

ROLAND LEGENDRE, ANDRÉ LOPEZ

OBSERVATIONS HISTOLOGIQUES COMPLEMENTAIRES
CHEZ L'ARAIGNÉE LIPHISTIOMORPHE *HEPTATHELA KIMURAI*
KISHIDA, 1923 (LIPHISTIIDAE)

Riassunto — *Osservazioni istologiche complementari sul ragno liphistiomorfo* *Heptathela kimurai* Kishida, 1923 (*Liphistiidae*). Gli autori presentano i risultati di una ricerca istologica su *Heptathela kimurai* che riguarda principalmente il maschio e che completa il precedente lavoro di Millot (1933) e Petrunkevitch (1933). I risultati dimostrano che questo ragno liphistiomorfo è caratterizzato da varie particolarità microscopiche che sembrano al momento attuale essere uniche di questa specie. Esse riguardano principalmente: le ghiandole gnatocoxali, che sono incluse nell'ipoderma della mascella; la ghiandola della muta, che è suddivisa tra il prosoma e l'opistosoma; i neurociti ganglionari, che contengono inclusioni cristalline nucleari; le ghiandole epigastriche; le fibre muscolari striate nel testicolo; e grani di secrezione doppi in uno dei tipi delle ghiandole della seta. I diversi tessuti ed organi vengono confrontati con quelli di altri ragni, in particolare delle Migali. Essi sono talvolta interpretati come un'indicazione di arcaicità.

Summary — *Some complementary histological observations concerning the liphistiomorph spider* *Heptathela kimurai* Kishida, 1923 (*Liphistiidae*). The authors present a histological study of *Heptathela kimurai*, mainly in reference to the male and completing the previous work of Millot (1933) and Petrunkevitch (1933). It shows that this Liphistiomorph spider is characterized by various microscopical particularities which seem so far to be unique to the species. They concern principally the gnathocoxal glands included in the maxillar hypodermis, the moult gland which is divided between the prosoma and the opisthosoma, the ganglionic neurocytes which contain nuclear crystalline inclusions, the epigastric glands, the striated muscle fibers in the testis and double grains of secretion in one category of silk glands. The different tissues and organs are compared to those of other spiders, and in particular Mygales. They are sometimes interpreted as signs of archaicism.

Key words — Spider, *Heptathela kimurai*, Optic microscopy, Gnathocoxal glands, Neurocytes, Epigastric glands, Testis, Silk glands.

L'Araignée liphistiomorphe *Heptathela kimurai* a été décrite pour la première fois par KISHIDA (1923).

Les Liphistiomorphes constituent un groupe restreint d'Araignées orthognathes asiatiques dont l'abdomen est segmenté (= Liphistiidae). Elles se répartissent en deux sous-familles, les Heptathelinae et les Liphistiinae, qui

possèdent respectivement sept et huit filières. Les Heptathelinae ne comptent que le seul genre *Heptathela*, créé par KISHIDA (1923).

Heptathela kimurai, première espèce connue, a déjà fait l'objet de quelques travaux d'anatomie interne et d'histo-cytologie. BRISTOWE et MILLÔT (1933), dans une étude portant sur 3 espèces de Liphistiomorphes, ont décrit sommairement le système nerveux, les glandes coxales, les poumons, l'appareil circulatoire, les glandes à soie, l'intestin et des organes céphalothoraciques particuliers qu'ils qualifient de « globuligènes ». Ils signalent la « faible importance » des glandes salivaires, l'absence de glande rostrale et surtout celle des glandes vénimeuses, « particularité remarquable d'*Heptathela* », contestées d'ailleurs par PETRUNKEVITCH (1933). YOSHIKURA (1954) en étudie l'appareil respiratoire. Une quinzaine d'années plus tard, OSAKI (1969), étudiant l'appareil génital mâle non envisagé par ses prédécesseurs, décrit les spermatozoïdes, leur curieux aspect spirochétomorphe et surtout leur ultrastructure; il met en évidence l'originalité du flagelle gamétique aranéidien. LOPEZ (1974) reprend l'examen des chélicères et y découvre des glandes hypodermiques monocellulaires dont les canalicules excréteurs rallient les dents chitineuses de la tige. Afin de compléter toutes ces données, établies antérieurement, nous présentons dans notre note un ensemble de caractères microscopiques originaux. Méconnus jusqu'ici ou, tout au moins, insuffisamment approfondis, ils paraissent propres à *Heptathela kimurai* dans l'état actuel de nos connaissances.

MATÉRIEL ET TECHNIQUES

Les Araignées Liphistiomorphes *Heptathela kimurai* Kishida, 1923, 8 mâles et 2 femelles subadultes et adultes, étaient conservées initialement dans l'alcool à 70° (1).

Nous les avons post-fixées au liquide de Dubosq-Brasil, incluses dans la cyto-paraffine et débitées en coupes sériées (6 μ).

Ces coupes ont été colorées par diverses méthodes topographiques de routine: hématoxyline de Groat-éosine-orange G, trichrome au ponceau-fuchsine et au bleu d'aniline selon Masson, APS-hématoxyline de Groat-jaune de Mars, hématoxyline phosphotungstique de Mallory, hématoxyline ferrique de Heidenhain.

(1) Nous adressons nos vifs remerciements au Professeur Makoto Yoshikura (Université de Kumamoto, Japon) qui nous a procuré, à partir de ses élevages, tout le matériel utilisé dans ce travail.

RÉSULTATS

L'examen histologique du prosoma a porté sur deux appendices, pédipalpe et chélicère, sur le système nerveux central et sur le tissu endocrine. L'examen de l'opisthosoma concerne son tissu endocrine, les glandes épigastriques, les testicules et les glandes à soie.

P R O S O M A

L'article coxal de chaque pédipalpe renferme des glandes exocrines situées dans l'hypoderme de toute sa face interne, en regard de l'orifice buccal qu'encadrent le labium et le rostre. Ces organes correspondent aux « glandes salivaires » citées par BRISTOWE et MILLOT (1933). Fait particulier, ils sont totalement inclus dans l'épithélium tégumentaire et séparés par sa membrane basale du sinus hémolympatique voisin. Il s'agit de glandes acineuses mal individualisées, longues de 80 à 130 μ , comportant un corps ovoïde, peu distinct des cellules épithéliales adjacentes, et un bref canal excréteur (Pl. I, Fig. 1). Les adénocytes corporeaux s'ordonnent radiairement autour d'une cavité allongée; ils montrent un noyau arrondi, vésiculeux, mesurant 8 μ de diamètre, et un cytoplasme vacuolaire renfermant une sécrétion colorable par l'APS. Le canal excréteur est bref, assez large et contient parfois du matériel acidophile; d'abord inclus dans une cellule satellite intermédiaire à gros noyau clair (diamètre 12 μ) nettement nucléolé, puis dans une cellule canalaire, il traverse ensuite la cuticule et s'ouvre à sa surface par un pore isolé.

Les glandes intra-hypodermiques de l'article coxal n'ont pu être dénombrées avec certitude; il en existe, semble-t-il, plusieurs dizaines. Elles n'ont aucun rapport avec les glandes coxales *sensu stricto*, très développées chez les Liphistiomorphes (BUXTON, 1924; BRISTOWE et MILLOT, 1933) comme nous avons d'ailleurs pu le constater dans nos coupes d'*Heptathela*.

La tige chélicérienne et le crochet qui s'y insère ne renferment aucune différenciation épithélio-musculaire ayant l'aspect sacciforme caractéristique des glandes à venin. Toutefois, l'un de nous (LOPEZ, 1974) a observé dans le premier article, de petits organes glandulaires dont nous confirmons ici la présence. Ils sont tous inclus, au nombre d'une dizaine, dans l'hypoderme de la tige chélicérienne. Chacun d'eux, situé en regard de l'une des dents chitineuses basilaires (BRISTOWE et MILLOT, 1933), est un groupement intra-épithélial de glandes unicellulaires (Pl. I, Fig. 2) longues d'environ 100 μ , elles comportent un corps sécréteur dont le cytoplasme

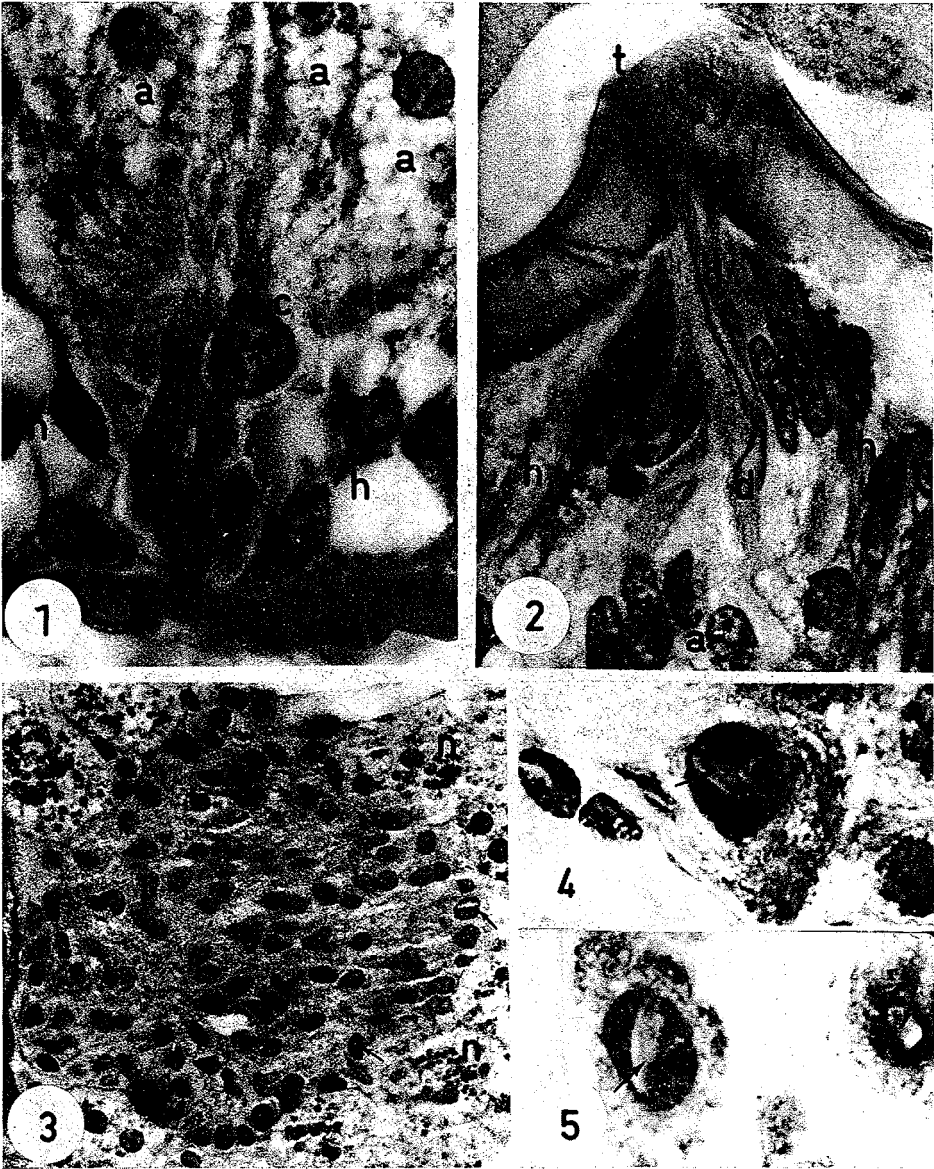


Planche I - *Heptathela kimurai*, femelle (Hem. éo. org.).

Fig. 1 - Glande « salivaire » d'une coxa de palpe, coupe longitudinale. X 2500.

Fig. 2 - Glande d'une tige chélicérienne, coupe longitudinale. X 2500.

Fig. 3 - Tissu endocrine du rostre. Certains noyaux (flèches) paraissent fissurés. X 1000.

Fig. 4 et 5 - Grands neurocytes: inclusions intra-nucléaires (flèches). X 2500.

Abréviations - a: adénocytes, c: cellule intermédiaire, d: canal excréteur, h: cellule hypodermique, n: néphrocyte, t: dent basilaire chélicérienne.

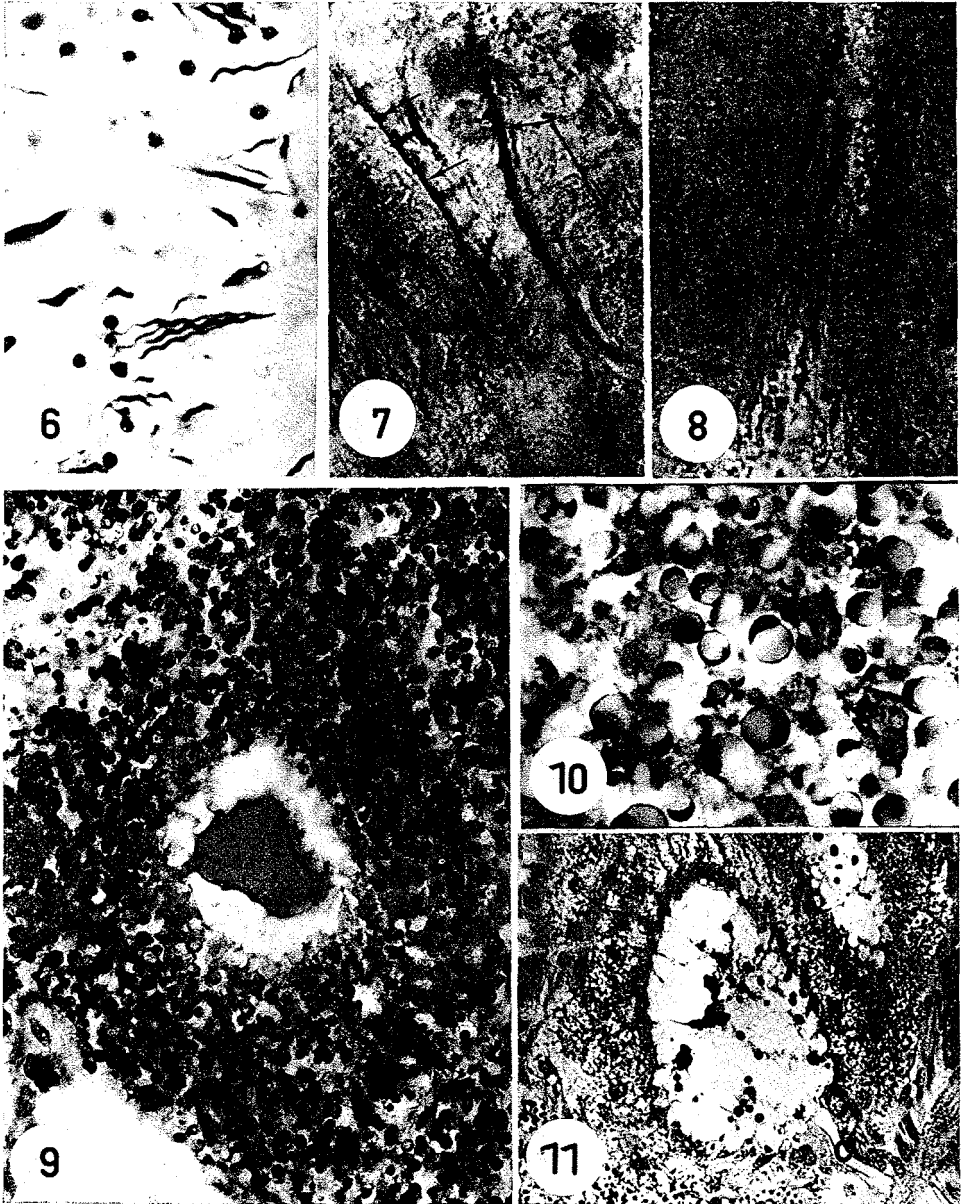


Planche II - *Heptathela kimurai*, mâle (Hem. phosph. Mallory).

Fig. 6 - Testicule: spermatozoïdes hélicoïdaux spirochètomorphes. X 2500.

Fig. 7 et 8 - Fibres musculaires striées (flèches) dans la paroi du testicule. X 2500.

Fig. 9 - Glande séricigène de la catégorie antérieure. X 1000.

Fig. 10 - Détail: les grains de sécrétion doubles. X 2500.

Fig. 11 - Glandes séricigènes de la catégorie postérieure et canal excréteur (c). X 625.

peu abondant et mal individualisé entoure un noyau oblong (diamètre 12 μ). Il s'en détache un canal excréteur grêle, parfois dilaté à son origine, large d'environ 2 μ . Ce canal, réuni en faisceau compact avec ceux des cellules glandulaires adjacentes, traverse la cuticule de la dent et s'ouvre à son extrémité ou sur l'un des versants.

Le système nerveux central d'Heptathela comporte une masse sous-oesophagienne dont les neuromères sont restés apparents. Selon BRISTOWE et MILLOT (1933), elle est plus allongée que chez les autres Liphistiomorphes. Une particularité que ces auteurs n'ont pas notée singularise certaines cellules de l'écorce ganglionnaire. Dans les éléments qui peuvent être interprétés comme des grands neurocytes ou des neurones géants (LEGENDRE, 1959), le noyau renferme souvent un corps d'inclusion acidophile. Il s'agit d'une formation centro-nucléaire ayant l'aspect d'un bâtonnet arrondi, long de 10 μ environ. Séparée du nucléole et de la chromatine périphérique par une auréole claire, elle se colore en rouge par l'éosine et en mauve par l'hématoxyline de Mallory (Pl. I, Fig. 4 et 5).

Le tissu endocrine a été découvert par MILLOT (1930) chez d'autres Araignées. BONARIC (1980) lui attribue la valeur d'une « glande de mue ». Il est facilement repérable dans le prosoma d'*Heptathela kimurai* où il forme des îlots cellulaires, globuleux ou ovoïdes, mesurant en moyenne 130 μ de diamètre (Pl. I, Fig. 3). Ces îlots se situent dans le rostre, le long des nerfs chélicériens et pédipalpaires, dans la lèvre inférieure, entre le sternum et la masse nerveuse sous-oesophagienne. Les cellules constitutives sont petites et assez polymorphes (polyédriques, étoilées ou fusiformes). Elles montrent un cytoplasme acidophile, dense et homogène. Leur noyau est ovalaire; il mesure environ 8 μ de long, contient une chromatine granuleuse et semble parfois fissuré, ce qui pourrait être l'indice de divisions amitotiques (MILLOT, 1930). Les cellules endocrines sont généralement groupées sans ordre apparent ou ébauchent des « rosettes » à disposition péri-vasculaire; elles entrent en rapport avec de nombreux néphrocytes et avec des hémocytes granuleux qui pénètrent dans leurs amas.

OPISTHOSOMA

Le tissu endocrine. Un examen histologique soigneux des coupes en série permet de retrouver du tissu endocrine dans la partie antérieure de l'abdomen. Très peu abondant, ce tissu siège au contact des gros nerfs longitudinaux qui ont pénétré dans l'abdomen en empruntant le pédicule.

Il se présente sous la forme d'amas cellulaires discrets, logés entre les troncs nerveux et la musculature striée ventrale. Les cellules endocrines, très peu nombreuses dans chaque amas, ont le même aspect que celles du prosoma. Sur ce point, *Heptathela kimurai* se distingue nettement des Araignées Mygalomorphes où le tissu endocrine est essentiellement localisé dans la partie antérieure de l'opisthosoma, alors qu'il est très discret, sinon absent, dans le prosoma (LEGENBRE, 1981).

Les glandes épigastriques. Comme tous les organes du même type (LOPEZ, 1977), elles siègent chez le mâle dans la lèvre antérieure du sillon génital et ont la structure de petits acini indépendants. Ces acini sont pédiculés par des canaux excréteurs. L'épithélium glandulaire sécrète un matériel finement grenu colorable par l'APS. Le canal excréteur est un conduit acidophile et tortueux qui rejoint une longue fusule.

Comme les glandes des coxa pédipalpaires et celles des tiges chélicériennes, les glandes épigastriques sont toutes enclavées dans l'hypoderme: l'hémolymphe du sinus sanguin ventral ne les baigne donc pas directement.

Le testicule. Chacun des deux testicules est un long tube pelotonné dans la moitié ventrale de l'opisthoma, entre les diverticules chylentériques qui le surmontent et les glandes séricigènes qu'il recouvre.

La lumière contient des spermatozoïdes non enroulés, à longue tête hélicoïdale, très différents de ceux des autres Araignées (Pl. II, Fig. 6). Décrits par OSAKI (1969) et figurés par HAUPT (1979) chez *Heptathela nishikirai* dans la spermathèque de la femelle fécondée, ils résultent d'un processus spermiogénétique visible dans les cystes de la paroi testiculaire. Cette paroi, épaisse de 50 à 100 μ , comporte, dans sa partie externe, des fibres musculaires plaquées contre la membrane basale. Il s'agit de fibres striées, aplaties et rubanées; leur striation transversale n'est bien mise en évidence que par l'hématoxyline de Mallory (Pl. II, Fig. 7 et 8); orientées surtout obliquement, elles se disposent en une couche discontinue et fenestrée qui s'étend jusqu'à la partie distale du canal déférent.

Glandes séricigènes. Elles sont logées, en position ventrale, sous le tractus génital et entrent en rapport avec les quatre poumons ainsi qu'avec l'hypoderme. Comme le notaient BRISTOWE et MILLOT (1933), elles se rattachent à deux catégories, antérieure et postérieure, qui différencient non seulement leur situation, mais également leur taille, leur sécrétion et les filières auxquelles aboutissent les canaux excréteurs. Les deux catégories sont courtes, globuleuses plus ou moins déformées par tassement réciproque et paraissent dépourvues de pièce terminale. Les glandes de la caté-

gorie antérieure sont les plus volumineuses; elles atteignent le niveau de la première paire de poumons (Pl. II, Fig. 9). Leurs canaux excréteurs se rendent aux fusules des filières antéro-externes. Dans les adénocytes des corps sécréteurs, on note un produit d'élaboration particulier envahissant la quasi totalité du cytoplasme et masquant le noyau (Pl. II, Fig. 10). Il est formé par des grains de taille très variable (jusqu'à 6 μ de diamètre), comportant une masse principale sphérique et un croissant ou « calotte » s'appliquant contre la précédente. Ces deux parties ont des affinités tinctoriales différentes. Les glandes de la catégorie postérieure sont plus petites que les autres moins nombreuses et situées en arrière d'elles (Pl. II, Fig. 11). Leurs canaux excréteurs rejoignent les filières postéro-externes. La sécrétion produite par les corps glandulaires est finement grenue, d'aspect homogène, très basophile et colorable en rouge-violacé par la méthode à l'APS. Elle ne masque pas les noyaux qui restent bien visibles.

DISCUSSION

Les divers caractères histologiques décrits doivent être commentés brièvement. Notons d'abord que, mis à part les glandes épigastriques et le tractus génital lui-même, nous n'avons pas observé de différences sexuelles chez *Heptathela*.

La hanche du pédipalpe, bien qu'elle soit dépourvue d'une différenciation maxillaire aussi développée que celle des Aranéomorphes, renferme des organes sécréteurs pouvant être considérés comme d'authentiques glandes « salivaires » ou gnathocoxales (LEGENDRE, 1953). La situation dans l'article coxal pédipalpaire, les rapports avec la cavité buccale et la structure histologique de base sont fondamentalement semblables; une étude électromicroscopique confirmerait probablement l'organisation en unités glandulaires bien individualisées (LOPEZ, JUBERTHIE-JUPEAU et RIBERA, 1980). Deux différences notables doivent être toutefois soulignées. Chez *Heptathela*, les corps glandulaires sont entièrement logés dans l'hypoderme; il en est de même pour les canaux excréteurs qui se terminent tous isolément. En revanche, les glandes d'Aranéomorphes y compris les Hypochilidae (MARPLES, 1968) et les Telemidae (LOPEZ, obsv. pers) et celles des diverses Mygales que nous avons pu examiner (dont *Nemesia caementaria*, LOPEZ obs. pers.) sont dégagées de l'hypoderme en quasi totalité, baignent directement dans un lac sanguin et ont une terminaison groupée.

Les petits organes de la tige chélicérienne sont rattachés au groupe des glandes hypodermiques monocellulaires et canaliculées (LOPEZ, 1974). Leur étude nécessiterait une exploration ultrastructurale complémentaire;

il est possible qu'elles soient organisées en unités comportant un adéno-cyte, un canal excréteur et une cellule du canal. Leur signification fonctionnelle ne peut être envisagée qu'à titre d'hypothèse. Il serait tentant de leur attribuer la valeur de glandes venimeuses rudimentaires ou d'organes pouvant pallier l'absence de ces dernières, conjointement avec les glandes « gnathocoxales », comme chez les Uloboridae (GLATZ, 1970).

Les inclusions du noyau neurocytaire ont l'aspect de cristalloïdes. Elles nous paraissent représenter un fait nouveau en Arachnologie par leur localisation, car les cristalloïdes décrits jusqu'ici sont tous extra-nucléaires: glandes venimeuses des *Loxosceles* (SOLOFF & SUN, 1972), neurones géants des premières pattes d'Amblypyges (FOELIX & TROYER, 1980), dendrites des sensilles dorsales de *Sabacon paradoxum* (JUBERTHIE, LOPEZ & JUBERTHIE-JUPEAU, 1981). Etant donné leur constance chez *Heptathela*, nous pouvons, semble-t-il, éliminer un état pathologique. Elles participent vraisemblablement à l'activité du neurocyte.

Le tissu endocrine présente une structure microscopique banale ne différant pas de celle des Labidognathes (MILLOT, 1930; BONARIC, 1980) et des Mygalomorphes (LEGENDRE, 1981). Il correspond, selon toute évidence, aux « organes globuligènes » de BRISTOWE et MILLOT (1933); ces organes n'ont, en fait, aucune activité hématopoïétique et doivent donc être assimilés à la glande de mue. Par sa localisation, le même tissu endocrine évoque à la fois celui des Aranéomorphes, puisqu'il offre un maximum de développement dans des zones identiques du céphalothorax, et celui des Mygalomorphes car il est aussi présent dans l'opisthosoma.

Les glandes épigastriques se rattachent au type acineux prégonoporal défini par LOPEZ (1977). MARPLES (1967) n'avait pas mentionné leur présence chez les Liphistiomorphes. Elles se singularisent non par leur structure mais par leur localisation strictement intra-hypodermique. Le volume de ces glandes et l'aspect du produit élaboré diffèrent de ceux des Mygales; ils évoqueraient plutôt des images observées chez les Aranéomorphes. Leur rôle est très probablement similaire: dépôt sur la toile spermatique d'une substance qui pourrait remplacer le spermatophore (LOPEZ, 1977).

La musculature striée est un caractère histologique non encore décrit dans le testicule des Aranéides où il semble que sa paroi soit généralement formée par une simple tunique conjonctive sur laquelle repose l'épithélium séminal. La musculature testiculaire d'*Heptathela* peut être considérée comme une différenciation pariétale qui faciliterait le cheminement de spermatozoïdes particuliers en se contractant dans sa totalité.

La sécrétion en grains doubles qu'élabore la catégories antérieure des

glandes séricigènes n'était pas notée par BRISTOWE et MILLOT (1933) ou par d'autres histologistes (KOOVOR, 1977). Si l'on examine, à titre comparatif, tous les groupes d'Araignées connues sur le plan histologique, il semble que des grains bipartites — un peu différents d'ailleurs par leur aspect et leur localisation proximale — caractérisent les glandes aciniformes d'une seule espèce, *Telema tenella* (Telemidae) (KOOVOR et LOPEZ, obsv. pers.).

Nous pensons qu'il s'agit là d'un caractère archaïque en rapport avec une différenciation peu poussée des glandes séricigènes; les produits composant la sécrétion ne sont plus émis séparément en deux zones distinctes de la glande mais par un type cellulaire unique, sous la forme de grains à structure bipartite. Le même archaïsme se manifesterait dans la persistance d'une musculature testiculaire, d'un spermatozoïde en « vrille » ou en « tire-bouchon » rappelant celui des Uropyges et des Amblypyges (MILLOT et TUZET, 1934; MILLOT, 1949) et surtout, dans l'inclusion hypodermique des « glandes salivaires » et épigastriques. Cette inclusion, particulièrement remarquable dans les coxa des pédipalpes, n'est observée chez les autres Araignées qu'en début de développement, lorsque les glandes gnathocoxales sont encore à l'état d'ébauches. Elle se présente comme l'un des meilleurs indices de l'ancienneté phylétique d'*Heptathela kimurai*.

BIBLIOGRAPHIE

- BONARIC J.C. (1980) - Contribution à l'étude de la biologie du développement chez l'araignée *Pisaura mirabilis* (Clerk, 1758). Approche physiologique des phénomènes de mue et de diapause hivernale. *Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Montpellier II*, Mai 1980.
- BRISTOWE W.S., MILLOT J. (1933) - The Liphistiid spiders. With an appendix on their internal anatomy. *Proceed. zool. Soc. London*, 1932, **98** (4), 1015-1057.
- BUXTON B.H. (1924) - Notes on the internal anatomy of *Liphistius batuensis* Abr. *Journ. Malay. Br. Asiat. Soc.*, **2** (1), 85-86.
- FCELIX R.F., TROYER D. (1980) - Giant neurons and associated synapses in the peripheral nervous system of whip spiders. *Journ. Neurocyt.*, **9**, 517-535.
- GLATZ L. (1970) - Correlations entre la capture de la proie et les structures des pièces buccales chez les Uloboridae (Arachn., Araneae). *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, 2è sér., **41**, suppl. n. 1 (1969), 65-69.
- HAUPT J. (1979) - Lebensweise und Sexualverhalten der mesothelen Spinne *Heptathela nishihirai* n. sp. (Araneae, Liphistiidae). *Zool. Anz.*, **202** (5/6), 348-374.
- JUBERTHIE C., LOPEZ A., JUBERTHIE-JUPEAU L. (1981) - Étude ultrastructurale des sensilles thoraciques dorsales et paramédianes chez *Sabacon paradoxum* Simon (Palpatores, Sabaconidae). *En: C.R. VIè Coll. Arachnol. express. franç., Modena-Pisa, 1981. Atti Soc. tosc. Sci. nat. Mem., ser. B*, **88**, suppl., 27-33.

- KISHIDA K. (1923) - *Heptathela*, a new genus of Liphistiid Spiders. *Annot. zool. Jap.*, **10**, 235-242.
- KOVOOR J. (1977) - La soie et les glandes séricigènes des Arachnides. *Ann. Biol.*, **16** (3-4), 91-171.
- LEGENDRE R. (1953) - Recherches sur les glandes prosomatiques des Araignées du genre *Tegeneria*. *Ann. Univ. Sarav.*, **4** (II), 305-333.
- LEGENDRE R. (1959) - Contribution à l'étude du système nerveux des Aranéides. *Ann. Sci. nat. Zool.*, **1** (12), 339-473.
- LEGENDRE R. (1981) - Les éléments endocrines de la glande de mue chez les Araignées mygalomorphes. *Rev. Arachnol.*, **3** (3), 133-138.
- LOPEZ A. (1974) - Les glandes hypodermiques monocellulaires et canaliculées des Aranéides. *Forma et Functio.*, **7**, 317-326.
- LOPEZ A. (1977) - Contribution à l'étude des caractères sexuels somatiques chez les mâles d'Aranéides. *Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Montpellier II*, Avril 1977.
- LOPEZ A., JUBERTHIE-JUPEAU L., RIBERA C. (1980) - Les glandes gnathocoxales des *Leptoneta* (Araneae: Leptonetidae): structure, ultrastructure et intérêt systématique. En: C.R. Vè Coll. Arachnol. express. franç., Barcelona, 1979. *Ediciones Universidad de Barcelona*, 1980, pp. 163-178.
- MARPLES B.J. (1967) - The spinnerets and epiaandrous glands of spiders. *J. Linn. Soc. (Zool.)*, **46**, 310, 209-222.
- MARPLES B.J. (1968) - The hypochilomorph spiders. *Proc. Linn. Soc. Lond.*, **179**, 1, 11-31.
- MILLOT J. (1930) - Le tissu réticulé du céphalothorax des Aranéides et ses dérivés: néphrocytes et tissu endocrine. *Arch. Anat. micr.*, **26**, 43-81.
- MILLOT J. (1949) - Ordres des Uropyges et des Amblypyges. En: P.P. GRASSÉ, *Traité de Zoologie, Masson édit., Paris*, **6**, pp. 533-588.
- MILLOT J., TUZET O. (1934) - La spermatogenèse chez les Pédipalpes. *Bull. Biol. Fr. Belg.*, **68** (1), 77-83.
- OSAKI H. (1969) - Electron microscope study on the spermatozoon of the Liphistiid spider *Heptathela kimurai*. *Acta arachnol.*, **22**, 1-12.
- PETRUNKOVITCH A. (1933) - An inquiry into the Natural Classification of Spiders, based on a study of their Internal Anatomy. *Trans. Connect. Acad. Arts Sci.*, **31**, 303-389.
- SOLOFF B.L., SUN C.N. (1972) - Crystalloid inclusions in the connective tissue of spider venom gland. *Specialia, Experientia*, **28** (3), 325-326.
- YOSHIKURA M. (1954) - On the tracheae in a liphistiid spider, *Heptathela kimurai*. *Kumamoto. J. Sci.*, sér. B., **3**, 37-40.