

ULTRASTRUCTURE DES AESTHETASCS DU CRABE *CARCINUS MAENAS*, L.

par

Adrien G. Bauchau et Elisabeth Passelecq-Gérin

Département de Biologie Animale, Facultés Universitaires.
61, rue de Bruxelles. 5000 Namur, Belgique.

Résumé

L'exopodite des antennules de *Carcinus maenas* porte de nombreuses soies sensorielles, appelées aesthetascs. Chacune d'entre elles est innervée par un faisceau de dendrites émanant d'un seul ganglion nerveux situé à la base de la soie.

A hauteur du 1/4 basai de l'aesthetasc, des cellules gliales enveloppent le faisceau dendritique. C'est à ce niveau également que chaque dendrite se prolonge par deux cils.

L'ordonnance stéréociliaire (9 + 0) des microtubules disparaît rapidement, leur nombre diminue graduellement de telle sorte qu'à son extrémité apicale un cil ne compte plus qu'un seul microtubule. Il se trouve alors en contact direct avec la paroi de l'aesthetasc. Celle-ci n'est percée d'aucun pore mais témoigne d'une remarquable perméabilité au cristal violet, sur les 3/4 distaux de la longueur de la soie.

Ces caractéristiques semblent parfaitement convenir à la chémoréception des matériaux solubles du milieu extérieur.

Introduction

Les antennules des crustacés brachyours sont des appendices trisegmentés, portant à leurs extrémités distales les deux fouets articulés de l'exopodite et de l'endopodite. L'exopodite se montre particulièrement riche en soies sensorielles, parmi lesquelles les aesthetascs s'imposent comme les plus importantes. Leur fonction chémoréceptrice permet en particulier aux mâles de détecter la phéromone sexuelle émise par les femelles pubères, peu de temps avant et après l'exuviation (Christofferson, 1970; Gleeson, 1982; Bauchau et Fontaine, 1983).

La morphologie générale et la distribution des aesthetascs ont été décrites précédemment chez le crabe *Carcinus maenas*, L. tant en en microscopie à balayage qu'en microscopie optique (Fontaine *et al.*, 1982). Nous présentons ici les résultats d'une étude ultrastructurale de ces soies et nous les comparons aux données recueillies sur d'autres espèces de crustacés (Laverack, 1964; Laverack and Ardill, 1965; Ghiradella *et al.*, 1968 a et b; Snow, 1973; Juberthie-Jupeau et Crouau, 1977; Risler, 1977; Crouau, 1978, Guse, 1979) afin de dégager les modalités de la chémoréception en milieu aquatique.

Matériel et méthodes

Le crabe *Carcinus maenas*, L. a été recueilli sur le littoral belge. Les antennules ont été fixées pendant 4 h par le glutaraldéhyde à 2,8 p. 100, dans un tampon phosphate 0,1 M (pH 7,2) additionné de NaCl à 1,8 p. 100. La décalcification était assurée par une solution de TCA à 5 p. 100. Suivait une postfixation de 1 h dans une solution d'OsO₄ à 1 p. 100 dans du tampon phosphate 0,15 M. Toutes ces opérations se faisaient à 4 °C.

Le matériel fixé était ensuite déshydraté dans l'éthanol et finalement inclus dans l'Epon B. Les coupes fines étaient faites à l'Ultratome LKB III. Elles étaient contrastées à l'acétate d'uranyl et au citrate de plomb. Après quoi, elles étaient examinées au microscope électronique Philips EM 301.

RÉSULTATS

A — Structure générale des aesthetascs

De nombreux ganglions sensoriels occupent près de la moitié du volume de l'exopodite. Ils sont tassés contre la paroi opposée à celle qui porte les aesthetascs (Fig. 1). Chacun compte de 100 à 150 neurones bipolaires. Leurs axones rejoignent proximalement le nerf antennulaire tandis que le faisceau compact des dendrites d'un même ganglion innerve distalement un seul aesthetasc. Les ganglions sont entourés de cellules gliales qui restent périphériques et ne s'immiscent pas dans la masse des neurones (Fontaine *et al.*, 1982) (Fig. 2).

Au niveau de l'insertion des aesthetascs, l'exosquelette s'amincit et s'invagine. La plus grande souplesse de cette zone articulaire assure

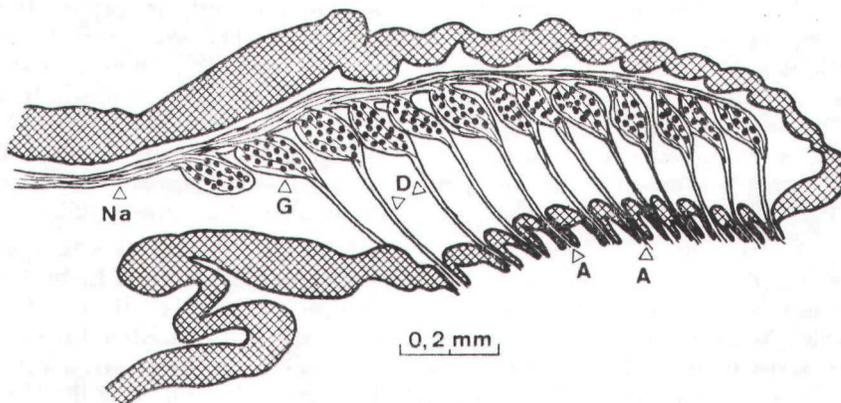


FIG. 1.

Schéma d'une coupe sagittale de l'exopodite antennulaire, indiquant la situation respective du nerf antennulaire (N.A.), des ganglions sensoriels (G) et des faisceaux dendritiques (D) innervant les aesthetascs (A).

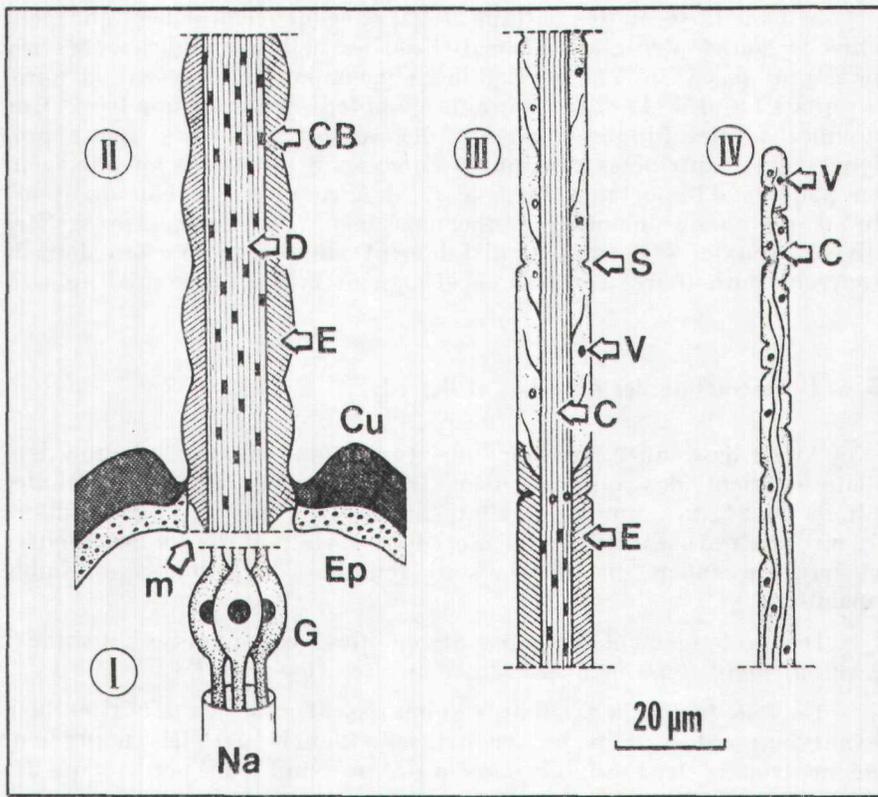


FIG. 2.

Reconstitution schématique d'un aesthetasc.

- I. Région ganglionnaire. Le ganglion sensoriel (G) dont seuls 3 neurones bipolaires sont représentés est situé sous l'épidermie (Ep) et la cuticule (Cu). Un matériel amorphe (m) forme un anneau autour du faisceau dendritique; le nerf antennulaire (Na) se dirige vers le deutocerebron.
- II. Région du quart proximal annelé. Au centre, le faisceau dendritique (D) où apparaissent à différents niveaux des corpuscules de base (CB), donnant naissance à des cils. Il est entièrement entouré de cellules enveloppantes (E).
- III. Région segmentaire des trois-quarts distaux, marquée par des replis pariétaux circulaires, régulièrement espacés (S). Les dendrites ont donné naissance à des cils (C) qui se terminent à des niveaux variables. De nombreuses vésicules (V) sont présentes; les cellules enveloppantes (E) ne tapissent plus la paroi.
- IV. Région apicale dont la paroi irrégulière est dépourvue de pores. Certains cils (C) se terminent dans cette région, qui contient également de nombreuses vésicules (V).

la mobilité de la soie. Une coupe transversale montre une couronne d'un matériel non structuré de 0,3-0,4 µm environ d'épaisseur tout autour du faisceau ovoïde des dendrites et des cellules enveloppantes (diam. 12-13 µm). Le tout est entouré par des cellules épidermiques (Planche I). La couronne de matériel non structuré semble correspondre à une invagination très profonde des cellules enveloppantes; sur les parois interne et externe de cette invagination se dépose la cuticule de la future hampe de l'aesthetasc, qui sera dégagée lors d'une mue ultérieure. La face interne de l'invagination correspondrait ainsi à la moitié distale et la face externe à la moitié proximale de la future hampe.

Seuls le faisceau dendritique et son enveloppe cellulaire s'engagent dans le goulet d'entrée de l'aesthetasc, les cellules épidermiques n'y pénètrent pas (Fig. 2). Les cellules enveloppantes tapissent la paroi du quart basai de l'aesthetasc; elles comptent des mitochondries et de nombreux microtubules ainsi que des vésicules diverses. Leurs prolongements centripètes s'insinuent entre les dendrites et les partagent en paquets d'importance inégale. C'est à ce même niveau du quart basai que chaque dendrite donne naissance à deux cils. Après s'être divisés, ceux-ci se terminent distalement plus ou moins loin dans le fourreau cuticulaire; certains en atteignent même l'extrémité apicale.

B — Ultrastructure des dendrites et des cils

Avant de donner naissance aux formations ciliaires, chaque dendrite contient des mitochondries très allongées, des neurotubules (diam. 21-24 nm), un mince filament axial ou racine ciliaire (diam. 70 nm environ), diverses vésicules dont certaines plus volumineuses et irrégulièrement distribuées sont remplies de granules de faible opacité.

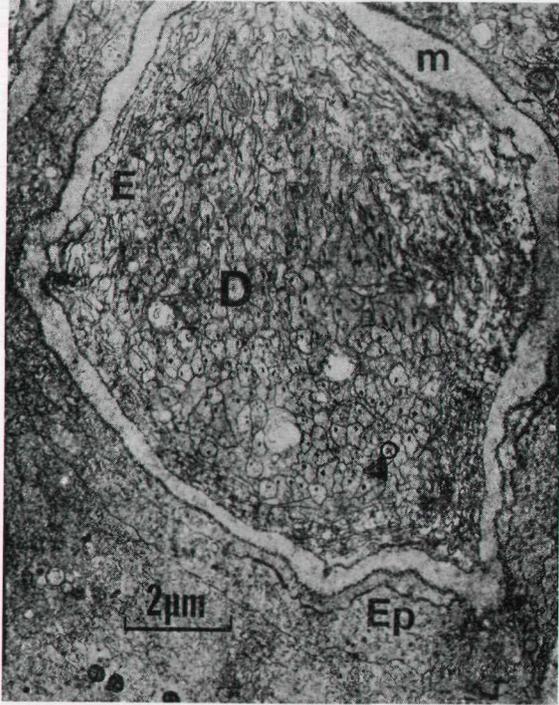
Des prolongements émis par des cellules enveloppantes s'insinuent profondément dans la masse des dendrites (Planche II).

En fait, les racines ciliaires apparaissent dans les dendrites bien avant leur entrée dans les aesthetascs (Planche I), elles pourraient même trouver leur origine dans ou à proximité du perikaryon des neurones ganglionnaires.

En coupe transversale, elles se présentent comme des formations circulaires compactes. A des niveaux variables du quart basai de l'aesthetasc, elles s'épaississent et leur surface devient irrégulière. Simultanément les dendrites s'élargissent et abritent un nombre important de mitochondries. Chacune des racines se fragmente ensuite en plusieurs radicules, réparties en un ou deux groupes distincts (Planche II). Une coupe longitudinale montre clairement cette division en racines-filles (Planche III). Cette fragmentation apparaît plus proximale pour les dendrites périphériques et plus distale pour les dendrites centrales. Exceptionnellement même, elle s'observe avant que la dendrite ne pénètre dans la soie sensorielle. Une coupe transversale juxtapose ainsi des images dendritiques d'aspect différent (Planche II-VI).

La racine principale comme les racines-filles présentent une striation transversale bien marquée : deux bandes, l'une plus opaque que l'autre, alternent régulièrement. Elles ne sont pas homogènes mais montrent des zones secondaires d'opacité variable (Planche III). La périodicité de ce motif structural est de 70 nm environ. Un examen attentif des meilleurs clichés électroniques indique que les racines se composent de nombreuses fibres longitudinales striées, étroitement accolées les unes aux autres.

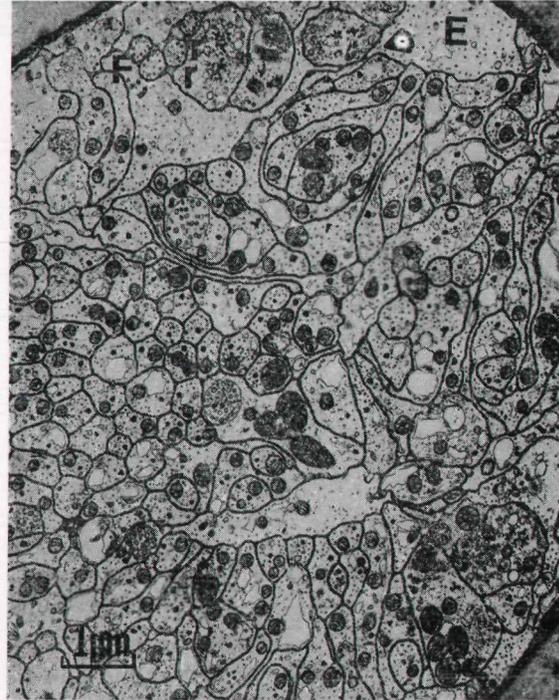
Les racines ciliaires ancrent le cil dans la dendrite. Leurs extrémités distales convergent et aboutissent à deux corpuscules de base juxtaposés, points de départ de deux formations ciliaires (Planche IV).



A.G. BAUCHAU et E. PASSELECQ-GÉRIN

PLANCHE I

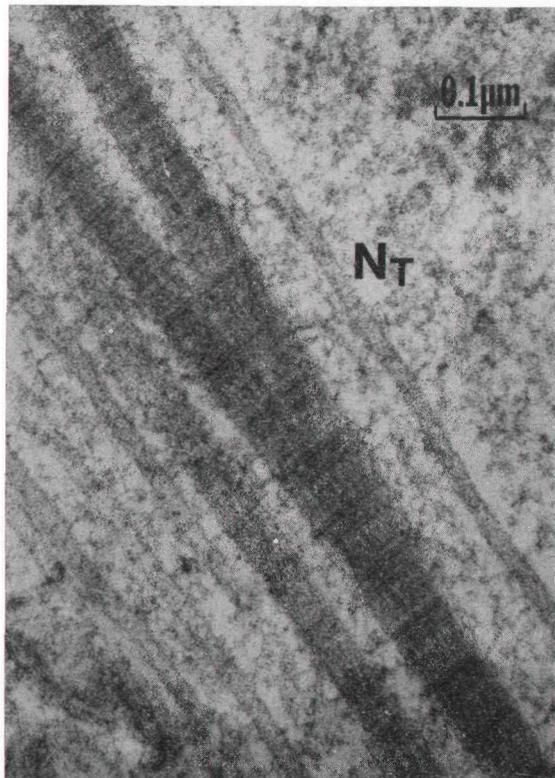
Coupe transversale d'un faisceau de dendrites (D), avant sa pénétration dans l'aesthetasc. Il est entouré de cellules enveloppantes (E) et d'une couronne de matériel amorphe (m). Les racines ciliaires sont bien visibles (flèche). Ep., épiderme. X 8520.



A.G. BAUCHAU et E. PASSELECQ-GÉRIN

PLANCHE II

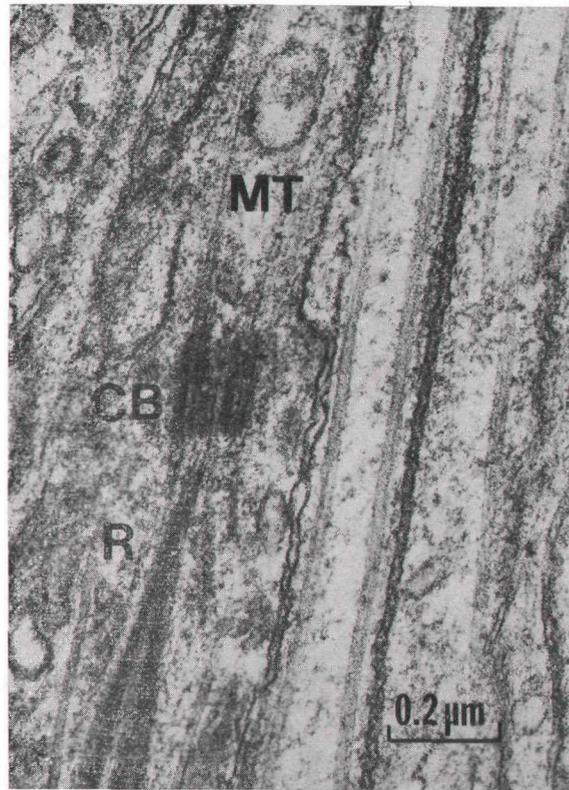
Coupe transversale du quart basal d'un aesthetasc. Les cellules enveloppantes périphériques (E) envoient de longs prolongements dans le faisceau dendritique (flèche) ; certaines racines ciliaires sont divisées (rr) dans les dendrites périphériques et des formations ciliaires apparaissent déjà (F). X 10920.



A.G. BAUCHAU et E. PASSELECQ-GÉRIN

PLANCHE III

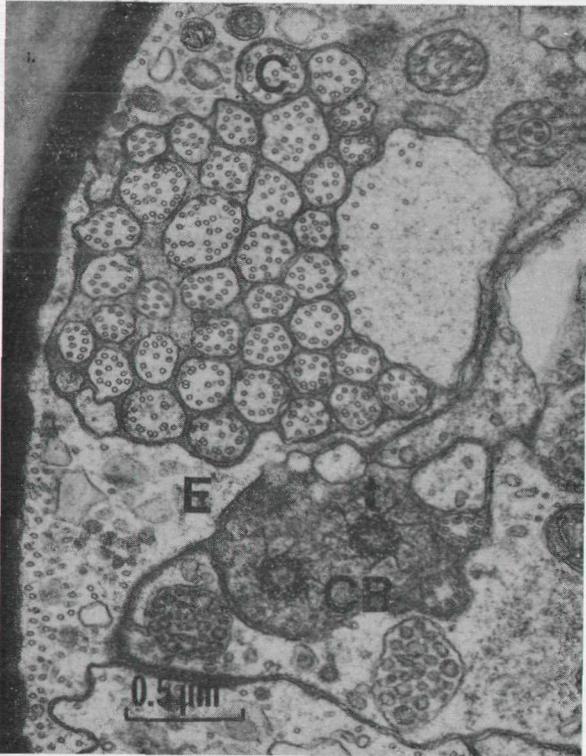
Racine ciliaire à structure périodique, en voie de division. N.T., neurotubule. X 142500.



A.G. BAUCHAU et E. PASSELECQ-GÉRIN

PLANCHE IV

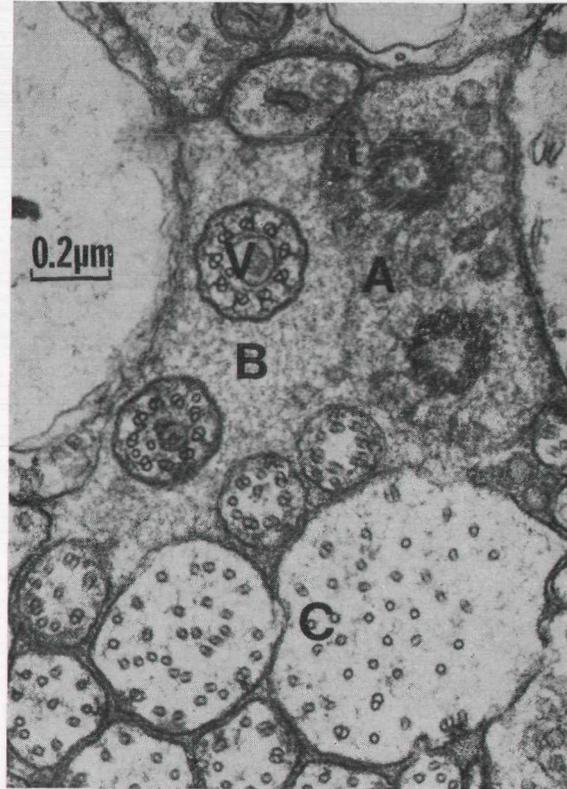
Corpuscule de base (CB) portant des cils dont certains microtubules (MT) sont visibles. R., racine ciliaire. X 85000.



A.G. BAUCHAU et E. PASSELECQ-GÉRIN

PLANCHE V

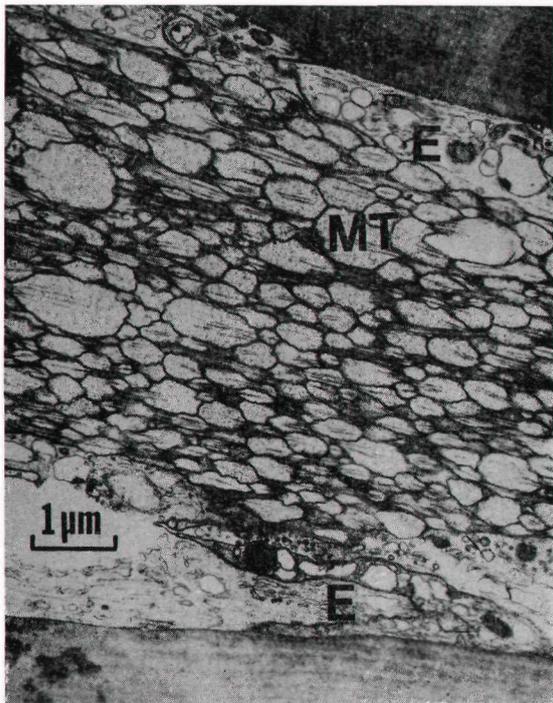
9 fibres de transition (t) rattachent la face proximale des corpuscules de base (CB) à la paroi dendritique. C., cils ; E., cellules enveloppantes avec prolongement centripète. X 37500.



A.G. BAUCHAU et E. PASSELECQ-GÉRIN

PLANCHE VI

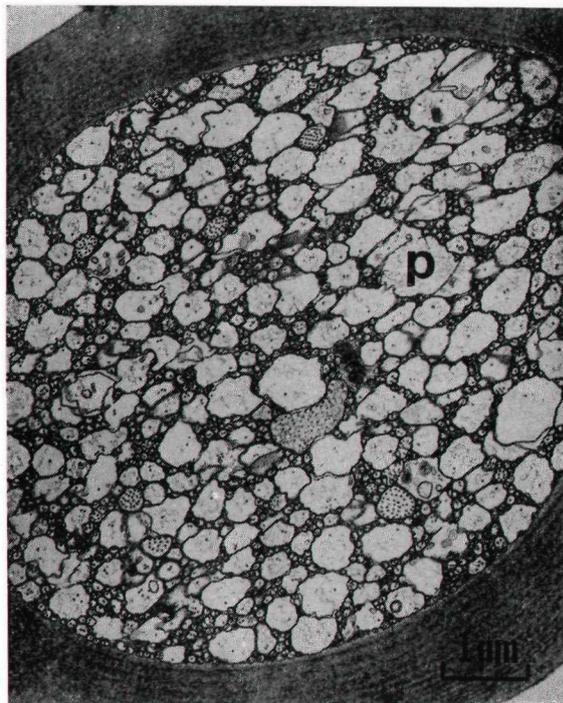
A : 2 corpuscules de base avec triplets et fibres de transition (t). B : 2 cils dans un espace extracellulaire, les 9 doublets sont rattachés à la paroi ciliaire par des fibres radiales aux extrémités bifides. V., vésicule centrale ; quelques microtubules sont indépendants des doublets. C : disparition de l'organisation en doublets et dilatation périodique des cils. X 62500.



A.G. BAUCHAU et E. PASSELECQ-GÉRIN

PLANCHE VII

Cils montrant l'alternance de dilatations et de constrictions traversées par des microtubules rectilignes (MT). E., cellules enveloppantes périphériques. X 13200.



A.G. BAUCHAU et E. PASSELECQ-GÉRIN

PLANCHE VIII

Coupe transversale à hauteur des trois-quarts distaux du capteur externe d'un aesthetasc. Les cellules enveloppantes ont disparu de la périphérie mais leurs prolongements (p) s'intercalent dans le faisceau des cils. Ceux-ci ont un nombre variable de microtubules ; certains n'en comptent plus qu'un et jouxtent la cuticule de la soie. X 13200.

Le corpuscule basal se présente comme un cylindre plus long (200 nm) que large (71 nm). Son extrémité proximale comporte 9 triplets périphériques de microtubules, désignés par les lettres A (le plus interne), B et C (le plus externe). A offre une section circulaire tandis que B et C prennent l'aspect de croissants. Les triplets font un angle de 45° par rapport à la génératrice du cylindre du corpuscule basai. Ils sont régulièrement espacés et enchâssés dans une couronne d'un matériel très dense. 9 grosses fibres de transition rattachent radialement le corpuscule basai à la paroi dendritique (Planche V-VI).

Un peu plus distalement, la dendrite se divise en deux branches ciliaires (diam. 300 nm). A ce niveau, les microtubules C disparaissent pour faire place à 9 doublets bien distincts. Le microtubule A est rattaché à la paroi ciliaire par une fibre radiale dont l'extrémité est bifide. Il n'existe pas de doublet central, ni de plaque basale comme dans les cinétosomes typiques. Une vacuole centrale les remplace habituellement (diam. 96 nm). Ainsi apparaît la structure stéréociliaire (9 + 0), caractéristique d'un grand nombre de cellules sensorielles. L'un ou l'autre microtubule isolé s'ajoute parfois à cet ensemble, il s'agit probablement de neurotubules (Planche VI).

Les deux cils baignent dans un espace extracellulaire délimité par des prolongements de cellules enveloppantes et/ou par la paroi des dendrites adjacentes. Les doublets ciliaires perdent rapidement leur organisation régulière de telle sorte que les microtubules A et B (diam. 20 nm) deviennent indépendants et se répartissent de manière quelconque dans les cils. Leur nombre fluctue et dépasse fréquemment celui qui résulterait d'une simple dissociation des doublets, ce qui implique que les microtubules eux-mêmes subissent des clivages (Planche VI).

Chaque cil présente longitudinalement une alternance de dilata-tions et de constriction caractéristiques, traversées par des micro-tubules rectilignes (Planche VII-VIII). Il se ramifie par dichotomies successives, ce qui entraîne en direction distale une réduction progressive de leur diamètre, ainsi qu'une diminution graduelle du nombre de microtubules présents dans chaque ramification. A son extrémité distale, une digitation ciliaire mesure 30 nm environ et ne compte plus qu'un ou deux microtubules.

Au-delà du quart basai, les cellules enveloppantes ne tapissent plus la paroi de l'aesthetasc mais leurs prolongements digitiformes s'intercalent en direction distale entre les paquets ciliaires (Planche VIII). Ces extensions contiennent souvent quelques microtubules et diverses vésicules.

Les cils se terminent à des niveaux différents dans les trois quarts distaux de l'aesthetasc. Les plus centraux se prolongent davantage et atteignent même l'extrémité apicale de l'aesthetasc. Leurs ramifications terminales flottent alors librement dans la lumière de la soie, à côté d'un nombre élevé de vésicules isolées et de particules non structurées. Comme les cellules enveloppantes ne remontent pas aussi haut, les cils entrent en contact direct avec toute molécule externe qui traverse la paroi cuticulaire sur les trois quarts distaux de la soie (Planche IX).

C — Structure de la paroi des aesthetascs

La paroi n'est percée d'aucun pore. Même l'extrémité distale, pourtant très irrégulière, n'en possède pas. (Fontaine *et al.*, 1982). Sa faible épaisseur diminue peu à peu de 1-1,4 μm à la base à 0,4-0,5 μm à l'extrémité apicale. La cuticule présente sur toute sa longueur une structure uniformément lamellaire mais les lamelles chitineuses deviennent progressivement moins denses et moins nettes, au point que certains secteurs de la région terminale paraissent peu structurés (Planche X). Ils méritent peut-être le qualificatif de « spongieux », utilisé par Ghiradella *et al.* (1968 a et b) et Snow (1973) pour caractériser des structures analogues chez d'autres espèces de décapodes. Mais ces secteurs spongieux ne résultent pas d'une sécrétion obturant des pores comme Risler (1977) l'observe chez *Porcellio*.

Cette moindre densité des lamelles, jointes à l'absence de cellules enveloppantes, explique la remarquable perméabilité des trois quarts distaux de l'aesthetasc. Une solution de cristal violet ou de fuchsine acide à 0,5 p. 100 pénètre en effet instantanément (Fontaine *et al.*, 1982). Rien ne s'oppose apparemment à ce que des signaux chimiques externes ne franchissent la mince barrière cuticulaire et ne pénètrent dans la lumière de la soie, malgré l'absence de tout orifice externe.

DISCUSSION

L'ultrastructure des antennules a été étudiée chez quelques espèces de crustacés, appartenant à des catégories systématiques différentes. Malgré la variété des biotopes occupés, elle témoigne de la même organisation fondamentale.

Dans tous les cas, l'exopodite abrite de nombreux ganglions de neurones sensoriels bipolaires; leurs axones rejoignent le deutocerebron via le nerf antennulaire tandis que les dendrites d'un même ganglion s'entourent rapidement d'un manchon de cellules enveloppantes et pénètrent dans un seul aesthetasc. Chaque dendrite possède une longue racine ciliaire à structure périodique, qui se divise et aboutit à deux corpuscules basaux. L'axonème est de type stéréociliaire (9 -) 0 (Moulins, 1976). Là s'opère la jonction avec les cils terminaux.

Ce schéma général présente cependant plusieurs variantes dignes d'intérêt. C'est ainsi que le nombre de neurones ganglionnaires innervant un même aesthetasc s'échelonne entre un minimum de deux chez *Porcellio scaber* (Risler, 1977) et un maximum de 400 chez *Pagurus hirsutiusculus* (Ghiradella *et al.*, 1968b), en passant par une douzaine chez les talitridés (Dahl, 1973) et une trentaine chez deux mysidacés (Juberthie-Jupeau et Crouau, 1977; Guse, 1979). *Carcinus maenas* en a de 100 à 150 (Fontaine *et al.*, 1982), nombre trouvé chez d'autres brachyours (Ghiradella *et al.*, 1968b; Snow, 1973).

La petite taille et la position systématique des mysidacés, des talitridés et de *Porcellio* expliquent sans doute le nombre réduit de

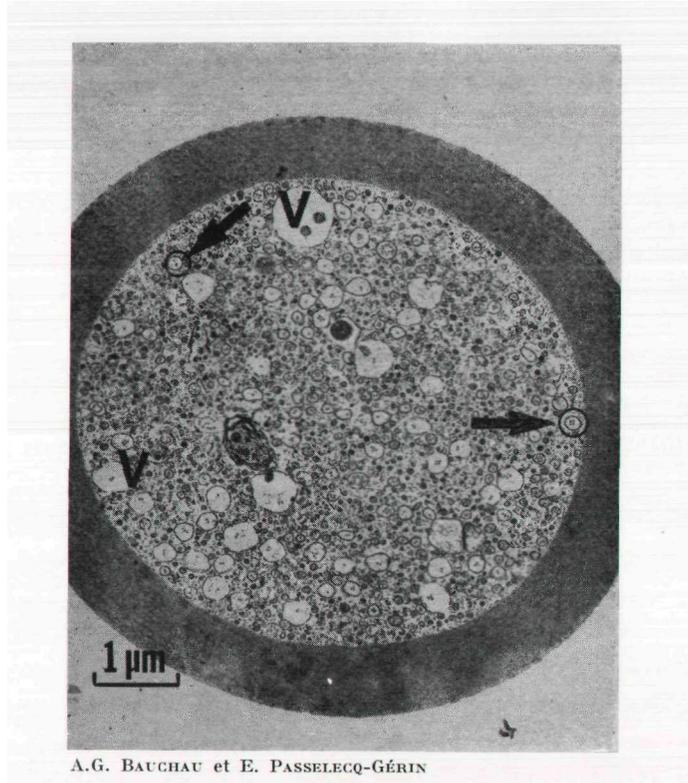


PLANCHE IX

Coupe du tiers distal du capteur externe d'un aesthetasc. Les cils avec un nombre réduit de microtubules flottent librement dans la lumière (flèche), au milieu de vésicules (V). X 13200.

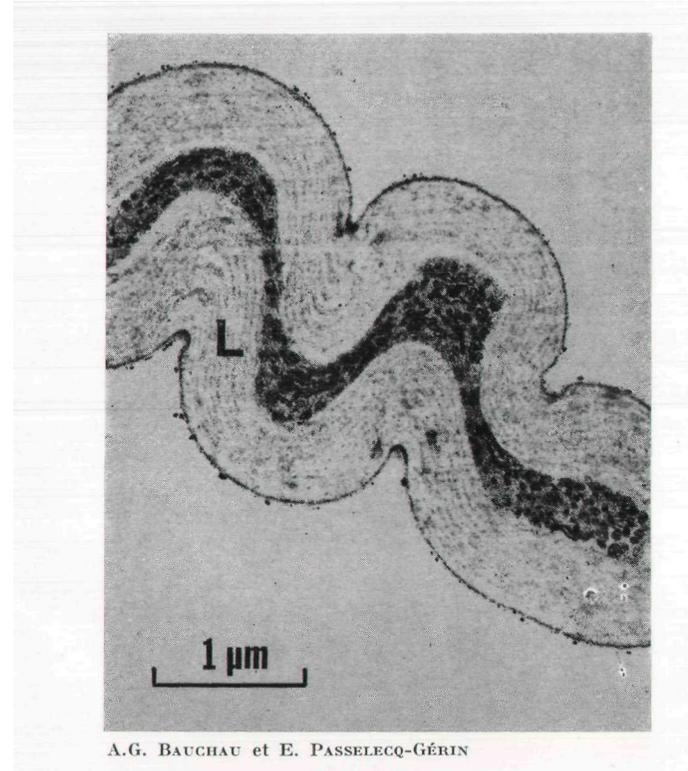


PLANCHE X

Région apicale de l'aesthetasc. La structure lamellaire (L) de la cuticule est bien visible, elle n'est percée d'aucun pore. De nombreuses vésicules et quelques terminaisons ciliaires occupent la lumière de la soie. X 22800.

leurs neurones sensoriels. Le développement de la fonction chémoréceptrice semble s'être déroulé suivant deux modalités complémentaires : un accroissement du nombre des neurones et un redoublement des cils sensoriels prolongeant chaque dendrite. Il n'y a en effet qu'un cil chez les amphipodes (Dahl, 1973) et *Porcellio* (Risler, 1977) tandis que tous les autres crustacés étudiés à cet égard en ont deux. Ce redoublement ne peut qu'optimiser la capacité chémoréceptrice.

Panulirus arylus est la seule exception connue parmi les malacostracés décapodes (Laverack and Ardili, 1965). Ses 350 neurones ganglionnaires ne comptent chacun qu'un cil terminal. Cette espèce illustre peut-être ainsi une des modalités du développement de la fonction chémoréceptrice des crustacés. Chez les brachyours, la miniaturisation des antennules a sans doute entraîné secondairement une réduction du nombre des neurones, tout en maintenant le redoublement des cils dendritiques.

La localisation précise des corpuscules basaux et de leurs jonctions ciliaires constitue une deuxième variable de l'ultrastructure antennulaire. Ils se logent en effet dans un espace extracellulaire, situé tantôt en-dessous de la zone d'implantation des aesthetascs, tantôt à hauteur de leur région basale.

Le premier arrangement s'observe chez deux espèces terrestres, l'anomoure *Coenobita compressus* (Ghiradella *et al.*, 1968b) et l'isopode *Porcellio scaber* (Risler, 1977), de même d'ailleurs que chez tous les insectes examinés à cet égard.

Par contre de nombreux crustacés marins, et en particulier l'anomoure *Pagurus hirsutiusculus* (Ghiradella *et al.*, 1968b) illustrent le deuxième type de localisation. Ghiradella propose de considérer la localisation en dehors des aesthetascs comme une adaptation à la vie terrestre. Elle s'accompagne en effet d'un raccourcissement notable de la longueur des aesthetascs ainsi que d'une réduction de la région cuticulaire amincie, faisant face aux extrémités ciliaires. Ce dispositif présente un double avantage : réduire la surface d'évaporation et éviter l'accolement généralisé des soies en dehors de l'eau. Ce dernier phénomène handicaperait sérieusement la capacité chémoréceptrice. Nos observations s'accordent avec cette interprétation car les aesthetascs de *Carcinus* sont bien développés et les fonctions ciliaires se situent dans leur région basale.

Snow (1973) constate cependant que le crabe marin littoral *Paragrapsus gaimardii* localise ses corpuscules de base en dehors des aesthetascs, tout comme le mysidacé d'eau saumâtre, *Antromysis juberthiei* (Juberthie-Jupenu et Crouau, 1977; Crouau, 1978). Selon Snow, remplacement des jonctions ciliaires dépendrait avant tout des contraintes mécaniques plus importantes imposées aux antennules dans un environnement littoral ou terrestre. Le cas de *Carcinus*, crabe littoral, ne plaide cependant pas en faveur de cette interprétation.

Chez *Carcinus maenas* comme chez la plupart des espèces étudiées, certains cils se prolongent jusqu'à l'extrémité apicale des aesthetascs (Ghiradella *et al.*, 1968a; Guse, 1979; Crouau, 1978); par contre, chez *Paragrapsus gaimardii* (Snow, 1973) et *Panulirus argus* (Laverack and Ardili, 1965), les deux-tiers distaux des soies sont acellulaires et ne contiennent que des inclusions opaques et du matériel amorphe.

Les organes chémorécepteurs des insectes ont une paroi imperméable percée de nombreux pores, qui ménagent aux signaux chimiques un accès aux extrémités des cils sensoriels. Les aesthetascs de l'isopode terrestre *Porcellio scaber* porte également de multiples ouvertures et même un large orifice apical. Ce dernier toutefois pourrait représenter non un pore sensoriel mais un dispositif intervenant dans le dégagement de la soie au moment de la mue (Hautungsporus) (Rister, 1977). Il serait intéressant de vérifier si l'imperméabilité de la cuticule antennulaire de *Porcellio* n'est pas comparable à celle des insectes, ce qui justifierait la nécessité de pores sensoriels abondants.

Il est clair en tout cas que les crustacés aquatiques dérogent souvent à cette règle des espèces terrestres. L'étude ultrastructurale des antennules de *Carcinus* confirme en particulier l'absence totale de pores cuticulaires à hauteur des aesthetascs; cette intégrité pariétale ne compromet cependant pas la chémoréception de molécules solubles grâce à la grande perméabilité des trois-quarts distaux de ces soies (Fontaine *et al.*, 1982). Perméabilité cuticulaire accrue et absence de pores semblent aller de pair. De nombreuses autres observations appuient cette conclusion (Juberthie-Jupeau et Crouau, 1977; Crouau, 1981; Snow, 1973; Gleeson, 1982; Chistofferson, 1970).

Pourtant un pore terminal existe bel et bien chez les amphipodes *Orchestici platensis* Kroyer et *Talorchestia deshayesii* Audouin (Dahl, 1973), de même que chez la larve eypris de *Balanus balanoides* (Nott and Foster, 1969).

Cette particularité pourrait s'expliquer par la nécessité où se trouvent ces espèces de détecter des molécules chimiques fixées ou adsorbées sur un substrat solide. La larve de *Balanus* se montre très sensible en effet à la présence d'une arthropodine tannée contenue dans la cuticule des individus fixés de la même espèce (Crisp, 1974). Cette protéine joue le rôle d'une phéromone d'agrégation qui amène la larve à se fixer au voisinage immédiat des colonies existantes de balanes. Selon l'expression de Crisp et Meadow (1962, 1963), nous serions en présence d'un « sens chimique tactile », c'est-à-dire d'une chémoréception de contact. Un phénomène du même ordre pourrait intervenir dans le cas des amphipodes talitridés. Dahl (1973) constate en effet que ces crustacés explorent systématiquement les parois des anfractuosités du sol avant de s'y installer, comme s'il s'agissait d'apprécier la convenance chimique du micro-environnement.

L'absence ou la présence de pores à hauteur des organes chémorécepteurs des crustacés aquatiques indiquerait ainsi le type particulier de chémoréception mis en œuvre, à condition bien entendu qu'il ne s'agisse pas de simples « Hautungsporus ». Pour détecter à distance une substance dissoute dans l'eau (olfaction), la grande perméabilité cuticulaire des aesthetascs peut suffire et elle remplace alors les pores devenus superflus; au contraire ils s'imposent dans la chémoréception de contact, quand il s'agit de percevoir une substance non dissoute (gustation).

Summary

The aesthetasc hairs on the outer ramus of the antennules of *Carcinus maenas* are innervated by bundles of dendrites. Each bundle arises from a single sensory ganglion at the base of the hair.

Dendrites are ensheathed in concentric layers of glial cells in the basal 1/4 of the aesthetasc. At the same level they branch into two cilia at a ciliary junction. Their stereociliary organization (9+0) is soon lost. Elongated ciliary processes with a gradually diminishing number of microtubules fill the entire lumen of the hair but only a few extend to its apical end.

They come in close contact with the aesthetasc wall. No pores are found in the wall which is permeable to crystal violet along the distal 3/4 of its length.

These features seem well adapted for chemoreception of foreign soluble material.

RÉFÉRENCES

- BAUCHAU, A.G. et FONTAINE, M.TH., 1984. — Chémoréception et comportement de reproduction chez les crustacés. *Oceanis*, 10, pp. 151-168.
- CHRISTOFFERSON, J.P., 1970. — An electrophysiological and chemical investigation of the female sex pheromone of the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst). Ph.D. Thesis, Univ. Hawaii, 95 p.
- CRISP, D.J., 1974. — Factors influencing the settlement of marine invertebrate larvae. In: *Chemoreception in marine organisms*. P.J. Grant and A.M. Mackie, ed. Academic Press, London, pp. 177-265.
- CRISP, D.J. and MEADOWS, P.S., 1962. — The chemical basis of gregariousness in cirripedes. *Proc. R. Soc. London*, B 156, pp. 500-520.
- CRISP, D.J. and MEADOWS, P.S., 1963. — Absorbed layers: the stimulus to settlement in barnacles. *Proc. R. Soc. London*, B 158, pp. 364-387.
- CROUAEU, Y., 1978. — Organes sensoriels d'un mysidacé souterrain anophtalme, *Antromysis juberthiei* : étude ultrastructurale des aesthetascs. *Bull. Mus. Nation. Hist. Natur. Paris*, 3^e Série Zoologie, 352, pp. 165-175.
- CROUAEU, Y., 1981. — Etude externe de l'équipement sensoriel des antennes 1 et 2 d'un crustacé mysidacé souterrain *Antromysis juberthiei* Bacesco et Orghidan. *Arch. Zool. exp. gén.*, 122, pp. 271-288.
- DAHL, E., 1973. — Antennal sensory hairs in Talitrid Amphipods (Crustacea). *Acta Zool. Stockholm*, 54, pp. 161-171.
- EALES, A.J., 1974. — Sex pheromone in the shore crab *Carcinus maenas* and the site of its release from females. *Mar. Behav. Physiol.*, 2, pp. 345-355.
- FONTAINE, M. TH., PASSELECQ-GÉRIN, E. et BAUCHAU, A.G., 1982. — Structures chémoréceptrices des antennules du crabe *Carcinus maenas*, L. (Crustacea decapoda). *Crustaceana*, 43, pp. 271-283.
- GHIRADELLA, H.T., CASE, J.F. and CRONSHAW, J., 1968a. — Structure of aesthetases in selected marine and terrestrial decapods : Chemoreceptor morphology and environment. *Amer. Zool.*, 8, pp. 603-621.
- GHIRADELLA, H.T., CASE, J.F. and CRONSHAW, J., 1968b. — Fine structure of the aesthetasc hairs of *Coenobita compressas*, Edwards. *J. Morph.*, 124, pp. 361-386.
- GLEESON, R.A., 1982. — Morphological and behavioral identification on the sensory structures mediating pheromone reception in the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Biol. Bull.*, 163, pp. 162-171.
- GUSE, G.w., 1979. — Feinstruktur der Aesthetasken von *Neomysis integer*, Leach (Crustacea mysidacea). *Zool. Anz.*, 203, pp. 170-176.
- JUBERTHIE-JUPEAU, L. et CROUAEU, Y., 1977. — Ultrastructure des aesthetascs d'un mysidacé souterrain anophtalme. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 284 D, pp. 2257-2259.
- LAVERACK, M.S., 1964. — The antennular sense organs of *Panulirus argus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 13, pp. 301-321.
- LAVERACK, M.S., and ARDILL, D.J., 1965. — The innervation of the aesthetasc hairs of *Panulirus argus*. *Quart. J. Micr. Sci.*, 106, pp. 45-60.
- MOULINS, M., 1976. — Ultrastructure of chordotonal organs. In : *Structure and Function of Proprioceptors in the Invertebrates*, P.J. Mill edit. Chapman and Hall, London, pp. 387-426.
- NOTT J.A. and FOSTER B.A., 1969. — On the structure of the antennular attachment organ of the cypris larva of *Balanus balanoides* (L.) *Phil. Trans. R. Soc. London*, 803 B, pp. 115-134.
- RISLER, H., 1977. — Die Sinnesorgane der Antennula von *Porcellio scaber*, Latr. (Crustacea Isopoda). *Zool. Jb. Anat.*, 98, pp. 29-52.
- SNOW, P.J., 1973. — Ultrastructure of the aesthetasc hairs of the littoral decapod *Paragrapsus gaimardii*. *Zeit. Zellforsch.*, 138, pp. 489-502.