

L'INNERVATION DES PAROIS DE LA LOGE CHEZ *FLUSTRA PAPYRACEA* (ELLIS ET SOLANDER) (BRYOZOAIRE CHILOSTOME).

par

Geneviève Lutaud

Histologie et Cytologie du Invertébrés marins, Laboratoire de Cytologie, Université Paris Vt
et Station Biologique de Roscoff.

Résumé

La coloration vitale de *Flustra papyracea* E. et Sol. par le bleu de méthylène met en évidence un réseau d'apparence nerveuse, semblable au plexus pariétal des Cténostomes Stoloniférines, dans la paroi frontale membraneuse de l'autozoïde et dans la paroi du bourgeon. Ce réseau dans la paroi externe coexiste chez *F. papyracea* avec le réseau de Hiller qui suit les cloisons interzoïdiales au niveau des pores de communication. Ses cellules forment un trajet linéaire qui recouvre celui du nerf pariétal moteur autour de l'area frontale dans l'autozoïde fonctionnel. Elles remplacent les fibres diffuses de la branche pariétale sensorielle des grands nerfs de la gaine tentaculaire qui entourent l'opesia dans l'espèce type *Electra pilosa* (L.). Les autres ramifications des nerfs de la gaine tentaculaire sont semblables chez *F. papyracea* et *E. pilosa*. Les muscles de l'ovicelle seraient innervés par une ramification du nerf pariétal moteur de l'autozoïde. L'homologie des deux voies d'innervation pariétale différenciées chez les Anascophores encroûtants et du plexus des Cténostomes, est discutée.

Au cours de précédentes observations, deux voies distinctes d'innervation des parois de la loge ont été décrites chez un Chilostome Anascophore, *Electra pilosa* (L.) (Hiller, 1939 ; Lutaud, 1969 et 1971) : 1) les ramifications motrices et sensorielles d'une branche pariétale des grands nerfs de la gaine tentaculaire qui rejoignent l'orifice, s'étendent dans la paroi frontale autour de l'opesia ; 2) chez *Electro* et d'autres Malacostèges (1), une chaîne linéaire de cellules électivement colorées par le bleu de méthylène court à la base des cloisons interzoïdiales, à la limite périphérique de la paroi basale. De courtes ramifications transverses pénètrent dans chaque chambre de communication (septulae) et pourraient être la voie d'une information interzoïdale. Ce réseau, dont le trajet correspond à l'emplacement et à la

(1) Le réseau de Hiller a été observé par l'auteur dans les espèces suivantes :

Anascophores (Malacostèges)
Electra pilosa (Linné)
Electra posidoniae Gautier
Electra hastingsea Marcus
Tegella tenuis Dessor
Membranipora membranacea Linné

Ascophores
Hippothoa hyalina (Linné)
Haplopoma impressum (Audouin)
Chorizophora brongnartii (Audouin);

périodicité des organes de communication, est relié au ganglion cérébral du polypide par une paire de connectifs indépendants qui suivent la face dorsale de la gaine tentaculaire.

Chez les Cténostomes Stoloniférines, la paroi souple de la loge tubulaire est innervée par un plexus réticulaire dont les mailles s'étendent à toute la surface de la loge et du stolon (Marcus, 1926 ; Lutaud, 1974). Selon Marcus, ce plexus pariétal s'étend à partir d'une branche pariétale des grands nerfs de la gaine tentaculaire. La continuité coloniale de ce plexus, par des jonctions au niveau des septes qui séparent les loges des stolons ou les segments successifs des stolons, est une probabilité qui devra être confirmée. Ainsi, le plexus réticulaire des Stoloniférines aurait la double fonction de la sensibilité pariétale et de l'information interzoïdale qui emprunteraient deux voies séparées chez les Electridae.

L'étude d'un autre Anascophore de la famille des Flustridae, *Flustra papyracea* Ellis et Solander (syn. : *Carbasea papyracea*), met en évidence une nouvelle variante morphologique de l'innervation de la paroi externe du compartiment zoïdal : dans cette espèce, de nouvelles colorations vitales par le bleu de méthylène révèlent, dans la paroi frontale membraneuse de chaque loge, la présence de grandes cellules étoilées qui composent un réseau réticulaire semblable au plexus pariétal des Stoloniférines tel qu'il a été observé chez *Bowerbankia* (Lutaud, 1974). Ce réticule d'apparence nerveuse existe dans la paroi frontale à côté du réseau de Hiller qui serait présent aussi dans les cloisons interzoïdales.

Matériel et méthodes

Les colorations vitales par le bleu de méthylène ont été faites par simple incubation prolongée de fragments de colonies dans l'eau de mer saturée de colorant. Les préparations permanentes ont été fixées par le molybdate d'ammonium à 10 p. 100, additionné de quelques gouttes de tétraoxyde d'osmium qui protège les tissus non nerveux contre l'effet corrosif du molybdate d'ammonium. Les deux faces de la colonie bilaminée ont été séparées après coloration pour une meilleure lecture des préparations. Des observations de profil ont été faites sur des tranches sagittales de la colonie, pratiquées après coloration dans l'axe des rangées zoïdales.

Le réticule de la paroi frontale dans l'autozoïde fonctionnel

Les cellules, dont les fins prolongements se rejoignent pour former les larges maillons d'un réticule dans la paroi frontale membraneuse de *F. papyracea*, sont électivement colorées par le bleu de méthylène dans la teinte orthochromatique. Elles sont grandes et espacées et leur nombre ne dépasse pas une cinquantaine par loge. Elles peuvent être multipolaires ou bipolaires, les cellules multipolaires étant situées aux carrefours et les cellules bipolaires entre les embranchements. Les termes multipolaire et bipolaire sont employés ici dans un sens strictement descriptif. Le réticule est situé

contre la surface interne de l'épithélium. Il est nettement distinct du réseau péritoneal sous-jacent qui en diffère par l'abondance, la diversité et la métachromasie de ses inclusions et par les innombrables navettes fusiformes qui encombrant toutes les ramifications principales et mineures du système péritonéo-funiculaire chez les Flustridae.

Dans l'autozoïde fonctionnel, les cellules colorées par le bleu

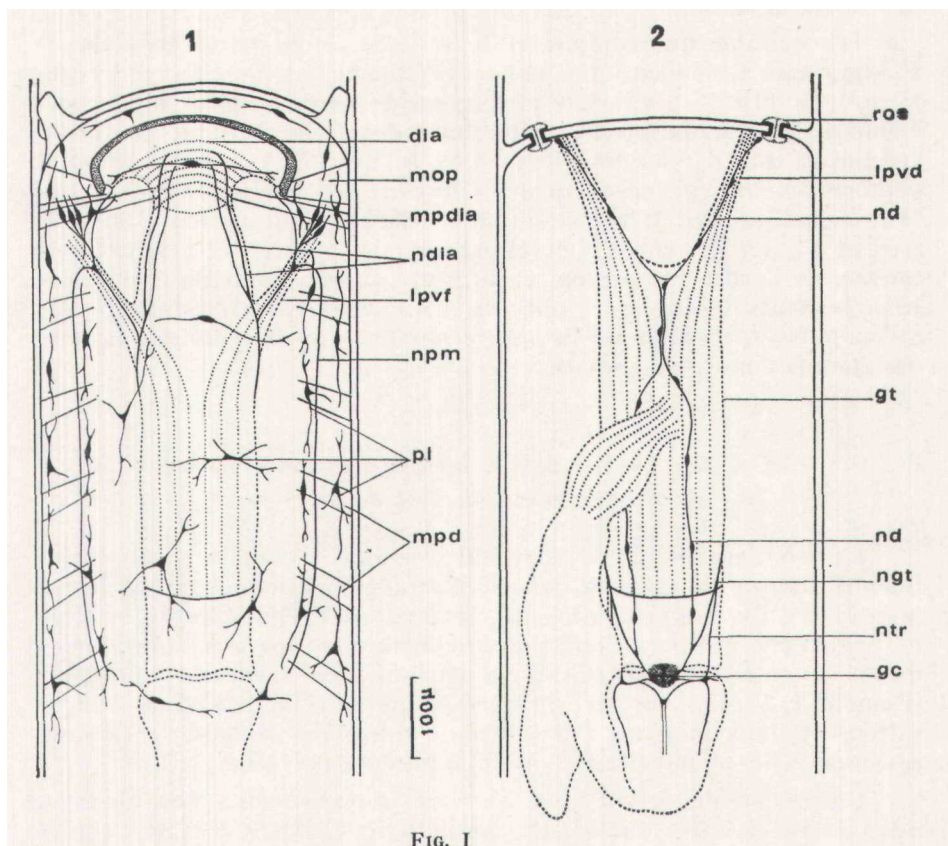


FIG. 1

L'innervation des parois de l'autozoïde chez *Flustra papyracea*

1 : le réticule de la paroi externe (face frontale de la loge); 2 : le nerf dorsal (face basale) (d'après nature, Roscoff 1975, coloration vitale par le bleu de méthylène).

dia : diaphragme ; gc : ganglion cérébral ; gt : gaine tentaculaire ; ros : pore de communication et rosette ; lpvd et lpvf : ligaments pariéto-vaginaux dorsaux et frontaux ; mop : muscle rétracteur de l'opercule ; mpdia : muscle pariéto-diaphragmatique ; mpd : muscles pariétaux dépresseurs ; nd : nerf dorsal ; ngd : nerfs mixtes de la gaine tentaculaire (ndia : branches diaphragmatiques motrice et sensorielle ; nop : branche operculaire motrice ; npm : branche pariétale motrice) ; pi : plexus pariétal.

de méthylène ne sont pas réparties au hasard mais selon un plan constant : elles s'alignent à la périphérie de l'area frontale en deux chaînes latérales qui longent, à partir de l'orifice, la ligne des insertions frontales des muscles pariétaux dépresseurs et se rejoignent au-delà, dans la région proximale de la loge (Fig. 1,1 ; Planche 1.a et Planche 2, b). Ce trajet recouvre celui du nerf pariétal moteur qui

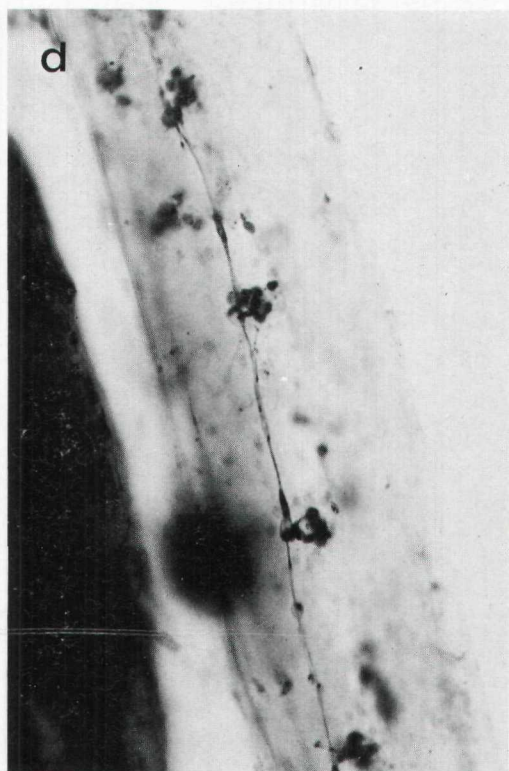
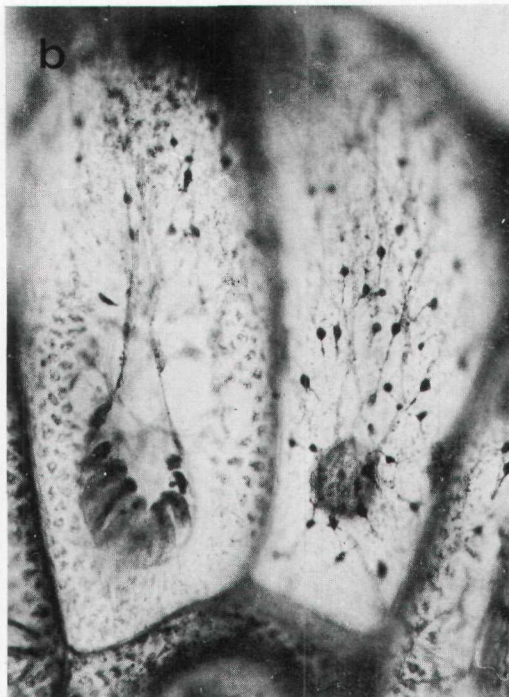
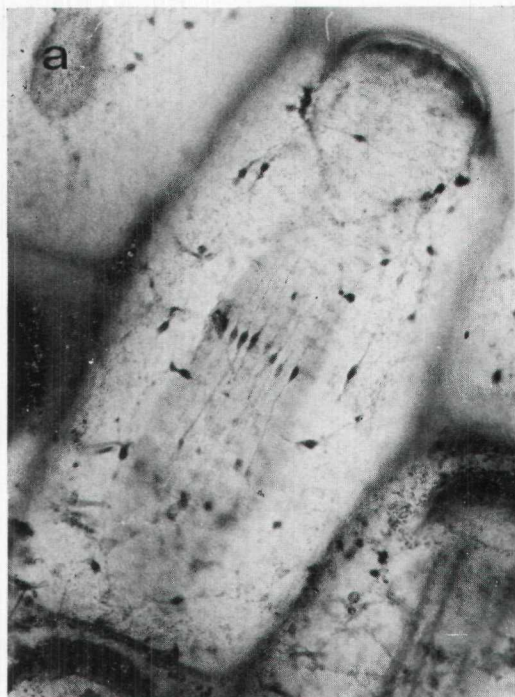
se détache de la branche pariétale des grands nerfs de la gaine tentaculaire et dessert les muscles pariétaux dépresseurs. Quelques cellules plus espacées, aux prolongements très étendus, complètent le réticule dans la région centrale de l'area frontale. D'autres cellules semblables bordent la limite périphérique de l'area frontale. Des sections sagittales montrent que le réticule s'étend encore dans les cloisons latérales jusqu'à la rangée des pores interzoïdiaux, sans toutefois atteindre la paroi basale.

Les cellules qui composent le réticule de la paroi frontale de *F. papyracea* sont identiques par leurs dimensions, leur forme irrégulière, leur affinité tinctoriale et l'aspect de leurs prolongements, aux éléments du plexus pariétal réticulaire des *Bowerbankia*. Les corps cellulaires sont dépourvus d'inclusions, à l'exception de rares granules orthochromatiques denses près du noyau. Les prolongements cellulaires ramifiés sont très étendus et atteignent couramment 100 μ de part et d'autre des corps cellulaires. Leur irrégularité et leur extrême finesse, de l'ordre du micron, et surtout l'aspect dendritique de leurs branchements multiples et abrupts, sont assez caractéristiques pour qu'on puisse présumer de la nature nerveuse du réticule sur la base des données morphologiques.

Le réticule pariétal dans le bourgeon et son évolution au cours du renouvellement du polypide

La tendance du plexus pariétal présumé à constituer un trajet linéaire autour de l'opesia dans l'autozoïde fonctionnel paraît liée à la présence du polypide. En effet, les mailles irrégulières du réticule ne présentent aucune orientation analogue dans les loges marginales de la colonie qui sont le plus souvent dépourvues de polypide (Planche 1, b). D'autre part, le tracé précis du réticule s'efface temporairement dans la paroi frontale de l'autozoïde pendant la dégénérescence et le renouvellement périodiques du polypide.

Un réseau de cellules étoilées aux prolongements peu étendus, intensément colorées par le bleu de méthylène, existe déjà aux stades les plus précoces dans la paroi indifférenciée du bourgeon autozoïdial (Planche 1, b). A ce stade, le réticule initial représente l'une des assises cellulaires de la paroi embryonnaire et participe vraisemblablement comme tel à l'invagination qui est l'origine du bourgeon polypidien. Le percement de l'orifice et la formation des muscles pariétaux dépresseurs au pourtour de l'area frontale sont les répercussions des tensions morphogénétiques exercées sur la paroi souple du bourgeon par l'invagination de la vésicule polypidienne et le développement de la gaine tentaculaire (Lutaud, sous-presse : "The morphogenesis of the autozoid in anascan Cheilostomes", dans "Treatise of Invertebrate Paleontology—Bryozoa"). Les cellules du plexus embryonnaire se multiplient et s'allongent au cours de la croissance du bourgeon. Elles subissent, en même temps que les autres tissus pariétaux, les tensions de la formation de l'orifice et de la musculature pariétale et sont repoussées à la périphérie de l'opesia pendant la différenciation du compartiment zoïdial. Quelques éléments paraissent s'intégrer aux tractus qui relient le sommet de



GENEVIÈVE LUTAUD

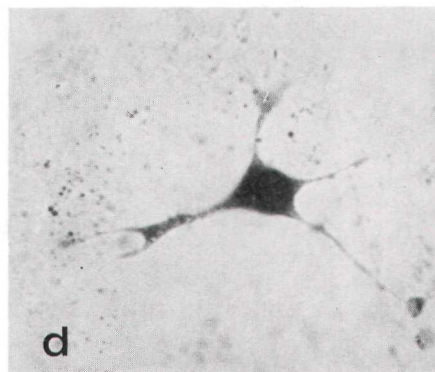
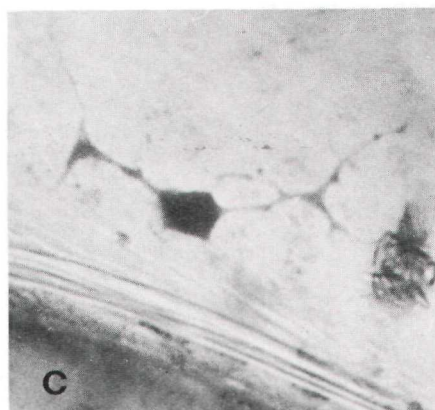
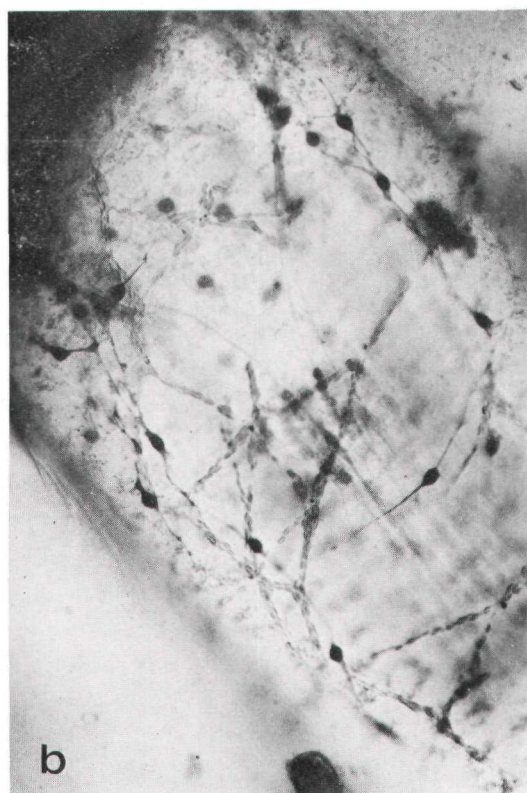
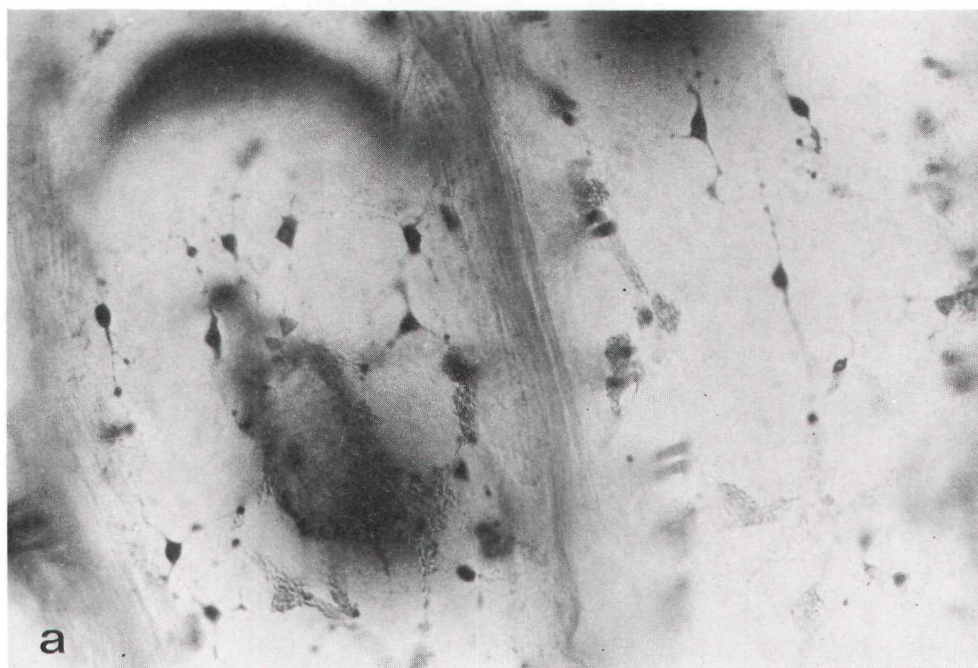
PLANCHE 1

Les deux réseaux colorés par le bleu de méthylène dans les parois de

Flustra papyracea

a : Le réticule de la paroi externe dans l'autozoïde fonctionnel ; b : dans le bourgeon ; c : dans une loge marginale ; d : le réseau de Hiller dans une cloison longitudinale, relation avec les pores de communication.

(a, b, c : sur le vivant, Roscoff 1975, 1 cm = 100 μ ; d : préparation fixée, 1 cm = 50 μ).



GENEVIÈVE LUTAUD

PLANCHE 2

Aspects du réticule de la paroi externe de *Flustra papyracea*

a : pendant le renouvellement du polypide ; b : dans l'autozoïde fonctionnel ;
c et d : aspect's des prolongements cellulaires.

(Sur le vivant, Roscoff 1975, coloration vitale par le bleu de méthylène ;
a, b : 1 cm = 50 μ ; c, d : 1 cm = 20 μ)

la gaine tentaculaire embryonnaire à la paroi dans la région operculaire et participer dans une certaine mesure à la formation des branches pariétales des grands nerfs de la gaine tentaculaire.

Au moment de la dégénérescence du polypide, le réticule pariétal persiste mais subit l'influence de la résorption de la gaine tentaculaire et du lophophore. Bien que les muscles pariétaux persistent, les cellules colorées par le bleu de méthylène deviennent plus irrégulières et perdent leur orientation périphérique (Planche 2, a). Quelques éléments convergent vers le corps brun, dans les tractus qui le relient à la paroi et à l'orifice. Mais cette désorganisation partielle est provisoire. Les cellules du réticule pariétal retrouvent leur disposition caractéristique au cours du développement du polypide de seconde génération. Les modalités du raccordement de la gaine tentaculaire et des nerfs du nouveau polypide avec les structures préexistantes de la paroi frontale et avec le plexus pariétal présumé, n'ont pas fait l'objet d'une étude précise.

Les ramifications pariétales des grands nerfs de la gaine tentaculaire

Chez tous les Eurystomes, les grands nerfs mixtes, qui partent du ganglion cérébral et longent la gaine tentaculaire en direction de l'orifice, sont formés par la conjonction d'un nerf direct et de la branche axiale d'un nerf moteur, appelé nerf trifide, dont les deux autres branches desservent le muscle grand rétracteur du polypide et l'anse digestive (Fig. II, 2). L'analyse des principales ramifications des nerfs de la gaine tentaculaire chez *F. papyracea* les montre telles qu'elles ont été décrites chez *E. pilosa* (Lutaud, 1971), à quelques détails près dans le niveau de leur divergence.

Chez *F. papyracea*, les grands nerfs de la gaine tentaculaire se divisent de chaque côté en deux branches primaires au niveau de la divergence des ligaments pariéto-vaginaux frontaux (Fig. II). Une branche, qui se dédouble aussitôt, rejoint le diaphragme qui ferme l'atrium tentaculaire (ndia) : l'une de ses ramifications dessert le muscle pariéto-diaphragmatique et le sphincter du diaphragme ; l'autre se résout en fibres régulières portant des terminaisons renflées. Une branche pariétale suit le ligament pariéto-vaginal et atteint la paroi près de l'orifice. Elle se divise alors en deux ramifications motrices opposées : l'une rejoint la base de l'opercule et pénètre dans le muscle rétracteur de l'opercule (nop) ; l'autre, de trajet récurrent, dessert les muscles pariétaux dépresseurs (npm).

De part et d'autre de l'orifice, des cellules fusiformes colorées par le bleu de méthylène se distinguent assez nettement des éléments irréguliers du réticule pariétal. Ces cellules groupées, au nombre de deux à quatre de chaque côté, paraissent se raccorder à la branche pariétale près de l'origine de ses ramifications motrices. Elles représenteraient alors les terminaisons restreintes d'une ramification pariétale sensorielle qui s'étendent autour de l'opesia chez *Electra* jusqu'à l'embase des épines marginales. Des cellules semblables, dont la connexion avec la branche pariétale n'a pas été vue, se trouvent aussi à la base des deux épines distales de la loge de *F. papyracea*.

Les alignements latéraux du réticule pariétal paraissent se raccorder à la branche pariétale près de l'origine de la ramification motrice récurrente. Cette connexion n'a pas été vue avec certitude. Cependant, il n'existe pas d'autre ramification nerveuse susceptible de relier le réticule pariétal aux grands nerfs de la gaine tentaculaire. Il est vraisemblable que le réticule pariétal, comme les cellules fusiformes qui encadrent l'orifice et qui paraissent souvent reliées aux prolongements des cellules multipolaires voisines, s'étendent à partir de la souche diffuse d'une même ramification pariétale sensorielle. Cette interprétation est d'autant plus plausible que la ramification transoperculaire qui longe la charnière de l'opercule chez les *Electridae* est remplacée, chez *F. papyracea*, par une cellule bipolaire transverse.

L'innervation de l'ovicelle

L'ovicelle endozoéciale de *F. papyracea* est partiellement enfouie dans la région proximale déprimée de la loge suivante (Fig. II B). Elle comprend un bouclier calcifié, hémisphérique et largement béant, à l'intérieur duquel pénètre un repli de la paroi frontale de l'autozoïde qui se développe en avant de l'orifice, à maturité sexuelle. Cette extension de la paroi de l'autozoïde se gonfle et remplit l'ovicelle vide ; elle se déprime sous l'action de muscles rétracteurs pour laisser passer l'ovocyte arrivé à maturité et l'entoure en formant un bourrelet proéminent devant l'entrée de l'ovicelle. Les muscles de l'ovicelle comprennent un faisceau médian principal et deux faisceaux latéraux secondaires qui s'insèrent au bord de ce bourrelet et, plus loin, sous l'ovocyte. À leur extrémité portante, ils s'insèrent sur la paroi basale et sur la cloison distale de l'autozoïde, entre les insertions plus latérales des muscles rétracteurs de l'opercule. Leur contraction efface le bourrelet qui ferme l'ovicelle et libère la larve active.

L'ovicelle, qu'aucune cloison ne sépare de l'autozoïde, n'a pas la valeur d'une unité zoïdiale. Ses muscles font partie de la musculature générale de l'autozoïde. Le repli de la paroi, qui comble ou ferme l'ovicelle, comprend l'épithélium et les tissus sous-jacents. Le réticule coloré par le bleu de méthylène s'étend sans discontinuité à sa surface, bien visible dans les ovicelles vides. La région distale de la loge est très encombrée et les ramifications nerveuses qui doivent innervier les muscles de l'ovicelle n'ont pas été vues sur le vivant. Cependant, les autres muscles reçoivent les ramifications motrices, à partir de leurs insertions sur la paroi souple de l'area frontale ou de la gaine tentaculaire. Il est vraisemblable qu'il en est de même pour les muscles de l'ovicelle. On peut donc proposer l'hypothèse selon laquelle ceux-ci recevraient une ramification nerveuse qui se séparerait de la branche operculaire et contournerait l'orifice pour s'étendre dans le repli distal de la paroi.

Le réseau de Hiller et les connectifs dorsaux chez *F. papyracea*

Le réseau découvert par Hiller dans les cloisons interzoïdiales des *Electridae* serait présent aussi chez *F. papyracea*. Un filament

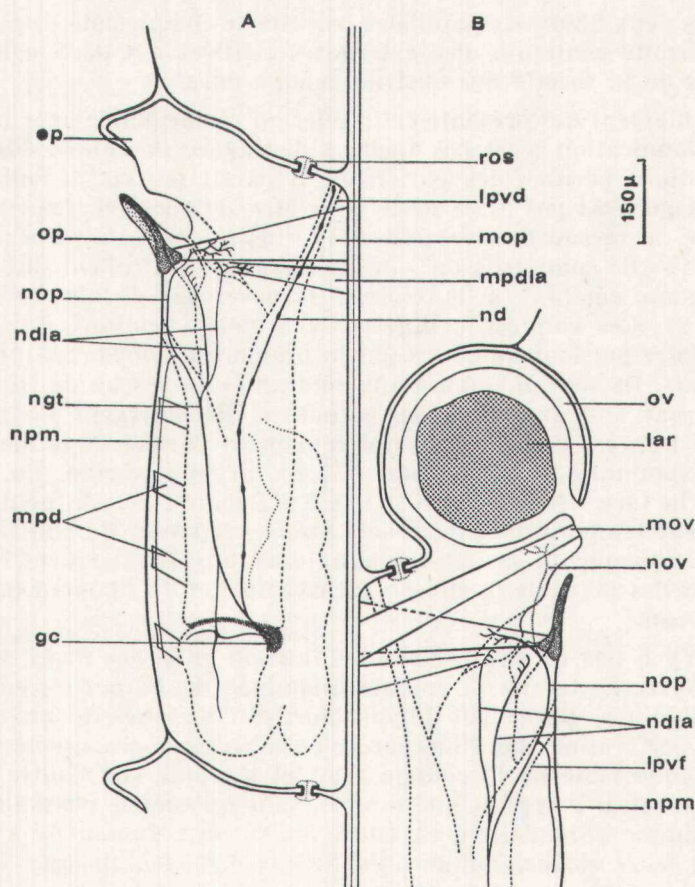


FIG. II

Les ramifications des nerfs de la gaine tentaculaire chez *Flustra papyracea*

A : innervation de l'orifice et de la musculature générale ; B : hypothèse sur la situation du nerf moteur de l'ovicelle (section sagittale).

ep : épine ; gc : ganglion cérébral ; op : opercule ; ov : oviceille ; lar : larve ; ros : pore de communication et rosette ; lpvd et lpvf : ligaments pariéto-vaginaux dorsaux et frontaux ; mop : muscle rétracteur de l'opercule ; mov : muscle rétracteur de l'ovicelle ; mpdia : muscle pariéto-diaphragmatique ; mpd : muscles pariétaux dépresseurs ; nd : nerf dorsal ; ngd : nerfs mixtes de la gaine tentaculaire (ndia : branches diaphragmatiques motrice et sensorielle ; nop : branche operculaire ; nov : trajet hypothétique de la branche motrice de l'ovicelle ; nmp : branche pariétale motrice).

entourant chaque loge, qu'elle soit fonctionnelle, occupée par un corps brun ou marginale, est électivement coloré par le bleu de méthylène à la base des cloisons latérales et transversales chez *F. papyracea*. Ce filament qui court des deux côtés des cloisons, au niveau des pores de communication, est constitué par une succession linéaire d'unités nucléées (Planche 1, d). L'intervalle entre deux noyaux est de 100 à 200 μ . Chez *F. papyracea*, les pores de communication sont isolés et alignés à intervalles relativement réguliers à la base des cloisons. Les branches transverses, caractéristiques du réseau de Hiller, qui rejoignent la plaque perforée de chaque chambre de communication chez les Electridae, n'ont pas été observées chez *F. papyracea*. Cepen-

dant, les deux filaments parallèles passent de chaque côté de la cloison dans l'étroite contiguïté des extrémités renflées des deux cellules en massues de la rosette qui obstrue chaque pore.

Le filament qui présente cette relation remarquable avec les pores de communication n'est pas facile à distinguer des fibres étirées des ramifications péritonéales pariétales. Il paraît parfois dédoublé mais cette image n'est pas assez nette pour être significative. Cependant, la présence du réseau de Hiller chez les Flustres est confirmée par celle d'une paire de connectifs ou « nerfs dorsaux » qui relient directement le ganglion cérébral à la cloison transversale distale de la loge (Fig. 1,2). Ces connectifs diffèrent des nerfs frontaux de la gaine tentaculaire par leur finesse et par la présence de noyaux à intervalles irréguliers. Ils sont analogues aux connectifs du réseau de Hiller chez *Electra* par leur trajet et leur structure. Ils émergent du ganglion cérébral avec les grands nerfs qui rejoignent l'orifice dans une courte souche commune et s'en séparent près de leur origine. Ils longent ensuite la face dorsale de la gaine tentaculaire, contournent l'anus, fusionnent temporairement au-delà puis se séparent de nouveau pour suivre les ligaments pariéto-vaginaux dorsaux. Ils atteignent la paroi, très près des pores de la cloison transversale et du filament qui passe à ce niveau.

Il n'y a pas de pore de communication entre les loges des deux faces concrescentes de la colonie bilaminée de *F. papyracea*. Après destruction des tissus par l'hypochlorite, l'exosquelette ne présente aucune perforation dans les parois basales des loges accolées dos à dos. Chaque lame de la colonie croît et s'appuie sur l'autre comme sur un substrat extérieur quelconque, sans qu'aucune communication ne s'établisse secondairement entre les réseaux funiculaires et nerveux de leurs zoïdes, comme c'est le cas dans les cloisons latérales de rangées zoïdiales adjacentes.

Discussion

Ainsi, les terminaisons de la ramification pariétale non motrice des grands nerfs de la gaine tentaculaire seraient moins différenciées chez les Flustridae que chez les Electridae. L'apparition d'un gymnocyste calcifié dans la paroi frontale des Electridae coïnciderait avec le remplacement d'un plexus réticulaire diffus par des fibres nerveuses, de trajet mieux défini autour de l'opesia. Ces variations sont relativement mineures par rapport à la stabilité de la distribution des principales ramifications des grands nerfs périphériques qui semble constante chez les Anascophores. Quel que soit le degré de différenciation des terminaisons pariétales non motrices, la paroi externe des Chilostomes ne serait pas inerte mais susceptible d'une perception fruste du milieu. La présence de deux trajets distincts, révélés dans deux familles du groupe par un colorant spécifique du système nerveux, apparaît aussi comme un caractère constant chez les Anascophores encroûtants.

Le réticule de la paroi frontale des Flustres s'apparente au plexus pariétal des Stoloniférines par l'aspect de ses unités cellulaires, par

leur diffusion dans la paroi externe au contact du milieu et par leur connexion probable avec une branche pariétale des grands nerfs de la gaine tentaculaire. Cette similitude apporte un nouvel argument dans la discussion de l'homologie éventuelle du réseau de Hiller et du plexus pariétal des Cténostomes. Le « plexus » de Hiller, relié au ganglion cérébral par des connectifs indépendants qui n'ont pas la structure de nerfs différenciés, apparaît plutôt comme un circuit supplémentaire, lié aux organes de communication du système funiculaire et intervenant dans la perception de variations propres de la colonie. Il n'est pas exclu que le réticule superficiel et le réseau de Hiller se rejoignent dans les cloisons. Il n'est pas démontré non plus que le plexus des Cténostomes intervienne dans les échanges interzoïdiaux et que l'équivalent du réseau de Hiller n'existe pas aussi chez certains Cténostomes. Toutefois, il faut éviter une distinction artificielle entre les différents trajets de l'innervation pariétale qui se différencient à partir de l'assise nerveuse de la paroi embryonnaire du bourgeon. On note la tendance très nette des cellules du réticule pariétal à former des trajets linéaires dans le sens de l'élongation de la loge chez *Bowerbankia* ou suivant les tensions de la morphogenèse de l'orifice chez *F. papyracea*. On peut concevoir que ce processus s'accroît au cours de l'évolution du phylum pour aboutir à la différenciation locale d'un trajet interne avec le développement des cloisons interzoïdiales chez les Chilostomes à colonies multisériées encroûtantes.

Summary

Innervation of the zooidal wall in *Flustra papyracea* E. et Sol.
(Bryozoa Cheilostomata)

A network of large irregular cells, similar to the parietal nervenet of Ctenostomata Stolonifera, is stained with methylen blue in the supple frontal wall of the live autozooïd in *Flustra papyracea* (E. and Sol.). This network in the external wall exists together with a linear pathway at the level of communication pores in partitions, that Hiller first described in *Electra*. In active autozooïds, the cells stained with methylen blue are arranged around the frontal area into a linear chain, following the motor parietal nerve. They are an equivalent for the diffuse nerve fibres of the sensory parietal branch of the great nerves of the tentacle sheath which surrounds the opesia in *Electra*. The other ramifications of the nerves of the tentacle sheath are similar in *F. papyracea* and *Electra*. The muscles of the ovicell might be served by a ramification of the motor parietal nerve of the autozooïd. The homologies between the two pathways of the innervation of the external wall and partitions in *Anasca* and the parietal nervenet of Stolonifera are discussed.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BRONSTEIN, G., 1937. — Etude du système nerveux de quelques Bryozoaires Gymnolémides. *Trav. St. Biol. Roscoff*, 15, pp. 155-174.
- GEWERZHAGEN, A., 1913. — Beiträge zur Kenntniss der Bryozoen, I. *Z. wiss. Zool.*, 107, pp. 3-345.
- HILLER, S., 1939. — The so-called nervous colonial system in Bryozoa. *Nature, London*, 143, pp. 1069-1070.
- LUTAUD, G., 1969. — Le « plexus » pariétal de Hiller et la coloration du système nerveux par le bleu de méthylène chez quelques Bryozoaires Chilostomes. *Z. Zellforsch.*, 99, pp. 302-314.

- LUTAUD, G., 1971. — The main tentacle sheath nerve as the pathway of the innervation of the frontal wall structures in *Electra pilosa* (Linné), Cheilostomes. In: "Living and fossil Bryozoa", Larwood ed., Acad. Press, London, pp. 317-326.
- LUTAUD, G., 1973. — L'innervation du lophophore chez le Bryozoaire Chilostome *Electra pilosa* (L.). *Z. Zeilforsch.*, 140, pp. 217-234.
- LUTAUD, G., 1974. — Le plexus pariétal des Cténostomes chez *Bowerbankia gracilis* (Leydi) (Vésicularines). *Cah. Biol. Mar.*, 15, pp. 403-408.
- MARCUS, E., 1926. — Beobachtungen und Versuche am lebenden Meeresbryozoen. *Zool. Jb. Jena, Abt. Syst. ökol. u. Geogr.*, 52, pp. 1-102.
- MARCUS, E., 1934. — Über *Lophopus cristallinus* (Pallas). *Zool. Jb. Jena, Abt. Anat. u. Ontog.*, 58, pp. 506-606.