

ANALYSE, EN MICROSCOPIE PHOTONIQUE
ET ÉLECTRONIQUE,
DES STRUCTURES PÉRIPHÉRIQUES DES GONADES
CHEZ DEUX ÉTOILES DE MER :
ASTERINA GIBBOSA PENNANT
ET *ECHINASTER SEPOSITUS* GRAY.

par

A.M. Tangapregassom et R. Delavault

Laboratoires de Biologie animale - Faculté des Sciences d'Orsay et Faculté des Sciences d'Orléans.

Résumé

Chez *Asterina gibbosa* et *Echinaster sepositus*, l'examen des structures périphériques des gonades a montré, autour du massif germinal, l'existence de deux parois concentriques nettement séparées l'une de l'autre. Chacune de ces parois présente sur sa face interne un réseau de fibres musculaires. En outre, la paroi la plus externe renferme une strate conjonctive riche en collagène. Une zone lacunaire, contractant des rapports étroits avec le massif germinal, s'interpose entre ce dernier et la paroi gonadique interne.

INTRODUCTION

Les gonades des Astérides sont circonscrites par des formations qui ont été étudiées par Ludwig (1878), Hamann (1885), Cuénot (1887, 1948) et, plus récemment, par Cognetti et Delavault (1958) et Delavault (1960). On trouve aussi à leur sujet des informations dans les traités de Delage et Hérouard (1903) et de Hyman (1955).

Pour Ludwig (1878), les gonades sont entourées d'une paroi garnie de fibres musculaires. Dans l'épaisseur de cette paroi, existe une faille peu tapissée d'endothélium et qu'il rapporte au système lacunaire. Cette zone est plus étroite dans la paroi testiculaire que dans la paroi ovarienne. Appliqué sur la face interne de la paroi gonadique se trouve un épithélium ovarien ou testiculaire.

Hamann (1885) (Fig. 1, I) donne une description histologique plus précise de la paroi gonadique chez *Asterias rubens*. Delage (1903), se rapportant aux travaux de cet auteur, indique que la paroi génitale est constituée de « deux couches conjonctives séparées par un vaste schizocœle génital fissiforme ». Il ajoute aussi : « à la face interne de la lame conjonctive externe se trouvent des fibres musculaires ». Ces

fibres interviendraient au moment de l'émission des gamètes. La lame conjonctive interne s'applique contre les cellules germinales. Extérieurement, la paroi est recouverte par l'épithélium coelomique.

Pour Cuénot (1887) (Fig. 1, II) les gonades présentent aussi, au niveau de leur enveloppe, une fissure qui délamine cette dernière suivant deux assises conjonctives, l'une interne, l'autre externe. A cette fissure, il donne le nom de sinus sanguin ou de sinus génital et l'interprète comme le prolongement des vaisseaux génitaux. Ceux-ci sont issus d'un pentagone creux, aboral, partant du sinus axial et assurent la nutrition de la glande génitale.

En 1948, Cuénot précise qu'une lacune s'interpose entre ce sinus, qu'il nomme désormais sinus gonadique, et la gonade.

Delage (1903), d'après les travaux de Mac Bride qu'il cite dans son traité, admet que le système génital (cordons génitaux, gonades) est toujours logé dans le système sinusaire.

Hyman (1955) considère que la gonade des Astérides est enfermée dans un sac génital, de nature coelomique, qui a pour origine une excroissance du sinus génital (ou aboral). La gonade proprement dite est circonscrite par l'épithélium germinatif sous-jacent au tissu conjonctif.

Cognetti et Delavault (1958), travaillant sur *Coscinasterias tenuispina*, constatent que la paroi gonadique de ces animaux est constituée par deux lames conjonctives dont la plus externe est bordée de fibres musculaires. Ces lames limitent le sinus génital. C'est aussi la conclusion à laquelle aboutit Delavault (1960) à propos des gonades d'*Echinaster sepositus*.

Les connaissances actuelles concernant les structures périphériques des gonades des Astérides restent donc peu nombreuses et très imprécises. Si les différents auteurs admettent que la paroi gonadique est constituée de plusieurs feuillets entre lesquels s'insinue le sinus génital, l'unanimité est loin d'être réalisée quand il s'agit de préciser l'origine et la nature des structures qui la limitent. La position du sinus et son origine restent incertaines et très discutées. De même, la zone de contact de la paroi génitale avec le massif germinal demeure pratiquement indéchiffrée. Ce manque d'informations résulte de la difficulté d'observation de ces structures en microscopie photonique. Il était donc intéressant de reprendre ces études et d'essayer d'apporter quelques précisions et données supplémentaires en utilisant la microscopie électronique, de même que certaines techniques modernes adaptées à la microscopie photonique.

MATÉRIEL ET TECHNIQUES

Nous avons travaillé sur *Asterina gibbosa* (Astérinidés) et sur *Echinaster sepositus* (Echinastéridés), toutes deux appartenant à l'ordre des Spinulosa. Les animaux proviennent de Roscoff ou, accessoirement, de Banyuls quand il s'agit d'*Asterina gibbosa*. Ils ont été opérés immédiatement après leur transport. Toutes les gonades ont

été fixées dans l'acide osmique à 2 p. 100 tamponné Palade ou eau de mer. Nous les avons colorées *in toto* avec un mélange d'acétate d'uranyle et d'acide phosphotungstique avant leur inclusion dans l'araldite. Quand l'inclusion a été pratiquée dans l'epon, nous avons procédé à une coloration sur coupes avec de l'acétate d'uranyle à 50 p. 100 dans l'alcool à 50°. Deux types de coupes ont été réalisés avec un ultratome L.K.B. : des sections semi-fines effectuées et préparées en vue de l'observation en microscopie photonique suivant la méthode de Ito et Winchester (1963), et des sections ultra-fines destinées à être observées à l'aide d'un microscope électronique Hitachi HS 75. D'autre part quelques contrôles histologiques ont été pratiqués en microscopie photonique sur des pièces incluses dans la paraffine.

OBSERVATIONS

En étudiant la région périphérique des gonades d'*Echinaster sepositus* et d'*Asterina gibbosa*, on constate l'existence d'un ensemble de structures disposées en feuillets concentriques autour du massif germinal. L'analyse de ces éléments met en évidence de l'extérieur vers l'intérieur :

1) (Pl. I, 1 et 2 ; Pl. II, 1, 2 et 4) *un feuillet externe* constitué de cellules épithéliales ciliées dont le cytoplasme renferme des mitochondries, un appareil de Golgi et diverses inclusions ;

2) (Pl. I, 1, 2, 3 et 4 et Pl. II, 1, 2, 4 et 5) *une couche conjonctive fibreuse* constituée, dans le cas d'*Asterina gibbosa*, d'un lacs de fibres ténues mêlées à des fibres de collagène (Pl. I, 4). Chez *Echinaster sepositus*, on reconnaît, à un niveau homologue, des éléments fibreux moins bien différenciés entre lesquels s'insinuent de rares cellules allongées (Pl. II, 1, 2 et 5) ;

3) (Pl. I, 1 et 2 et Pl. II, 1, 2 et 4) *une couche externe de fibres musculaires*, particulièrement bien développée au niveau des gonades d'*Echinaster sepositus* (Pl. II, 1) ;

4) (Pl. I, 1 et Pl. II, 1, 2 et 3) *un feuillet interne* constitué de cellules ciliées, contenant dans leur cytoplasme des mitochondries, un appareil de Golgi et des inclusions (Pl. I, 1) ;

5) (Pl. I, 2 et 3 et Pl. II, 1, 2, 3 et 4) à la base de ces cellules s'organise *une couche interne de fibres musculaires* particulièrement développée chez *Echinaster sepositus* (Pl. II, 3) ;

6) (Pl. I, 1, 2, 3 et 5 et Pl. II, 1, 2, 3, 4 et 6) immédiatement sous la strate précédente, apparaît *une zone lacunaire* qui baigne l'ensemble du massif germinal et s'y insinue par de profondes digitations. Cette lacune contient quelques éléments figurés de types variés dispersés au sein d'une substance qui apparaît finement granuleuse en microscopie électronique. Dans le cas d'*Echinaster sepositus*, ces cellules sont le plus souvent isolées (Pl. II, 2). Certaines d'entre elles sont riches en inclusions (Pl. II, 3), d'autres se caractérisent par la présence de microtubules (Pl. II, 6). Chez *Asterina gibbosa*, il existe des cellules groupées, intralacunaires (Pl. I, 3). Leur cytoplasme renferme des

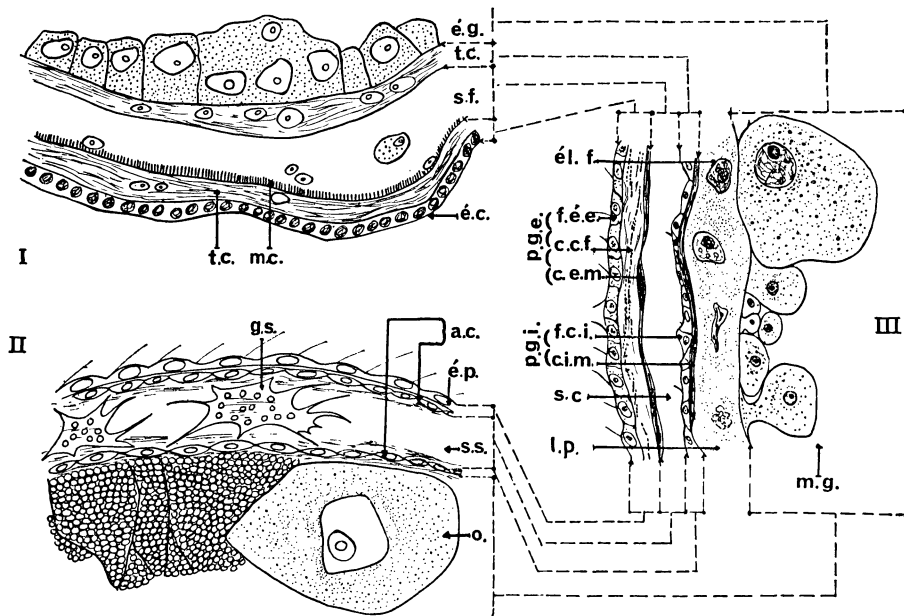


FIG. 1

- I : paroi gonadique chez *Asterias rubens* d'après Hamann (1885). é.c. : épithélium cœlomique ; é.g. : épithélium germinale ; m.c. : muscle circulaire ; t.c. : tissu conjonctif ; s.f. : schizocœle génital fissiforme.
- II : paroi gonadique chez *Asterina gibbosa* d'après Cuénot (1887). a.c. : assises conjonctives ; é.p. : épithélium péritonéal ; g.s. : globule sanguin ; o. : ovocyte ; s.s. : sinus sanguin.
- III : paroi gonadique chez *Asterina gibbosa* et *Echinaster sepositus* (figure originale). c.c.f. : couche conjonctive fibreuse ; c.e.m. : couche externe de fibres musculaires ; c.i.m. : couche interne de fibres musculaires ; él.f. : élément figuré ; f.c.i. : feuillet cellulaire interne ; f.é.e. : feuillet épithélial externe ; l.p. : lacune pariétale ; m.g. : massif germinal ; p.g.e. : paroi gonadique externe ; p.g.i. : paroi gonadique interne ; s.c. : solution de continuité.

PLANCHE I

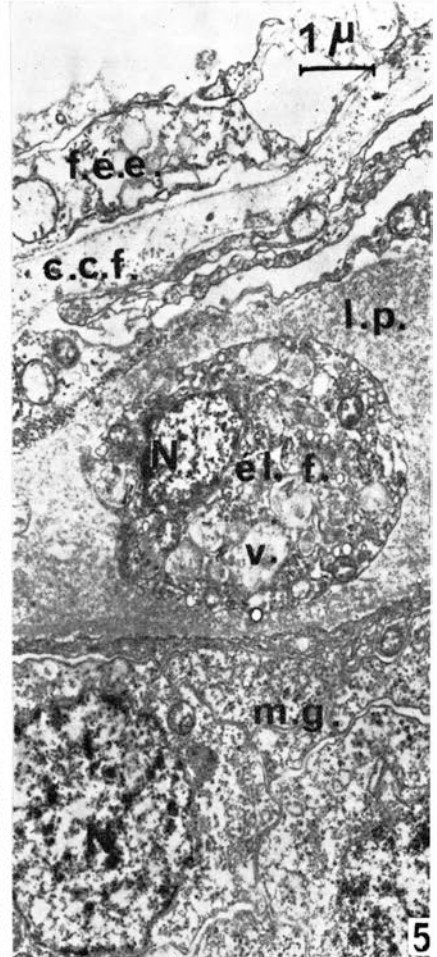
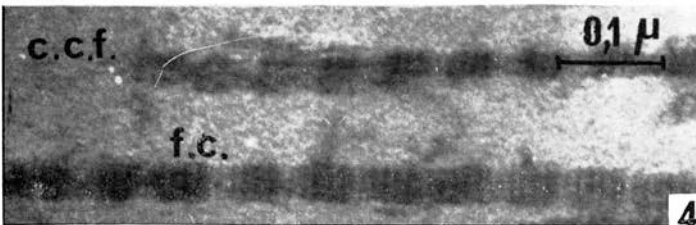
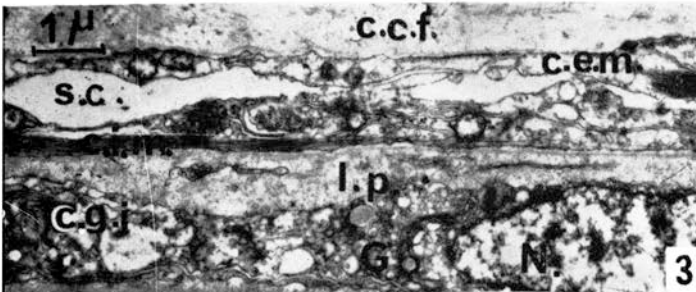
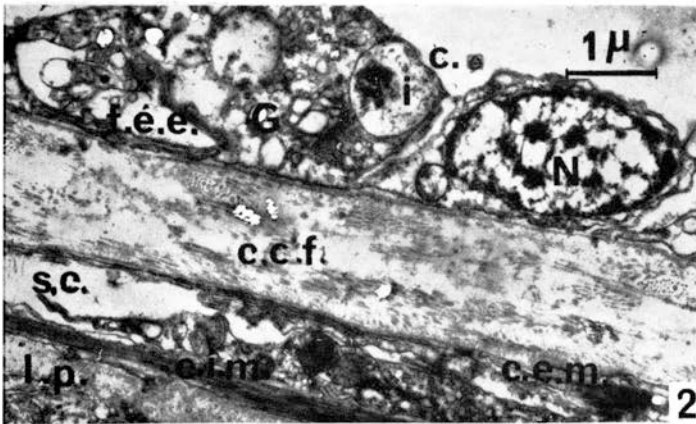
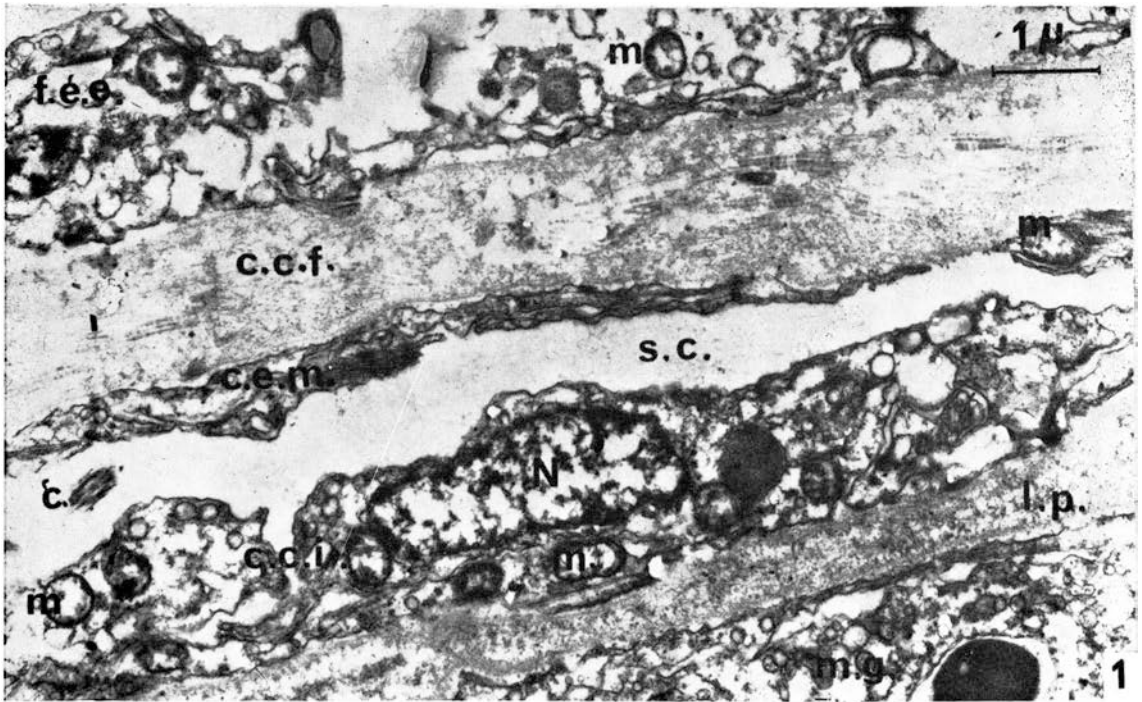
1 : *Asterina gibbosa* : ensemble des structures périphériques de la gonade (microscopie électronique). c. : cil ; c.c.f. : couche conjonctive fibreuse ; c.c.i. : couche cellulaire interne ; c.e.m. : couche externe de fibres musculaires ; f.é.e. : feuillet épithélial externe ; l.p. : lacune pariétale ; m. : mitochondrie ; m.g. : massif germinal ; N. : Noyau ; s.c. : solution de continuité.

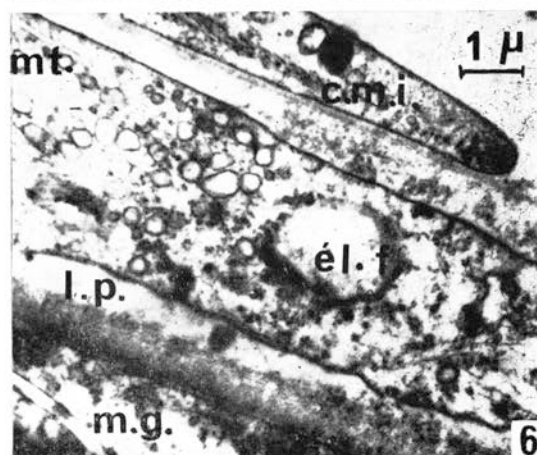
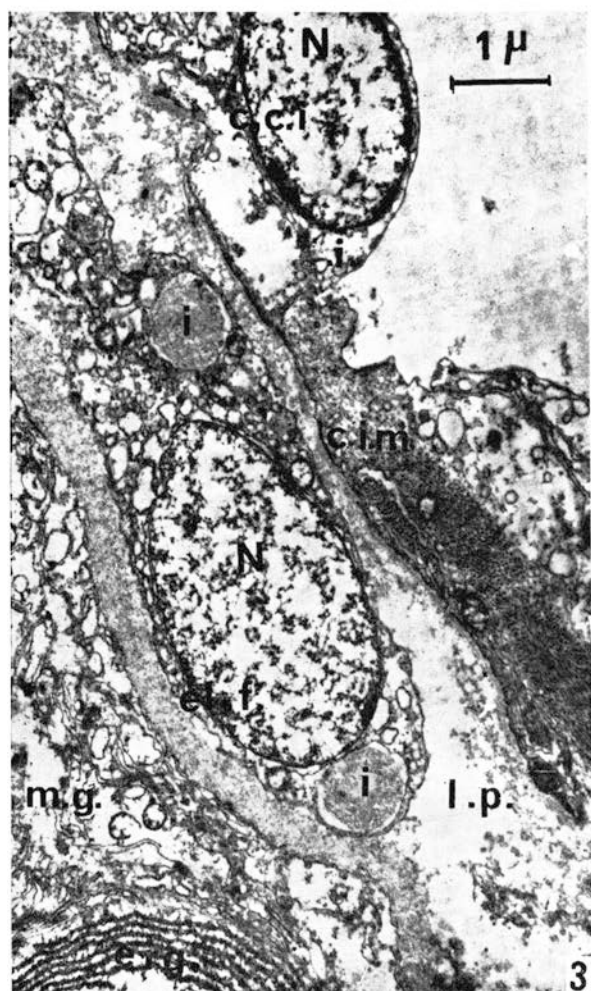
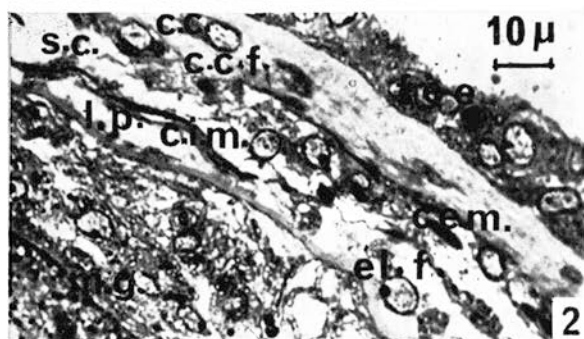
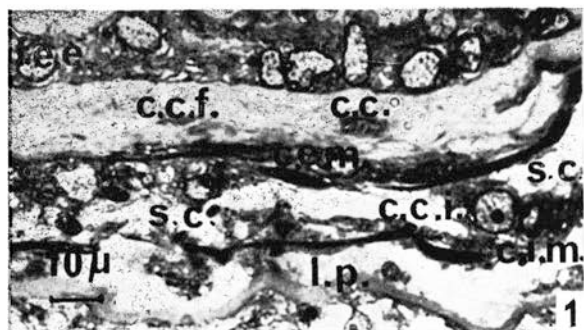
2 : *Asterina gibbosa* : feuillet épithélial externe et couche conjonctive fibreuse (microscopie électronique). c. : cil ; c.c.f. : couche conjonctive fibreuse ; c.e.m. : couche externe de fibres musculaires ; c.i.m. : couche interne de fibres musculaires ; f.é.e. : feuillet épithélial externe ; G. : appareil de Golgi ; i. : inclusion ; l.p. : lacune pariétale ; N. : Noyau ; s.c. : solution de continuité.

3 : *Asterina gibbosa* : cellules groupées intralacunaires (microscopie électronique). c.c.f. : couche conjonctive fibreuse ; c.e.m. : couche externe de fibres musculaires ; c.g.i. : cellules groupées intralacunaires ; c.i.m. : couche interne de fibres musculaires ; G. : appareil de Golgi ; l.p. : lacune pariétale ; N. : Noyau ; s.c. : solution de continuité.

4 : *Asterina gibbosa* : détail des fibres de collagène de la couche conjonctive fibreuse (microscopie électronique). c.c.f. : couche conjonctive fibreuse ; f.c. : fibre de collagène.

5 : *Asterina gibbosa* : élément figuré intralacunaire (microscopie électronique). c.c.f. : couche conjonctive fibreuse ; él.f. : élément figuré ; f.é.e. : feuillet épithélial externe ; l.p. : lacune pariétale ; m.g. : massif germinal ; N. : Noyau ; v. : vacuole.





mitochondries, un appareil de Golgi et des inclusions. On rencontre aussi des cellules isolées (Pl. I, 5) de morphologie différente et dont le cytoplasme est très vacuolisé. *Aucune formation histologique continue ne limite la lacune à son contact avec le massif germinal.* Tout au plus peut-on observer quelquefois, à la périphérie de celui-ci, des cellules dont le corps s'enfonce entre les cellules sexuelles et dont la base élargie émet des prolongements latéraux qui s'interposent entre la lacune et les gonocytes sous-jacents ;

7) (Pl. I, 1, 2, 3 et 5 et Pl. II, 1 et 4) entre la couche externe de fibres musculaires et le feuillet cellulaire interne s'individualise un espace assurant *une solution de continuité*. Les caractéristiques de cet espace varient avec l'espèce. Chez *Asterina gibbosa*, cette zone est particulièrement vide, ne présentant que quelques sections de cils ayant leur origine dans le feuillet cellulaire interne (Pl. I, 1). Par contre, la région correspondante d'*Echinaster sepositus* est, d'une part, moins bien définie et, d'autre part, le plus souvent encombrée par des éléments figurés isolés, par des structures histologiquement non identifiables et par des sections de cils provenant aussi du feuillet cellulaire interne.

Nos observations montrent donc autour de la glande génitale deux groupes de feuillets séparés par un hiatus de dimension variable (Fig. 1, III).

Le premier groupe constitue *la paroi externe* de la gonade et comprend :

- le feuillet épithélial externe,
- la couche conjonctive fibreuse
- et la couche externe de fibres musculaires.

Le second groupe constitue *la paroi interne* de la gonade et comprend :

- le feuillet cellulaire interne
- et la couche interne de fibres musculaires.

PLANCHE II

1 et 2 : *Echinaster sepositus*. Ensemble des structures périphériques de la glande génitale (microscopie photonique sur coupes semi-fines). c.c. : cellule conjonctive ; c.c.f. : couche conjonctive fibreuse ; c.e.m. : couche externe de fibres musculaires ; c.i.m. : couche interne de fibres musculaires ; é.f. : élément figuré ; f.é.e. : feuillet épithélial externe ; l.p. : lacune pariétale ; s.c. : solution de continuité.

3 : *Echinaster sepositus* : lacune pariétale interposée entre la couche interne de fibres musculaires et le massif germinal (microscopie électronique). c.i.m. : couche interne de fibres musculaires ; é.f. : élément figuré ; erg. : ergastoplasme ; f.c.i. : feuillet cellulaire interne ; i. : inclusion ; l.p. : lacune pariétale ; m.g. : massif germinal.

4 : *Echinaster sepositus*. Ensemble des structures périphériques de la gonade (microscopie électronique). c.c.f. : couche conjonctive fibreuse ; c.e.m. : couche interne de fibres musculaires ; f.é.e. : feuillet épithélial externe ; l.p. : lacune pariétale ; m.g. : massif germinal.

5 : *Echinaster sepositus* (microscopie électronique). c.c.f. : couche conjonctive fibreuse.

6 : *Echinaster sepositus* : microtubules dans un élément figuré intralacunaire (microscopie électronique). c.m.i. : couche de fibres musculaires internes ; é.f. : élément figuré ; l.p. : lacune pariétale ; m.g. : massif germinal ; mt. : microtubules.

DISCUSSION

Ainsi que les différents auteurs précédemment cités, nous reconnaissons une structure pluristratifiée aux formations qui entourent les glandes génitales.

A propos de la paroi externe, nos observations appuient celles de Hamann (1885) puisque nous lui reconnaissons aussi une nature épithélio-musculaire et celles de Cuénot (1887) qui démontra son caractère cilié. Cependant, nous apportons une précision complémentaire en déterminant la nature collagénique de la partie conjonctive de cette paroi, tout au moins dans le cas d'*Asterina gibbosa* (Pl. I, 4).

La paroi interne a été interprétée par tous les auteurs comme une simple assise conjonctive analogue à celle de la paroi externe. Désormais, la microscopie électronique nous permet d'affirmer qu'il s'agit, en réalité, d'une paroi cellulaire ciliée, riche en fibres musculaires.

L'ensemble des auteurs, à l'exception de Cuénot (1948), considère qu'il existe un contact direct entre la paroi interne de la gonade et le massif germinal. Cette disposition n'est jamais réalisée chez *Echinaster sepositus* et *Asterina gibbosa*. Entre la paroi gonadique interne et l'ensemble des éléments germinaux, s'interpose toujours une lacune que nous avons appelée lacune pariétale en raison de sa position périphérique.

Au niveau des formations périphériques de la gonade, nous tenons pour homologue : la faille décrite par Ludwig (1878), le schizocœle fissiforme observé par Hamann (1885) puis par Cognetti et Delavault (1958) et Delavault (1960), le sinus génital (sanguin) de Cuénot et la cavité analysée au cours de notre étude (Fig. 1, I, II et III). Cette formation a été interprétée comme une dépendance du système lacunaire (Ludwig, 1878) ou sinusaire (Cuénot, 1887). L'origine de cette formation reste difficile à établir en se basant uniquement sur des observations réalisées au niveau des parois génitales. Cependant la présence d'une paroi continue limitant cette cavité permet d'éliminer définitivement son origine lacunaire.

La microscopie électronique, en révélant la disposition des différents feuillets constituant les deux parois gonadiques interne et externe ainsi que leur ultrastructure, montre qu'il s'agit de deux parois de nature différente et disposées concentriquement. Dès lors on ne peut pas restreindre la notion de sinus génital à l'espace compris entre ces deux parois (Delavault 1960). En effet, s'il en était ainsi, ces deux parois auraient une composition identique et seraient réfléchies l'une par rapport à l'autre. Cette disposition n'étant pas réalisée, on doit admettre que la glande génitale est logée dans le sinus génital lui-même. Dans le cadre de cette interprétation on doit considérer la paroi gonadique interne comme la paroi propre de la gonade et la paroi gonadique externe comme celle du sinus génital.

Pour terminer, notons que cette mise au point structurale et

ultrastructurale permet d'envisager le rôle des formations périphériques des gonades dans la physiologie sexuelle :

1° au moment de la ponte, par la mise en jeu des deux assises musculaires interne et externe contribuant à l'évacuation des produits sexuels mûrs ;

2° dans les rapports de la gonade avec le milieu intérieur par la présence du sinus génital et de la lacune pariétale. Les recherches concernant cette dernière semblent particulièrement prometteuses en raison de son contenu et des rapports étroits que cette formation contracte avec le massif germinale.

Summary

Asterina gibbosa and *Echinaster sepositus*.—The study of the peripheric structures of their genital glands shows two clearly distinct and concentric walls, around the germinal cells islet.

Each of the walls shows on its inner face a network of muscular fibres. The outer wall contains, in addition, a collagen-rich conjonctive layer.

The inner wall and the germinal cells islet are closely interconnected through the intervening zone.

Zusammenfassung

Bei *Asterina gibbosa* und *Echinaster sepositus* hat das Studium der peripheren Strukturen der Gonaden gestattet, zwei konzentrische, von einander getrennte Scheidewände nachzuweisen, die das Germinalmassiv umgeben. Jede der beiden Wände besitzt auf der Innenseite ein Netz von Muskelfasern. Ausserdem besitzt die äussere Scheidewand eine an Kollagen reiche Bindegewebschicht. Zwischen der inneren Gonadenwand und dem Germinalmassiv liegt eine Zone mit Hohlräumen, die einen engen Kontakt hat mit den beiden Strukturen.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- COGNETTI, G. et DELAVault, R., 1958. — Aspetti istologici delle gonadi in *Coscinasterias tenuispina* Lmk. *Monit. zool. ital.*, 66, pp. 1-5.
- CUÉNOT, L., 1887. — Contributions à l'étude anatomique des Astérides. *Arch. Zool. exp. gén. N. et R.*, 5 bis suppl., pp. 1-144.
- CUÉNOT, L., 1948. — Anatomie, Ethologie et Systématique des Echinodermes, *Traité de Zoologie*. P.P. Grassé. Tome XI. Masson et Cie éd., 1077 p.
- DELAGE, Y. et HÉROUARD, E., 1903. — *Traité de Zoologie concrète*. Tome III. Les Echinodermes. Schleicher éd. Paris. 495 p.
- DELAVault, R., 1960. — La sexualité chez *Echinaster sepositus* Gray du golfe de Naples. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 32, pp. 41-55.
- HAMANN, O., 1885. — Beiträge zur Histologie der Echinodermen. *Heft 2 : Die Asteriden*. Fischer éd. Jena. 119 p.
- HYMAN, L.H., 1955. — The invertebrates. Tome IV. Echinodermata. McGraw Hill book company éd. New York. 763 p.
- ITO, S. et WINCHESTER, R.J., 1963. — The fine structure of the gastric mucosa in the bat. *J. Cell Biol.*, 16, pp. 541-577.
- LUDWIG, H., 1878. — Beiträge zur Anatomie der Asteriden. *Z. wiss. Zool.*, 30, pp. 99-162.