

NEUROENDOCRINOLOGIE. — *Arguments expérimentaux sur l'activité des cellules sécrétrices du lobe viscéral d'un Mollusque Céphalopode, Octopus vulgaris.*
Note (*) de M^{me} Annie Laubier-Bonichon, présentée par M. Maurice Fontaine.

La démonstration expérimentale de modifications de l'activité sécrétrice des neurones du lobe viscéral chez *Octopus vulgaris* et la mise en évidence d'écoulements le long des axones jusqu'aux vaisseaux sanguins du lobe même permettent de conclure à la « probabilité d'une fonction neuro-sécrétrice » des neurones du lobe viscéral. Une discussion concernant le rôle de cette neurosécrétion est abordée.

C'est en 1964 que paraît la première description d'un système à fonction neuro-sécrétrice possible chez un Céphalopode, le système nerveux de la veine cave (SNV) observé chez *Eledone cirrosa* ⁽¹⁾. Ce système a été retrouvé l'année suivante ⁽²⁾ chez deux autres espèces, *Octopus vulgaris* et *Sepia officinalis*. Le caractère remarquable de ce système réside dans le fait que ses terminaisons nerveuses forment un neuro-pile sous l'endothélium de la veine cave ; ce dispositif anatomique particulier est comparé au réseau nerveux en contact avec la circulation sanguine qui existe chez les Crustacés Stomatopodes et Décapodes, les organes péricardiaux, et suggère à Alexandrowicz [⁽¹⁾, ⁽²⁾] l'hypothèse que le système pourrait avoir une fonction neuro-sécrétrice, car on observe de fins granules colorables par la fuchsine-paralaldéhyde dans la paroi de la veine cave chez *Octopus* et *Eledone*. Le produit de sécrétion hypothétique pourrait d'après cet auteur, être synthétisé au niveau des terminaisons nerveuses : « It is, more over, quite possible that in all above mentioned instances the elaboration of the products of secretion takes place in the terminal network » [⁽²⁾, p. 220]. A la suite de ces travaux, des études ultrastructurales [⁽³⁾, ⁽⁴⁾] de l'endothélium de la veine cave confirment la présence de granules que l'on peut homologuer aux « elementary neurosecretory granules » de Bern ⁽⁵⁾.

L'ensemble de ces travaux concerne en fait des terminaisons nerveuses. Martin ⁽⁶⁾ toutefois décrit des phénomènes sécréteurs dans le lobe viscéral du cerveau d'Ommastrephidés et discute de l'homologie des cellules nerveuses avec celles du SNV. Il décrit également ⁽³⁾ au microscope électronique des inclusions de structures variées dans l'ensemble du système nerveux de la veine cave chez *O. vulgaris*.

C'est à cette époque que j'ai mis en évidence ⁽⁷⁾ dans le lobe viscéral d'*O. vulgaris* des neurones présentant des caractères de cellules sécrétrices (*fig. A*). Ces cellules se retrouvaient chez les très jeunes animaux comme chez les plus âgés, et, semble-t-il, à toutes les époques de l'année, sans que l'on puisse observer d'image d'écoulement axonal. Aussi est-il difficile d'homologuer ces cellules avec le système d'Alexandrowicz.

Ainsi, quel que soit le moyen d'approche pour aborder le problème de la neuro-sécrétion, on aboutit seulement à une hypothèse concernant la neurosécrétion dans le lobe viscéral, et l'on est obligé d'admettre avec Gabe [⁽⁸⁾, p. 159] que « ... les formations en question... ne correspondent pas à la définition actuelle de la neurosécrétion » même si la somme des données fournies par la littérature donne à l'hypothèse un poids considérable. Mais suivant la stricte définition de Bern ⁽⁵⁾ on ne peut que parler de « cellules neurosécrétrices possibles », aucune modification du produit

de sécrétion n'ayant été décrite, qu'elle puisse ou non être rapportée à un cycle biologique connu.

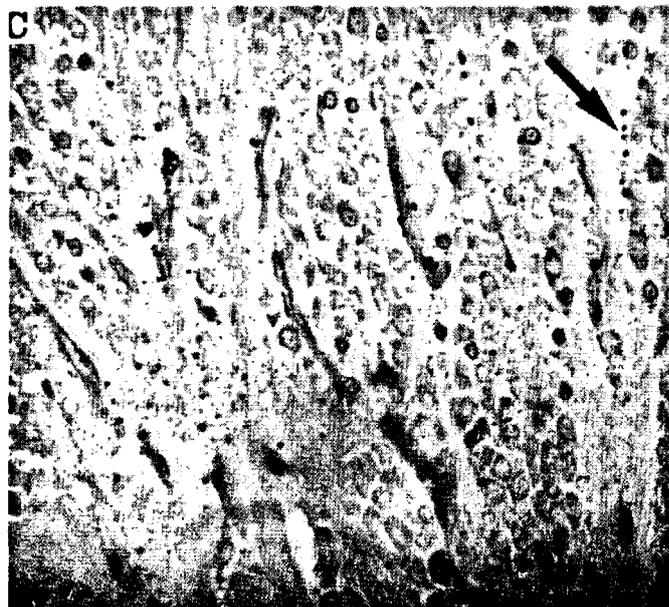
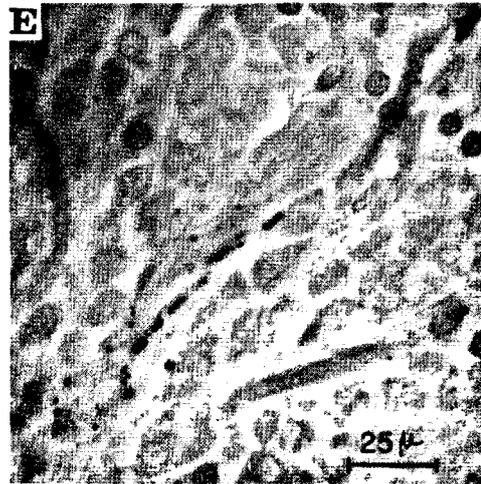
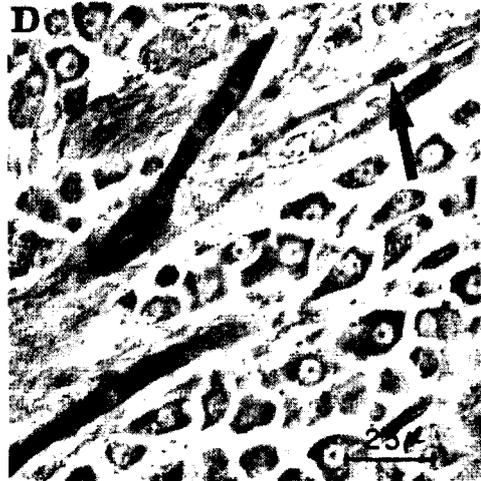
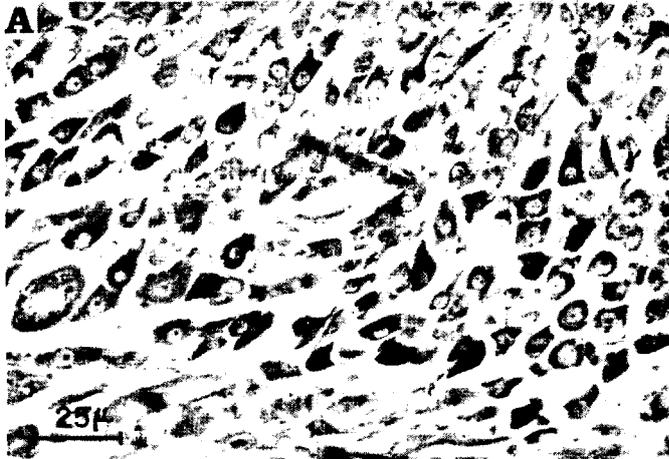
Lors de mes recherches antérieures (7) j'avais pu observer quelques images qui avaient retenu mon attention ; il s'agissait de la présence de granules colorables par le bleu alcian, l'hématoxyline chromique-phloxine ou la fuchsine-paraldéhyde après oxydation permanganique dans le neuropile du lobe (*fig. B*). La rareté de ces images pouvait en première analyse être mise sur le compte d'artefacts ; toutefois une étude plus poussée apportait les conclusions suivantes : ces images, localisées au lobe viscéral, n'existent que dans des conditions particulières, animaux témoins provenant de chalutages, et disséqués peu de temps après leur capture, animaux morts accidentellement soit par suite d'un arrêt d'eau de mer, d'évasion de leur bac, d'une anesthésie mal conduite. Il s'agissait donc vraisemblablement d'images dues à des « stress ». Quoi qu'il en soit ces images laissent soupçonner qu'il pourrait y avoir dans certaines conditions un écoulement du produit de sécrétion du lobe viscéral.

C'est là un point intéressant à vérifier car, outre le fait que les images de cheminement d'un produit de sécrétion des neurones le long des axones sont extrêmement rares en microscopie photonique chez les Mollusques (8), la démonstration d'un tel processus serait un argument essentiel pour confirmer la nature neurosécrétrice des cellules du lobe viscéral.

Or, étudiant expérimentalement (10) l'influence de la lumière sur la maturation sexuelle chez *O. vulgaris*, j'ai pu observer dans le lobe viscéral des animaux en expérience, d'une part une modification du produit de sécrétion des neurones sécréteurs, d'autre part des images d'écoulement particulièrement nettes. Le détail des données expérimentales sera précisé ultérieurement, mais peut être résumé ainsi : tous les animaux mis en expérience sont, soit des animaux pêchés à vue à la ligne et remontés sur une très courte distance, c'est-à-dire subissant un minimum de perturbations, soit des animaux pêchés au chalut, mais qui ont vécu en aquarium pendant un temps assez long, de l'ordre de plusieurs semaines. Chez tous les témoins prélevés dans ces conditions, on observe une accumulation du produit de sécrétion dans les neurones du lobe viscéral, sans image d'écoulement ou de vidange. Ces animaux ont été soumis à des variations du rapport journalier (durée jour/nuit) de lumière, avec une intensité lumineuse qui est approximativement celle d'un éclairage estival en surface. La hauteur d'eau dans les bacs est de 40 cm.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

- Fig. A. — Cellules sécrétrices du lobe viscéral d'*O. vulgaris* ♀ de 300 g, témoin 40 jours d'aquarium.
 Fig. B. — Rares granules sécrétoires le long des axones *O. vulgaris* ♀ 500 g sacrifiée le jour du chalutage.
 Fig. C. — Coupe du lobe viscéral d'une ♀ de 500 g soumise à un éclairage de 16 h par 24 h pendant 20 jours. La flèche montre un écoulement axonal.
 Fig. D. — Coupe au niveau des vaisseaux sanguins montrant un écoulement axonal à proximité (flèche). ♀ ayant subi un éclairage de 8 h/jour.
 Fig. E. — Accumulation de granules de sécrétion contre la paroi des vaisseaux. *O. vulgaris* soumis à un rythme d'éclairage de 16 h/jour pendant 22 jours.
 Fig. F. — Aspect des cellules sécrétrices au cours de la vidange.



Les durées quotidiennes d'exposition à la lumière (^{1°}) sont de 1, 8, 12, 16, 23 h avec les cas extrêmes de lumière continue ou d'obscurité totale. Seuls les éclaircissements de 8, 12 et 16 h donnent des résultats comparables au niveau du lobe viscéral, et la seule variable qui sera prise en considération est la durée d'expérience.

De 10 à 19 jours d'expérience : les cellules qui se colorent par les colorants signalétiques de la neurosécrétion, fuchsine-paraldéhyde, bleu alcian, ou hématoxyline chromique-phloxine sont en nombre réduit par rapport aux images obtenues chez les animaux témoins. En outre le cytoplasme de ces cellules est moins abondant et on y observe souvent des vacuoles de résorption. Par contre, on observe de très nombreuses agglomérations globuleuses de grains de sécrétion dans les faisceaux de fibres nerveuses et les zones plexiformes du lobe (*fig. C et D*). Dans de nombreux cas, on arrive à suivre l'écoulement du produit de sécrétion le long des axones. Les images observées suggèrent que lorsque se produit la vidange d'une cellule, cette vidange est totale et rapide. Chez des animaux ayant subi de 15 à 19 jours d'éclaircissement artificiel, on retrouve les granules de sécrétion accumulés sous forme de grappes ou de chapelets contre la paroi des vaisseaux sanguins irriguant le lobe viscéral (*fig. E*). On n'observe jamais de tels granules dans les deux nerfs issus du lobe viscéral, le nerf viscéral ou le nerf palléal.

De 20 à 40 jours d'expérience : La différence essentielle que l'on note par rapport au stade précédent est la disparition des images d'écoulement du produit de sécrétion que l'on n'observe plus ni le long des fibres nerveuses, ni au contact des vaisseaux. L'activité sécrétrice du lobe est soit totalement inexistante, soit résiduelle. Les cellules sécrétrices, peu nombreuses, ont alors un cytoplasme réduit à une mince frange colorable par la fuchsine-paraldéhyde ; parfois même il ne subsiste que quelques granules de sécrétion dans les péricaryons (*fig. F*).

De 40 à 65 jours d'expérience : Lorsque la durée de l'expérience atteint ou dépasse 40 jours, on retrouve l'aspect du lobe viscéral décrit chez les animaux témoins. Aux environs du 40^e jour les péricaryons sécréteurs ont tout à fait l'aspect de ceux que l'on observe chez les jeunes *Octopus*, le produit de sécrétion se présente en granules bien individualisés. Par la suite ces granules convergent en flaqes et donnent l'impression de remplir le cytoplasme. On n'observe pas alors d'écoulements.

Les trois faits essentiels qui ressortent de ce travail sont les suivants :

— Le produit de sécrétion des neurones du lobe viscéral subit dans certaines conditions des modifications importantes qui aboutissent en un laps de temps bien déterminé à une vidange quasi totale des péricaryons. Aucun caractère morphologique ne permet alors de distinguer les neurones sécréteurs des neurones banaux. La phase de vidange est suivie par une nouvelle accumulation du produit de sécrétion et une phase de réplétion.

— Le produit de sécrétion élaboré par les péricaryons s'écoule le long des axones et peut être suivi jusque dans le neuropile. C'est là un des rares exemples d'écoulement axonal connu chez les Mollusques, le seul à ma connaissance chez les Céphalopodes.

— Enfin le troisième point concerne le devenir du produit de sécrétion : les granules de sécrétion s'écoulent tous vers les capillaires sanguins du lobe viscéral lui-même.

S'il est difficile de préciser de quelle manière le produit de sécrétion traverse la paroi des vaisseaux, il semble indiscutable que c'est bien à ce niveau que se fait la pénétration dans le sang, sans doute d'ailleurs par redissolution des granules de sécrétion, puisque l'on ne retrouve pas ceux-ci dans les stades ultérieurs. En outre, on n'observe jamais ces granules de sécrétion dans les nerfs périphériques.

Les conclusions que l'on est amené à tirer de ces résultats sont multiples : la démonstration de modifications du produit de sécrétion est un argument de poids en faveur de l'hypothèse de la fonction neurosécrétoire des cellules du lobe viscéral et l'on peut désormais désigner ces neurones comme « cellules neurosécrétoires probables »⁽⁵⁾, avec une certitude quasi totale qu'il s'agit de véritables cellules neurosécrétoires, mais suivant la stricte définition, il reste encore à démontrer le rôle de cette activité. L'homologation de ces cellules avec le SNV paraît assez probable, mais il n'est pas démontré, la plupart des travaux ayant été effectués sur le système nerveux périphérique [(1), (4), (11)]. La démonstration d'une unité d'action sur laquelle pourrait se fonder cette homologie pourrait être d'ordre descriptif, si l'on arrive par exemple à mettre en évidence des modifications d'activité synchrones dans le système nerveux central et le système nerveux périphérique. Mais plus satisfaisante encore serait la mise en évidence d'une fonction identique des neurones sécréteurs des deux régions. Actuellement, le problème reste entier, les seules recherches effectuées dans ce domaine concernent les terminaisons nerveuses du SNV, où une substance exercerait un effet sur le rythme cardiaque⁽¹¹⁾. La neurosécrétion des cellules du lobe viscéral a-t-elle cet effet, et n'est-ce pas qu'un effet secondaire ? Chez les Ommastrephidés⁽⁶⁾ des extraits de la couche du SNV augmentent la croissance de cultures de cellules mais là encore il peut s'agir d'effets secondaires. Personnellement, j'ai pu constater que les variations de l'activité sécrétoire du lobe viscéral ne semblaient pas modifier chez l'animal des processus tels que la croissance (courbe de poids) ou la maturation sexuelle (état des gonades).

(*) Séance du 12 février 1973.

Contribution n° 154 du Département Scientifique du Centre Océanologique de Bretagne.

(1) J. S. ALEXANDROWICZ, *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 44, 1964, p. 111-132.

(2) J. S. ALEXANDROWICZ, *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 45, 1965, p. 209-228.

(3) R. MARTIN, *Brain Research*, 8, 1968, p. 201-205.

(4) C. F. BERRY et G. A. COTTRELL, *Z. Zellforsch.*, 104, 1970, p. 107-115.

(5) H. A. BERN, *Gen. comp. Endocrinol.*, suppl. 1, 1962, p. 117-132.

(6) R. MARTIN, *Zeit. Zellforsch.*, 73, 1966, p. 326-334.

(7) A. BONICHON, *Vie Milieu*, 18, Série A, 1967, p. 227-263.

(8) M. GABE, *Neurosécrétion*, Gauthier-Villars, Paris, 1967.

(9) M. MARTOJA, *Traité de Zoologie*, P.-P. Grassé, p. 927-986.

(10) A. LAUBIER-BONICHON et K. MANGOLD (en préparation).

(11) D. BLANCHI, *Boll. Soc. ital. Biol. Sperim.*, 45, 1969, p. 1615-1619.

Département Scientifique du Centre Océanologique de Bretagne,
B. P. n° 337, 29273 Brest Cedex.