

# ÉTUDE AU MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE DE LA GLANDE DIGESTIVE DES PYURIDAE (ASCIDIES).

par

Lucette Degail et Claude Lévi

Laboratoire de Biologie Générale, Faculté des Sciences de Strasbourg.

## Résumé

La glande digestive ou « foie » des Pyuridae (Ascidies Stolidobranches) est formée de 4 types cellulaires : cellules à mucus des canalicules, cellules sécrétrices cellulules basophiles des tubules et cellules à base plissée formant le revêtement épithélial du fond de chaque coecum tubulaire. L'ultrastructure de ces 4 types cellulaires est décrite et leurs fonctions sont discutées.

## INTRODUCTION

La glande digestive ou « foie » des Ascidies caractérise les deux familles de Stolidobranches : Pyuridae et Molgulidae. Les Ascidies Aplousobranches et Phlébobranches et les Stolidobranches Styelidae n'en possèdent pas ; une fraction de l'épithélium stomacal y assure les fonctions des cellules de la glande. La glande digestive des Pyuridae et des Molgulidae consiste en une ou deux masses glandulaires, parfois lobées, diverticules médiointestinaux, dont la couleur varie du jaune doré au brun sombre, qui s'étendent sur l'œsophage ou sur la surface postérieure de l'intestin moyen stomacal, parfois jusqu'au début de l'intestin postérieur. Chaque masse s'ouvre dans l'intestin moyen par un canal collecteur (Lacaze-Duthiers et Delage, 1892). Cet organe est considéré par Roule (1885) comme une expansion de la paroi stomacale de même structure histologique et de même fonction. L'étude la plus complète de cette glande est due à Isert (1903), qui décrit notamment la présence de papilles superficielles et l'existence de nombreux lobules où l'auteur distingue une zone sécrétrice et une zone conductrice, les canaux conducteurs confluant en canal collecteur.

La glande digestive n'a fait l'objet d'aucune étude histochimique et seuls, Berrill (1929) et Fouque (1959) ont fait une analyse qualitative succincte de certains enzymes sécrétés par la glande.

## MATÉRIEL ET TECHNIQUES

Nous avons étudié les glandes digestives de deux espèces de Pyuridae de la Manche : *Puyra microcosmus* (Savigny) et *Microcosmus claudicans* Savigny, récoltées à Roscoff, dans la Baie de Morlaix. Sur coupes histologiques de lobules fixés, nous avons recherché le glycogène par la méthode Best et Bauer, les mucopolysaccharides acides et les mucines par le Bleu Alcyan, le mucicarmin de Masson. Les graisses ont été colorées au Noir Soudan, après fixation au formol salé ou à l'acide osmique à 2 p. 100. Pour la microscopie électronique, des fragments de « foie » ont été fixés une heure à 0-4° C par l'acide osmique 2 p. 100, tamponné à pH 7,4 par le tampon véronal-acétate, puis enrobés dans l'araldite. Les coupes, colorées, soit à l'acétate d'uranyle-alcool 100°, soit à l'acétate de Pb, selon Millonig (1960), ont été examinées au microscope Siemens, Elmiskop I, du département des Applications biologiques du Centre de Recherches Nucléaires de Strasbourg. Nous remercions ici M<sup>me</sup> Lévi et M. Haas, pour leur efficace collaboration.

## HISTOLOGIE

La glande digestive de *Microcosmus claudicans* Sav. se compose de deux masses orangées, dont la surface est hérissée de papilles nombreuses en champ serré. Chaque masse de la glande s'ouvre par un canal dans l'estomac et tous les tubules qui la composent sont enveloppés dans une matrice conjonctive lâche, contenant des cellules granuleuses pigmentées, creusée de lacunes sanguines renfermant divers types de leucocytes et parcourue par de nombreux tubes de la glande pylorique.

Chez *Pyura microcosmus* (Sav.), la surface de la glande est lisse, mais les acini sont également séparés par du tissu conjonctif lâche. Cette matrice conjonctive est enveloppée par une couche de cellules épithéliales, dont l'extrémité apicale borde la cavité péribranchiale. Ces cellules de revêtement sont basses et contiennent un gros noyau ; leur bord apical est coloré par le bleu Alcyan et renferme des gouttelettes de mucus. La présence de glycogène, révélée par le carmin de Best, est confirmée par le microscope électronique. Les parois latérales de ces cellules sont généralement plissées et, de place en place, certaines cellules quittent l'alignement épithélial par pédiculation. La capsule épithéliale est séparée de la glande digestive par le tissu lacunaire, mais elle s'applique très étroitement sur l'extrémité des tubules de telle sorte que la lacune sanguine est considérablement réduite et devient presque invisible au sein de la masse fibrillaire. Les cellules sanguines, rares, s'y allongent et s'aplatissent. A ce niveau, les cellules épithéliales de la capsule ne secrètent presque plus de mucus et sont elles-mêmes très allongées et aplaties (Fig. 1).

Chaque coecum lobulaire se décompose en trois zones successives : une zone proximale conductrice formée de cellules à mucus, une zone médiane sécrétrice, dont les hautes cellules columnaires sont généralement chargées de concrétions granulaires verdâtres, enfin, la région distale ou zone des papilles, séparée, chez *Microcosmus* de la zone sécrétrice par une constriction annulaire, lui donnant ainsi l'allure d'une papille saillante qui s'étend dans la cavité péribranchiale. C'est au niveau de cette papille terminale que la capsule épithéliale est particulièrement enveloppante.

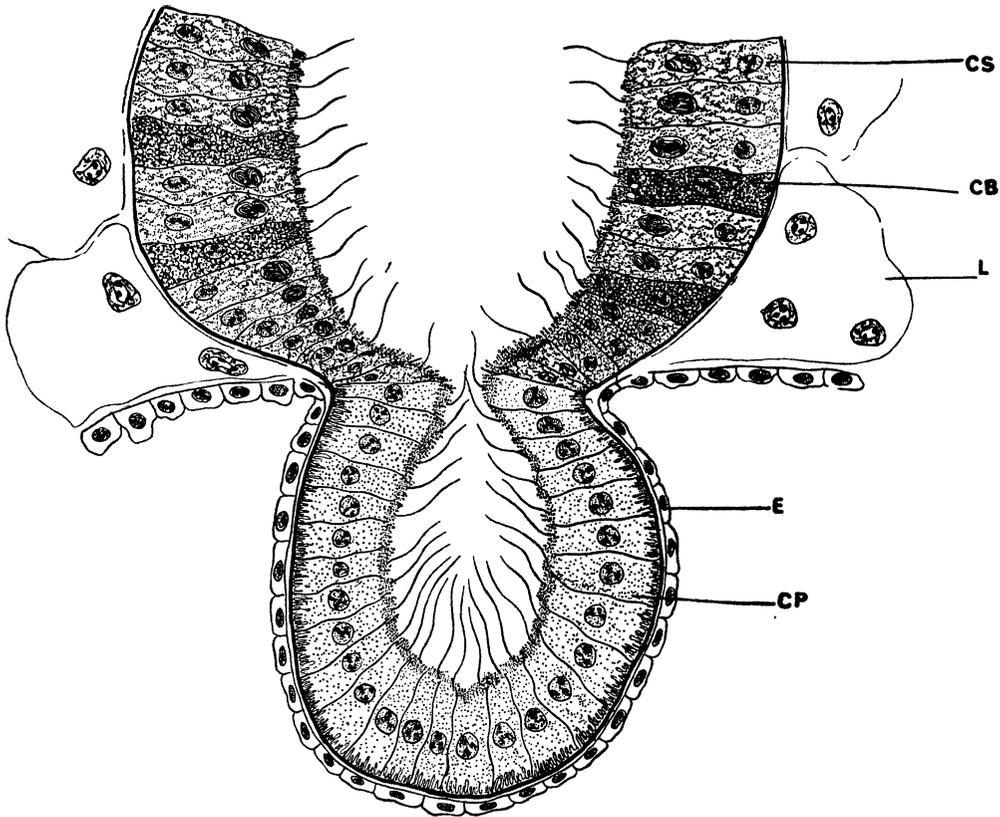


FIG. 1

Schéma de l'extrémité d'un tube de la glande digestive de *Microcosmus claudicans* Savigny.

CB : cellule basophile - CP : cellule plissée - CS : cellule sécrétrice - E : capsule épithéliale péribranchiale - L : lacune sanguine.

Les cellules sécrétrices sont ciliées. Celles de *M. claudicans* Sav. ont un noyau basal sphérique de 1,5-2  $\mu$  de diamètre, nucléolé et, dans leur cytoplasme apical, un gros globule réfringent enfermé dans une grande vacuole. Chez d'autres Pyuridae, en particulier *Pyura microcosmus* Sav., 3 ou 4 vacuoles sont superposées en une seule rangée supranucléaire ; les grains de sécrétion sont de couleur jaune-verdâtre à brun, mais ils ne représentent qu'un état final de la sécrétion. La nature chimique de ces grains est inconnue, mais il s'agit vraisem-

blement d'un complexe protéine-polysaccharidique. D'après Fouque (1959), les vacuoles contiendraient également une fraction lipidique. Les cellules sécrétrices de *Pyura* ont des gouttelettes de graisse dispersées dans le cytoplasme, surtout dans la région infranucléaire ; elles sont absentes chez *Microcosmus*. Ces cellules ont enfin une bordure en brosse à forte activité phosphatasique alcaline, comme Fouque (1959) l'a déjà signalé.

Dispersées parmi les cellules à grains, d'autres cellules de la zone sécrétrice médiane à cytoplasme assez homogène, sans grains, sont très basophiles, riches en A.R.N. Isert (1903) avait déjà signalé ces cellules étroites, coincées entre les cellules vacuolaires, sans pouvoir préciser leur nature. Leur noyau est nucléolé. Fouque (1959) les considère comme des cellules sécrétrices à un stade d'évolution plus jeune.

La zone proximale conductrice est formée d'un épithélium continu de cellules ciliées, mucipares, qui se prolonge jusqu'au débouché des tubes collecteurs dans l'estomac. Les gouttes de mucus, qui occupent le quart ou même le tiers de la cellule, réagissent positivement au mucicarmin ou au bleu Alcyan.

La région distale, qui constitue les papilles de *Microcosmus* et qui forme simplement le cul-de-sac terminal de chaque lobule chez *Pyura*, se compose de cellules à cytoplasme très clair et noyau généralement basal, mais la position du noyau dans ces cellules varie en fonction de la position de la cellule ; chez *Pyura*, on distingue un ou deux grains pigmentés dans la région supranucléaire.

### LES CELLULES DISTALES PLISSÉES

(Fig. 2 et pl. IV, fig. 1).

Les cellules terminales des lobules digestifs forment un épithélium qui prolonge l'épithélium sécréteur médian, sans transition. Les deux secteurs sont nettement délimités chez *Microcosmus* par une zone d'étranglement qui sépare une sphère de cellules terminales du lobule sécréteur. Chez *Pyura*, une légère constriction entre les deux zones est parfois visible. Les cellules terminales ont un cytoplasme optiquement clair. Le contraste de phase révèle une striation basale et Fouque (1959) a signalé à la base de ces cellules une différenciation fibrillaire longitudinale. Le microscope électronique révèle que cette striation est due à un extraordinaire plissement de la membrane cellulaire basale. Les plis, étroitement serrés les uns contre les autres (pl. V, fig. 2), s'élèvent au-dessus de la membrane basale et atteignent une longueur maximum de l'ordre de 4-5  $\mu$ . Comme dans l'enveloppe myélinique des axones myélinisés, la membrane s'invagine de telle sorte que l'espace intermembranaire conserve un diamètre constant, qui est analogue à celui de l'espace intercellulaire. Ces double-membranes d'invagination peuvent former des plis simples ou plusieurs fois repliés eux-mêmes et les points d'invagination successifs ont un écartement très variable. Une évaluation très grossière permet d'estimer que la surface basale de la cellule est augmentée 250 à

300 mille fois. A la limite des deux secteurs du lobule digestif, la transition entre les deux types cellulaires est assez brusque. Une cellule sécrétrice dont la membrane est très peu plissée, est juxtaposée à la cellule terminale à nombreux plis. Il est assez difficile de concevoir qu'à la suite de la croissance terminale du lobule, une cellule terminale se transforme en cellule sécrétrice, sans disparition soudaine des replis de membrane, car l'élongation qui résulterait d'une telle évolution est incompatible avec les dimensions des cellules sécrétrices et cette disparition est peu vraisemblable. Isert avait cru voir dans les cellules des papilles terminales de *Microcosmus*, des cellules méristématiques, affirmant y avoir observé des cellules en mitose, mais cette hypothèse qu'on ne peut pas absolument contredire, perd beaucoup de sa vraisemblance étant donné le caractère hautement spécialisé de la membrane cellulaire basale et la fonction de ces cellules terminales doit être maintenant recherchée.

L'écart entre deux membranes doubles varie entre 25 et 35  $\mu$ . Cet espace est généralement inférieur au diamètre des mitochondries et la zone de plissement est complètement dépourvue de mitochondries contrairement à ce qu'on observe par exemple à la base des cellules excrétrices du « rein » des *Molgulidae*. Il est possible que l'abondance des plis fasse obstacle à la pénétration des mitochondries. Les mitochondries sont assez également réparties dans toute la cellule, depuis le sommet des plis jusqu'à la bordure apicale. Elles sont polymorphes et souvent allongées et leurs crêtes sont peu serrées. Dans certaines cellules terminales, on observe de nombreuses sections de mitochondries entre les plis et le noyau, mais cette concentration mitochondriale paraît être fluctuante. Le cytoplasme est dense et homogène, sans trace d'ergastoplasme et rempli de petits grains de type ribosomique. Dans la région apicale s'y ajoutent d'assez nombreuses petites vésicules, sans doute issues d'une petite zone golgienne située à mi-distance du noyau et de la lumière du tubule.

Les rares globules jaunâtres visibles au contraste de phase mesurent 1,5-2  $\mu$  de diamètre et sont composés de quelques grains

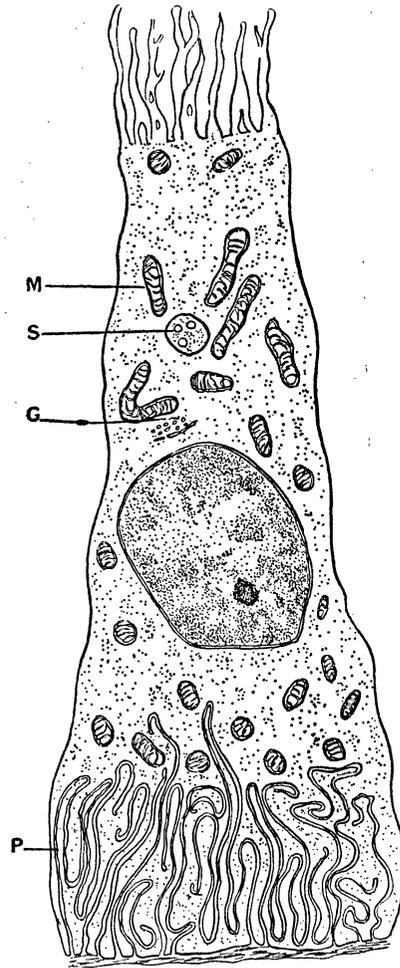


FIG. 2

Représentation schématique d'une cellule terminale à base plissée.

G : appareil de Golgi - M : mitochondries - P : replis de membrane - S : grain de sécrétion ou d'excrétion.

inégaux dans une matrice plus claire, fibrillaire, entourée d'une membrane.

Chaque cellule terminale ciliée, se prolonge dans la cavité du

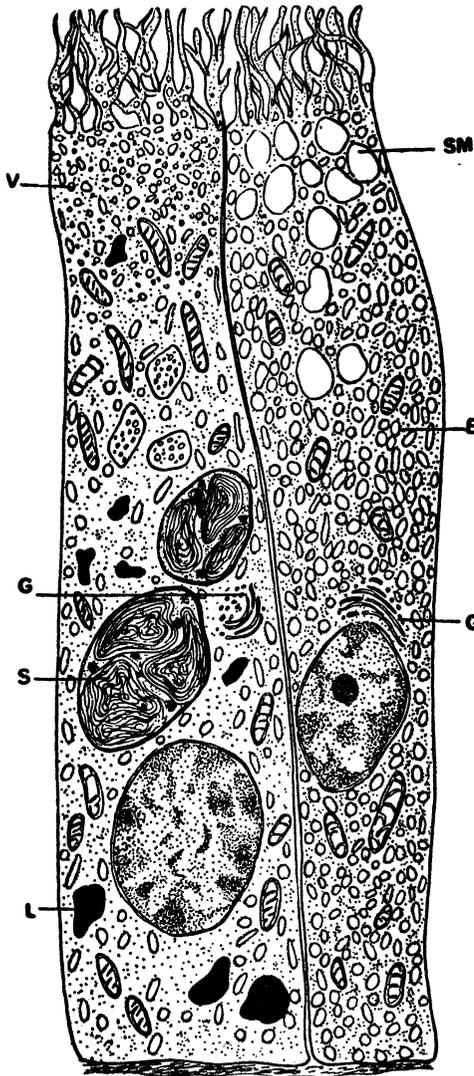


FIG. 3  
Représentation schématique d'une cellule sécrétrice (à g.) et d'une cellule basophile (à dr.).

SM : sécrétion mucoïde - E : ergastoplasme - G : appareil de Golgi - L : graisse - S. : globule de sécrétion - V : vacuoles apicales.

lement allongées parallèlement à l'axe cellulaire, contre la membrane, dans la zone des globules de sécrétion. Les ribosomes sont abondants et dispersés dans le cytoplasme ou associés à des canalicules ou vésicules

lobule par une bordure de villosités généralement simples et séparées, mais souvent ramifiées et anastomosées, comme celles des cellules sécrétrices. La position du cinétosome ciliaire est latérale. Le noyau, dont la position dans la cellule varie suivant celle de la cellule dans l'épithélium, a de petits nucléoles situés contre la membrane nucléaire.

### LES CELLULES SÉCRÉTRICES

L'épithélium sécréteur forme la majeure région du tubule digestif. On y distingue deux catégories cellulaires en proportions nettement variables, mais où dominent néanmoins toujours des cellules qui contiennent de gros globules de sécrétion superposés, entre lesquelles s'intercalent des cellules basophiles (Fig. 3 et pl. IV, fig. 2).

#### a) Les cellules à globules.

Elles mesurent 18  $\mu$  de haut et 2-4  $\mu$  de diamètre et leur noyau basal mesure 1,5 à 2  $\mu$  de diamètre et contient un gros nucléole. La membrane cellulaire est rarement plissée à la base mais elle l'est par endroits latéralement ; ce plissement reste assez limité et sans signification précise. Comme dans les cellules terminales, les mitochondries y sont assez également distribuées, généralement

ergastoplasmiques toujours peu dilatés, mais nombreux, surtout à la périphérie de la cellule et entre les grains de sécrétion.

L'appareil de Golgi, en position presque médiane, est composé de nombreux saccules convexes superposés et d'un champ de petites vésicules. La partie apicale de la cellule est remplie de petites vacuoles qui existent aussi dans les nombreuses villosités ramifiées et anastomosées qui forment la bordure en brosse et dont on peut se demander si elles contribuent à la formation des villosités ou s'il s'agit au contraire de vacuoles de pinocytose ou de vacuoles d'excrétion. Cette dernière hypothèse semble la plus vraisemblable (Pl. III, fig. 1 et pl. V, fig. 1).

Chez *Pyura microcosmus* Sav., quelques globules de graisse sont dispersés dans les cellules sécrétrices, surtout à la base, mais aussi dans la région médiane. Ils n'existent pas chez les *Microcosmus* étudiés (pl. III, fig. 3).

Chez les deux espèces, ces cellules contiennent un peu de glycogène comme beaucoup d'autres types cellulaires des mêmes Ascidies. Enfin, les cellules sécrétrices élaborent des grains globulaires de taille variable, dont les plus gros sont visibles au microscope optique. Ils sont entourés d'une membrane et comprennent deux fractions qui sont sans doute deux états d'une même substance, une fraction filamenteuse et une fraction granulaire. Les filaments forment des pelotes à enroulement variable sur lesquelles apparaissent des taches granulaires de  $0,2 \mu$  environ, sombres et homogènes, qui représentent peut-être des zones de condensation de la substance complexe figurée par les filaments, dont l'épaisseur est à peu près constante et de l'ordre de  $90-100\text{\AA}$ . Les globules les plus gros ont des plages hétérogènes presque estompées au centre des enroulements fibrillaires ; les plus petites, d'un diamètre voisin de celui des mitochondries, ont une fraction fibrillaire réduite et une fraction granulaire bien développée ; les grains y sont d'ailleurs moins denses et mieux contourés (pl. I, fig. 1 et 2). Les plus petits globules, de  $0,1-0,2 \mu$  de diamètre, ont l'aspect de corps multivésiculaires et chaque microvésicule a les dimensions d'une microvésicule du champ golgien.

Les cellules à globules sont ciliées ; le cil prolonge un cinétosome latéral fixé par des racines ciliaires épaisses et obliques. La position latérale du cil s'observe aisément sur les coupes transversales qui passent au travers des villosités apicales. Nous n'avons pas observé la couronne ciliaire signalée par Fouque (1959). Dans certains tubules et probablement dans la plupart des glandes digestives d'animaux convenablement nourris, des fractions de cytoplasme apical se pédiculisent et se détachent dans la lumière des tubules. On n'y observe qu'un très petit nombre de vésicules apicales. Ce phénomène paraît normal, mais on peut évidemment l'attribuer à une anomalie osmotique.

#### b) Les cellules basophiles.

Aisément repérables sur coupes histologiques grâce à leur forte affinité pour la pyronine, ces cellules, dispersées de façon très irrégu-

lière dans l'épithélium des tubules, ont généralement une région basale enflée à laquelle fait suite un long cou qui aboutit à la lumière du tube ; mais certaines ont une forme cylindrique normale et d'autres, qui n'atteignent pas la lumière, sont coiffées par l'extrémité des cellules à globules voisines ; elles sont alors élargies et ovoïdes et rappellent les cellules en gobelet (Pl. IV, fig. 2).

Les cellules basophiles sont caractérisées par leur ergastoplasme très abondant, qui remplit la presque totalité de la cellule et par quelques gouttelettes, apicales, ou parfois médianes, et toujours situées entre le noyau et la bordure de villosités. Sur coupe longitudinale d'épithélium intact, les noyaux des cellules basophiles, à gros nucléole central, sont toujours plus médians que les noyaux des cellules à globules, généralement basaux.

L'ergastoplasme, dès la base de la cellule, se compose de canaux ou vésicules dilatés, qui mesurent 0,2-0,3  $\mu$  de diamètre, soit un peu moins que le diamètre des mitochondries. A la périphérie de la cellule contre la membrane cellulaire, ces canaux s'amincissent considérablement, deviennent presque longitudinaux et les membranes ne sont plus écartées que par des espaces de 0,05  $\mu$  environ (Pl. II, fig. 2).

Chaque cellule basophile contient une grande zone golgienne située au-dessus du noyau où l'on reconnaît d'abondantes microvésicules et diverses vacuoles irrégulières. C'est au niveau de ce champ golgien qu'apparaissent les grandes vacuoles qui émigrent vers la lumière du tube et se concentrent dans la région apicale. Ces vacuoles contiennent une substance soluble et quelques fibrilles dispersées, qui suggèrent un complexe mucopolysaccharidique, ce que confirme d'ailleurs une légère mais nette coloration par le bleu Alcyan. Elles mesurent 1-1,4  $\mu$  de diamètre (Pl. II, fig. 1). Les cellules basophiles représentent donc un type de cellules à mucus. Les villosités apicales sont simples ou anastomosées comme les villosités des cellules à globules voisines et le cil y est également latéral.

### c) Les cellules conductrices.

Les longs canaux qui prolongent les lobules de la glande digestive sont bordés de cellules ciliées chargées de mucus. Elles mesurent 10  $\mu$  de haut, sauf dans une courte zone intermédiaire où leur taille diminue régulièrement. Mais on n'observe aucune transition entre les cellules à globules et les cellules conductrices à mucus.

Le volumineux noyau est central ou médiobasal ; dans la plupart des cellules, la région apicale est chargée de gouttelettes de mucus, très positives au bleu Alcyan, qui mesurent 0,7-0,75  $\mu$  de diamètre ; la couche de mucus est variable, mais elle remplit parfois le tiers apical de la cellule. Dans les cellules chargées de mucus, les mitochondries et l'ergastoplasme peu abondants sont répartis surtout à la base. L'ergastoplasme n'est important que dans quelques cellules rares, sans mucus, dont la zone golgienne est très développée, qui sont dispersées dans l'épithélium conducteur et qui sont sans doute des stades précoces de développement des cellules conductrices.

Chaque cellule conductrice, ciliée (pl. III, fig. 2), contient plusieurs cinétosomes de 0,5  $\mu$  de long, qui forment un arc de cercle près de la

surface et sont fortement ancrés par des racines ciliaires dont la périodicité principale est environ 750-850 Å et qui sont composées de nombreuses fibrilles longitudinales.

## DISCUSSION

A quelques détails près (nombre de globules des cellules sécrétrices, présence ou absence de graisse, pédiculisation de la région distale du lobule) les glandes digestives de *P. microcosmus* Sav. et de *M. claudicans* Sav. sont semblables et comprennent ainsi 4 types cellulaires distincts, dont il convient de rechercher les fonctions possibles.

Les deux types de l'épithélium médian sécréteur sont indiscutablement liés à la fonction digestive de la glande. La digestion chez les Ascidies est entièrement extracellulaire et on ne peut constater aucun signe d'absorption particulière dans les cellules de la glande, ni sur coupes histologiques, ni sur photographies des coupes fines. On possède encore très peu de renseignements sur la localisation des enzymes digestifs identifiés chez quelques espèces d'Ascidies. Chez les Pyuridae, Fouque (1959) a identifié une amylase très active, une protéase et une faible lipase ; il est vraisemblable que ces enzymes sont liés aux grains de sécrétion des cellules principales de la glande.

Les études au microscope électronique d'autres types de glandes digestives d'Invertébrés sont encore rares et nous ne pouvons citer que les travaux de Bani (1962, 1963) et de David et Götze (1963) qui concernent la glande médio-intestinale des Gastéropodes Pulmonés. Bien que le mécanisme d'ingestion des proies soit fort différent chez les Pulmonés et les Ascidies, la digestion y est également extracellulaire (Barrington, 1962) et le liquide sécrété par la glande contient divers enzymes digestifs. Chez *Helix pomatia*, David et Götze distinguent un type de cellules modulant entre un stade de sécrétion protéinogène et un état calcigène, avec de nombreux intermédiaires et un type de cellules de résorption (cellules excrétrices). Chez *Lymnaea stagnalis* L., s'y ajoute un type de cellules à mucus, semblable à celui des Ascidies. Bani (1962, 1963) reconnaît des cellules calcaires, des cellules de sécrétion à microvilli, avec résidus de digestion et des cellules à vacuole, avec amas d'excrétion. Il est certain qu'il existe des analogies entre les cellules principales sécrétrices de la glande digestive des Pyuridae et les cellules sécrétrices de l'hépatopancréas des Pulmonés, mais l'étude comparée des ultrastructures ne pourra être entreprise qu'après examen d'un nombre d'espèces plus élevé, dans des conditions techniques améliorées. Il n'existe en tout cas, chez les Pulmonés, aucune cellule analogue aux cellules distales plissées des Pyuridae.

Les fonctions des cellules distales restent hypothétiques. Les deux auteurs qui les ont reconnues leur ont attribué des fonctions très différentes : Isert (1903), nous l'avons déjà signalé, les a considérées comme des cellules de type embryonnaire, le fond de chaque lobule représentant alors une zone de croissance terminale. Fouque (1959), pour qui ces cellules n'ont aucun rôle sécréteur et qui sont

éloignées des éléments hémolymphatiques, pense que les vésicules terminales des lobules de *Microcosmus claudicans*, notamment, pourraient avoir un rôle de pulsion par contraction, du liquide de la glande. Nous avons examiné diverses glandes, in vivo, sans constater une pareille pulsion ; il est cependant certain que ces cellules ciliées participent, comme la plupart des cellules des tubes ou des conduits, au mouvement du liquide digestif.

Le plissement remarquable de la membrane à la base de ces cellules est accompagné d'un rétrécissement considérable de l'espace lacunaire péridigestif et par un revêtement presque parfait de ces cellules par la bordure épithéliale péribranchiale. Si nous négligeons l'hypothèse de la zone de croissance, cette particularité cytologique et cette disposition anatomique suggèrent une possibilité de transfert de liquide (eau et ions) au travers des cellules distales plissées. La présence des replis de membranes dans les cellules des tubes excréteurs au niveau des zones de réabsorption est devenue classique et nous pouvons supposer que les cellules terminales jouent un rôle éventuel dans le système de régulation ionique ou dans les mouvements d'eau viscérale de l'Ascidie.

Mais, dans les cellules excrétrices à base plissée, les mitochondries sont fréquemment intercalées entre les plis de membrane et apportent l'énergie nécessaire au transfert actif ionique.

Chez les Pyuridae, le système excréteur est presque nul ou absent et l'excrétion est généralement assurée par des néphrocytes circulants du tissu lacunaire (qui peuvent s'agglomérer localement dans les vésicules pariétales), où s'accumulent des substances pigmentées (xanthine). Les Molgulidae, famille voisine des Pyuridae, ont, cependant, une grande vésicule excrétrice contenant un liquide hypertonique à l'eau de mer (Das, 1948) ; la structure basale des cellules de cette vésicule que nous avons examinée, chez *Molgula occulta* Kuppfer, à titre de comparaison, est une structure typique de cellules excrétrices, avec une base plissée et des mitochondries intercalées (pl. VI).

La régulation ionique des Stolidobranches est très mal connue. On sait par Das (1948) que le milieu liquide interne de *Molgula manhattensis* de Kay est hypotonique à l'eau de mer et qu'il existe un gradient osmotique permanent. Selon toute probabilité, l'eau nécessaire au sang proviendrait du tube digestif. Il n'est pas impossible que chez les Pyuridae, ce passage s'effectue au niveau des cellules distales de la glande digestive.

### Zusammenfassung

Die Mitteldarmdrüsen oder "Leber" der Pyuridae (Ascidien) zeigt 4 Zelltypen : Schleimzellen der Kanälchen, Körnchenzellen und basophile Zellen der Leberschläuche und deren Grübschenepithelzellen mit basalem Faltenaum. Die 4 Zellformen werden nach elektronenmikroskopischen Untersuchungen beschrieben, ihre Funktion wird angedeutet.

### Summary

4 cell types can be found in the digestive gland or the "liver" of Pyuridae (Tunicata): mucous cells of canalicules, granular cells and basophil cells of tubules and distal cells with folded basal part. These 4 cell types were studied with the electron microscope and their functions are discussed.

## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- AZEMA, M., 1937. — Recherches sur le sang et l'excrétion chez les Ascidies. *Ann. Inst. Océan. Paris*, XVII, pp. 1-150.
- BANI, G., 1962. — Struttura e ultrastruttura dell'epatopancreas di *Vaginulus borelianus* (Colosi). *Mon. Zool. Ital.*, 69, pp. 157-171.
- BANI, G., 1963. — Struttura ed ultrastruttura dell'epatopancreas di *Eobania vermiculata* (Müller) (Gasteropoda Pulmonata). *Mon. Zool. Ital.*, 70, 71, pp. 386-407.
- BARRINGTON, E.J.W., 1962. — Digestive Enzymes. In *Advances in Compar. Physiol. Biochem.*, I, pp. 1-61.
- BERRILL, N.S., 1929. — Digestion in *Ascidia* and the influence of temperature. *Brit. Journ. Exp. Biol.*, VI, pp. 275-292.
- DAS, S.M., 1944. — On the alimentary canal and gonads in *Microcosmus manaarensis*, a monoascidian of Madras. *Proc. Indian Sci. Congr.*, III, pp. 31-92.
- DAS, S.M., 1958. — The physiology of excretion in *Molgula* (Tunicata Ascidiacea). *Biol. Bull.*, XCV, pp. 307-319.
- DAVID, H. und götze, J., 1963. — Elektronmikroskopische Befunde an der mitteldarmdrüsen von Schnecken. *Zeit. Mikr. Anat. Forsch.*, 70, pp. 252-272.
- FOUQUE, G., 1953. — Contribution à l'étude de la glande pylorique des Ascidiacées. *Ann. Inst. Océan. Paris*, XXVIII, pp. 189-317.
- FOUQUE, G., 1959. — Observations sur le « foie » de quelques Ascidies Stolidobranches. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 29, 17, pp. 181-191.
- ISERT, A., 1903. — Untersuchung über den Bau der Drüsenanhänge des Darms, bei den Monascidien. *Arch. Naturgesch.*, 69, pp. 237-296.
- LACAZE-DUTHIERS H. de et DELAGE, Y., 1889. — Etude anatomique et zoologique sur les Cynthiades. *Arch. Zool. Exp.*, VII, pp. 519-534.
- LACAZE-DUTHIERS H. de et DELAGE, Y., 1892. — Faune des Cynthiades de Roscoff et des côtes de Bretagne. *Mém. Acad. Sci. Paris*, XLV, pp. 1-323.
- MILLONIG, G., 1961. — A modified procedure for lead staining of thin sections. *J. Bioch. Biophys. Cytol.*, II, pp. 736-739.
- ROULE, 1885. — Recherches sur les Ascidies simples des côtes de Provence. *Ann. Sci. Nat.*, XX, 6.
- WEBB, D.A., 1939. — Observations on the blood of certain Ascidians with special reference to the biochemistry of Vanadium. *Journ. Exp. Biol.*, XVI, pp. 499-523.
- WEEL, P. van, 1940. — Beiträge zur ernährungsbiologie der Ascidien. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 18, pp. 50-79.
- YONGE, C.M., 1925. — Secretion, Digestion and assimilation in the gut on *Ciona intestinalis*. *Brit. Journ. Exp. Biol.*, II, pp. 373-388.

## PLANCHE I

- FIG. 1. — *Microcosmus claudicans* Sav.  
Région médiane de cellules sécrétrices de la glande digestive, avec petits globules de sécrétion.  $\times 38.500$ .
- FIG. 2. — Détail d'un globule de sécrétion plus développé.  $\times 22.500$ .

## PLANCHE II

- FIG. 1. — *Microcosmus claudicans* Sav.  
Région apicale d'une cellule basophile.  $\times 35.000$ .
- FIG. 2. — Zone médiane d'une cellule basophile ; région golgienne ; nombreuses microvésicules.  $\times 23.000$ .

## PLANCHE III

- FIG. 1. — *Microcosmus claudicans* Sav.  
Bordure apicale en dentelle des cellules sécrétrices ; vésicules dans les prolongements cytoplasmiques.  $\times 30.800$ .
- FIG. 2. — *Microcosmus claudicans* Sav.  
Bordure apicale d'une cellule à mucus d'un canalicule conducteur ; couronne de cinétosomes.  $\times 13.750$ .
- FIG. 3. — *Pyura microcosmus* Sav.  
Zone médiane d'une cellule sécrétrice ; appareil de Golgi et globule de graisse.  $\times 21.500$ .

## PLANCHE IV

- FIG. 1. — *Pyura microcosmus* Sav.  
Cellule à base plissée du fond d'un tubule de la glande ; espace lacunaire virtuel.  $\times 6.750$ .
- FIG. 2. — Cellule basophile de la région médiane d'un tubule.  $\times 6.000$ .
- FIG. 3. — *Microcosmus claudicans* Sav.  
Détail d'un globule de sécrétion d'une cellule sécrétrice médiane.  $\times 45.000$ .

## PLANCHE V

- FIG. 1. — *Pyura microcosmus* Sav.  
Bordure apicale d'une cellule sécrétrice avec hernies cytoplasmiques, avant élimination dans la lumière du tubule.  $\times 16.500$ .
- FIG. 2. — Replis de membrane à la base des cellules terminales ; noter le très faible espace séparant la cellule plissée de la cellule « capsulaire ».

## PLANCHE VI

- FIG. 1. — *Molgula occulta* Kuppfer.  
Base d'une cellule épithéliale de la vésicule excrétrice (« rein ») ; replis de membrane et longues mitochondries.

