SPERMIOGENÈSE ET ULTRASTRUCTURE DU SPERMATOZOÏDE DE *NEMATOTAENIA CHANTALAE* DOLLFUS, 1957 (CESTODA, CYCLOPHYLLIDEA, NEMATOTAENIIDAE)

F. MOKHTAR-MAAMOURI, N. AZZOUZ-DRAOUI

RÉSUMÉ

La spermiogenèse de *N. chantalae* comparable à celle des autres Cestodes se caractérise par :

- la position orthogonale des deux corps basaux dépourvus de corps intercentriolaire et de racines ciliaires;
- l'induction d'un flagelle qui se développe parallèlement à l'expansion cytoplasmique avec laquelle il fusionne;
- la présence d'un bourgeon flagellaire inclus dans le cytoplasme du bouton de différenciation qui, entraîné dans le corps spermatique lors de la migration du noyau, dégénère à la fin de la spermiogenèse;

- le nombre de microtubules corticaux qui croît progressivement et leur enroulement hélicoïdal;
- l'amincissement du noyau en lame enveloppante;
- la formation d'un « corps en crête » observé pour la première fois chez un Cyclophyllidea.

Le spermatozoïde mûr, à cytoplasme riche en glycogène, contient un seul axonème et des microtubules corticaux nombreux et spiralisés. Il comprend une région nucléaire, une région cytoplasmique et une région marquée par le « corps en crête ».

SUMMARY: The spermiogenesis and fine structure of the spermatozoon of *Nematotaenia chantalae* Dollfus, 1957 (Cestoda, Cyclophyllidea, Nematotaeniidae).

Spermiogenesis of *N. chantalae*, similar to that of the other Cestodes, is distinguished by:

- the orthogonal position of the two basal bodies without intercentriolar body and attached rootlets;
- the induction of one flagellum growing parallelly to the cytoplasmic expansion with which it unites;
- the presence of a looking like flagellar bud in the cytoplasm of the zone of differentiation which, carried away in the sperm body during the nucleus migration, disappears at the end of spermiogenesis;

- the cortical microtubule number which increases progressively and their helicoidal coiling;
- the nucleus growing thinner looking like a surrounding blade;
- the formation of one helicoidal « crested body » pointed out for the first time in the Cyclophyllidea.

The mature spermatozoon, with cytoplasm containing glycogen, has only one axoneme and numerous cortical microtubules following an helical gyration down the sperm body length. It consists of a nuclear region, a cytoplasmic one and a region indicated by the helicoidal « crested body ».

INTRODUCTION

La spermiogenèse des Cyclophyllidea n'est connue que par quelques observations fragmentaires mentionnées dans les travaux de Rosario (1964), Featherston (1971) et Robinson et Bogitsh (1978). Les autres recherches sur la spermiogenèse de ces Cestodes se rapportent essentiellement à l'étude des premiers stades de cette gamétogenèse et, en particulier, à la structure du spermatozoïde mûr toujours à un seul axonème (Swiderski, 1968, 1970; Morseth, 1969;

Kelsoe, Ubelaker et Allison, 1977; Euzet, Swiderski et Mokhtar-Maamouri, 1981).

Afin de déterminer le mode de différenciation de ce type de gamète, nous avons entrepris l'étude ultrastructurale de la spermiogenèse et du spermatozoïde chez *Nematotaenia chantalae* Dollfus, 1957, parasite de *Bufo mauritanicus* de Tunisie (Mokhtar-Maamouri et Chakroun, 1984).

MATÉRIEL ET TECHNIQUES

Laboratoire de Zoologie-Biologie Animale, Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire, 1002 Belvédère-Tunis, Tunisie.

Accepté le : 7 janvier 1991.

Les segments prélevés dans l'intestin de *Bufo mauritanicus* sont fixés au glutaraldéhyde à 4 % puis post-fixés au tétroxyde d'osmium à 1 % dans un tampon cacodylate de sodium à 0,1 M, pH : 7,4. Ces segments, déshydratés, sont imprégnés au Spurr (1969). Les

PLANCHE I.

coupes fines sont contrastées à l'acétate d'uranyle et au citrate de plomb selon Reynolds (1963).

Les observations sont effectuées au microscope électronique à transmission EM 301 du Département de Physique de la Faculté des Sciences de Tunis.

RÉSULTATS

SPERMIOGENÈSE

Le début de la spermiogenèse est annoncé par l'apparition d'un bouton de différenciation avec des membranes arquées. Dans ce bouton, bordé de quelques microtubules corticaux, se forment deux corps basaux en position orthogonale (fig. 1 et 2).

A l'apex de la zone de différenciation, apparaît une expansion cytoplasmique qui naît entre les deux corps basaux et montre aussi des microtubules corticaux (fig. 2).

En même temps que se développe l'expansion cytoplasmique, l'un des corps basaux induit la formation d'un flagelle que nous avons toujours observé longeant cette expansion. L'autre corps basal ne fournit qu'un bourgeon flagellaire qui reste entièrement inclus dans le cytoplasme du bouton de différenciation (fig. 2).

Les coupes transversales à différents niveaux de l'expansion cytoplasmique montrent un nombre variable de microtubules s'étalant contre la membrane plasmique, soit sur deux rangées latérales symétriques de deux à quatre microtubules, soit en une rangée corticale continue de plus de vingt microtubules (fig. 3 et 4).

Après la fusion du flagelle avec l'expansion cytoplasmique médiane, la majorité des coupes transversales et longitudinales ne contiennent qu'un seul axonème à position centrale parfois légèrement excentrique (fig. 6, 7 et 9); cependant, certaines figures, très rares, montrent deux axonèmes (fig. 5 et 8).

A ce stade de la spermiogenèse, les microtubules sont disposés en une série de six unités ou en deux séries, cha-

cune de six à sept unités, légèrement séparées, symétriques par rapport à un plan passant par le centre de l'axonème (fig. 6) ou, encore, en une série corticale continue (fig. 6 et 7).

Le cytoplasme de l'expansion, peu dense au début de la différenciation, se remplit progressivement de glycogène. Réparti plus ou moins régulièrement, ce glycogène s'observe aussi concentré du côté où se situe une demi-couronne de microtubules corticaux. L'autre partie du cytoplasme reste peu dense (fig. 8 et 9).

A l'approche de la migration du noyau, le bouton de différenciation et l'expansion cytoplasmique semble en continuité (fig. 10). Le bourgeon flagellaire est toujours présent. A partir des membranes arquées, les microtubules corticaux recouvrent toute la surface du corps spermatique; mais quelques interruptions peuvent s'observer (fig. 10 et 12). Le cytoplasme est moyennement dense et le glycogène est uniformément réparti (fig. 10 et 12).

Au cours de la migration du noyau, la chromatine devient très filamenteuse. Sur les coupes transversales (fig. 13), le cordon nucléaire, en forme de mince croissant coiffant l'axonème, est situé à l'opposé de la région où s'observe une demi-couronne de microtubules corticaux et une forte concentration de glycogène. Les coupes longitudinales (fig. 14) illustrent le mouvement hélicoïdal qu'il décrit pendant sa reptation.

A la fin de sa migration, le noyau fortement condensé devient très opaque (fig. 15, 16 et 17) et prend la forme d'une sorte de mince lame enveloppante entourant le corps spermatique sous la membrane plasmique.

Durant la phase de la migration du noyau, les coupes transversales montrent un seul axonème, mais nous avons aussi rencontré de très rares figures avec deux axonèmes et le noyau sous sa forme très condensé (fig. 15). Sur toutes les coupes, nous avons noté, d'une part, l'absence de microtubules du côté où se trouve le noyau (fig. 15, 16 et 17), d'autre part, que ces microtubules qui, au début de la dif-

PLANCHE I (fig. 1 à 9). — Spermiogenèse de *Nematotaenia chantalae* Dollfus, 1957. Fig. 1 : Coupe montrant deux corps basaux (cb) en position orthogonale. Fig. 2 : Coupe longitudinale du bouton de différenciation (BD) bordé de microtubules (mt) avec les membranes arquées (ma), les corps basaux (cb), le flagelle (Fl), le bourgeon flagellaire (bf), le noyau (N), l'expansion cytoplasmique (E) et ses microtubules (mt). Fig. 3 : Coupe transversale de flagelles (Fl) et d'expansions cytoplasmiques (E) avec deux rangées symétriques de trois microtubules (mt). Fig. 4 : Coupe transversale de flagelles (Fl) et d'expansions cytoplasmiques (E) bordées d'une couronne de microtubules (mt). Fig. 5 : Coupe oblique d'un spermatozoïde en formation montrant deux axonèmes (ax) inclus dans le cytoplasme de l'expansion (E) bordée de microtubules (mt). Fig. 6 : Coupe transversale de spermatozoïdes en cours de différenciation avec un seul axonème (ax) et des microtubules (mt) répartis en deux rangées symétriques ou en une couronne continue. Glycogène (gl) dans le cytoplasme de l'expansion (E). Fig. 7 : Coupe transversale de spermatozoïdes en formation avec un axonème (ax), des microtubules corticaux (mt) et du glycogène (gl). Fig. 8 : Coupe transversale de spermatozoïdes en cours de différenciation montrant la concentration du glycogène (gl) du même côté que les microtubules (mt) et la présence d'un ou deux axonèmes (ax). Fig. 9 : Coupe longitudinale d'une portion de spermatozoïde en formation avec un axonème (ax), un cytoplasme riche en glycogène (gl) et des microtubules (mt).

férenciation étaient parallèles à l'axonème, se tordent et décrivent, eux aussi, une course hélicoïdale (fig. 11).

La fin de la spermiogenèse est caractérisée par la migration d'un « corps en crête » qui s'enroule régulièrement autour des microtubules entourant l'axonème (fig. 18 et 19). Ce « corps en crête » marque, en particulier, l'extrémité au niveau de laquelle se détache le spermatozoïde mûr du cytoplasme résiduel. A cette extrémité, le « corps en crête » contourne le corps basal de l'axonème et les microtubules de la zone de différenciation alors très étirée et s'achève par une densification de la pointe finale du corps spermatique opposée à celle située en avant du noyau.

SPERMATOZOÏDE

Le spermatozoïde mûr de *N. chantalae* mesure environ 250 μm . Le noyau (80 μm) occupe approximativement le tiers de la longueur totale. Cette région nucléaire que nous qualifions d'antérieure est séparée de celle marquée par la localisation du « corps en crête », considérée comme postérieure, par une région cytoplasmique qui semble, d'après la proportion des coupes dans les conduits séminifères, plus étendue que la région nucléaire.

L'AXONÈME, du type classique des Cestodes, toujours central, s'étend d'une extrémité à l'autre du corps spermatique.

LES MICROTUBULES, nombreux et spiralés, sont rangés régulièrement sous la membrane plasmique au niveau de la région cytoplasmique (fig. 21 et 22, niveau IV). Antérieurement, ils sont toujours absents du côté où se trouve le noyau (fig. 21, 22, niveaux II et III) et leur nombre se réduit progressivement vers l'extrémité apicale qui ne montre plus que l'axonème entouré par la membrane plasmique (fig. 22, niveau I). Postérieurement, ils forment un manchon continu autour de l'axonème (fig. 21, 22, niveau V).

LE NOYAU, très opaque, aminci en lame, comprimé contre la membrane plasmique, décrit une hélice à pas réguliers

enveloppant le cytoplasme qui entoure l'axonème (fig. 20, 21, 22).

LE CYTOPLASME est riche en glycogène régulièrement réparti dans les régions cytoplasmique et nucléaire à l'exception de l'extrémité apicale (fig. 22, niveau I). La région distale avec le « corps en crête » montre très peu de cytoplasme (fig. 22, niveau V).

DISCUSSION

Chez *N. chantalae*, la spermiogenèse se déroule suivant le même schéma général décrit chez les Cestodes et en particulier chez le Phyllobothriidae *Phyllobothrium gracile* (Mokhtar-Maamouri, 1979) et le Diphyllidea *Echinobothrium harfordi* (Azzouz-Draoui, 1985; Azzouz-Draoui et Mokhtar-Maamouri, 1986-1988). Cependant, chez le Cyclophylleidea étudié, elle présente des caractéristiques particulières qui la distinguent.

LES DEUX CORPS BASAUX, orthogonaux dès leur formation, ne montrent ni corps intercentriolaire, ni racines ciliaires typiques comme cela a été décrit chez les Plathelminthes en général. L'absence de tels organites, rapportée pour la première fois chez un Cyclophylleidea, a été aussi signalée chez le Trématode *Gonapodasmius* (Justine et Mattei, 1982) où les flagelles sont parallèles à l'expansion cytoplasmique dès leur mise en place, et chez le Monogène *Megalocotyle* (Justine et Mattei, 1983) à spermiogenèse particulière sans formation d'expansion médiane ni de flagelle libre. Comme le suggèrent Justine et Mattei (1982), nous pensons qu'il doit y avoir une relation entre l'existence de ces organites et la position des corps basaux dans le bouton de différenciation et celle du ou des flagelles et de l'expansion cytoplasmique médiane. En effet, chez *N. chantalae*, un seul flagelle se développe parallèlement à l'expansion cytoplasmique et ne subit donc pas le mouvement de rabattement observé dans le cas des Cestodes présentant deux corps

PLANCHE II (fig. 10 à 17). — Spermiogenèse de *N. chantalae* Dollfus, 1957. Fig. 10 : Coupe longitudinale d'un spermatozoïde en formation avec noyau (N) engagé entre les membranes arquées (ma), corps basal (cb) et bourgeon flagellaire (bf), axonème (ax), microtubules (mt) absents à certains niveaux (flèches) et glycogène (gl). Fig. 11 : Coupe longitudinale d'un spermatozoïde en formation montrant les microtubules (mt) enroulés en spirale, membranes arquées (ma), noyau (N) et axonème (ax). Fig. 12 : Coupe transversale passant par le bouton de différenciation avec l'axonème (ax), le corps basal (cb) du bourgeon flagellaire, le noyau (N), le glycogène (gl) et les microtubules corticaux (mt). Fig. 13 : Coupe transversale montrant l'aspect filamenteux de la chromatine au cours de la migration du noyau (N). Axonème (ax) central, glycogène (gl) et microtubules (mt) situés à l'opposé du noyau. Fig. 14 : Coupe longitudinale montrant le mouvement hélicoïdal du noyau (N) à chromatine filamenteuse appliquée contre la membrane plasmique. Axonème (ax), microtubules (mt) et glycogène (gl). Fig. 15 : Coupe oblique de spermatozoïdes en fin de spermiogenèse montrant deux axonèmes (ax), le noyau (N) fortement condensé et les microtubules (mt). Fig. 16 : Coupe transversale de spermatozoïdes en fin de spermiogenèse avec un axonème (ax), des microtubules (mt) absents du côté du noyau (N) très condensé et du glycogène (gl). Fig. 17 : Coupe longitudinale de portions de spermatozoïdes en fin de spermiogenèse illustrant l'enroulement du noyau (N). Axonème (ax), glycogène (gl) et microtubules (mt).

basaux à l'origine alignés (Mokhtar-Maamouri, 1982; Mokhtar-Maamouri et Azzouz-Draoui, 1984; Azzouz-Draoui, 1985).

LE BOURGEON FLAGELLAIRE entièrement inclus dans le cytoplasme de l'expansion amorce une légère rotation et persiste jusqu'à un stade avancé de la spermiogenèse. Comme il a été observé en fin de différenciation avec le noyau sous sa forme condensé, nous pensons qu'il a été entraîné dans le corps spermatique lors de la migration du cordon nucléaire et qu'il s'est dépolymérisé par la suite puisqu'il n'a jamais été observé dans le spermatozoïde mûr. La formation d'un même type de bourgeon flagellaire est connue chez les Cestodes; mais chez le Tetracystidae *P. gracile*, il avorte très tôt (Mokhtar-Maamouri, 1979) et chez le Diphyllidae *E. harfordi*, ne fusionnant pas avec l'expansion, il dégénère après la migration du noyau (Azzouz-Draoui et Mokhtar-Maamouri, 1986-1988).

LE NOMBRE DE MICROTUBULES CORTICAUX augmentant au fur et à mesure que la spermiogenèse évolue, nous incite à admettre que leur polymérisation est progressive. Ces microtubules naissent parallèles au grand axe de l'expansion et recouvrent toute la surface du corps spermatique. Sous l'effet de la migration du noyau, ils se trouvent comprimés en gouttière semi-cylindrique décrivant le même mouvement hélicoïdal que le cordon nucléaire, ce qui explique leur interruption du côté où se situe le noyau.

Chez les autres Cestodes, Tetracystidae (Mokhtar-Maamouri et Swiderski, 1975; Mokhtar-Maamouri, 1979, 1982), Pseudophyllidae (Swiderski et Mokhtar-Maamouri, 1980) et Diphyllidae (Azzouz-Draoui, 1985; Azzouz-Draoui et Mokhtar-Maamouri, 1986-1988) un certain nombre de microtubules se constitue dès le début de la spermiogenèse, formant un manchon cortical dans l'expansion cytoplasmique. Après la fusion expansion/flagelles, ces microtubules sont en général disposés en deux rangées symétriques.

LE CORDON NUCLÉAIRE, d'abord à chromatine filamenteuse, puis fortement condensée, s'amincit en lame et s'étend contre la membrane plasmique en enveloppant le corps sper-

matique. Chez les autres Cyclophyllidae (Robinson et Bogitsh, 1978; Mackinnon et Burt, 1984), le noyau plus ou moins condensé s'enroule autour de l'axonème.

LA CONDENSATION DU GLYCOGÈNE commence avant même la migration du noyau contrairement à ce qui a été rapporté notamment chez *Hymenolepis diminuta* par Robinson et Bogish (1978) où il se forme en fin de spermiogenèse.

LE « CORPS EN CRÊTE », observé chez *N. chantalae*, est décrit pour la première fois chez un Cyclophyllidae. Cet organite présent chez tous les Tetracystidae (Mokhtar-Maamouri et Swiderski, 1975, 1976; Mokhtar-Maamouri, 1979, 1982; Mackinnon et Burt, 1984) a été retrouvé chez trois Diphyllidae (Mokhtar-Maamouri et Azzouz-Draoui, 1984; Azzouz-Draoui, 1985; Azzouz-Draoui et Mokhtar-Maamouri, 1986-1988) et chez le Pseudophyllidae *Duthiersia fimbriata* (Justine, 1986). Il a été aussi décrit chez un Monogene, *Calceostoma herculanea*, par Justine et Mattei (1986).

Le spermatozoïde mûr de *N. chantalae* est organisé suivant le type Cyclophyllidae classique avec un seul axonème de structure 9 + « 1 » des Plathelminthes, des microtubules nombreux et spiralés identiques, en particulier, à ceux décrits par Mackinnon et Burt (1984) chez *Monoecocystus americanus* et un cytoplasme riche en glycogène. Il se distingue essentiellement par son noyau très aminci comprimé sous l'enveloppe cytoplasmique qui ne montre pas de microtubules à son niveau et par la présence d'un « corps en crête » marquant la région postérieure opposée à la région nucléaire. Ces différences de détail que l'on note, d'ailleurs, dans le spermatozoïde de toutes les espèces étudiées de Cestodes ne nous semblent pas présenter des arguments valables permettant de comprendre la phylogenèse des Cestodes. Seule, l'étude du déroulement de la spermiogenèse nous paraît susceptible d'apporter des indications significatives. Ainsi, peut-on considérer la position orthogonale des corps basaux, l'absence de corps intercentriolaire et de racine ciliaire typique et la formation d'un flagelle qui naît parallèle à l'expansion cytoplasmique, comme caractères évolués? Seules d'autres études sur la spermiogenèse des Cyclophyllidae nous permettront d'évaluer ces critères.

PLANCHE III (fig. 18 à 22). — Fin de spermiogenèse et spermatozoïde mûr de *N. chantalae* Dollfus, 1957. Fig. 18 : Coupe longitudinale au niveau de l'extrémité par laquelle se détache le spermatozoïde du cytoplasme résiduel (cr) montrant le « corps en crête » (ct) enroulé autour de l'axonème (ax) et de son corps basal (cb). Densification terminale du « corps en crête » (dct) et microtubules (mt). Fig. 19 : Coupe transversale dans le testicule avec « corps en crête » (ct), axonème (ax) et microtubules (mt). Fig. 20 : Coupe longitudinale d'une portion de spermatozoïde dans un conduit séminifère montrant l'enroulement du noyau (N) très dense et des microtubules (mt). Glycogène (gl) et axonème (ax). Fig. 21 et 22 : Coupes transversales et longitudinales à différents niveaux de spermatozoïdes mûrs dans un canal séminifère : I : portion très réduite située en avant du noyau avec seulement l'axonème entouré par la membrane plasmique; II et III : région nucléaire; IV : région cytoplasmique; V : région avec le « corps en crête ». Axonème (ax), noyau (N), microtubules (mt), « corps en crête » (ct), glycogène (gl).

RÉFÉRENCES

- Azzouz-Draoui N. : Étude ultrastructurale comparée de la spermiogenèse et du spermatozoïde de quatre Cestodes Diphyllidea. Thèse de 3^e Cycle, Université de Tunis, Tunisie, 1985.
- Azzouz-Draoui N., Mokhtar-Maamouri F. : Ultrastructure comparée de la spermiogenèse et du spermatozoïde de *Echinobothrium affine* (Diesing, 1863) et *E. harfordi* MacVicar, 1976 (Cestoda, Diphyllidea). *Bull. Soc. Sci. Nat. Tunisie*, 1986-1988, 18, 9-20.
- Euzet L., Swiderski Z., Mokhtar-Maamouri F. : Ultrastructure comparée du spermatozoïde des Cestodes. Relations avec la phylogénèse. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 1981, 56, 247-259.
- Featherston D. W. : *Taenia hydatigena*. III. Light and electron microscope study of spermatogenesis. *Z. Parasitkde*, 1971, 37, 148-168.
- Justine J.-L. : Ultrastructure of the spermatozoon of the Cestode *Duthiersia fimbriata* Diesing, 1854 (Pseudophyllidea, Diphyllbothriidae). *Can. J. Zool.*, 1986, 64, 1545-1548.
- Justine J.-L., Mattei X. : Étude ultrastructurale de la spermiogenèse d'un Plathelminthe : *Gonapodasmius* (Trematoda, Didymozoidae). *J. Ultrastruct. Res.*, 1982, 79, 350-365.
- Justine J.-L., Mattei X. : Étude ultrastructurale comparée de la spermiogenèse des Monogènes. 1. *Megalocotyle* (Monopisthocotylea : Capsalidae). *J. Ultrastruct. Res.*, 1983, 82, 296-308.
- Justine J.-L., Mattei X. : Comparative ultrastructural study of spermiogenesis in Monogeneans (flatworms). 5. *Calceostoma* (Monopisthocotylea Calceostomatidae). *J. Ultrastruct. Molec. Struct. Res.*, 1986, 96, 54-63.
- Kelsoe G. H., Ubelaker J. E., Allison V. F. : The fine structure of spermiogenesis in *Hymenolepis diminuta* (Cestoda) with a description of the mature spermatozoon. *Z. Parasitkd.*, 1977, 54, 175-187.
- Mackinnon B. M., Burt M. D. B. : The comparative ultrastructure of spermatozoa from *Bothrimonus sturionis* Duv. 1842 (Pseudophyllidea), *Pseudanthobothrium hansenii* Baer, 1956 (Tetraphyllidea) and *Monoecocestus americanus* Stiles, 1895 (Cyclophyllidea). *Can. J. Zool.*, 1984, 62, 1059-1066.
- Mokhtar-Maamouri F. : Étude en microscopie électronique de la spermiogenèse et du spermatozoïde de *Phyllobothrium gracile* Weld, 1855 (Cestoda, Tetraphyllidea, Phyllobothriidae). *Z. Parasitkd.*, 1979, 59, 245-258.
- Mokhtar-Maamouri F. : Étude ultrastructurale de la spermiogenèse de *Acanthobothrium filicollae* var. *filicollae* Zschokke, 1888 (Cestoda, Tetraphyllidea, Onchobothriidae). *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 1982, 57, 429-442.
- Mokhtar-Maamouri F., Azzouz-Draoui N. : Spermiogenèse et ultrastructure du spermatozoïde de deux Cestodes Diphyllidea. In : 4^e École Franco-Africaine de Biologie Moléculaire, 2-12 avril 1984, Djerba, Tunisie. Edited by Ben Hamida F., Agence de Coopération culturelle et technique, Paris, 1984, p. 467-469.
- Mokhtar-Maamouri F., Chakroun H. : Cestodes Nematotaeniidae de Bufonidae (Amphibiens) de Tunisie. Description de *Nematotaenia viride* n. sp. *Syst. Parasit.*, 1984, 6, 47-55.
- Mokhtar-Maamouri F., Swiderski Z. : Étude au microscope électronique de la spermatogenèse de deux Cestodes *Acanthobothrium filicollae benedenii* Loennberg, 1889 et *Onchobothrium uncinatum* (Rud., 1819) (Tetraphyllidea, Onchobothriidae). *Z. Parasitenkd.*, 1975, 47, 269-281.
- Mokhtar-Maamouri F., Swiderski Z. : Ultrastructure du spermatozoïde d'un Cestode Tetraphyllidea phyllobothriidae, *Echeneibothrium beauchampi* Euzet, 1959. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 1976, 51, 673-674.
- Morseth D. J. : Sperm tail fine structure of *Echinococcus granulosus* and *Dicrocoelium dentriticum*. *Expl. Parasitol.*, 1969, 24, 47-53.
- Reynolds E. S. : The use of lead citrate at high pH as an electron opaque stain in electron microscopy. *J. Cell Biol.*, 17, 208-212.
- Robinson J. M., Bogitsh B. J. : A morphological and cytological study of sperm development in *Hymenolepis diminuta*. *Z. Parasitkd.*, 1978, 56, 81-92.
- Rosario B. : An electron microscope study of spermatogenesis in Cestodes. *J. Ultrastruct. Res.*, 1964, 11, 412-427.
- Spurr A. R. : A low viscosity epoxy resin embedding medium for electron microscopy. *J. Ultrastruct. Res.*, 1969, 26, 31-43.
- Swiderski Z. : The fine structure of sheep tapeworm, *Moniezia expansa* (Rud., 1810) (Cyclophyllidea, Anoplocephalidae). *Zool. Polon.*, 1968, 18, 475-486.
- Swiderski Z. : An electron microscope study of spermatogenesis in cyclophyllidean cestodes with emphasis of the comparison of fine structure of mature spermatozoa. *J. Parasitol.*, 1970, 56, 337-338.
- Swiderski Z., Mokhtar-Maamouri F. : Étude de la spermatogenèse de *Bothriocephalus clavibothrium* Ariola, 1899 (Cestoda : Pseudophyllidea). *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 1980, 57, 323-347.