalangodidae. *Scotolemon lespesi* Lucas récolté près de Moulis. La spermatide subit le même type de transformations que les trois autres espèces.

La différence essentielle réside dans la forme pentagonale de la spermatide âgée et du spermatozoïde ; les microtubules sont réduits à une couche disposée le long de deux des cinq faces latérales.

c) Cosmetidae. *Cynorta cubana* Banks récolté à Cuba.

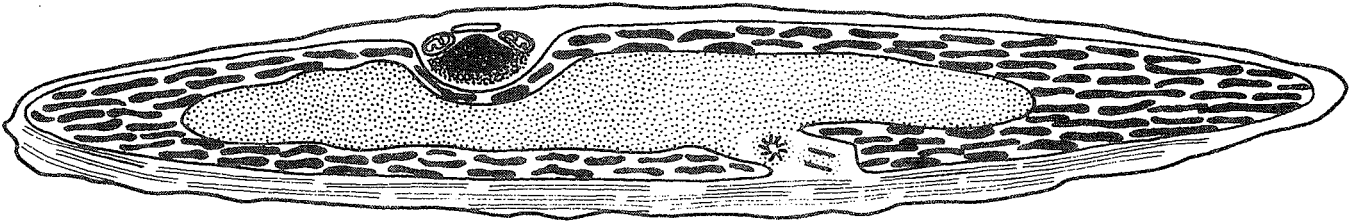
Les traits principaux de la spermiogénèse sont identiques à ceux de l'espèce précédente: absence de flagelle, persistance de 2 centrioles, acrosome sans baguette acrosomienne et formé d'une vésicule acrosomienne enchassée dans une cupule entourée de mitochondries, aucune mitochondrie intra-nucléaire, profonde invagination nucléaire remplie de matériel dense, présence d'un plancher de microtubules. Parmi les différences, notons, la répartition de la chromatine à la périphérie du noyau.

Cette espèce est particulièrement favorable à l'observation de deux phénomènes cytologiques.

Le premier est le mode de densification de l'enveloppe nucléaire, qui commence par l'oblitération des pores nucléaires proches du centriole grâce au dépôt de paquets de matériel dense entre les deux feuilletts ; ces amas fusionnent ensuite et s'accolent à la face interne de deux feuilletts.

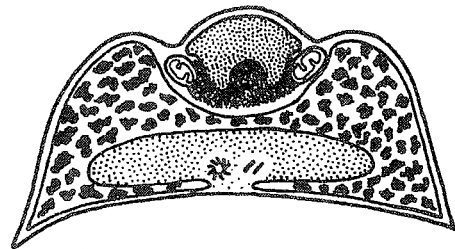
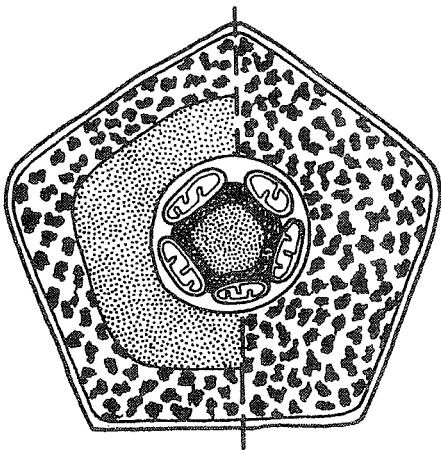
Le second est le mode d'élimination du cytoplasme. Il se fait par fusion de vésicules du réticulum lisse, disposées à la périphé-

COSMETIDAE - PHALANGODIDAE



CYNORTA CUBANA

Spermatozoïde avant opacification du
noyau et dépolymérisation des microtubules.



SCOTOLEMON LESPEI

Spermatozoïde mûr

rie du plancher de microtubules ; lorsque la fusion des vésicules entre elles est complète, les deux extrémités du saccule ainsi formé se soudent à la membrane plasmique, la lumière du saccule entre en communication avec l'extérieur, et le cytoplasme périphérique est rejeté d'un bloc.

Le spermatozoïde mûr est un fuseau allongé ; sa chromatine répartie en bâtonnets chez la spermatide âgée s'est densifiée, et l'acrosome s'est logé dans une invagination nucléaire ; l'axe antéro-postérieur, oblique, ne correspond pas à un axe de symétrie.

d) Erebomastriidae. *Querilhacia querilhaci* Lucas récolté en Corrèze, France.

La spermiogenèse est du même type ; le plancher de microtubules est présent. Le spermatozoïde mûr est un fuseau très allongé, avec son acrosome en position antérieure, et des expansions ventrales de la membrane plasmique, en forme de V.

III - SPERMIOGENESE DES PALPATOIRES.

Nous avons, pour l'instant, étudié 5 espèces, appartenant aux trois familles des Trogulidae, Ischyropsalidae et Nemastomatidae sur les 4 généralement reconnues chez les Dyspnoi, et aux familles des Gagrellidae et des Phalangiidae chez les Eupnoi.

Toutes ces espèces ne présentent qu'un type de spermatogenèse ; leurs spermatides sont dépourvus de flagelle et seuls persistent deux centrioles de type 9 + 0.

A. Dyspnoi.

a) Trogulidae. *Trogulus nepaeformis* Scopoli récolté à Arbas, Htes-Pyrénées.

La forme globuleuse de la spermatide et du spermatozoïde de *T. nepaeformis* est très caractéristique. Le noyau garde sa forme sphérique tout au long de la spermiogenèse, contrairement à celui des autres Opilions étudiés ; à sa face postérieure ne se forme qu'une petite invagination dans laquelle les deux centrioles pénètrent et qui se referme partiellement sur eux. L'enveloppe nucléaire se densifie et s'oblitère sur toute sa surface ; les mitochondries s'incluent dans des cavités intranucléaires. L'acrosome se

compose d'une vésicule acrosomienne et d'une longue baguette acrosomienne qui traverse presque le noyau de part en part.

Le spermatozoïde mûr est très dense ; noyau et membrane plasmique forment des protubérances caractéristiques.

b) Ischyropsalidae. *Ischyropsalis luteipes* Simon de la grotte d'Enlène (Ariège).

La spermiogénèse de cette espèce se caractérise par un extraordinaire étirement transversal du noyau qui prend la forme d'une lame flexueuse, et par un mode de condensation de la chromatine en 50 à 100 longs cordons de 500 A° à 600 A° de diamètre, parallèles entre eux, fait unique chez les Arachnides ; ces cordons persistent bien individualisés dans le spermatozoïde mûr.

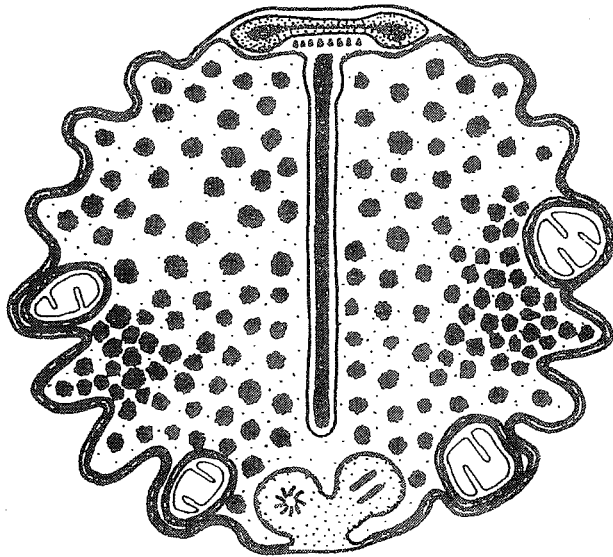
Malgré ces traits spécifiques, la spermiogénèse de *I. luteipes* présente des affinités avec celle de *Trogulus repaeformis* ; en effet, l'acrosome possède une baguette acrosomienne, l'invagination nucléaire postérieure reste très réduite et enferme partiellement les 2 centrioles, les mitochondries s'incluent dans le noyau très précocement.

A noter que la densification de la membrane nucléaire, débute à partir de la zone antérieure acrosomienne, s'étend sur les parties latérales du noyau alors que celui-ci s'étire, puis gagne la face postérieure, entraînant une constriction progressive du cytoplasme qui suit la progression de la densification ; celui-ci n'est plus relié que par un étroit pédicelle chez la spermatide âgée. Ensuite, le pédicelle se sectionne par un processus de fusion des vésicules du réticulum lisse identique à celui décrit chez *Cynorta cubana*.

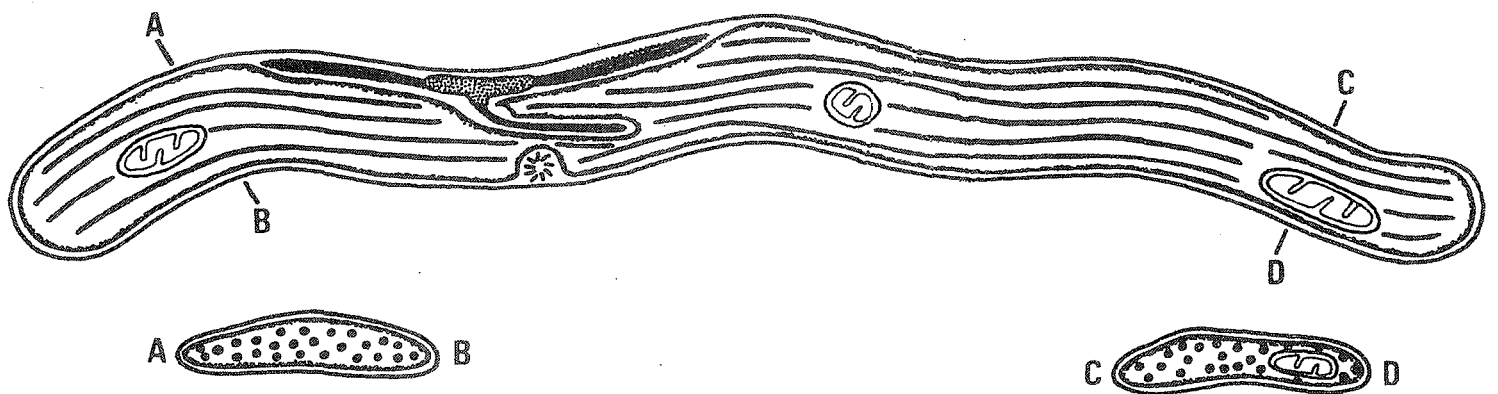
c) Nemastomatidae. *Nemastoma bimaeculatum* (Fabricius).

Le trait le plus surprenant est que la spermiogénèse de cette espèce n'est pas du même type que celle des deux autres Dyspnoi étudiés (*Trogulus* et *Ischyropsalis*), mais qu'elle est assez semblable à celle des Eupnoi Leiobuninae et Oligolophinae, telle qu'elle a été décrite par REGER (1969) chez *Leiobunum* sp. et que nous l'avons observée chez *Leiobunum rotundum* Latreille et *Odiellus gallicus* Simon. En effet, il y a formation d'un acrosome dépourvue de baguette acrosomienne, développement d'une volumineuse invagination nucléaire. Près de l'ouverture de l'invagination nucléaire se

TROGULIDÆ - ISCHYROPSALIDÆ

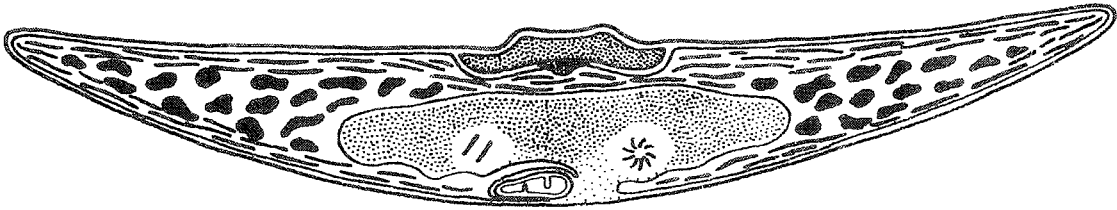


TROGULUS NEPAEFORMIS
Spermatozoïde avant opacification.



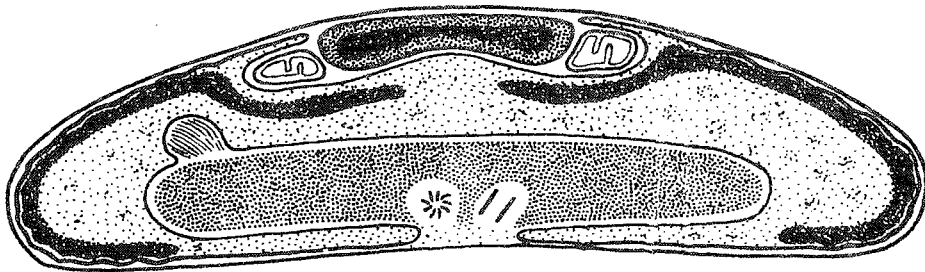
ISCHYROPSALIS LUTEIPES
Spermatozoïde mûr.

NEMASTOMATIDAE - PHALANGIIDAE



NEMASTOMA BIMACULUM

Spermatozoïde avant opacification des éléments.



ODIELLUS GALLICUS

Spermatozoïde mûr.

tiennent les deux centrioles ; l'invagination est remplie d'un matériel dense et amorphe.

La chromatine se ségrègue ; au centre du noyau elle s'agglomère en mottes, à la périphérie elle s'agence en cordonnets. Elle s'opacifie plus ou moins dans le spermatozoïde mûr.

B. Eupnoi.

Nous avons étudié 2 espèces appartenant aux Gagrellidae et Phalangiidae soit 2 des 4 familles.

La spermiogenèse d'*Odiellus gallicus* (Phalangiidae Oligolophinae) et de *Leiobunum rotundum* (Gagrellidae, Leiobuninae), est semblable dans ses grandes lignes à celle décrite par REGER chez un *Leiobunum* sp. de l'Amérique du Nord.

Le noyau de la spermatide se creuse d'une profonde cavité qui se remplit d'un matériel dense, amorphe, plus ou moins hétérogène, et qui présente à son entrée les deux centrioles de type 9 + 0. L'acrosome est composée d'une simple vésicule acrosomienne aplatie dorso-ventralement, sans baguette acrosomienne, et les mitochondries se disposent à sa périphérie. La chromatine se répartit en mottes d'où rayonnent de longues fibres. Le spermatozoïde mûr est une lentille plan-convexe, ovoïde, qui laisse encore discerner ses différents constituants.

Conclusions

En résumé, 10 espèces ont été étudiées ; elles représentent 8 des 25 familles d'Opilions généralement reconnues, et appartiennent aux 3 sous-ordres.

Cette étude montre que les modalités de la spermiogenèse ne sont pas identiques chez tous les Opilions ; elle permet de dégager quelques grands types et des traits généraux propres à des groupes d'espèces appartenant à des familles différentes.

Ces résultats suggèrent l'existence de types de spermiogenèse propres aux Cyphophthalmi, aux Laniatores Gonyleptimorphi, aux Palpatores Trogulidae et Ischyropsalidae, aux Palpatores Nemastomatidae et Eupnoi. Cependant, les espèces étudiées ne sont pas suffisamment représentatives et certaines familles sont trop polymor-

phes, pour que ces premières interprétations puissent être adoptées sans confirmation. L'obtention des spécimens vivants reste problématique du fait que la plupart vivent dans les contrées tropicales lointaines en particulier les Oncopodidae de l'Insulinde. L'un de nous (C. JUBERTHIE) a pu faire les récoltes nécessaires à l'étude présentée lors de missions en Amérique centrale et au Japon et nous espérons pouvoir les compléter lors de missions en Guadeloupe, en Guyane et au Mexique.

Chez les Cyphophthalmes, la spermiogenèse de *Siro rubens* se différencie de celle des Opilions des autres sous-ordres : elle est double, la spermatide est flagellée, le spermatozoïde a un axonème rétracté dans le cytoplasme et disposé en un anneau périphérique, la spermiogenèse aboutit à la formation de boules spermatiques. La baguette acrosomienne se retrouve chez les Trogulidae et les Ischyropsalidae, mais non chez les Nemastomatidae et les Eupnoi. Les microvillosités de la face antérieure du spermatozoïde de *Siro rubens* semblent un cas unique.

Les quatre espèces de Laniatores Gonyleptimorphi étudiées ont en commun 5 caractères principaux qui forment un ensemble caractéristique. Ce sont : le plancher de microtubules, l'absence de baguette acrosomienne, l'acrosome enchassé dans une cupule de matériel dense, les mitochondries disposées autour de l'acrosome, la profonde et volumineuse invagination nucléaire. Ce dernier caractère est commun aux Nemastomatidae et aux Eupnoi Gagrellidae et Phalangiidae.

Les deux espèces appartenant aux Trogulidae et aux Ischyropsalidae ont en commun une baguette acrosomienne, une très petite invagination à la partie postérieure du noyau, l'inclusion des mitochondries dans le noyau.

Les Nemastomatidae et les Eupnoi étudiés ont en commun, la volumineuse invagination nucléaire postérieure, l'acrosome simple, réduit à une vésicule aplatie.

Les types de spermiogenèse observés s'accordent bien avec la phylogénie sauf en ce qui concerne les Nemastomatidae, qui s'éloignent des autres Dyspnoi étudiés pour se rapprocher des Eupnoi. L'étude d'autres espèces est dans ce cas nécessaire pour déterminer la validité de cette interprétation.

Bibliographie

- JUBERTHIE, C., 1964. Ann. Spéléol., 19, 1, p. 5-238.
- JUBERTHIE, C., MANIER, J. F. et BOISSIN, L., 1976. J. Micr. biol. cell., 25, 2, p. 137-148.
- JUBERTHIE, C. et MANIER, J. F., 1976. Ann. Spéléol., 31, 1, sous presse.
- JUBERTHIE, C. et MANIER, J. F., 1977. Ann. Sci. nat. Zool., biol. animale, 12e ser., 19 (sous presse).
- REGER, J. F., 1969. J. Ultrast. Res., 28, p. 422-434.
- SILHAVY, V., 1961. Verh. XI intern. Kongr. Entom. Wien, 1, p. 262-267.
- SIMON, E., 1879. Les Arachnides de France. VII. Paris.
- SOKOLOV, I., 1929. Z. Zell. mikr. Anat., 8, p. 617-654.
- SOKOLOV, I., 1930. Z. Zell. mikr. Anat., 10, p. 164-194.
- THORELL, T., 1876. Ann. Mus. Stor. nat. Genova, 8, p. 452-508.
- WARREN, E., 1933. Ann. Natal. Mus., 7, 2, p. 151-194.