



HAL
open science

MORPHOLOGIE DE LA NÉVROGLIE DU CERVEAU WELEDONE MOSCHATA

Stephan Baginski

► **To cite this version:**

Stephan Baginski. MORPHOLOGIE DE LA NÉVROGLIE DU CERVEAU WELEDONE MOSCHATA. Vie et Milieu , 1964, pp.645-660. hal-02938776

HAL Id: hal-02938776

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02938776v1>

Submitted on 15 Sep 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MORPHOLOGIE DE LA NÉVROGLIE DU CERVEAU D'*ELEDONE MOSCHATA*

par Stephan BAGIŃSKI
Lodz, Pologne

Les recherches du système nerveux des Céphalopodes ont été amorcées par CUVIER (1817). Toutefois CUVIER, tout autant que les investigateurs qui lui ont succédés — KOVALEVSKY et OVSIANNIKOV [11], CHÉRON [6], STIÉDA [23], KAPPERS [10] et autres — ne s'est occupé principalement que de la structure macroscopique, et les investigations microscopiques n'ont été traitées qu'incidemment. D'autres auteurs — GARIAEFF [5], HILLIG [7] et JAKUBSKI [9] — ont étudié la structure microscopique, mais leurs résultats, quoique comprenant des données précieuses, ne répondent pas aux exigences contemporaines. Ce n'est que dans la troisième décennie du XX^e siècle que les recherches de YOUNG [25], THORE [24] et BOGORAZE et CAZAL [4] ont fourni des données morphologiques et physiologiques plus exactes concernant le système nerveux des Céphalopodes. D'après les investigations précédentes et les résultats que nous avons obtenus par des méthodes histologiques modernes (1), il est possible aujourd'hui de systématiser la glioarchitectonie du cerveau d'*Eledone moschata*.

Dans cette note je me suis occupé de la morphologie de la névroglie du cerveau d'*Eledone moschata*. Il faut insister toutefois sur le fait qu'il n'existe pas de grandes différences, tant morphologiques que topographiques, entre diverses espèces d'Octopodes et de Décapodes [24].

(1) Ce travail a été exécuté pendant mon séjour au Laboratoire Arago à Banyuls-sur-Mer en 1959.

MORPHOLOGIE DU SYSTÈME NERVEUX DES OCTOPODES

Selon l'opinion de THORE [24], juste à mon avis, la cérébralisation surtout chez *Octopus* et *Eledone*, est très avancée. Ces Octopodes se trouvent à un niveau plus élevé du développement évolutif, tandis que les Décapodes sont des formes plus primitives au point de vue du système nerveux et surtout du cerveau, moins différenciés.

La céphalisation est également bien marquée et quoique les Céphalopodes appartiennent aux Mollusques, leur cerveau est bien protégé par une capsule cartilagineuse de structure compliquée qui rend difficile la confection des coupes au microtome.

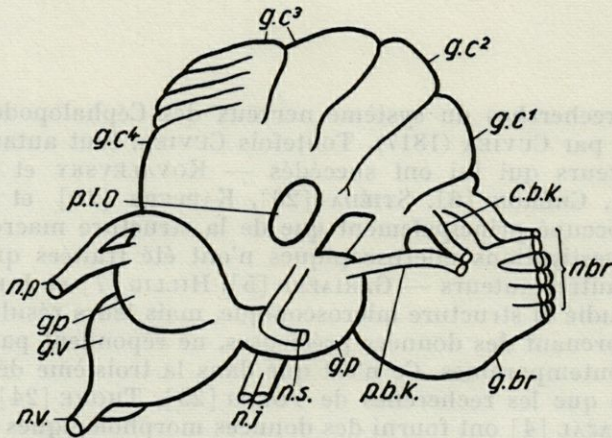


FIG. 1. — Anatomie du cerveau d'*Eledone*. *gbr*, gangl. brachial; *pbk*, nerf bucco-brachial; *nbr*, nerfs brachiaux; *cbk*, n. bucco-cérébraux; *gc1*, lobule antérieur; *gc2*, lobule médian; *gc3*, lobule postérieur; *gc4*, lobule basal postér.; *plo*, pédonc. optique (sectionné); *np*, nn. pédieux; *gp*, gangl. pédieux; *gv*, gangl. viscéral; *nv*, n. viscéral; *nj*, n. infundibul.; *ns*, n. statique.

L'anatomie contemporaine distingue chez les Céphalopodes en général et particulièrement chez les Octopodes, quatre lobes du cerveau ainsi que quatre ganglions (fig. 1).

Contrairement aux opinions de GARIAEFF, JAKUBSKI et THORE [5, 9, 24] seuls les neurocytes moteurs sont unipolaires, tandis que les neurocytes sensoriels sont bipolaires [13, 26].

Les neurones moteurs sont des cellules unipolaires très caractéristiques : ce sont de grandes cellules pyriformes à un seul pro-

longement; à une certaine distance de la cellule sortent de ce prolongement plusieurs dendrites, tandis que le prolongement périphérique forme l'axone (fig. 2).

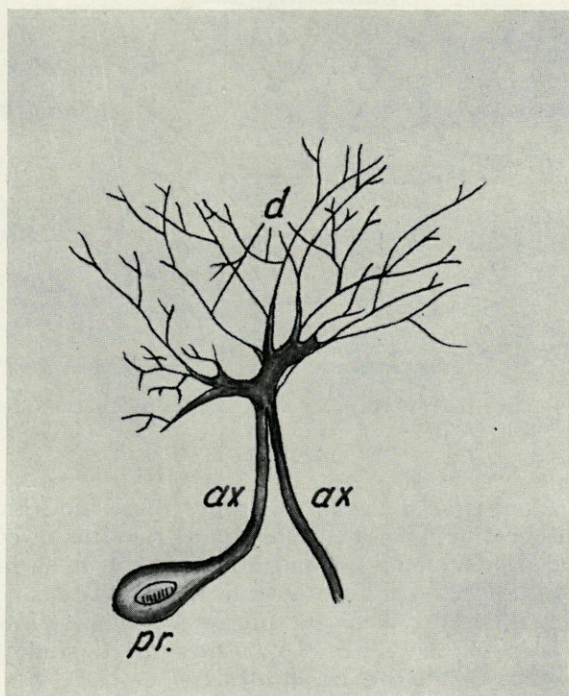


FIG. 2. — Motoneurone des Invertébrés selon Zawarin. *pr.*, péricaryon; *ax*, axone; *d*, dendrites.

On connaît maintenant non seulement la cytoarchitecture du cerveau des Céphalopodes, mais on a également établi expérimentalement la signification physiologique des différentes régions du cerveau (fig. 3) [20, 24]. Les centres ont été localisés soit par élimination de certaines parties déterminées ou en les excitant électriquement, soit au moyen de substances chimiques. Ce sont des noyaux centraux, d'autres sont disséminés dans les ganglions périphériques (fig. 4).

Investigations personnelles

Il faut insister tout d'abord sur le fait que les critères morphologiques, ainsi que la dénomination de la névrogie des Mammifères

ne peuvent être appliqués que dans un sens large au tissu glial des Octopodes.

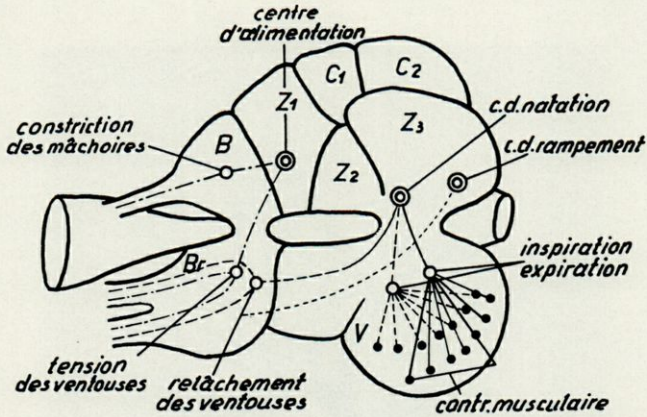


FIG. 3. — Centres du cerveau d'*Eledone*. Les inscriptions expliquent l'action (signification physiologique).

Les différences sont si considérables qu'il faudrait introduire une nouvelle terminologie. Toutefois, pour faciliter la connaissance du tissu glial des Octopodes et particulièrement de sa morphologie, nous avons admis par analogie avec le tissu glial des Vertébrés, la dénomination suivante : névroglie fibreuse, protoplasmique et oligodendroglie. L'épendyme n'existe pas chez les Céphalopodes, étant donnée l'absence de cavités cérébrales.

La méthode d'investigation du tissu glial des Invertébrés en général et des Céphalopodes en particulier devrait être modifiée. Comme la quantité d'eau contenue dans les tissus est considérable, il faut augmenter la concentration des liquides fixateurs. Même alors, les résultats ne sont pas satisfaisants, et seule une analyse de plusieurs centaines de coupes permet d'établir la morphologie de la névroglie d'*Eledone*.

Nous avons appliqué de nombreux procédés spécifiques pour la névroglie, notamment ceux de BIELSCHOWSKY, HOLZER, MALLORY, RIO HORTEGA, BAGINSKI, ainsi que l'imprégnation selon la méthode de Golgi et ses diverses modifications [1, 3, 12, 15, 19 et 22].

Topographie générale de la névroglie de l'Eledone moschata

L'architecture gliale du cerveau est caractéristique chez l'*Eledone*. Un examen même superficiel des préparations, permet d'éta-

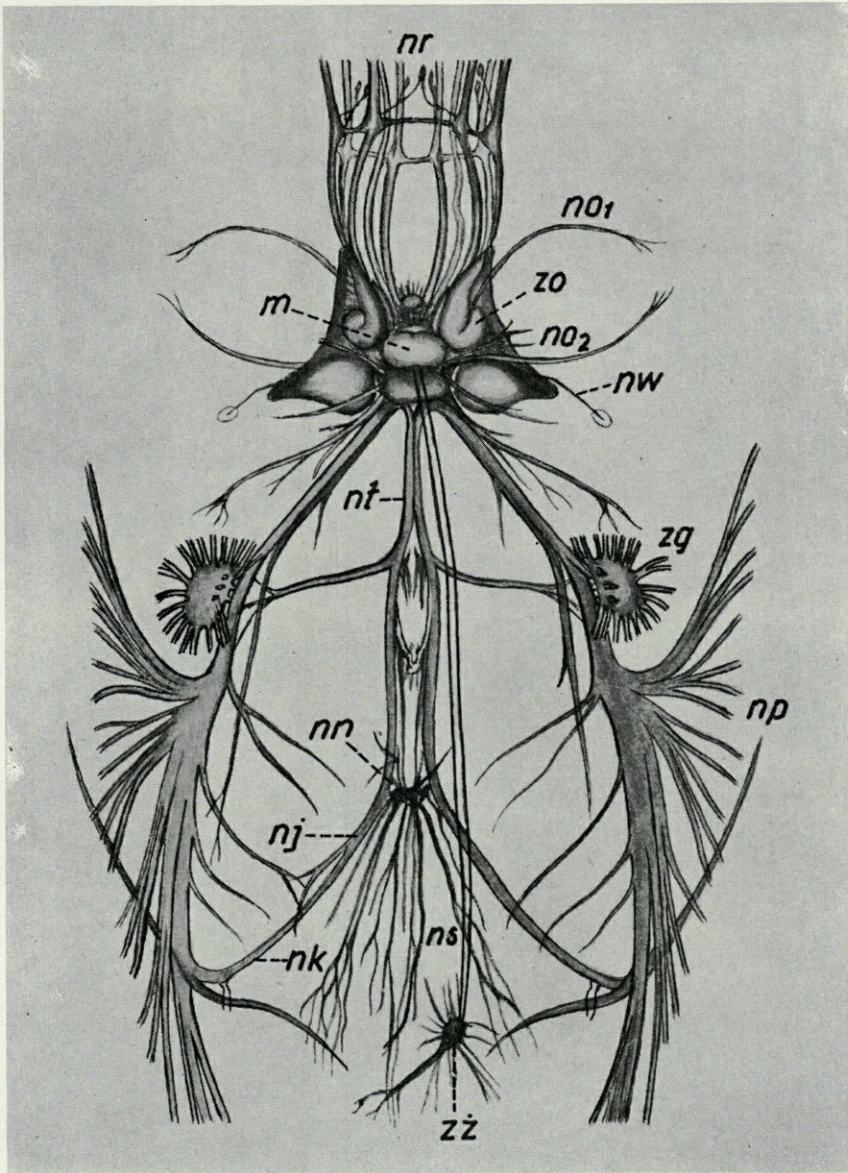


FIG. 4. — Système nerveux d'un Céphalopode. *nr*, nn. brachiaux; *no*¹, n. ophtalmique ant.; *no*², n. ophtalmique postér.; *zo*, gangl. optique; *nw*, n. olfactif; *m*, cerveau; *nt*, nn. viscéraux; *nn*, nn. rénaux; *ns*, nn. cardiaques; *zz*, nn. gastriques; *nk*, nn. branchiaux; *nj*, n. tubaire; *zg*, gangl. stellaire; *nn*, nn. du manteau (selon HILLIG).

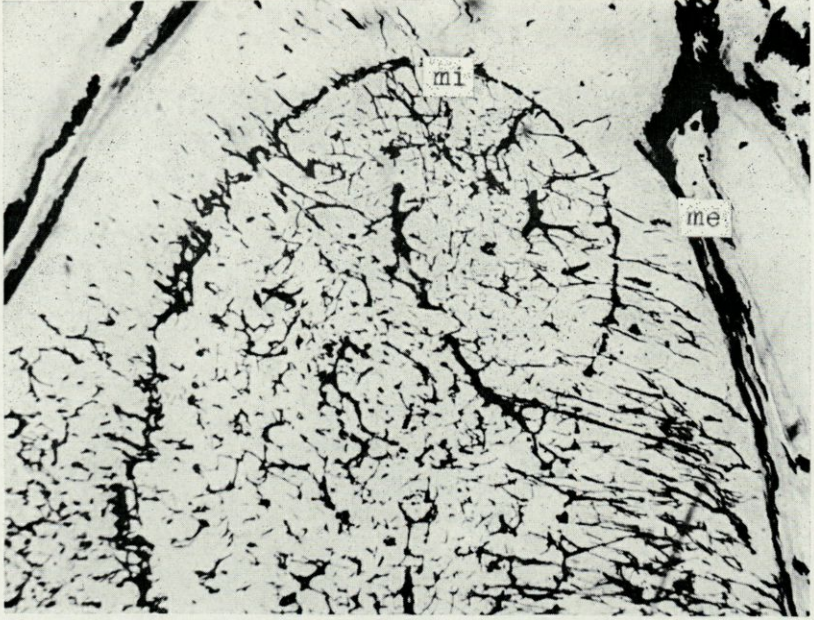


FIG. 5, en haut. — Couche interne du cerveau. Gross. 49 diam. Imprégnation selon BAGINSKI. *mi*, membr. gliale profonde. Au milieu du cerveau, réseau fibrogliial.

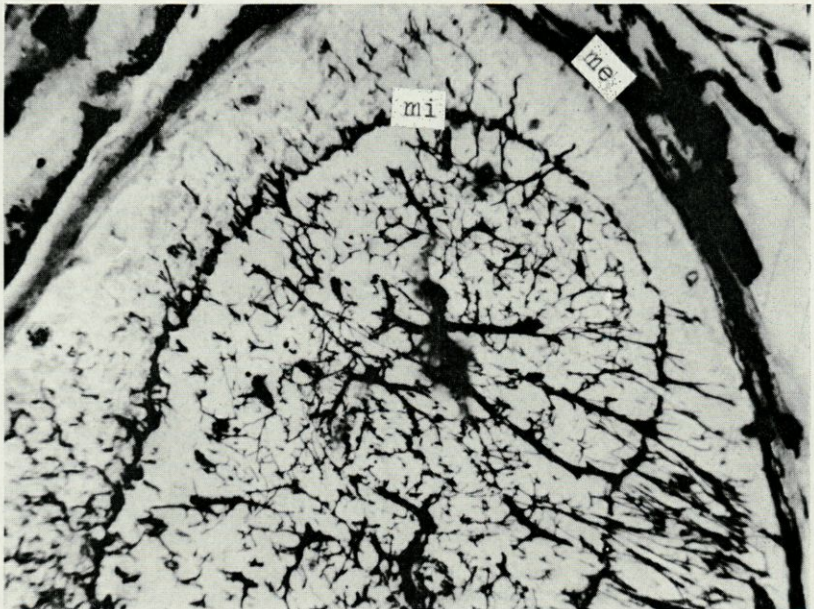


FIG 6, en bas. — Coupe du cerveau. Gross. 60 diam. Imprégn. de Golgi. *mi*, membr. gliale profonde; *me*, membr. gliale superfic. Remarquer le trajet des fibres gliales dans la couche externe du cerveau, entre les neurocytes et les formes bizarres des gliocytes fibreux. Au centre, le réseau fibrogliial.

blir que la névroglie fibreuse ou de soutien, est localisée avant tout à l'intérieur du cerveau, tandis que dans les parties périphériques où se trouvent des neurocytes, la névroglie est moins abondante et de tout autre type.

L'analyse des préparations microscopiques permet d'établir que les parties intérieures du cerveau, où prédominent les vaisseaux sanguins et les fibres nerveuses, contiennent principalement la névroglie fibreuse qui forme une sorte de tissu de soutien. Les gliocytes fibreux y sont rares, mais leurs plexus (gliofibrilles) sont nombreux et serrés. Ils forment un réseau dense à mailles irrégulières, dans lesquelles se trouvent les fibres nerveuses et les vaisseaux sanguins. Les gliocytes se trouvent à la limite de la partie interne, analogue à la substance blanche du cerveau des Mammifères, et de la partie superficielle des neurocytes, analogue à la matière grise (fig. 5). Cette délimitation est si nette, qu'on peut admettre la présence d'une membrane séparant les deux couches et pour laquelle nous proposons le nom de « membrane gliale profonde ». La marche des gliofibrilles dans les couches internes et externes du cerveau n'est pas la même. Le plexus réticulaire de la région interne en dehors de la membrane gliale interne, se transforme en plexus moins dense et plus régulièrement situé parmi les neurocytes. Les ramifications terminales de ces gliofibrilles forment à la surface du cerveau une seconde membrane — « la membrane gliale superficielle » (fig. 6). Diverses méthodes spécifiques de différenciation montrent la nature gliale de cette membrane.

À la limite de la couche extérieure des neurocytes et de la névroglie interne, on trouve des cellules géantes peu nombreuses. Leur taille peut atteindre quelques centaines de microns. Leur corps présente une forme bizarre, avec quelques prolongements au parcours très caractéristique (fig. 6, 7). Souvent on peut observer ces prolongements au microscope sur une distance de quelques millimètres. Au début se sont des fibrilles épaisses, en s'éloignant de la cellule elles s'amincissent, mais leur parcours est rectiligne. Leurs ramifications sont projetées généralement presque à angle droit et n'ont jamais un parcours ondulé. Elles paraissent être formées d'une substance plus rigide que les fibres gliales des Vertébrés, et surtout des Mammifères. Ces cellules sont fortement argentophiles, mais leurs minces prolongements le sont moins. Dans quelques préparations, on peut voir une cellule gliale qui entoure quelques neurocytes d'un fin réseau de fibres minces faiblement argentophiles. Le contact entre les gliofibrilles et les neurocytes est très étroit, les neurocytes reposent comme sur une couche tissée de gliofibrilles très fines. On peut conclure de ces faits, que la névroglie fibreuse de l'Elédone forme non seulement un soutien mécanique,

mais aussi joue un certain rôle trophique, grâce aux contacts très proches avec les vaisseaux sanguins.

Bien que la division du cerveau de l'Elédone en substance blanche et grise, ne soit pas exacte optiquement, car, aussi bien la couche superficielle des neurocytes, que la couche interne analogue à la substance blanche du cerveau des Mammifères, sont de couleur jaunâtre, je maintiens cette division pour la clarté de la description.

Dans la zone analogue de la substance blanche, on ne rencontre que la névroglie fibreuse. On pouvait prévoir la présence de l'oligodendroglie entourant les fibres nerveuses, mais nous n'avons rencontré aucune cellule de forme similaire. Il nous semble que c'est pour cette raison que les axones sont dépourvus d'une couche de myéline.

Parmi les neurocytes périphériques apparaissent de petites cellules généralement ovales avec de nombreux prolongements courts et minces, qui ne dépassent pas la couche des neurocytes. Elles entourent avec leurs prolongements les neurocytes, en général un gliocyte entoure quelques neurocytes. Nous identifions ce type de gliocytes avec la névroglie protoplasmique des Vertébrés. Les ramifications de la névroglie protoplasmique sont fortement argentophiles, un peu plus épaisses que les ramifications terminales des fibrogliocytes et elles ont un parcours plus ondulant et forment des plexus serrés autour des neurocytes. On peut en déduire que si la névroglie fibreuse forme, entre autre, une charpente pour les autres éléments morphologiques, la névroglie protoplasmique remplit avant tout les fonctions trophiques et métaboliques (fig. 8).

En plus de ces deux espèces de gliocytes, on peut observer dans des préparations bien réussies, surtout celles argentées selon Bielschowsky ou colorées selon Mallory, d'assez nombreuses petites cellules adhérant par 2-3 à un neurocyte. Ce sont de petites cellules à 2-4 prolongements très fins. Leur noyau mesure jusqu'à 7μ de diamètre et occupe presque toute la cellule, le cytoplasme est presque absent (figs. 9, 10, 11). Elles donnent l'impression de noyaux tout nus, surtout à un faible grossissement. Ceci a servi à différents investigateurs pour énoncer une fausse interprétation. J'ai nommé ces cellules : cellules satellites. Ces satellites gliaux adhèrent étroitement aux neurocytes et forment parfois comme une capsule (fig. 11). Le contact intime de ces cellules avec les neurocytes permet de supposer qu'elles ont une signification trophique ou métabolique.

Nous n'avons réussi, par aucun moyen, à constater la présence de la mésoglie. Ces faits sont en concordance avec les résultats obtenus par BOGORAZE et CAZAL [4] en 1944, qui n'ont pas non plus décelé de mésoglie.

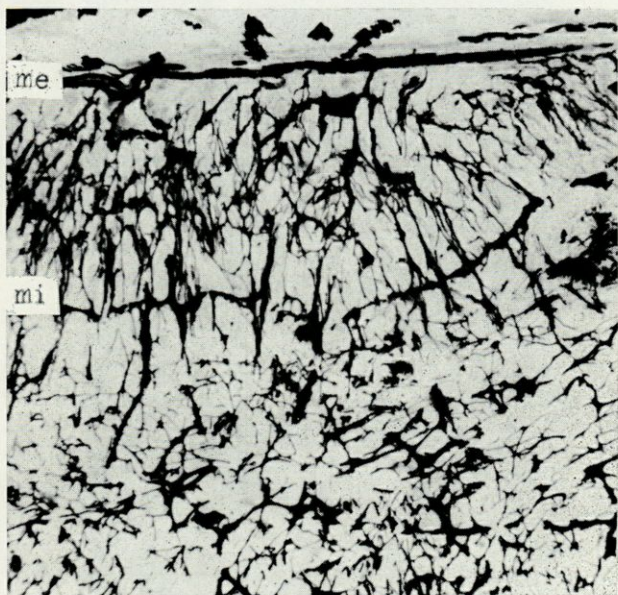


FIG. 7. — Coupe du cerveau. Gross. 100 diam. Explications comme dans la fig. 6. Remarquer le trajet rectiligne des gliofibrilles dans la couche externe du cerveau. Méthode de GOLGI.



FIG. 8. — Névrogie protoplasmique dans la couche ext. du cerveau. On voit de petites cellules aux ramifications délicates et buissonneuses, *gp*; méthode de BAGINSKI.



FIG. 9. — Coupe du cerveau, gross. 50 diam. Color. de Mallory. *me*, membr. gliale superfic. séparée par une fente de la couche de neurocytes, dans laquelle on voit de petites cellules (en noir), cellules satellites et des ramifications délicates de la névroglie protoplasmique.

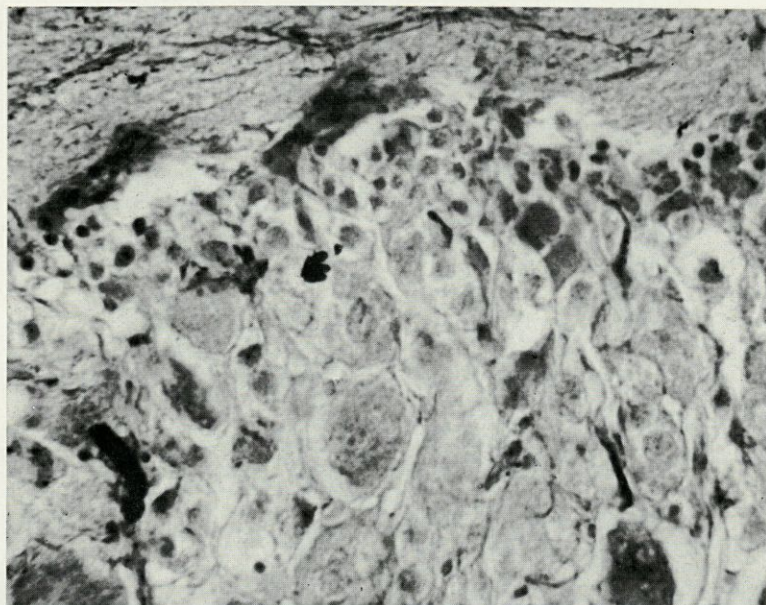


FIG. 10. — Même coupe, mais à un gross. de 250 diam. Parmi de grands neurocytes — presque incolores — on voit de petites cellules satellites, plus nombreuses dans la couche interne des neurocytes.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les investigations microscopiques concernant le système nerveux des Céphalopodes sont rares, il existe à peine quelques travaux à ce sujet, cités plus haut. En comparant les résultats de nos recherches avec ceux d'autres investigateurs, nous devons constater qu'en principe ils s'accordent avec ceux de GARIAEFF, JAKUBSKI ainsi que BOGORAZE et CAZAL. Toutefois l'application de méthodes plus modernes permet d'y ajouter quelques détails.

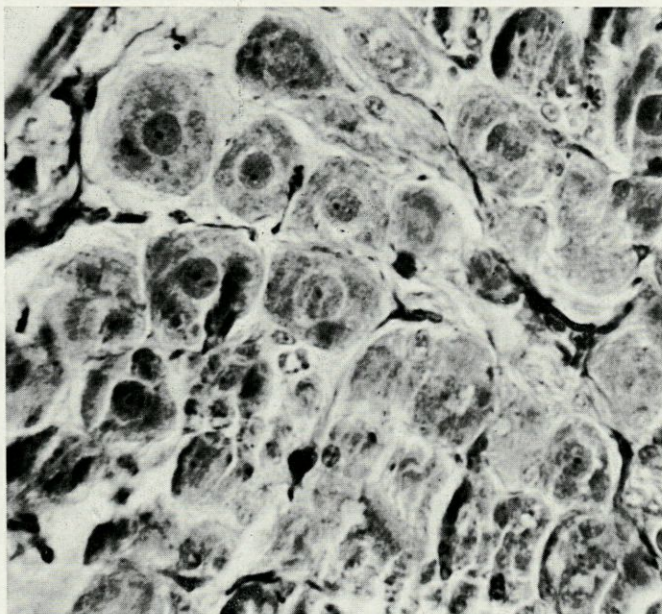


FIG. 11. — Cellules satellites à un gross. de 250 diam. Impregn. de Bielchowsky. Entre de grands neurocytes gris, on voit (en noir) de petites cellules satellites entourant intimement de grands neurocytes.

Comme GARIAEFF, nous avons trouvé de grandes difficultés techniques surtout dans la fixation des cerveaux. GARIAEFF a obtenu des résultats assez satisfaisants après fixation dans les liquides de Herman ou Fleming, qui sont actuellement appliqués seulement dans des recherches cytologiques. Les méthodes employées par GARIAEFF n'étaient pas spécifiques de la névroglie. Pour déceler le tissu glial, il existe plusieurs méthodes spécifiques qui, au point de vue sélectif, colorent exclusivement la névroglie. GARIAEFF, comme nous, a décelé trois types de névroglies : 1°) la névroglie à fibres fortes, identique à notre névroglie fibreuse; 2°) la névro-

glie à fibres fines — notre névroglie protoplasmique, et 3°) « les noyaux nus » (nackte Kerne), que nous identifions avec les cellules satellites.

En 1909, GARIAEFF ne pouvait classer exactement les différentes espèces de gliocytes qu'il avait décelées, car à cette époque la systématisation du tissu glial n'existait pas encore. La division en macro-, micro- et mésoglie ne date que de la fin de la deuxième décennie du *xx*^e siècle. Les conclusions de GARIAEFF sont généralement erronées, nous ne voulons citer qu'une seule de ses conclusions : « Les éléments gliaux n'ont aucun rapport physiologique avec les cellules nerveuses » — affirmation inadmissible dans l'état actuel de la micromorphologie. En général, d'autres observations de GARIAEFF sont en accord avec les nôtres. Il insiste par exemple sur la difficulté exceptionnelle qu'il y a à déceler les gliocytes, mais souligne que leurs prolongements se colorent plus facilement, qu'ils sont très abondants et que leur parcours est plus rectiligne. Ceci est digne d'être souligné et s'accorde avec mes observations. Le travail de JAKUBSKI (1914) est effectué avec des méthodes plus modernes et présente des résultats plus proches des nôtres. Il constate également la présence de trois espèces différentes de névroglies : la névroglie à fibres épaisses et à fibres fines, ainsi que la présence de « noyaux nus ». La topographie de la névroglie chez les *Octopodes* décrite par JAKUBSKI est similaire à nos résultats. Selon JAKUBSKI il existe dans le cerveau des plexus denses de fibres gliales-gliapile —. A notre avis c'est une erreur, car il a trouvé non seulement des fibres gliales, mais à la limite des neurocytes une couche liminaire, — *Grenzschicht* — qui répond à notre « membrane gliale profonde », mais il ne distingue pas l'autre membrane décrite par nous, probablement parce qu'il a étudié différents plexus et segments du système nerveux des *Céphalopodes*, tels que, ganglion optique, ganglion stellaire et différents noyaux cérébraux, tandis que nos investigations concernent uniquement le cerveau. GARIAEFF et JAKUBSKI soulignent que « les fibres gliales atteignent souvent dans leur parcours des régions éloignées de leur cellule maternelle », ces faits sont en accord avec nos observations : il nous a été également possible d'observer les fibres gliales à une distance de quelques millimètres de leur propre cellule.

Les investigations plus récentes de BOGORAZE et CAZAL (1944), présentent plus de données exactes, qui répondent à nos résultats. Ces auteurs décrivent plusieurs espèces de névroglie, mais ils donnent une attention toute spéciale aux rapports de la névroglie avec les vaisseaux sanguins. Ils confirment les contacts directs entre ces éléments et constatent que les fibres gliales forment autour des vaisseaux des plexus périvasculaires; pour cette raison, ils nomment la partie interne du cerveau « réseau vasculaire ». A notre avis,

cette dénomination n'est pas juste : nous ne nions pas les contacts directs avec les vaisseaux sanguins, mais nous n'avons pas réussi à déceler de plexus périvasculaire. A notre avis, les observations des plexus périvasculaires étaient dues à une fixation médiocre.

Les auteurs ci-dessus, tout comme nous, n'ont pas décelé de mésoglie et d'oligodendrogliose. Mais ils n'essayent pas de comparer la névroglie des Céphalopodes avec celle des Vertébrés et des Mammifères.

Il semble que nos études ont ajouté quelques détails aux investigations antérieures concernant la névroglie des Céphalopodes. Tout d'abord, nous avons essayé de systématiser les espèces de névroglie examinées, en les comparant au tissu glial de Vertébrés. Ensuite, nous avons établi la présence des cellules satellites, analogues aux « noyaux nus » de GARIAEFF et JAKUBSKI. Nous considérons ces cellules comme précurseurs de l'oligodendrogliose. En outre, nous avons établi une topographie spécifique et caractéristique de la névroglie du cerveau d'Elédone, avec formation de deux membranes gliales, superficielle et profonde, ainsi que d'un réseau dense de fibres gliales intracérébrales.

Il nous semble, qu'en se basant sur la topographie de la névroglie du cerveau d'Elédone, il est possible de formuler certaines hypothèses concernant la signification fonctionnelle.

La microscopie électronique donne plusieurs preuves qu'il existe un contact intime entre les gliocytes, leurs fibres et les neurocytes, la présence d'un espace de 100 Å ne constitue pas une barrière biologiquement active.

Dans le cerveau des Elédones, nous trouvons une confirmation de la thèse de HYDEN, que 85 % des capillaires sont en rapport intime avec les gliocytes fibreux et seulement 15 % avec l'oligodendrogliose.

Dans le cerveau des Céphalopodes (Elédone) les vaisseaux sanguins se trouvent dans la partie interne, où existe un réseau dense de gliofibrilles et de capillaires. On peut conclure que la névroglie fibreuse remplit non seulement un rôle mécanique, mais prend également part à l'activité trophique. La névroglie protoplasmique et les cellules satellites contribuent aussi aux fonctions métaboliques. Ainsi la morphologie confirmerait l'hypothèse de POMERAT, LUMSDEN et POMERAT (16) et celle de ROBERTIS et BENNETT (17), que la névroglie fibreuse sert à transporter aux neurocytes divers corps des vaisseaux sanguins. POMERAT et coll. ont démontré sur les gliocytes fibreux une capacité de pulsation rythmique, ainsi que la pinocytose. La pinocytose des petites vacuoles d'un diamètre de 350 à 650 Å est observée non seulement dans l'endothélium mais aussi dans les gliocytes fibreux (14, 17, 18).

Les investigations de HYDEN (1958) témoignent en faveur de l'activité trophique et métabolique du tissu glial. Il a constaté entre autre, que les gliocytes étaient au moins dix fois plus nombreux que les neurocytes. La topographie du tissu glial indique que c'est une barrière entre les vaisseaux sanguins et les neurocytes.

Un contenu plus abondant de divers enzymes dans les gliocytes, par rapport aux neurocytes, surtout dans l'oligodendrogliose et dans la névroglie protoplasmique, confirme leurs fonctions métaboliques.

Il est très probable que des investigations histochimiques ultérieures fourniront de nouvelles données plus précises concernant la signification du tissu glial en général, et en particulier de celui des Elédones.

CONCLUSIONS FINALES

En se servant de différentes méthodes de coloration, on a pu déceler chez les Elédones trois espèces de tissu glial :

1. La névroglie fibreuse, apparaissant principalement dans la partie interne du cerveau qui forme une charpente pour les vaisseaux sanguins et pour tous les éléments morphologiques du cerveau. La névroglie fibreuse forme deux membranes gliales.

2. Dans la couche superficielle du cerveau où se trouvent les neurocytes, existent des cellules gliales, équivalentes de la névroglie protoplasmique. Elles entourent par leurs prolongements ramifiés les neurocytes.

3. En plus des espèces de névroglies nommées ci-dessus, dans la couche des neurocytes apparaissent de petites cellules, les cellules satellites. Nous les considérons comme précurseurs d'oligodendrogliose.

4. L'épendyme est absent dans le cerveau d'Elédone étant donnée l'absence chez les Céphalopodes de ventricules cérébraux et de moelle épinière.

5. La mésoglie mésenchymatique ou la névroglie de RIO HORTEGA, n'existe pas chez les Elédones (Céphalopodes).

BIBLIOGRAPHIE

- (1) BAGINSKI, S., 1957. Un procédé simple pour la détection de la névroglie. *Bull. Microsc. appl.* 5 (9/10).
- (2) BAGINSKI, S., 1957. Modification de la méthode de Golgi. *Folia morphologica* (pol.) 8 : 57-58.

- (3) BAGINSKI, S., 1951. Technika histol. (pol.) Varsovie.
- (4) BOGORAZE, D. et P. CAZAL, 1944. Recherches histologiques sur le système nerveux du Poulpe. Les neurones, le tissu interstitiel, les éléments neuricrines. *Arch. Zool. exp. gén.*, 83 : 413-444.
- (5) GARIAEFF, W., 1909. Zur Histologie des centralen Nervensystems der Cephalopoden. *Ztschr. wiss. Zool.*, 92 : 149-186.
- (6) CHÉRON, J., 1866. Recherches pour servir à l'histoire du système nerveux des Céphalopodes dibranchiaux. *Ann. Sci. nat.* (série 5) 5 : 5-122.
- (7) HILLIG, R., 1912. Das Nervensystem von *Sepia officinalis* L. *Ztschr. wiss. Zool.*, 101 : 736.
- (8) HYDEN, H., 1958. Biochemistry of the C.N.S. IV Congr., Vienna, p. 64.
- (9) JAKUBSKI, A.W., 1914. Studien über die Gliagewebe der Mollusken. *Ztschr. wiss. Zool.*, 112 : 48.
- (10) KAPPERS, A., 1947. Anatomie comparée du système nerveux. Paris, Masson.
- (11) OWSJANNIKOW, P. et A. KOWALEVSKY, 1867. Ueber das Zentralnervensystem und das Gehörorgan der Cephalopoden. *Mém. Acad. Imp. Sci. St. Pétersbourg* (série 7), 11 : 1-36.
- (12) LILLIE, R.D., 1954. Histopathol. Technique. London.
- (13) LAVRENTIEW, B.I., 1955. Traité de Neurologie (en russe), Moscou, 1 : 89.
- (14) PALADE, G.E. Cité selon HYDEN.
- (15) POLICARD, A., M. BESSIS et M. LOCQUIN, 1957. Traité de Microscopie. Paris, Masson.
- (16) POMERAT, C.M., C.E. LUMSDEN et POMERAT. Cité selon HYDEN.
- (17) DE ROBERTIS, E. et H.S. BENNETT, 1954. Submicroscopic vesicular component in the synapse. *Fed. Proc.*, 13 : 35.
- (18) DE ROBERTIS, E. et H.S. BENNETT, 1955. Some features of the sumicroscopic morphology of synapses in frog and earthworm. *J. biophys. biochem. Cytol.*, 1 : 47-58.
- (19) ROMEIS, B., 1948. Mikroskopische Technik, Berlin.
- (20) SERENI, E. et J.Z. YOUNG, 1932. Nervous degeneration and regeneration in Cephalopods. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 12 (2) : 173-208.
- (21) SNESAREW, P.E., 1955. Traité de Neurologie (en russe), Moscou, 1 : 219.
- (22) SPIELMEYER, W., 1932. Technik der mikroskopischen Untersuchungen des Nervensystems. Berlin.
- (23) STIEDA, L., 1874. Studien über den Bau der Cephalopoden. I. Das zentrale Nervensystem des Tintenfisches (*Sepia officinalis*). *Ztschr. wiss. Zool.*, 24 : 85-122.
- (24) THORE, S., 1939. Beiträge zur Kenntnis der vergleichenden Anatomie des Zentralen Nervensystems der dibranchiaten Cephalopoden. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 17 (3) : 313-505.
- (25) YOUNG, J.Z., 1936. The giant nerve fibres and epistellar body of Cephalopods. *Quart. J. micr. Sci.*, 78 (3) : 367-386.
- (26) ZAWARZIN, A.A., 1950. Œuvres compl. Moscou, 3 : 11 (en russe).

