

STRUCTURES DENDRITIQUES DES CÔNES ANTENNAIRES APICAUX DE DIPLOPODES (MYRIAPODA)

par

MONIQUE NGUYEN DUY-JACQUEMIN

Laboratoire de Zoologie (Arthropodes), 61, rue de Buffon, F-75231, Paris Cédex 5

&

Laboratoire souterrain du C.N.R.S., F-09410, Moulis, France

ABSTRACT

A comparative study of four antennal apical cones of diplopods is undertaken in two julids, *Typhloblaniulus lorifer* Brölemann and *Cylindroiulus punctatus* (Leach), and in a penicillate, *Polyxenus lagurus* (Linnaeus). The sensory cones, with an apical pore, show a comparatively similar structure. Sensory units converge on each of them. Each unit consists of a group of neurons, the dendrites of which are surrounded by two superposed sheath cells; all the units are also surrounded by other sheath cells overlapping one another at the base of the sensory cones. According to their structure the dendrites seem to belong to two types of neurons: chemoreceptors and mechanoreceptors. The chemoreceptive dendrites are nearly always uniciliate and reach the cone tip. The mechanoreceptive dendrites are always biciliate. At the base of each antennal cone of *P. lagurus* the two tubular bodies of the single mechanoreceptive neuron surround the chemoreceptive distal segments of one sensory unit. In the sensory cones of the two julids, one mechanoreceptive neuron per sensory unit can be observed, i. e. more than 8 neurons per cone in the specimens studied; their tubular bodies occur in the cone lumen, at 3/4 of its length.

Besides, in julids, ducts and a group of sensory cells can be observed, their four ciliary extensions being "free" inside the cone; the cone wall is provided with pores on 3/4 of its length.

The possible double function, gustatory as well as tactile, is discussed.

INTRODUCTION

Dans beaucoup de familles de DiplopoDES, quatre cônes sensoriels sont implantés suivant un carré à l'apex de chaque antenne. Ils ont fait l'objet d'une étude ultrastructurale chez un Pénicillate: *Polyxenus lagurus* (Linnaeus) (cf. Nguyen Duy-Jacquemin, 1981a, b) et trois Chilognathes: un Polydesme *Polydesmus coriaceus* Porat (cf. Schönrock, 1981) et deux Julides

Typhloblaniulus lorifer Brölemann et *Cylindroiulus punctatus* (Leach) (cf. Nguyen Duy-Jacquemin, sous presse). Cette note a pour objet de mettre en évidence de nombreuses similitudes de structure existant entre ces organes sensoriels, en particulier la présence de neurones mécanorécepteurs.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les animaux étudiés sont des adultes mâles et femelles de *Polyxenus lagurus*, *Cylindroiulus punctatus* et *Typhloblaniulus lorifer*.

Pour l'étude de la morphologie externe des cônes observés au scanning, les antennes ont été fixées à l'alcool à 70%, passées à la méthode du point critique avant métallisation afin d'éviter la rétraction.

Pour l'étude ultrastructurale, les antennes ont été fixées au glutaraldéhyde à 2,9% dans le tampon Millonig à 0,1 M, puis au tétroxyde d'osmium à 2% dans le même tampon. Les coupes réalisées avec un ultramicrotome Reichert OMU₂, ont été contrastées à l'acétate d'uranyle et au citrate de plomb et observées au microscope Sopenem sous 50 kV. Les coupes semi-fines ont été étudiées après coloration au bleu de toluidine.

MORPHOLOGIE EXTERNE DES CÔNES SENSORIELS

On distingue deux cônes dorsaux et deux cônes ventraux¹, symétriques deux à deux par rapport au plan sagittal de l'antenne (symétrie confirmée par l'étude de leur morphologie interne).

Chez les Julides le 8e et dernier article antennaire est court, en partie invaginé à l'intérieur

¹ Les termes tergal et sternal employés dans nos notes précédentes sont remplacés ici par dorsal et ventral.

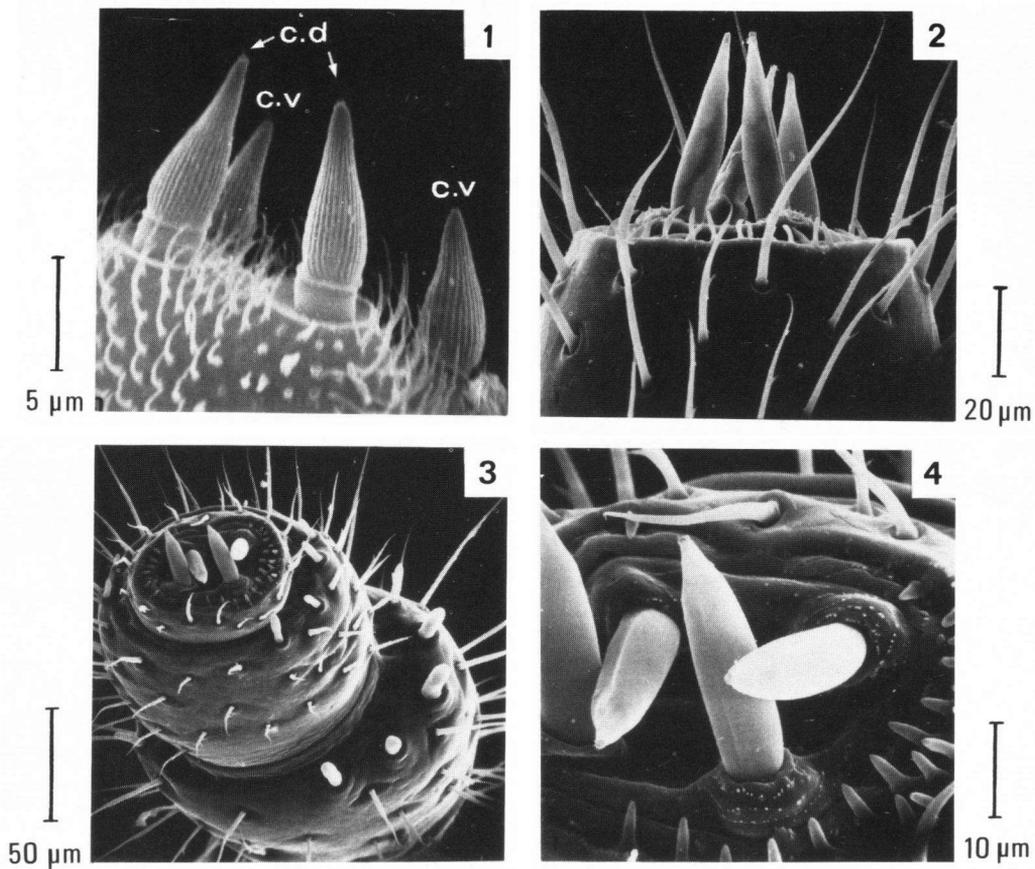


Fig. 1. Cônes antennaires apicaux de *Polyxenus lagurus*: c.d, cônes dorsaux; c.v, cônes ventraux

Fig. 2. Cônes antennaires apicaux de *Typhloblaniulus lorifer*.

Fig. 3. Vue générale des trois articles antennaires apicaux de *Cyldroiulus punctatus*.

Fig. 4. Détail des cônes apicaux de la fig. 3.

du 7e article et dépassant très peu ce dernier (figs. 2, 3, 17). Les embases des quatre cônes sont au même niveau; chaque cône est inséré sur un mamelon ou proéminence du 8e article couverte de petites excroissances cuticulaires en forme de dents (fig. 4). Les cônes de *T. lorifer* sont longs et effilés (45 à 50 μm , fig. 2); leur diamètre maximum, situé au tiers de leur longueur, est d'environ 9 μm , il décroît ensuite progressivement jusqu'à l'apex de 1,6 μm . Les cônes de *C. punctatus* sont plus trapus que ceux de *T. lorifer*, ils mesurent 30 à 35 μm de long pour un diamètre maximum de 7,5 μm ; environ

aux trois-quart de leur base ils prennent alors une forme effilée.

Le dernier article de *Polyxenus* a une forme différente de celle des deux Julides; il est plus long et son apex oblique entraîne une insertion des deux cônes dorsaux plus apicale que celle des cônes ventraux (figs. 1, 21). Chaque cône, long d'une dizaine de μm , est implanté dans une cupule ornée de 7 à 8 sillons concentriques; il est formé d'une partie basale cylindrique de 2 à 3 μm de hauteur, ornée de sillons circulaires, et d'une partie distale effilée longue de 7 à 8 μm , ornée de sillons longitudinaux (figs. 1, 5).

ULTRASTRUCTURE DES CÔNES SENSORIELS

I. Paroi des cônes sensoriels

Les cônes sensoriels ne sont pas articulés à leur base. Chez les Julides le tégument du 8e article antennaire s'amincit progressivement à la base du mamelon supportant le cône; seule la couche externe très dense aux électrons, constituée probablement d'exocuticule, se prolonge jusqu'à la base du cône. On observe alors sous l'exocuticule du mamelon et sur une large épaisseur, de très fines lamelles d'endocuticule disposées en couches parallèles présentant parfois des plissements.

Chez *P. lagurus* on observe également de fines lamelles d'endocuticule dans la partie de la cupule d'insertion bordant extérieurement le 8e article (figs. 5, 7).

La structure de la paroi des cônes diffère dans les deux groupes examinés. La paroi latérale est continue chez *P. lagurus* alors qu'elle est creusée de minuscules sillons longitudinaux et percée de nombreux pores² sur les trois-quarts de sa longueur chez *C. punctatus* et *T. lorifer* (figs. 6, 10). Par contre au sommet de tous les cônes s'ouvre un pore entouré d'une quinzaine de digitations (figs. 5, 6).

II. Unités sensorielles

Chez les trois Diplopodes étudiés, les cônes sont les récepteurs de très nombreux neurones groupés dans des unités sensorielles réunies en faisceaux. Les dendrites des neurones de chaque unité sensorielle sont entourés de deux cellules-enveloppes I et II. La cellule-enveloppe I (C.E. I) pourvue d'une large cavité lymphatique interne s'étend jusqu'à la base du cône; la cellule-enveloppe II (C.E. II) dépourvue de cavité entoure l'apex de la C.E. I, puis les segments distaux jusqu'à mi-hauteur du cône pour

² En bordure externe du cône un réseau de fins canalicules parcourt longitudinalement la paroi en son milieu et s'étend de la base au sommet (r.c. figs. 6, 10, 13, 15); face à ce réseau la paroi du cône est dépourvue de pores et de petits sillons (figs. 10, 18, 19).

P. lagurus et au quatre-cinquième pour les Julides.

Le groupe des unités sensorielles de chaque cône est entouré par des cellules-enveloppes de type III dont le nombre ne peut être défini avec certitude, par suite de leur étroite imbrication les unes avec les autres. Les invaginations apicales de ces cellules, renfermant de très nombreuses microvilli, s'ouvrent à la base du cône pour former une grande cavité lymphatique externe (figs. 5, 7).

a. Nombre d'unités sensorielles par cône

Il y a le même nombre d'unités dans les quatre cônes de *T. lorifer*. Mais ce nombre diffère suivant les adultes considérés: 11, 13, et 16 faisceaux (fig. 13) chez les trois femelles étudiées.

Il existe une unité supplémentaire dans les cônes ventraux par rapport aux cônes dorsaux chez *C. punctatus* et *P. lagurus* (figs. 18, 19, 22, 23). Le nombre d'unités est fixe chez *P. lagurus*: trois dans chaque cône dorsal et quatre dans chaque cône ventral (figs. 7, 22, 23); par contre il diffère chez *C. punctatus*: sur cinq mâles observés quatre ont 9 faisceaux par cône dorsal et 10 par cône ventral (figs. 18, 19), un seul en a 8 dorsaux et 9 ventraux.

b. Nombre de neurones par unité sensorielle

Le nombre de neurones est fixe chez *P. lagurus*; les unités des cônes dorsaux en possèdent respectivement 6, 9 et 14; celles des cônes ventraux 6, 9 et 10 (2 fois).

Le nombre de neurones de chaque unité varie de 10 à 14 chez les deux Julides observés.

c. Différents types de neurones

L'observation des dendrites permet de distinguer deux types différents de neurones: les uns mécanorécepteurs, dont les segments distaux sont terminés par un corps tubulaire, les autres chémorécepteurs, en plus grand nombre, dont les segments distaux se prolongent jusqu'à l'apex de l'antenne et atteignent pour la plupart l'orifice apical.

1. NEURONES MÉCANORÉCEPTEURS

Nombre.

Chez *P. lagurus* il y a un seul neurone mécanorécepteur par cône, faisant partie de l'unité sensorielle à 14 neurones pour les cônes dorsaux et de l'une des deux unités à 10 neurones pour les ventraux.

Chez *C. punctatus* et *T. lorifer* il y a un neurone mécanorécepteur dans chaque unité sensorielle, par conséquent leur nombre est égal au nombre d'unités aboutissant au cône.

Localisation et structure des dendrites.

Le dendrite du neurone mécanorécepteur est toujours bicilié; il occupe une position précise dans l'unité sensorielle: son segment proximal est situé dans la cavité lymphatique de la cellule-enveloppe I, au bord externe du faisceau de dendrites chémorécepteurs, à proximité de la jonction de la cellule refermée sur elle-même (fig. 8). A son apex, ce segment proximal se distingue des autres segments par sa taille réduite, sa coloration plus claire aux électrons et sa pauvreté en mitochondries. Il est prolongé par deux segments ciliaires issus de deux centrioles parallèles, situés dans un même plan transversal, et plus apicaux que les segments ciliaires des dendrites chémorécepteurs (fig. 8).

Chez les Julides les segments ciliaires se rapprochent du cytoplasme de la cellule-enveloppe et „nichent" parfois dans un de ses lobes (fig. 11). Les segments distaux subcylindriques à leur base, ont ensuite une section ellipsoïdale; puis ils s'étirent latéralement, formant deux minces feuilletés appliqués contre la gaine cuti-

culaire qui entoure tous les segments distaux de l'unité sensorielle (figs. 12, 20); apicalement ils augmentent de taille avant de se différencier en corps tubulaires et occupent alors le tiers de l'espace ménagé à l'intérieur de la gaine cuticulaire (figs. 10, 13, 14, 18, 19). Les deux corps tubulaires, dont les sections transversales sont grossièrement ovoïdes ou en croissant, sont rapprochés l'un de l'autre d'un seul côté (fig. 20) et entourés de substance cuticulaire (fig. 9). Les corps tubulaires de l'ensemble des unités sont situés à l'intérieur du cône à une distance d'environ 11 μm du sommet (soit au trois-quart du cône à partir de sa base chez *T. lorifer* et au cinq-huitième chez *C. punctatus* dont les cônes sont moins longs: fig. 6). Ils ne sont pas tous situés sur un même plan transversal, l'écart entre le plus basal et le plus distal pouvant atteindre 3 μm ; ils sont presque toujours orientés vers la paroi du cône (figs. 13, 18, 19); à leur niveau le cytoplasme des cellules-enveloppes II est réduit à une mince couche autour de la gaine cuticulaire (fig. 10).

Chez *P. lagurus* les corps tubulaires ont la forme de deux demi-cylindres dont les bords s'appliquent l'un contre l'autre et enferment ainsi tous les autres segments distaux chémorécepteurs de leur unité sensorielle (figs. 7, 22, 23, 24). Ils sont situés à la base du cône, entourés par la gaine cuticulaire et par la cellule-enveloppe II (figs. 5, 7).

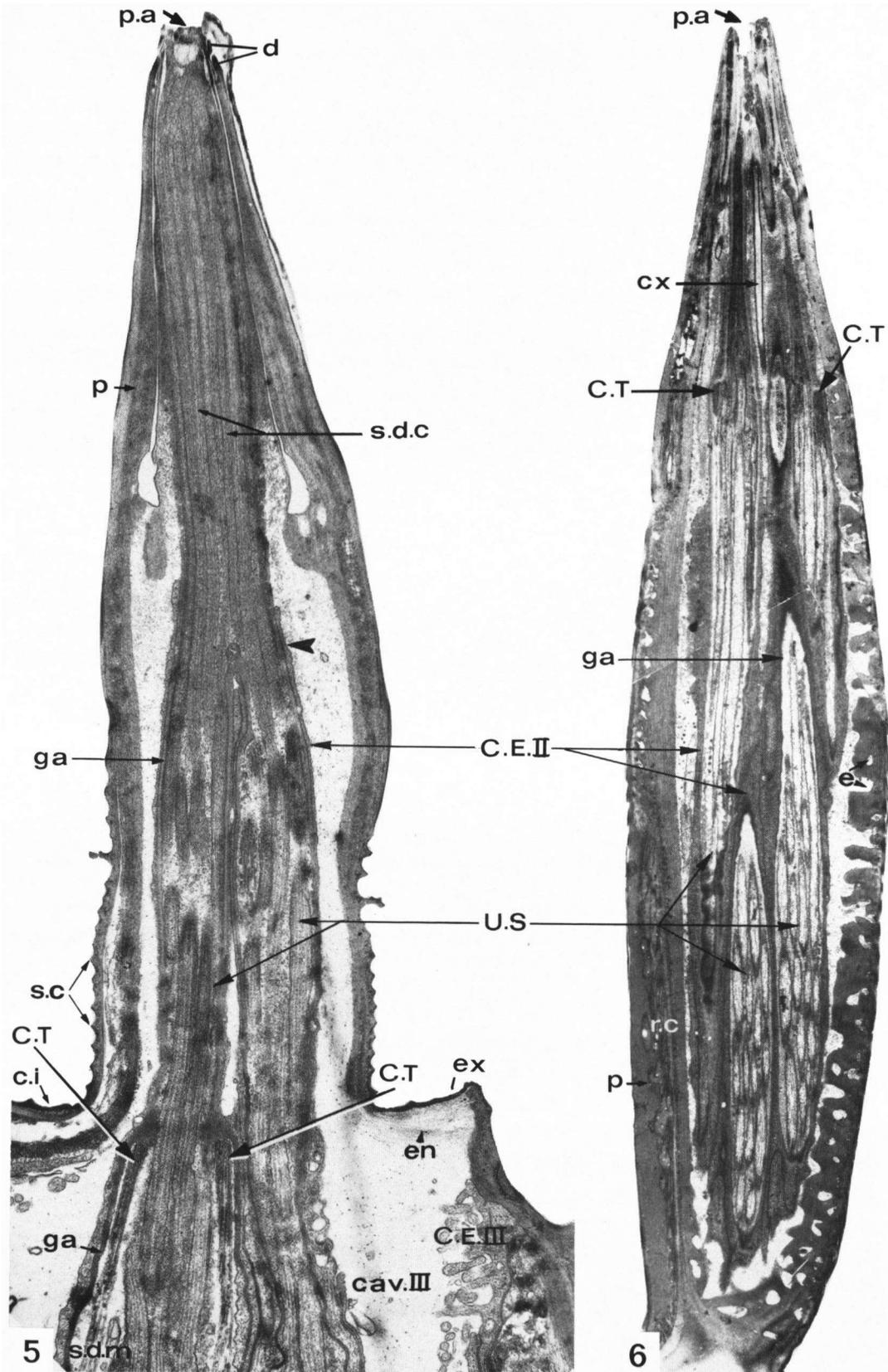
2. NEURONES CHÉMORÉCEPTEURS

Dans les cônes de *P. lagurus* les dendrites des neurones chémorécepteurs sont uniciliés, à l'exception d'un seul neurone bicilié présent

Fig. 5. Section longitudinale d'un cône dorsal de *P. lagurus* montrant deux unités sensorielles; l'unité de gauche renferme le neurone mécanorécepteur; la grosse flèche indique le niveau de réunion des segments distaux chémorécepteurs des unités ($\times 18\ 000$).

Fig. 6. Section longitudinale d'un cône de *C. punctatus* ($\times 5\ 600$).

Abréviations communes aux figures: cav. III, cavité lymphatique des cellules-enveloppes III; C. E. II et C. E. III, cellules-enveloppes II et III; c.i, cupule d'insertion du cône; C.T, corps tubulaires; cx, canal; d, digitations apicales; e, espaces vides dans la paroi; en, lamelles d'endocuticule; ex, exocuticule; ga, gaine cuticulaire; p, paroi; p.a, pore apical; r.c, réseau de canalicules longitudinaux; s.c, sillons circulaires; s.d.c, segments distaux chémorécepteurs; s.d.m, segment distal mécanorécepteur; U.S, unités sensorielles.



dans toutes les unités dépourvues du neurone mécanorécepteur. Il y a donc deux neurones biciliés par cône dorsal et trois par cône ventral.

L'unité sensorielle des cônes des deux Julides étudiés comprend, outre le neurone mécanorécepteur, des neurones chémorécepteurs uniciliés et biciliés, ceux-ci le plus souvent au nombre de un à cinq; chez *T. lorifer* cependant les neurones biciliés sont parfois absents.

A l'intérieur de chaque cône des trois Diplo-podes considérés, les segments distaux chémorécepteurs de chaque unité restent entourés par la gaine cuticulaire et par la cellule-enveloppe II jusqu'à mi-hauteur du cône chez *P. lagurus* (fig. 5) et jusqu'aux 4/5 chez *T. lorifer* et *C. punctatus*; ensuite les unités fusionnent en un faisceau unique rassemblant une partie seulement des segments distaux de chaque unité (fig. 15); un certain nombre d'entre eux, plus courts, n'atteignent pas ce niveau. Ce faisceau unique de segments chémorécepteurs reste entouré d'une gaine cuticulaire partiellement fragmentée jusqu'au sommet du cône où il est coiffé par une substance dense sécrétée par les cellules-enveloppes I.

3. NEURONES À DENDRITES CARACTÉRISÉS PAR DEUX SEGMENTS DISTAUX DILATÉS

Aboutissant à chaque cône dorsal de *T. lorifer* et *C. punctatus*, le dendrite d'un neurone est caractérisé par un segment proximal très volumineux et clair aux électrons, prolongé par deux cils

dilatés dès leur base. Ces cils conservent leur grande taille à l'intérieur du cône; leurs extrémités distales sont au même niveau que les corps tubulaires des neurones mécanorécepteurs (s.d.d, fig. 18); leurs microtubules sont très dispersés et les espaces ménagés entre eux sont comblés, dans leur région apicale, par des filaments orientés en tous sens (fig. 12).

III. Eléments structuraux s'ajoutant aux unités sensorielles chez *C. punctatus* et *T. lorifer*

A l'intérieur de chaque cône les deux Julides possèdent, outre les unités sensorielles décrites, des „cils libres” et des canaux déjà décrits dans les cônes apicaux de *Polydesmus coriaceus* (cf. Schönrock, 1981).

a. Cellules sensorielles à prolongement ciliaire libre

S'ajoutant aux neurones rassemblés dans les unités sensorielles, il existe chez les deux Julides un groupe supplémentaire de 11 à 14 neurones; leurs dendrites presque toujours uniciliés, sont entourés apicalement par trois cellules-enveloppes et localisés entre le faisceau d'unités sensorielles et le bord du 8e article; la majorité de leurs segments distaux atteint à peine la base du cône, alors que quatre d'entre eux, de taille supérieure, pénètrent à l'intérieur du cône jusqu'à proximité de l'apex (à l'endroit où tous les segments distaux chémorécepteurs sont réunis en un seul faisceau). Ces quatre cils sont

Fig. 7. Section transversale des quatre unités sensorielles d'un cône ventral de *P. lagurus*, au niveau des deux corps tubulaires (indiqués par deux flèches) ($\times 24\ 000$).

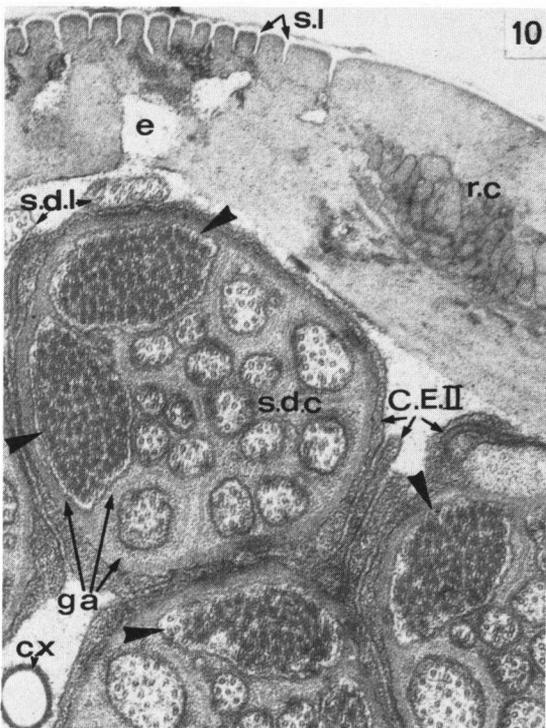
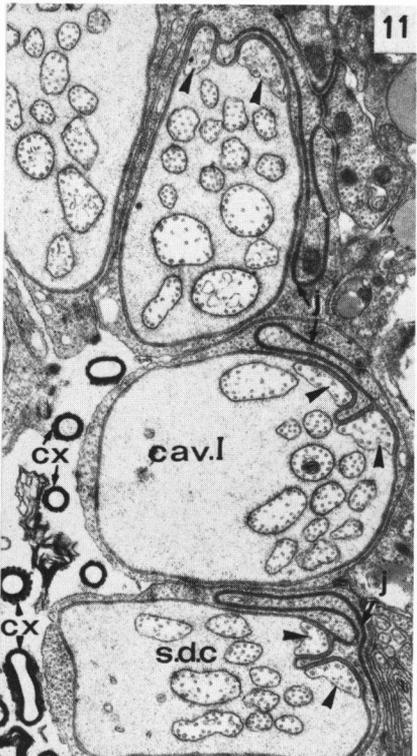
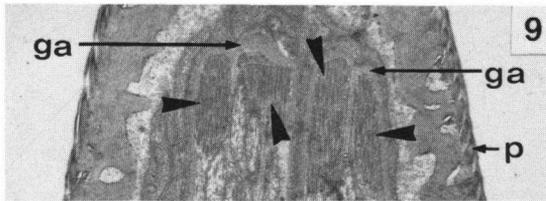
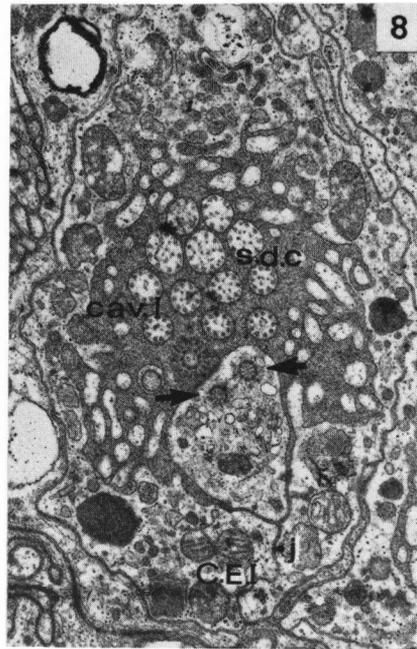
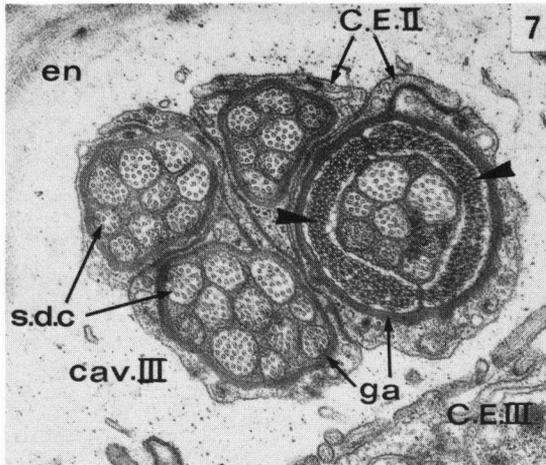
Fig. 8. Section transversale effectuée au niveau des deux centrioles (indiqués par des flèches) du segment proximal du neurone mécanorécepteur d'un cône dorsal de *P. lagurus* ($\times 11\ 700$).

Fig. 9. Section longitudinale de quatre corps tubulaires (indiqués par des flèches) à l'intérieur d'un cône de *C. punctatus* ($\times 9\ 800$).

Fig. 10. Section transversale de plusieurs unités sensorielles d'un cône de *C. punctatus*, au niveau des corps tubulaires (indiqués par des flèches) ($\times 36\ 000$).

Fig. 11. Section transversale de plusieurs unités sensorielles d'un cône de *C. punctatus* au sommet du dernier article antennaire. Les flèches indiquent les segments distaux des neurones mécanorécepteurs ($\times 14\ 700$).

Abréviations communes aux figures: cav. I et III, cavités lymphatiques des cellules-enveloppes I et III; C.E. I, II, III, cellules-enveloppes I, II, III; cx, canaux; e, espace vide dans la paroi; en, lamelles d'endocuticule; ga, gaine cuticulaire; j, ligne de jonction des bords latéraux des cellules-enveloppes I; p, paroi du cône; r.c, réseau de canalicules longitudinaux; s.d.c, segments distaux chémorécepteurs; s.d.l, segments distaux libres; s.l, sillons longitudinaux.



situés entre les cellules-enveloppes II des unités et la partie de la paroi du cône contenant le réseau de canalicules (s.d.l, figs. 10, 13, 18), d'où le terme de „cils libres” qui leur est attribué (non entourés de cellules-enveloppes à l'intérieur du cône).

b. Canaux internes

Au centre du faisceau formé par les unités sensorielles à la base de chaque cône se trouvent des cellules entourant chacune un canal; leur nombre est sensiblement égal à celui des unités sensorielles. Ces canaux s'étendent à l'intérieur du cône et pour la plupart en son centre; parfois un à trois d'entre eux sont placés à l'extérieur des unités, contre la paroi du cône. Vers l'apex les canaux fusionnent, entourant chaque unité composée à ce niveau d'une gaine cuticulaire épaisse et des segments distaux chémorécepteurs; puis ils s'ouvrent dans la cavité du cône. Ils sont remplis d'une substance provenant vraisemblablement des cellules glandulaires placées dans les 7e et 8e article antennaires.

DISCUSSION

L'étude ultrastructurale des cônes antennaires apicaux du Pénicillate *P. lagurus* et des deux Chilognathes Julides *C. punctatus* et *T. lorifer* a montré l'existence de neurones chémorécepteurs et mécanorécepteurs, structures que l'on trouve souvent associées dans les chémorécep-

teurs de contact des Insectes définis par Altner (1977): „TP (terminal pore)-sensilla, which contain gustatory units alone or together with a mechanoreceptor”.

Les sensilles trichoïdes antennaires de Myriapodes appartiennent au même type, la fonction tactile étant assurée par un seul neurone mécanorécepteur, unicilié dans le cas de l'antenne du Chilopode *Lithobius forficatus* (Linnaeus) (cf. Keil, 1976) et bicilié sur celle du Diplopede Polydesme *Polydesmus coriaceus* (cf. Schönrock, 1981) et du Symphyle *Scutigera* (cf. Haupt, 1979). Entrent dans cette catégorie les sensilles trichoïdes de *Geophilus longicornis* (Leach) (cf. Ernst, 1976) avec deux neurones mécanorécepteurs uniciliés et les microtrichoïdes de cette même espèce (Ernst, 1983) avec deux neurones mécanorécepteurs biciliés.

Les neurones chémorécepteurs assurent une fonction gustative favorisée par la sécrétion de la cellule-enveloppe I, sécrétion entourant les dendrites et coiffant leurs extrémités apicales; les canaux observés dans les cônes de Julides pourraient également jouer un rôle de lubrification de l'extrémité des segments distaux. Cette fonction chémoréceptrice de contact est également attribuée en 1981 aux cônes de *Polydesmus coriaceus* par Schönrock, qui précise qu'il ne s'agit pas là d'un chémorécepteur de contact typique.

Une seconde fonction importante est assurée par les neurones mécanorécepteurs qui présentent, nous l'avons vu précédemment, une très

Fig. 12. Section transversale de deux unités sensorielles, effectuée dans un cône dorsal de *T. lorifer*. Les flèches indiquent les segments distaux mécanorécepteurs, juste avant leur dilatation apicale. Dans la 2e unité représentée en partie seulement, on peut voir les segments distaux dilatés (s.d.d) ($\times 32\ 400$).

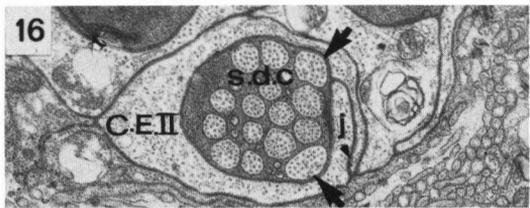
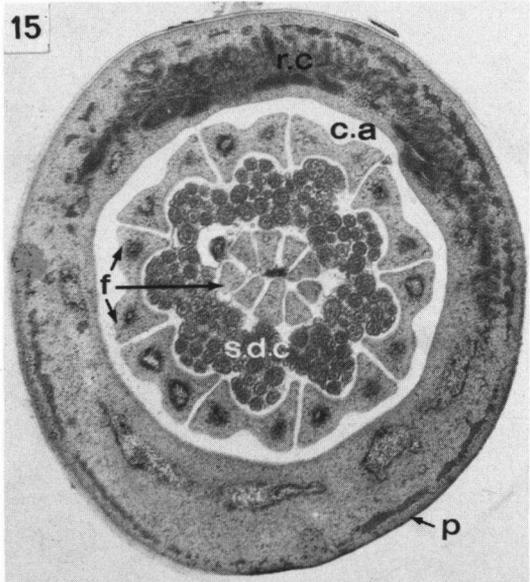
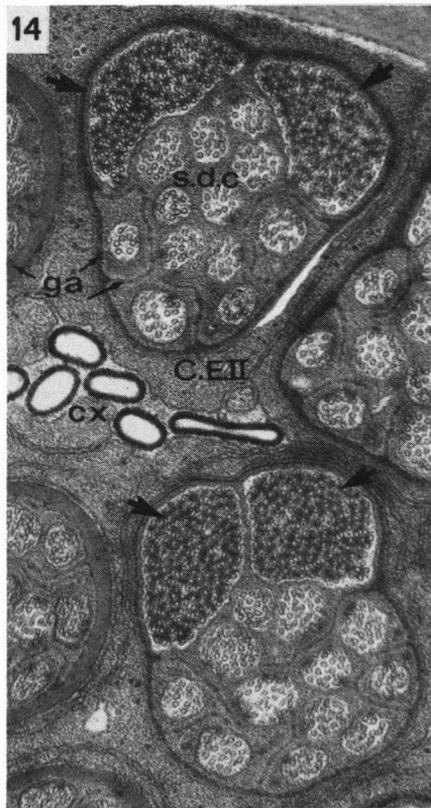
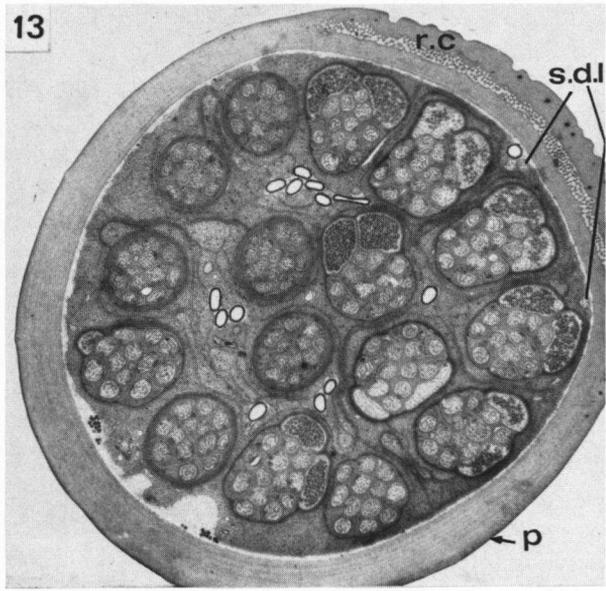
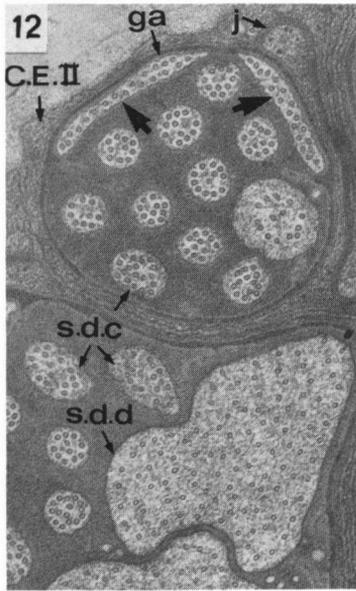
Fig. 13. Section transversale d'un cône ventral de *T. lorifer*, au niveau des corps tubulaires ($\times 10\ 640$).

Fig. 14. Détail de deux unités sensorielles de la fig. 13. Les flèches indiquent les corps tubulaires ($\times 36\ 000$).

Fig. 15. Section transversale d'un cône de *C. punctatus* au niveau de la réunion des segments distaux chémorécepteurs de toutes les unités sensorielles ($\times 32\ 400$).

Fig. 16. Section transversale d'une unité sensorielle d'un cône ventral de *P. lagurus*, effectuée au sommet du 8e article antennaire. Cette unité renferme les segments distaux (indiqués par des flèches) du neurone mécanorécepteur, qui se sont éloignés l'un de l'autre et commencent à se dilater ($\times 14\ 700$).

Abréviations communes aux figures: c.a, cavité apicale dans laquelle aboutissent les canaux; C.E. II, cellules-enveloppes II; cx, canaux; f, substance dense entourant les unités sensorielles; ga, gaine cuticulaire; j, ligne de jonction des bords latéraux des cellules-enveloppes II; p, paroi du cône; r.c, réseau de canalicules longitudinaux; s.d.c, segments distaux chémorécepteurs; s.d.l, segments distaux libres.



grande similitude de structure chez les Pénicillates et les Chilognathes. Dans le cas le plus simple de *P. lagurus* il est possible d'admettre que les pressions exercées sur le sommet du cône lorsque celui-ci palpe le sol ou la nourriture sont transmises aux microtubules des corps tubulaires par l'intermédiaire de la gaine cuticulaire entourant les dendrites. Par ailleurs la flexibilité du cône, facilitée par une exocuticule mince et des lamelles endocuticulaires flexibles³ en bordure du 8e article, permet une inclinaison pouvant provoquer une stimulation mécanique. Par la présence d'un seul neurone mécanorécepteur avec corps tubulaires placés à la base du sensille, les cônes apicaux de *P. lagurus* se rapprochent des mécanorécepteurs décrits chez les autres Arthropodes (McIver, 1975; Gaffal et al., 1975).

Dans les cônes de *C. punctatus* et *T. lorifer* les corps tubulaires sont placés très près de l'apex, ce qui les singularisent des autres chémorécepteurs de contact actuellement connus; toutefois dans les sensilles microtrichoïdes de *Geophilus longicornis*, trois corps tubulaires sur quatre sont disposés à l'intérieur du sensille, légèrement au-dessus de sa base. On remarque un changement de structure de la paroi des cônes de Julides au niveau des corps tubulaires; de perforée la paroi devient continue et rigide jusqu'au sommet, à partir du niveau des corps tubulaires. Une légère flexion du cône a parfois été observée à l'endroit de ce changement de structure. Si un contact se produit au sommet du cône, la stimulation pourrait être transmise par la gaine cuticulaire aux microtubules des corps tubulaires. Il est possible également que le nombre des corps tubulaires et leur disposition jouent un rôle dans la localisation des sources de stimulation. Une analyse de l'orientation de l'excitation a été faite d'après la disposition des corps tubulaires chez la trichobothrie du Symphyle *Scutigera immaculata* (Newport) par Haupt (1970); il s'agit dans ce cas d'un système très élaboré, les corps tubulaires étant orientés

en angle droit par rapport à des épaisissements cuticulaires, eux-même en relation avec la membrane.

Outre le nombre important de neurones mécanorécepteurs, les cônes de Julides se distinguent des chémorécepteurs de contact des Insectes par leur paroi perforée sur les trois-quart de leur longueur. Déjà sur l'antenne du Symphyle *Scutigera*, la paroi apicale des sensilles trichoïdes est percée de nombreux pores (Haupt, 1979).

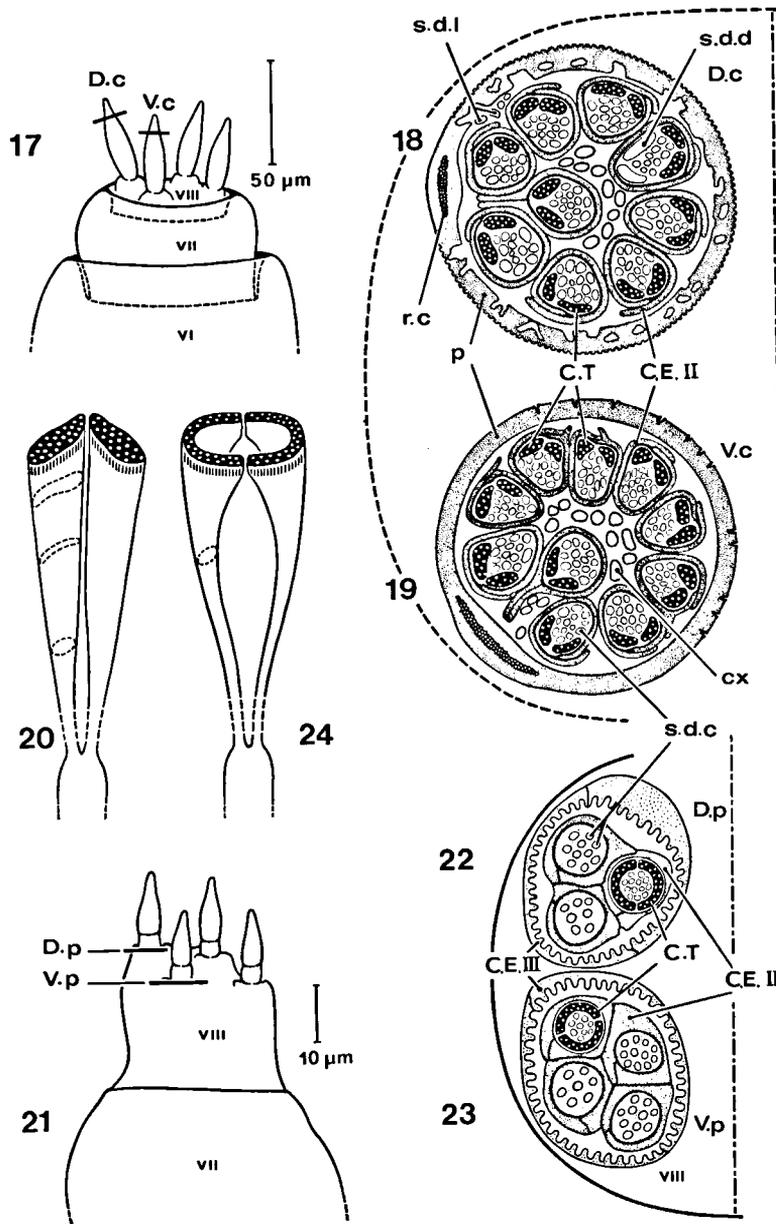
Chez un autre Chilognathe, le Polydesme *Polydesmus coriaceus*, les neurones mécanorécepteurs semblent également être présents à l'intérieur des cônes apicaux, comme le laissent supposer les figures 46 et 47 de la thèse de Schönrock. Ceci nous conduit à penser que les quatre cônes apicaux des Diplopodes assurent une double fonction, tactile et gustative.

A ces fonctions chémo- et mécanoréceptrices pourraient s'ajouter chez les deux Julides étudiés, celles des dendrites à segments distaux dilatés et des dendrites libres. La fonction des dendrites à segments distaux dilatés est inconnue. La substance filamenteuse qui entoure leurs microtubules, surtout dans leur région apicale, ne peut être assimilée à celle observée dans les corps tubulaires, d'autant qu'elle est également présente dans les segments chémorécepteurs voisins. Yokoari (1978, 1981) décrit et identifia dans le sensillum capitulum de la blatte *Periplaneta americana* (Linnaeus) deux neurones hygrorécepteurs dont les extrémités ont une structure se rapprochant de celle des corps tubulaires, ce sont des mécanorécepteurs spécialisés traduisant les changements d'humidité en forces mécaniques. Ce n'est pas le cas des segments distaux dilatés. On ignore également le rôle des quatre dendrites libres situés à l'intérieur du cône; toutefois leur emplacement près des pores de la paroi facilitant leur contact avec le milieu extérieur, suggère une fonction olfactive.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent à Mademoiselle A. Bauby, Mesdames M. Cazals et G. Ruffat pour leur collaboration technique, Madame F. Saunier pour la mise au

³ Equivalent au „feinfaseriges Material” décrit par Ernst (1983) à la base des sensilles microtrichoïdes.



Figs. 17-24. Localisation et forme des corps tubulaires des dendrites biciliés des neurones mécanorécepteurs de deux Diplopodes, *Cylindroiulus punctatus* (figs. 17 à 20) et *Polyxenus lagurus* (figs. 21 à 24).

Figs. 17, 21. Apex des antennes; les chiffres romains VI à VIII correspondent aux articles antennaires.

Figs. 18, 19. Coupes transversales effectuées dans les cônes sensoriels dorsal et ventral, au niveau indiqué sur la fig. 17; le tireté représente la projection de la base de l'article VIII.

Figs. 22, 23. Coupes effectuées à la base des cônes sensoriels dorsal et ventral au niveau indiqué sur la fig. 21.

Figs. 20, 24. Segments distaux des dendrites des neurones mécanorécepteurs; les lignes pointillées représentent des sections transversales à divers niveaux.

Abréviations: C.E. II et C.E. III, cellules-enveloppes II et III; C.T, corps tubulaires; cx, canaux; D.c, coupe transversale d'un cône dorsal de *C. punctatus*; D.p, coupe transversale de la base d'un cône dorsal de *P. lagurus*; p, paroi; r.c, réseau de canalicules longitudinaux; s.d.c, segments distaux chémorécepteurs; s.d.d, segments distaux dilatés; s.d.l, segments distaux libres; V.c, coupe transversale d'un cône ventral de *C. punctatus*; V.p, coupe transversale de la base d'un cône ventral de *P. lagurus*.

point du texte anglais, Madame G. Thibaud pour la dactylographie et Monsieur J. Rebière pour l'iconographie.

BIBLIOGRAPHIE

- ALTNER, H., 1977. Insect sensillum specificity and structure: an approach to a new typology. *Olfaction and Taste*, Paris, 6: 295-303.
- ERNST, A., 1976. Die Ultrastruktur der Sinneshaare auf den Antennen von *Geophilus longicornis* Leach (Myriapoda, Chilopoda). I. Die Sensilla trichoidea. *Zool. Jb., (Anat.)* 96: 586-604.
- , 1983. Die Ultrastruktur der Sinneshaare auf den Antennen von *Geophilus longicornis* Leach (Myriapoda, Chilopoda). IV. Die Sensilla microtrichoidea. *Zool. Jb., (Anat.)* 109: 521-546.
- GAFFAL, K. P., H. TICHY, J. THEISS & G. SEELINGER, 1975. Structural polarities in mechanosensitive sensilla and their influence on stimulus transmission (Arthropoda). *Zoomorphologie*, 82: 79-103.
- HAUPT, J., 1970. Beitrag zur Kenntnis der Sinnesorgane von Symphylen (Myriapoda). I. Elektronenmikroskopische Untersuchung des Trichobothriums von *Scutigera immaculata* Newport. *Z. Zellforsch.*, 110: 588-599.
- , 1979. Phylogenetic aspects of recent studies on myriapod sense organs. In: M. CAMATINI ed., *Myriapod biology*: 391-406 (Academic Press, London, etc.).
- KEIL, T., 1976. Sinnesorgane auf den Antennen von *Lithobius forficatus* L. (Myriapoda, Chilopoda). I. Die Funktionsmorphologie der „Sensilla trichoidea“. *Zoomorphologie*, 84: 77-102.
- McIVER, S. B., 1975. Structure of cuticular mechanoreceptors of arthropods. *Ann. Rev. Ent.*, 20: 381-397.
- NGUYEN DUY-JACQUEMIN, M., 1981a. Existence d'un neurone mécanorécepteur dans les cônes apicaux de *Polyxenus lagurus* (Myriapoda, Diplopoda). *C. R. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, 270: 2570-2572.
- , 1981b. Ultrastructure des organes sensoriels de l'antenne de *Polyxenus lagurus* (Diplopode, Pénicillate). I. Les cônes sensoriels apicaux du 8e article antennaire. *Annls. Sci. nat., (Zool.)* 3: 95-114.
- , sous presse. Ultrastructure des cônes sensoriels apicaux et des sensilles basiconiques spiniformes du 7e article des antennes de *Typhloblaniulus lorifer* et *Cylindroiulus punctatus* (Diplopodes, Iulides). *Annls. Sci. nat., (Zool.)*.
- SCHÖNROCK, G.-U., 1981. Feinstruktur und Entwicklung der Antennalen Sensillen bei *Polydesmus coriaceus* Porath, 1871 (Diplopoda, Polydesmida): 1-239 (Thèse, Freie Univ., Berlin).
- YOKOARI, F., 1978. Hygroreceptor mechanism in the antenna of the cockroach *Periplaneta*. *J. comp. Physiol.*, 124: 53-60.
- , 1981. The sensillum capitulum, an antennal hygro- and thermoreceptive sensillum of the cockroach, *Periplaneta americana* L. *Cell Tiss. Res.*, 216: 525-543.