

(Manuscrit reçu le 12 mars 1985)

LES STRUCTURES SENSORIELLES
DES PÉDICELLAIRES CROISÉS DE L'ASTÉRIDE
MARTHASTERIAS GLACIALIS (ECHINODERMATA)

par

ANNE LAMBERT et MICHEL JANGOUX

Laboratoire de Biologie marine (CP 160)

Université Libre de Bruxelles

50 avenue F. D. Roosevelt, B-1050 Bruxelles (Belgique)

RÉSUMÉ

Les mâchoires des pédicellaires croisés de *Marthasterias glacialis* présentent sur leur face interne des cils courts et trapus portés chacun par une légère surélevation de l'épiderme et répartis de façon aléatoire. Ces cils renferment un faisceau dense de microtubules qui parcourent toute leur hauteur pour atteindre une structure apico-ciliaire, très dense aux électrons et en forme de lentille. L'aspect général, la localisation et l'ultrastructure des cils et des cellules qui les portent suggèrent qu'il s'agit de cils mécanorécepteurs.

Mots clés : structures sensorielles, ultrastructure, Echinodermata.

The sensory structures of the crossed pedicellariae of the asteroid *Marthasterias glacialis* (Echinodermata)

SUMMARY

Short scattered cilia occur on the jaws' inner surface of the crossed pedicellariae of *Marthasterias glacialis*. They are rather thick cilia that arise from a slight epidermal swelling. Each of them includes a tight fascicle of microtubules running all along their length. These microtubules reach a peculiar dense lens-like structure located at the ciliary apex. The shape, position and fine structure of both the cilia and their supporting cells suggest that they are mechanoreceptive.

Key words : Sensory structures, ultrastructure, Echinodermata.

INTRODUCTION

Les pédicellaires sont de petits appendices calcifiés, en forme de pince, portés par les échinides et de nombreuses astérides. Les pédicellaires d'échinides sont, selon les types, très sensibles aux stimuli mécaniques et/ou chimiques (voir CAMPBELL, 1983). Certains d'entre eux sont pourvus de structures sensorielles en coussinet, localisées à la face interne des mâchoires et constituées de cellules épidermiques ciliées associées à un plexus nerveux basipithérial très développé (COBB, 1968; CHIA, 1970; OLDFIELD, 1975). Il n'y a guère de travaux s'intéressant au comportement et à la structure fine des pédicellaires d'astérides. On sait cependant que les pédicellaires de l'espèce *Marthasterias glacialis*, particulièrement les pédicellaires croisés, sont sensibles à la fois aux stimulations mécaniques et chimiques (LAMBERT

et al., 1984; LAMBERT et JANGOUX, 1985). Le présent travail a pour but de rechercher et de caractériser morphologiquement (microscopie électronique) les structures sensorielles des pédicellaires croisés de *M. glacialis*.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les spécimens de *Marthasterias glacialis* (L.) ont été récoltés à marée basse à Morgat (Bretagne, France) et maintenus en vie au Laboratoire de Bruxelles en aquarium à circuit fermé.

Pour la microscopie électronique à transmission, les pédicellaires ont été fixés à 4°C dans une solution de 3 % de glutaraldéhyde dans du tampon cacodylate 0,1 M (pH 7,4). Ils ont été décalcifiés pendant 12 h dans une solution 1/1 de NaCl 3 M et d'acide ascorbique 2 % (DIETRICH et FONTAINE, 1975), rincés dans le tampon cacodylate et postfixés dans une solution 0,1 M de trétroxyde d'osmium dans du tampon cacodylate. Après rinçage dans le tampon, les pièces ont été déshydratées à l'éthanol avant d'être incluses au Spuur. Les coupes ultrafines ont été colorées à l'acétate d'uranyle et au citrate de plomb, et observées à l'aide d'un microscope Phillips EM 300.

Pour la microscopie électronique à balayage, les pièces ont été fixées semblablement mais sans être décalcifiées. Après déshydratation à l'éthanol, elles ont été séchées par la méthode du point critique (où le CO₂ est utilisé comme fluide de transition). Les pédicellaires ont ensuite été collés sur des supports en aluminium à l'aide d'une colle à l'argent, métallisés à l'or, et observés au microscope électronique à balayage ISI-DS 130.

OBSERVATIONS ET DISCUSSION

Observée au microscope électronique à balayage, la partie supérieure d'une mâchoire de pédicellaire croisé apparaît constituée de deux régions distinctes : une région latéro-externe, d'aspect lisse et bombé, formée par les faces externes et latérales des mâchoires et une région interne, légèrement déprimée par rapport à la région latéro-externe et qui présente un relief plus accentué (Pl. I, 1).

La région latéro-externe est peu ou pas ciliée (on y observe occasionnellement quelques cils allongés, vraisemblablement des cils vibratiles). Elle est uniformément tapissée d'un feutrage dense de microvillosoités dont seule l'extrémité dépasse de la cuticule qui recouvre l'apex des cellules épidermiques (Pl. I, 2). La cuticule, semblable à celles décrites par HOLLAND et NEALSON (1978) au niveau de l'épiderme des différents groupes d'échinodermes, est quelque peu surélevée par rapport à l'apex cellulaire ce qui délimite un espace sous-cuticulaire (Pl. II, 6 et 7).

La région interne des mâchoires a une forme générale spatulée. Sa surface présente dans tous les cas un relief marqué, ce qui la distingue de la région latéro-externe (Pl. I, 1). La caractéristique la plus frappante de la face interne des mâchoires est la présence constante de cils courts et trapus, séparés les uns des autres et dont l'extrémité distale est quelque peu élargie (dimensions relevées : longueur 1 µm; diamètre médian : 0,35 µm; diamètre au sommet : 0,40 µm). La disposition des cils à la surface de la région interne des mâchoires paraît aléatoire. Ils sont toujours issus d'un léger monticule, l'ensemble formant une structure mamelonnée. Selon les pédicellaires, le relief de la face interne sera plus ou moins accentué, étant tantôt produit seulement par les monticules ciliés (Pl. I, 3), tantôt par le développement

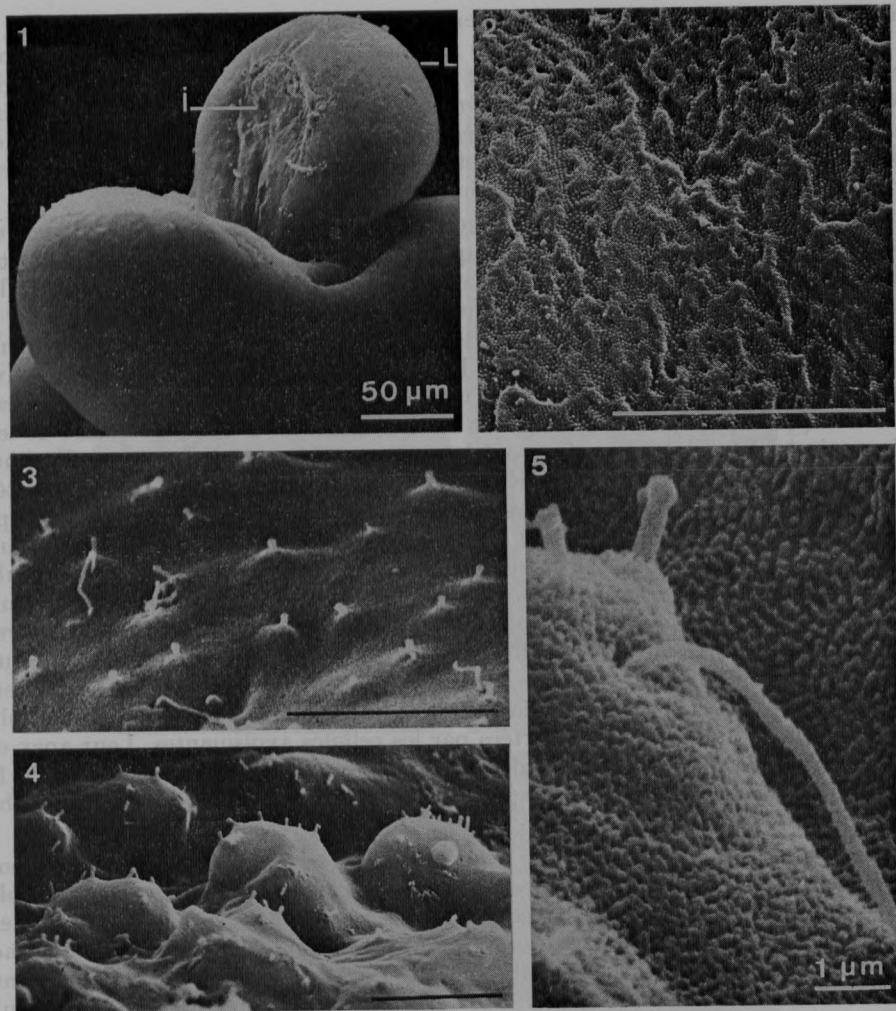


PLANCHE I

Morphologie des pédicellaires croisés observés en microscopie électronique à balayage
(la ligne horizontale des figures 2 à 4 représente 10 µm).

1. Vue générale d'un pédicellaire ouvert montrant les régions interne (i) et latéro-externe (l) des mâchoires.
2. Vue de détail du feutrage de microvillosités de la région latéro-externe.
- 3 & 4. Aspects du relief de la région interne des mâchoires. Notez la présence d'assez nombreux cils courts, en mamelons.
5. Les deux types de cils de la région interne des mâchoires : cils courts et trapus, relativement nombreux, et cils longs et grèles (vibratiles), très occasionnels.

de véritables bosses portant chacune de trois à dix monticules ciliés (Pl. I, 4). Un deuxième type de cils, assez grèles et nettement plus longs que les précédents, s'aperçoit à la face interne des mâchoires (diamètre moyen : 0,24 µm). Ils ne sont

jamais portés par un monticule, mais émergent au contraire d'une dépression (Pl. I, 5). Ce type de cils s'observe beaucoup plus rarement et certains pédicellaires n'en présentent pas. Ils sont semblables à ceux observés occasionnellement dans la région latéro-externe; ce sont vraisemblablement des cils vibratiles. En dehors des points d'émergence des cils, la surface de la région interne des mâchoires est identique à celle de la région latéro-externe : elle est couverte d'un feutrage dense et uniforme de microvillosités dont seules les extrémités émergent de la cuticule.

Observés au microscope électronique à transmission, les deux types de cellules ciliées possèdent une série de caractéristiques communes. Ce sont des cellules étroites, uniciliées et peu denses aux électrons. Le noyau est situé à mi-hauteur des cellules. Leur cytoplasme renferme quelques mitochondries localisées principalement au voisinage de l'implantation du cil, des citernes de réticulum lisse et des microtubules courant sur toute la hauteur cellulaire. L'extrémité basale des cellules est relativement effilée et se perd dans le plexus nerveux sous-jacent (plexus basiépithéial). Les deux types cellulaires se distinguent essentiellement par l'ultrastructure de leur région apicale. Les cils de type long ont la structure classique du kinétocil. Ils émergent d'une dépression bordée de microvillosités de taille semblable à celles portées par les cellules avoisinantes; les microvillosités limitant les dépressions sont apparemment longées par la cuticule (Pl. I, 5; Pl. II, 6). Les cils de type court ont une configuration différente : la partie située au-delà de la plaque basale est fasciculée étant composée de nombreux microtubules serrés (Pl. II, 7 et 9), entourant une zone centrale étroite qui en est dépourvue (Pl. II, 8). L'apex ciliaire (qui apparaît quelque peu élargi en microscopie électronique à balayage) renferme une structure très dense aux électrons, en forme de lentille et contre laquelle vient buter le faisceau de microtubules (Pl. II, 8). Les microvillosités des cellules à cil court sont plus longues et plus larges que celles portées par les cellules avoisinantes. Leur apex est étroitement accolé au cil et la cuticule qui les recouvre est soulevée en dôme (Pl. II, 7 et 8), particularité qui donne l'aspect mamelonné observé en microscopie à balayage.

Nos observations montrent que les pédicellaires croisés de *M. glacialis* ne possèdent pas de structures sensorielles élaborées (coussinets sensoriels par exemple) semblables à celles décrites au niveau de certains pédicellaires d'oursins réguliers (COBB, 1968; CHIA, 1970; OLDFIELD, 1975). Toutefois, la sensibilité de la face interne de leurs mâchoires aux stimulations extérieures, particulièrement aux stimulations mécaniques (LAMBERT *et al.* 1984; LAMBERT et JANGOUX, 1985), indique qu'il doit s'y trouver des récepteurs sensoriels. La seule différence morphologiquement perceptible en surface des deux régions des mâchoires est la présence, sur la face interne uniquement, de cils courts et trapus disposés de façon apparemment aléatoire. L'aspect, la localisation particulière de ces structures et les relations des

PLANCHE II

Structure fine des cils de la région interne des mâchoires (la ligne horizontale représente 0,5 μm).

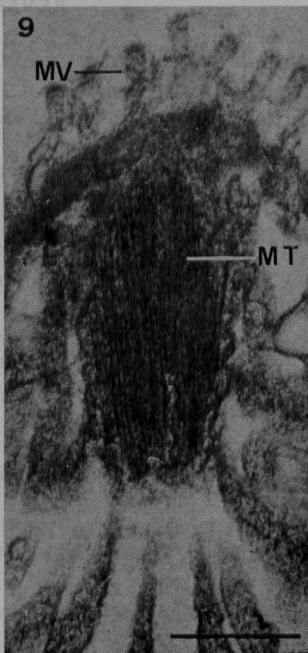
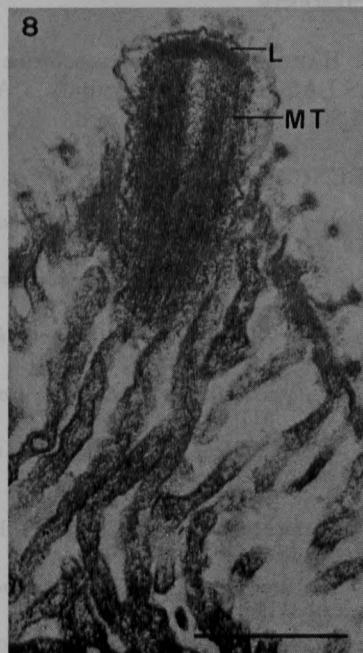
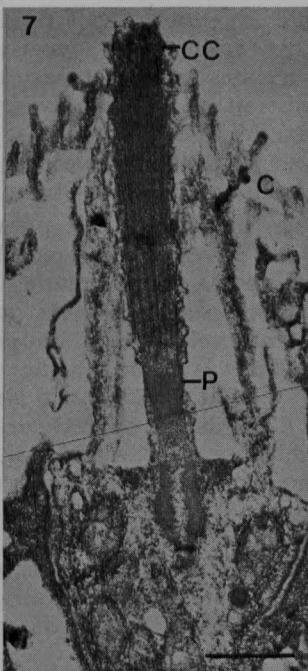
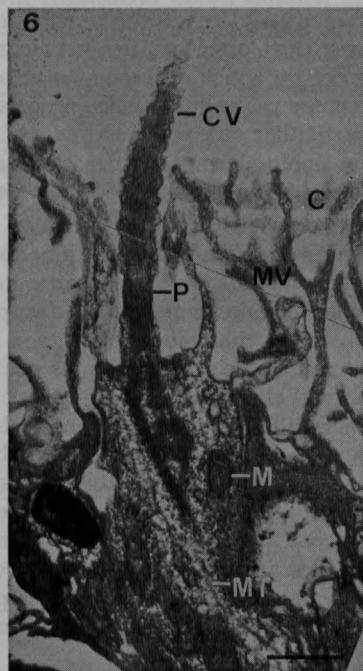
6. Apex d'une cellule à cil vibratile.

7. Apex d'une cellule à cil court.

8 & 9. Détails ultrastructuraux des cils courts.

c, cuticule; cc, cil court; cv, cil vibratile; l, lentille apicale; m, mitochondrie, mv, microvillosités; mt, microtubules; p, plaque basale.

PLANCHE II



cellules qui les portent avec le plexus nerveux sous-jacent, font qu'on peut raisonnablement suggérer qu'il s'agit de récepteurs sensoriels.

Les cellules sensorielles sont relativement effilées et toujours associées à un plexus nerveux basipithérial souvent très développé où pénètre leur extrémité basale. Nous n'avons cependant pas observé de zones différenciées au niveau desquelles se réaliseraient un contact privilégié entre ces cellules et les processus nerveux basipithéliaux. Ceci n'est toutefois pas particulier aux pédicellaires de *M. glacialis* mais constitue une règle générale chez les échinodermes où des structures synaptiques classiques n'ont jamais pu être mises en évidence (COBB et PENTREATH, 1977).

Des cellules uniciliées à rôle présumé sensoriel ont été signalées à plusieurs reprises chez des larves postmétamorphiques et des adultes d'échinodermes. C'est avec celles décrites par WHITFIELD et EMSON (1983) dans l'épiderme des piquants de l'ophiure *Amphipholis squamata* que les cellules sensorielles des pédicellaires croisés présentent le plus de similitudes. L'aspect mamelonné de l'apex des cellules ainsi que la taille et la forme des cils sont semblables. Toutefois les cils décrits par WHITFIELD et EMSON (1983) ont la structure classique des kinétocils; ils sont de plus entourés d'une double colerette de microvilloités. Des cils sensoriels à faisceau microtubulaire dense n'ont, semble-t-il, jamais été observés chez les échinodermes. Ils sont connus cependant dans d'autres groupes zoologiques, tels les mollusques et les céphalochordés (PHILLIPS 1979, et BONE et BEST, 1978, respectivement). Ces auteurs estiment que la présence d'un faisceau microtubulaire dense augmenterait la rigidité des cils et les rendrait plus sensibles aux vibrations. De tels cils seraient donc surtout mécanorécepteurs; ils seraient, dans le cas particulier des pédicellaires croisés de *M. glacialis*, à l'origine du comportement de fermeture des mâchoires.

REMERCIEMENTS

Nous remercions E. BRICOURT et J. HARRAY pour leur assistance technique. Recherche supportée par une bourse I.R.S.I.A. (réf. 81382) attribuée à A. LAMBERT et par la convention F.R.F.C. (réf. 2.4524.80).

RÉFÉRENCES

- BONE, Q. and A. C. G. BEST (1978) — Ciliated sensory cells in *Amphioxus (Branchiostoma)*. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **58**, 479-486.
- CAMPBELL, A. C. (1983) — Form and function of pedicellariae. *Echinoderm Studies*, **1**, 139-167.
- CHIA, F. S. (1970) — Histology of the globiferous pedicellariae of *Psammechinus miliaris* (Echinodermata : Echinoidea). *J. Zool., Lond.*, **160**, 9-16.
- COBB, J. L. S. (1968) — The fine structure of the pedicellariae of *Echinus esculentus* (L.). II. The sensory system. *J. roy. micr. Soc.*, **88**, 211-221.
- COBB, J. L. S. and V. W. PENTREATH (1977) — Anatomical studies of simple invertebrate synapsis utilizing stage rotation electron microscopy and densitometry. *Tissue Cell*, **9**, 125-135.
- DIETRICH, H. F. and R. FONTAINE (1975) — A decalcification method for ultrastructure of echinoderm tissue. *Stain Techn.*, **50**, 351-354.
- HOLLAND, N. and K. H. NEALSON (1978) — The fine structure of the echinoderm cuticle and the subcuticular bacteria of echinoderms. *Acta Zool.*, **59**, 169-185.
- LAMBERT, A., L. DE VOS and M. JANGOUX (1984) — Functional morphology of the pedicellariae of the asteroid *Marthasterias glacialis* (Echinodermata). *Zoomorphology*, **104**, 122-130.

- LAMBERT, A. and M. JANGOUX (1985) — Investigations on movements and excitability of the rosettes of crossed pedicellariae in the asteroid, *Marthasterias glacialis*. *Proc. 5th intern. echinoderm Conf., Galway*.
- OLDFIELD, S. C. (1975) — Surface fine structure of the globiferous pedicellariae of the regular echinoid, *Psammechinus miliaris* Gmelin. *Cell Tiss. Res.*, **162**, 377-385.
- PHILLIPS, D. W. (1979) — Ultrastructure of sensory cells on the mantle tentacles of the gastropod *Notoacmea scutum*. *Tissue Cell*, **11**, 623-632.
- WHITFIELD, P. J. and R. H. EMSON (1983) — Presumptive ciliated receptor associated with the fibrillar glands of the spines of the echinoderm *Amphipholis squamata*. *Cell Tiss. Res.*, **232**, 609-624.

REFERENCES

Patrick J. MARTIN⁽¹⁾ et Guy JOSEPHLaboratoire de Zoologie Écologique et d'Ecotoxicologie, U.C.P. 100
Université Libre de Bruxelles, Faculté des Sciences
50 av. F. D. Roosevelt, B-1050 Bruxelles (Belgique)

SUMMARY

The quality of the By de Marguelles, petit ruisseau calcaire émissaire de la rivière de Ternoise (Namur), a été étudiée en tant que ruisseau fruyère à truites par une caractérisation de son état actuel et par une analyse de l'influence possible d'influences anthropiques sur le cours d'eau.

Un ensemble d'observations en lit morts faites réalisées concernant l'environnement et la population de truites.

Les résultats ne permettent pas de mettre en évidence de cellules anormales dans les caractères de l'écotératogenie et parmi les substances envisagées, malin le pollution métallique due au village a été reconnue être une influence sur le ruisseau (ruisseau métallique). La population de truites possède un état d'insécurité très faible étant donné les caractéristiques des ruisseaux. La population semble être en à la sécurité et à la robustesse des cours proposés au RPA.

L'aménagement de ce ruisseau devrait essentiellement porter à améliorer les sites de reproduction et au recouvrement solide et optimiser la production d'un tel cours d'eau, son utilisation en tant que réservoir de grande diversité pour les truites étant à fait anticipée.

Keywords : ruisseau, frayère, population, *Salmo trutta fario*.

The population of trout *Salmo trutta fario* of the By de Marguelles (Namur-Vlaams-Vlaanderen) ecological diagnosis of a calcareous creek.

INTRODUCTION

A small tributary river (By de Marguelles) has been investigated at Ternoise (South of Belgium). Environmental characteristics, trout population structure and human influences have been studied. The ecological status of water is not as from normal and although a slight decrease probably has been noted in the village, it cannot account for the observed trout reproduction. The biomass (100 kg/ha) is not optimal and 30 kg/ha in 1983 does not indicate well the expected one. This may imply the following in the result of both the river and the poor quality of the breeding sites. The trout being plagued by the trout population of optimal dimensions, are likely to compete for spawning sites but it seems that the By de Marguelles could be trout originally used as a spawning river.

Keywords : ruisseau, spawning sites, population, *Salmo trutta fario*.

⁽¹⁾ Asst. au Comité National de la Recherche Scientifique de Belgique.