©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Suppl. 10	S. 81 – 86	Innsbruck, April 1992

8th International Congress of Myriapodology, Innsbruck, Austria, July 15 - 20, 1990

Sur la Présence d'une Structure Rhabdomérique Localisée Intracérébralement dans le Protocérébron de *Lithobius forficatus* L.

(Myriapode, Chilopode)

by

Catherine JAMAULT-NAVARRO

Univ. Picardie, U.F.R. Sci. Exactes & Nat., Laboratoire de Biologie animale,
33 rue Saint-Leu, F-80039 Amiens

Abstract: The ultrastructural study of the brain of *Lithobius forficatus* (Myriapoda, Chilopoda) shows a pair of superficial and spherical structures, located in the lateral parts of the protocerebrum, at the limit of the optical lobes, and optical nerves. Each of the about 10 cells of one structure possesses a deeply and regularly digitated internal membrane, similar to the Insecta ocellar rhabdome, which allows their role in a photoreception mechanism. The presence of these structures constitutes a new data for the cerebral anatomy of the Chilopodes.

1. Introduction:

Les études ultrastructurales du cerveau des Myriapodes Chilopodes n'ont fait l'objet, à ce jour, que de peu d'investigations, et le plus souvent en relation avec l'étude des neurosécrétions, passant sous silence un certain nombre d'éléments cérébraux non neurosécréteurs. Chez *Lithobius forficatus,* deux masses neuronales protocérébrales symétriques, repérées à l'échelle photonique par leur aspect différent de celui des neurones avoisinants, ont été observées en microscopie électronique. Leur description fait l'object de cet article.

2. Matériel et Techniques:

L'étude anatomique de cerveaux de *Lithobius forficatus* (L.) adultes, sans distinction de sexe, a été menée après utilisation des techniques histologiques et cytologiques classiques:

pour la microscopie photonique: les têtes d'animaux sont fixées 3 jours dans le liquide de Bouin, déshydratées aux alcools (éthylique et butyrique), incluses sous vide dans de la paraffine, débitées en coupes de 7 ou 10 µm, et contrastées selon les techniques de colorations préférentielles des neurosécrétions (fuchsine paraldéhyde selon GABE 1953, hématoxyline chromique-phloxine selon GOMORI 1941).

pour la microscopie électronique: après avoir été préfixés *in situ*, les cerveaux sont isolés de la tête, et fixés dans des solutions de glutaraldéhyde à 2 % dans un tampon cacodylate de Na 0,1 M et de tétroxyde d'Osmium à 2 %, déshydratés aux acétones, inclus dans un mélange d'épon et d'araldite, et débités en coupes fines (50 nm) et semi-fines (4 µm) alternées. Les coupes fines sont contrastées selon la technique de REYNOLDS (1963) à l'acétate d'uranyle et au citrate de plomb, et examinées au moyen d'un microscope électronique à transmission (Sopelem, Siemens). Les coupes semi-fines adjacentes utilisées pour le repérage sont colorées par le Bleu azur.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

3. Résultats:

3.1. Localisation et Aspect Structural:

Chaque structure présente une forme globalement sphérique de 150 µm de diamètre environ, localisée symétriquement à l'extérieur et latéralement par rapport à la masse des globuli, c'est-à-dire à la limite entre les lobes et les nerfs optiques (Fig. 1). Notons que chez *Lithobius,* comme chez tous les Chilopodes, chaque globulus n'est constitué que d'une seule et unique masse neuronale lenticulaire continue, s'étendant des régions latérales des lobes frontaux aux parties latérales les plus postérieures des lobes optiques. Chacun de ces structures est constituée d'une dizaine de cellules de grande taille (30 µm), dont les noyaux, irrégulièrement chromophiles, sont localisés dans la partie interne du lobe optique (Fig. 2), et définissent un pôle basal. La partie externe de la sphérule (pôle apical) est adjacente à la couche conjonctive externe du cerveau, et présente des granulations fortement chromophiles (fuchsinophiles et "Gomori positives"), mais peu nombreuses (Fig. 3).

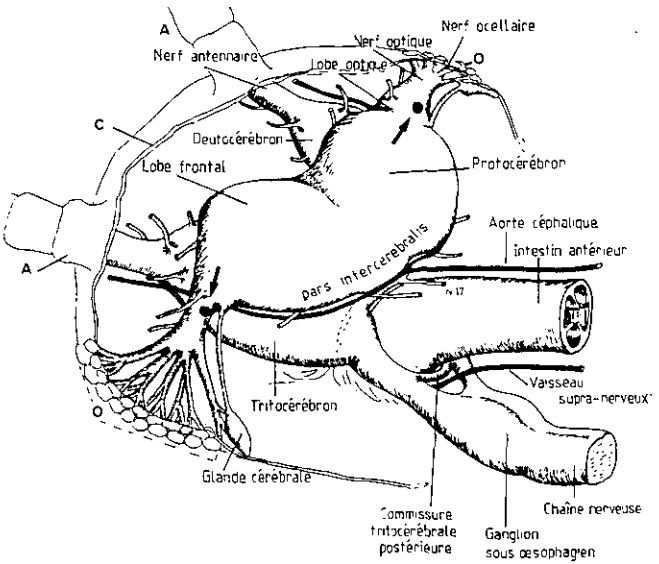

Fig. 1: Localisation des sphérules rhabdomériques intracérébrales de *Lithobius forficatus.* Vue postéro-latérale gauche du cerveau, x 30 environ. Les sphérules sont localisées à la limite entre les lobes et les nerfs optiques (flèches). — A antennes, c capsule céphalique sectionnée, O: oeil composé, N 17 nerf récurrent.

3.2. Aspect Ultrastructural:

Chaque cellule, reliée aux cellules adjacentes par de nombreux desmosomes (Figs 2, 6), présente une organisation orientée, caractérisée par une répartition particulière des organites cellulaires, le noyau étant disposé vers les régions internes du cerveau (pôle basal), et le cytoplasme, développé, constituant la majeure partie du pôle externe ou apical (Fig. 2).

Les noyaux, relativement plus riches en chromatine compacte que les noyaux des neurones cérébraux classiques observés à l'extérieur de la sphérule, sont irrégulièrement lobés (Fig. 4). A la différence de celle des noyaux des glyocytes cérébraux, la chromatine compacte est relativement peu abondante à la périphérie nucléaire, mais s'observe surtout, regroupée en mottes peu nombreuses mais parfois d'assez grande taille, à l'intérieur du nucléoplasme.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

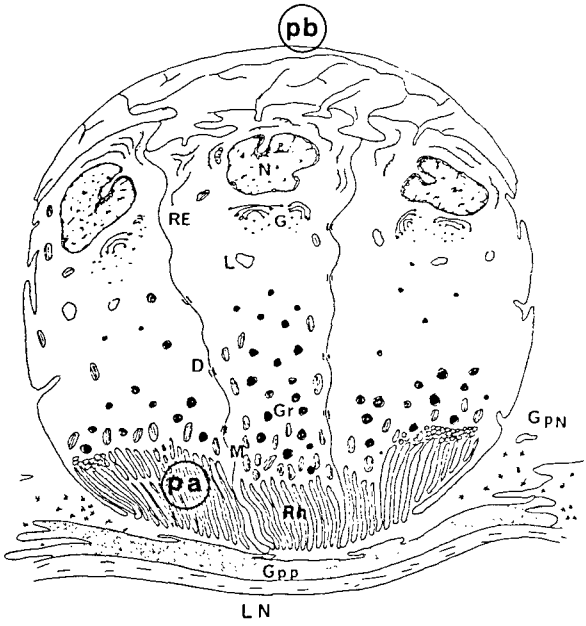

Fig. 2: Structure schématique d'une sphérule rhabdomérique. — G appareil de Golgi, Gpn glyocyte périneuronal, Gpp glyocyte périphérique "modifié", Gr granules, L lysosome, LN lamelles neurales, M mitochondries, N noyau, pa pôle apical, pb pôle basal, RE reticulum endoplasmique, Rh rhabdomère.

Le cytoplasme présente les organites classiques (Fig. 4): un reticulum endoplasmique rugueux peu développé, et essentiellement localisé au pôle basal et à proximité des faces latérales des cellules, un appareil de Golgi situé à proximité du noyau, du côté externe; il est associé à de nombreuses vésicules de sécrétion de petite taille (30 à 80 nm). Le cytoplasme renferme également quelques lysosomes, des corps multivésiculaires, des neurotubules (Fig. 6), et une très faible quantité de glycogène.

Il renferme, en outre, des granules de grande taille (500 à 800 nm), sphériques ou subsphériques, peu nombreux (de 10 à 20 par coupe et par cellule), de forte opacité aux électrons, essentiellement localisés au niveau du pôle apical de chaque cellule, en association avec de très nombreuses mitochondries (500 nm de diamètre en coupe), dont les crêtes, serrées, sont disposées longitudinalement (Fig. 7).

Le pôle apical externe de chaque cellule est caractérisé par de nombreux replis de la membrane cellulaire, réguliérenent disposés en arrangements dont la section transversale dessine un motif polygonal (Figs 4, 7), et évoquant la disposition membranaire typique des rhabdomères observée au niveau des cellules sensorielles photoréceptrices des ocelles d'Insectes.

L'environnement cérébral externe (Fig. 5) de la sphérule est constitué par une couche glyocytaire relativement peu développée. Extérieurement, les lamelles neurales (couche conjonctive externe du cerveau) ne présentent pas de caractères particuliers par rapport à celles qui sont observées au niveau des autres régions cérébrales. Cependant, la couche glycocytaire périphérique immédiatement sous-jacente se distingue par un cytoplasme d'aspect homogène peu opaque aux électrons, apparaissant dépourvu d'organites et de glycogène à l'aplomb de la sphérule.

Le reste de l'environnement glial (faces latérales et face interne de chaque sphérule, Fig. 4) présente les mêmes caractéristiques que celles des cellules gliales périneuronales cérébrales: elles présentent une disposition complexe de leurs replis membranaires, s'infiltrent irrégulièrement au

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

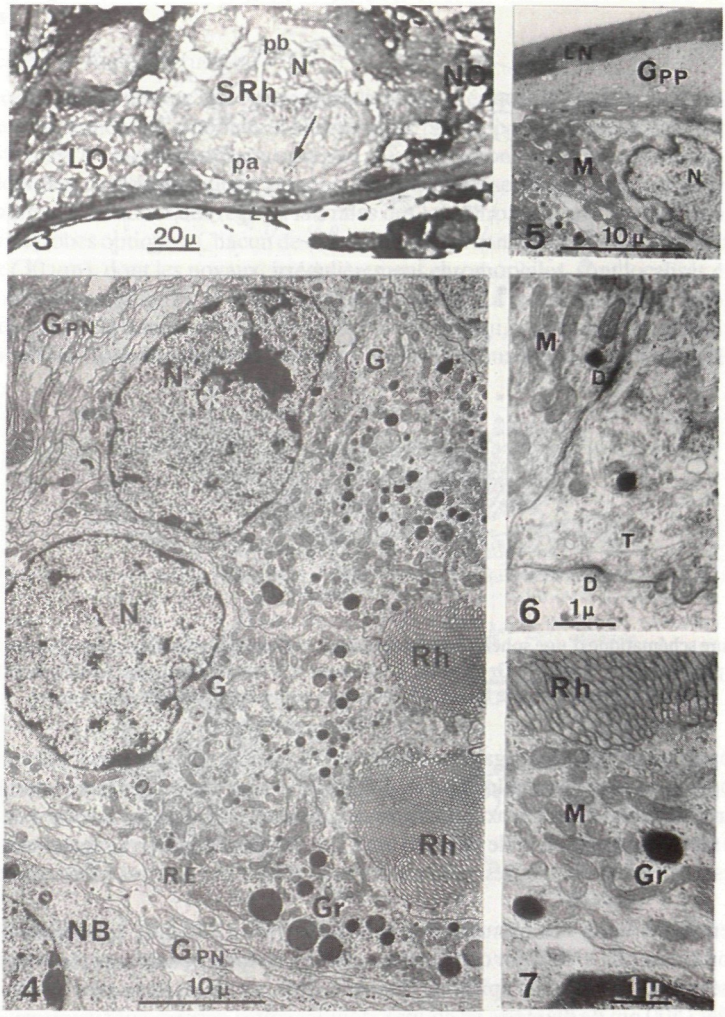

Fig. 3: Coupe frontale dans un lobe optique (LO). — NO nerf optique. La polarité de la sphérule (SRh) est indiquée par la présence des noyaux (N) au pôle basal (pb). Le pôle apical (pa) est occupé par le cytoplasme, et s'étend jusqu'à la périphérie cérébrale. Il renferme les granules chromophiles (flèche). LN lamelles neurales. x 600, Coloration à la fuchsine paraldéhyde.

Fig. 4: Ultrastructure des neurones constituant la sphérule. — G appareil de Golgi, Gpn glyocyte périneuronal, Gr granules, N noyau (l'astérisque montre la découpe en lobes du noyau), NB neurone optique classique, RE reticulum endoplasmique, Rh replis membranaires rhabdomériques, observés ici en coupe transversale. x 3.000.

Fig. 5: Aspect de la partie périphérique externe, située en bordure de la face apicale. Les lamelles neurales (LN) présentent un aspect classique, alors que la couche glyocytaire périphérique (Gpp) immédiatement sous-jacente est modifiée, et présente un aspect homogène. — M mitochondries, N noyau d'une cellule sensorielle. x 3.000.

Fig. 6: Détail des faces membranaires latérales de deux cellules sensorielles voisines, montrant la présence de desmosomes (D), assurant la cohésion de la sphérule. Ces spécialisations membranaires ne sont pas observées au niveau des neurones ou glyocytes cérébraux classiques. — M mitochondries, T neurotubules. x 15.000.

Fig. 7: Détail du pôle apical, montrant la présence des granules (Gr), des mitochondries (M), et des replis membranaires observés ici en coupe oblique, régulièrement disposés (Rh). x 15.000.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

niveau du pôle basal et des faces latérales de chaque cellule, et possèdent des organites gliaux peu développés. Elles renferment, au sein d'un cytoplasme très peu opaque aux lectrons, de petits agrégats de glycogène, et des mitochondries dont les diamètres en section sont importants (1 μm), et dont les crêtes sont disposées transversalement. Les prolongements cellulaires de ces neurones se confondent avec ceux qui constituent les nerfs optiques.

4. Discussion:

Des structures sensorielles intracérébrales au niveau du protocérébron ont été décrites sous de nombreuses appellations chez divers Arthropodes. Citons, par exemple, les "photorécepteurs ventraux" de la Limule (FAHRENBACH 1975, CALMAN & CHAMBERLAIN 1982), les "organes ventraux" des Pycnogonides (HANSTRÖM 1965) et des Péripates (SANCHEZ 1958), les "organes neuraux" des Opilions (KÄSTNER 1935), les "organes neuraux" (JUBERTHIE-JUPEAU 1967, NGUYEN-DUY JACQUEMIN 1974), ou les "organes intra-globulaires" (SAHLI 1966, 1967), chez les Diplopodes Iulidés, Glomérídés et les Pénicillates, ou chez les Solifuges, les "glandes neurales" (JUNQUA 1966).

Des structures proches de celles observées chez les Diplopodes ont été décrites chez certaines larves de Chilopodes, notamment de Scolopendre (cité par NGUYEN DUY JACQUEMIN 1974), mais les adultes en paraissaient jusqu'à présent dépourvus. La description de telles structures sensorielles chez l'adulte de *Lithobius* constitue donc une nouveauté pour l'anatomie cérébrale des Chilopodes.

Toutefois, on notera que les structures sensorielles de *Lithobius* diffèrent des structures des Diplopodes par quelques caractéristiques:

La localisation: les organes neuraux des Diplopodes peuvent être situés en position variable, proches du sillon divisant le protocérébron en deux lobes, ou à proximité, parfois même à l'intérieur des îlots des globuli. Chez *Lithobius,* les structures sont externes aux globuli, en position latérale: leur localisation correspond donc à la position la plus éloignée du plan de symétrie bilatérale de toutes les structures connues chez les Myriapodes.

Par ailleurs, selon les groupes de Diplopodes, l'organe peut être plus ou moins inclus dans les masses neuronales protocérébrales. Chez *Lithobius,* les structures sont situées immédiatement sous la couche glycocytaire externe du cerveau: leur position semble donc plus superficielle que celles observées chez les Diplopodes.

La structure: à l'inverse de certaines sphérules de Diplopodes, notamment celles de Iulidés (SAHLI 1966, 1967), les sphérules de *Lithobius* ne présentent ni cavité ou vacuole centrale, ni sphérule chitineuse interne, et leur cytoplasme est développé. Leur affinité à fixer les colorants utilisés pour la mise en évidence des neurosécrétions, signalée par les divers auteurs, semble, chez *Lithobius,* en rapport avec les granules de sécrétion denses intra-cytoplasmiques, et l'aspect radié décrit chez les Iulidés (SAHLI 1966) ou chez le Penicillate *Polyxenus lagurus* (L.) (NGUYEN DUY-JACQUEMIN 1974), pourrait être observé chez *Lithobius* au niveau des replis membranaires nombreux et réguliers du pôle rhabdomérique apical des cellules sensorielles, si le plan de coupe est parallèle aux replis membranaires.

Les noyaux des neurones sensoriels de *Lithobius* se distinguent nettement, par leurs aspects ultrastructuraux, des autres noyaux des neurones ou des glycocytes avoisinants, à la différence des noyaux des îlots intra-globulaires des Iulidés, ou des "organes neuraux" du Pénicillate, dont les noyaux ont un aspect très proche, voire identique, à celui des noyaux des cellules des globuli.

Toutes ces caractéristiques permettent de rapprocher les structures intracérébrales de *Lithobius,* anatomiquement différenciées, des photorécepteurs ventraux de la Limule (FAHRENBACH 1975), plutôt que des structures des Diplopodes. Leur position superficielle pourrait leur permettre d'être le siège d'une certaine photosensibilité directe du cerveau. Les structures rhabdomériques de

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Lithobius pourraient, par ailleurs, être comparées à une forme archaique intracérébrale d'organe sensoriel, préfigurant les ocelles latéraux observés chez de nombreux Insectes.

5. Littérature:

CALMAN, B.G. & S.C. CHAMBERLAIN (1982): Distincts lobes of *Limulus* ventral photoreceptors – 2. Structure and ultrastructure. – J. Gen. Physiol. **80:** 839 - 862.

FAHRENBACH, W.H. (1975): The visual system of the horseshoe crab, *Limulus polyphemus*. – Int. Rev. Cytol. **41:** 285 - 349.

GABE, M. (1953): Quelques applications de la coloration par la fuchsine paraldéhyde. – Bull. Micro. appl. **3:** 153 - 162.

GOMORI, G. (1941): Observations with differential stains on human islets of Langerhans. – Amer. J. Pathol. **17:** 395 - 406.

HANSTRÖM, B. (1965): Indications on neurosecretions and the structure of the Sokolov's organ in Pycnogonides. – Sarsia **18:** 25 - 36.

JUBERTHIE-JUPEAU, L. (1967): Existence d'organes neuraux intracérébraux chez les Glomeridés (Diplopodes) épigés et cavernicoles. – C. R. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris **264:** 89 - 92.

JUNQUA, C. (1966): Recherches biologiques et histophysiologiques sur un solifuge saharien *Othoes saharae* PANOUSE. – Mém. Mus. Hist. nat. Paris n.s. **43 A:** 1 - 124.

KÄSTNER, A. (1935): 7. Ordnung ..: Opiliones SUNDEVALL = Weberknechte. – Handbuch Zoologie (Eds. W. KÜKENTHAL & Th. KRUMBACH) 3 (2): 300 - 393. De Gruyter & Co., Berlin, Leipzig.

NGUYEN DUY-JACQUEMIN, M. (1974): Les organes intracérébraux de *Polyxenus lagurus* et comparaison avec les organes neuraux d'autres Diplopodes. – Symp. zool. Soc. Lond. **32:** 211 - 216.

REYNOLDS, E.S. (1963): The use of lead citrate at high pH as an electron opaque stain in electron microscopy. – J. Cell. Biol. **17:** 208 - 212.

SAHLI, F. (1966): Contribution à l'étude de la périodomorphose et du système neurosécréteur des Diplopodes Iulidés. – Thèse Sci., doctorat d'État, Dijon (Bernigaud et Privat), n° **94:** 1 - 226.

– (1967): Sur les cellules neurosécrétrices des globuli I et sur la voie neurosécrétrice protocéphalique des Myriapodes Diplopodes. Premières observations chez les Polydesmida Platyrrhacidae, les Nematophora Lysiopetalidae, les Spirostreptida et les Spirobolida. – C. R. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris D **284:** 815 - 817.

SANCHEZ, S. (1958): Cellules neurosécrétrices et organes infra-cérébraux de *Peripatopsis moseleyi* WOOD-MASON (Onychophore), et neurosécretion chez *Nymphon gracile* LEACH (Pycnogonide). – Arch. Zool. exp. gén. **96:** 57 - 62.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: S10

Autor(en)/Author(s): Jamault-Navarro Catherine

Artikel/Article: Sur la Présence d'une Structure Rhabdomérique Localisée Intracérébralement dans le Protocérébron de Lithobius forficatus L. (Myriapode, Chilopode). 81-86