

## A propos du spermatophore et des sphérocristaux de l'araignée *Telema tenella* (Telemidæ): quelques données ultrastructurales

CHRISTIAN JUBERTHIE<sup>1</sup> — ANDRE LOPEZ<sup>2</sup>

### Résumé

Etude ultrastructurale du spermatophore et des inclusions intestinales de l'araignée troglobie *Telema tenella*. Le spermatophore est un étui prismatique triangulaire, à paroi glycoprotéique complexe et portant deux rangées de digitations. L'étui contient les têtes des spermatozoïdes et les digitations logent leurs prolongements.

Les inclusions sont des sphérites ou sphérocristaux analogues à ceux des Helminthes et des Insectes. Ils joueraient un rôle dans l'équilibre minéral et l'épuration de l'organisme.

### Resumen

Estudio ultraestructural del espermátforo y de las inclusiones intestinales de la araña troglóbica *Telema tenella*. El espermátforo es un estuche prismático triangular, con dos filas de digitaciones. Las paredes son de naturaleza glicoproteica compleja. El estuche contiene las cabezas de los espermatozoides y las digitaciones alojan sus prolongaciones.

Las inclusiones intestinales son esféritos o esferocristales análogos a los de los Helminths y de los Insectos. Posiblemente intervienen en el equilibrio mineral y en la depuración del organismo.

### Summary

Ultrastructural study of the spermatophore and the intestinal inclusions of the troglobite, spider *Telema tenella*. The spermatophore is a prismatic-triangular case, with two lines of finger like projections. The walls are of a glycoprotein complex nature. The case contains the heads of the spermatozoa and the finger-like projections, keeps their extensions.

The intestinal inclusions are sphaerites or sphaerocrystals, similar to those of Helminths and Insects. They possibly intervene in the mineral balance and in the cleansing of the organism.

Petite araignée troglobie et anophtalme, *Telema tenella*, SIMON, 1882, n'est connue que de quelques grottes des Pyrénées orientales. Son étude histologique a montré deux particularités majeures observées, pour la première fois, chez une araignée:

— elle utilise pour sa reproduction un spermatophore élaboré par le canal déférent du mâle;

— les cellules intestinales renferment des inclusions colorées naturelle-

(1) Laboratoire souterrain du C.N.R.S., Moulis, 09200 Saint-Girons.

(2) Laboratoire de Zoologie. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 34060 Montpellier.

ment en vert (LOPEZ, 1977; LOPEZ et SALVAYRE, 1977).

L'existence du spermatophore est intéressante à trois égards.

Elle montre que les Aranéides n'ont pas abandonné totalement un mode de reproduction envisagé, comme hypothèse, chez les formes ancestrales aujourd'hui disparues (ALEXANDER et EWER, 1957).

Elle n'est pas propre à *Telema tenella* et n'est pas en relation avec la vie cavernicole et le fait que cette espèce a été considérée comme un fossile vivant car le spermatophore a été retrouvé, quoiqu'un peu différent, chez d'autres Telemidae: *Apneumonella* (LEGENDRE et LOPEZ, 1978), et *Cangoderces* (BRIGNOLI, 1978) où le double ductus ejaculatorius et les spermatid strands correspondent au spermatophore.

Elle suscite divers problèmes de biologie sexuelle: mécanisme de l'induction spermatique, du transfert du spermatophore lors du coït, et de la fécondation.

La coloration abdominale verte décrite par FAGE (1913) est due aux sphérocristaux qui sont une particularité constante du mésentéron de *Telema tenella*. Ils avaient été considérés initialement comme des microorganismes (LOPEZ et SALVAYRE, 1977).

Afin de mieux connaître, dans un premier temps, la structure intime du spermatophore de *Telema tenella*, et le processus de sa formation, nous en avons pratiqué une étude ultrastructurale complétée par quelques recherches d'histochimie (JUBERTHIE, LOPEZ et KOVOOR, sous presse). Les coupes d'abdomen ont permis d'examiner simultanément les inclusions intestinales.

Notre matériel, mâles et femelles, provient de la grotte de Can Brixot (Pyrénées orientales). Il a été fixé au glutaraldéhyde et à l'acide osmique, inclus en épon, coupé au microtome OMU 2, contrasté par l'acétate d'uranyle et le citrate de plomb, et observé au microscope SOPELEM du Laboratoire souterrain.

Nous ne soulignerons, dans cette brève communication, que les traits particuliers du spermatophore et des spermatozoïdes et la nature réelle des inclusions que renferment les cellules du mésentéron.

### LE SPERMATOPHORE

Le spermatophore est élaboré chez le mâle par les cellules de la partie distale du canal déférent. Elles présentent tous les signes d'une activité sécrétoire intense: réticulum endoplasmique très développé, nombreux dictyosomes, émission d'un matériel sécrétoire, grenu, abondant.

Le spermatophore a la forme d'un étui prismatique triangulaire déhiscent, ouvert à ses deux extrémités et selon une génératrice au niveau de sa paroi basale. Les bords repliés de cette fente longitudinale portent chacun une série de digitations. Les digitations sont disposées en alternance, sur un rang à leur base, puis sur deux files parallèles et décalées dans leur partie distale.

La paroi du spermatophore est formée par trois couches superposées: — la couche interne (0,45  $\mu$ ), qui constitue, à elle seule, les digitations et

toute la partie basale, a une structure paracristalline. Striée en coupe transversale, elle montre un réseau polygonal, en nid d'abeille, en coupe longitudinale et axiale;

- la couche moyenne (5 à 600 Å) est continue, hétéogène et alvéolée;
- la couche externe (0,2 µ) est un ensemble de piliers étroits et alignés en files parallèles sur les secteurs de l'étui. Elle confère au spermatophore une striation transversale qui pourrait jouer un rôle mécanique dans l'avancée du spermatophore dans le canal déférent.

Les spermatozoïdes encapsulés et peu condensés, en forme d'«as de pique», s'empilent dans la lumière de l'étui. Ils y sont baignés par un matériel glycoprotéique qu'a élaboré la partie haute du canal déférent tandis qu'un prolongement de chaque gamète, riche en membranes et en mitochondries, occupe la cavité d'une digitation adjacente (fig. 1).

Chaque spermatozoïde mûr se caractérise par:

- un cytoplasme abondant, aucune phase d'élimination cytoplasmique n'ayant été clairement observée au cours de la spermiogenèse;
- un noyau et une baguette acrosomienne étirés et enroulés sur eux-mêmes sur 1 tour et demi ou 2 tours pour le noyau;
- un axonème de type 9 + 3, rétracté et enroulé sur 4 tours et demi ou 5 tours dans le cytoplasme.

La structure du spermatophore paraît stable car il conserve son aspect général et ses digitations jusque dans le réceptacle séminal de la femelle où il a été retrouvé en microscopie photonique, apparemment inchangé (LOPEZ, 1977; LOPEZ et SALVAYRE, 1977). Il est transmis à la femelle lors du coït par l'intermédiaire du palpe du mâle dans lequel il a également été observé.

L'agencement du spermatophore n'est pas connu en dehors du canal déférent, du palpe et de la spermathèque de la femelle, c'est-à-dire lors de sa transmission. Il semble replié sur lui-même dans le palpe selon les observations d'EMERIT, et il l'est dans la lumière du sac de la spermathèque, où son agencement peut être aisément déduit des coupes histologiques.

Dans l'une des femelles étudiées, le spermatophore était replié 5 fois sur lui-même en épingles à cheveux successives ébauchant de plus une symétrie rayonnée avec 6 éléments en coupe transversale (fig. 2). Le premier repli s'est fait face digitée contre face digitée, le deuxième face latérale contre face latérale, le troisième de nouveau sur les faces digitées, et ainsi de suite, le suivant étant sur les faces latérales et le dernier sur les faces digitées (fig. 3); dans ce cas les 2 extrémités (E 1 et E 6) sont du même côté.

Le réceptacle d'autres femelles ne renfermait que de 3 à 5 replis de spermatophore ce qui implique que des spermatophores plus ou moins longs sont transmis à la femelle selon les cas.

### LES SPHEROCRISTAUX

Les inclusions ou sphérocristaux se situent dans le cytoplasme des cellules absorbantes et cellules à ferment du mésentéron. Il ne s'agit pas de microorganismes mais de concrétions inertes, polymorphes, rondes ou ovoï-

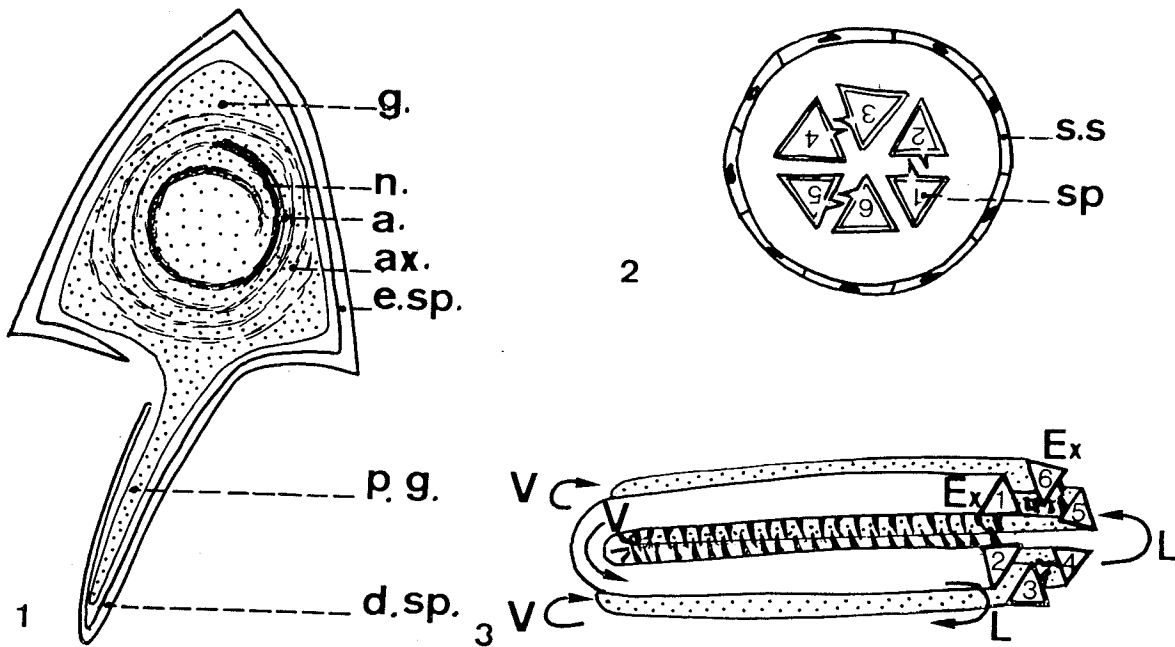


Fig. 1. — Schéma d'une coupe transversale du spermatophore et d'un spermatozoïde, montrant l'étui du spermatophore (e. sp.) et l'une de ses digitations (d. sp.) renfermant le prolongement d'un spermatozoïde (p. g.); dans le spermatozoïde (g.) sont représentés l'acrosome incurvé (a), le noyau (n) et l'axonème (ax.) enroulés sur eux-mêmes.

Fig. 2. — Coupe transversale du spermatophore (sp.) dans la spermathèque de la femelle (s) montrant la disposition des six replis que forme en général le spermatophore; ceux-ci sont tantôt opposés par leur face ventrale, tantôt par l'une de leur face latérale.

Fig. 3. — Schéma du mode de repli du spermatophore dans la spermathèque. A partir de l'extrémité Ex<sub>1</sub>, le spermatophore se replie alternativement sur une face ventrale (V.) et sur une face latérale (L.), jusqu'à son autre extrémité Ex<sub>2</sub>. Il occupe ainsi un minimum de place dans le sac de la spermathèque.

des, zonées concentriquement. Leur structure de base associe un «nucleus» central opaque et une série de strates périphériques, alternativement claires et sombres (fig. 4). Le polymorphisme résulte de diverses variations portant sur la taille (0,5 à 2  $\mu$ ), sur le «nucleus» (dédoublé, éclairci, disparition) et sur les couches concentriques (nombre, opacité, épaisseur, homogénéité). Les concrétions s'associent parfois à des figures myéliniques ou à un matériel fibrillaire radié.

Elles naissent dans les vésicules du réticulum, par condensation d'un matériel granuleux abondant. Le «nucleus» apparaît le premier; il s'entoure progressivement de strates concentriques dont le nombre augmente avec l'âge et le volume de la concrétion.

Il est à noter que les inclusions observées, en microscopie optique, dans les tubes de Malpighi (LOPEZ et SALVAYRE, 1977), ne sont pas de même nature.

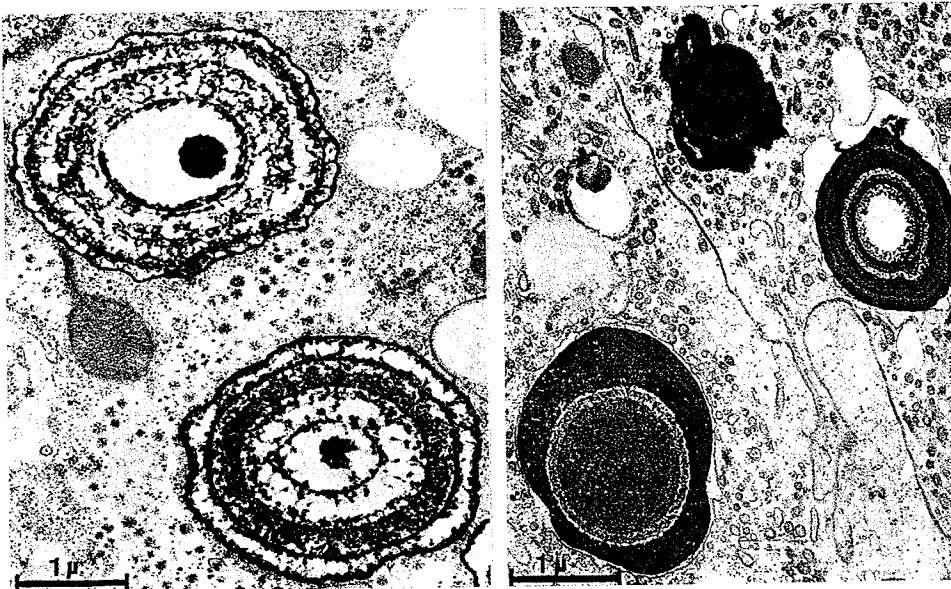


Fig. 4. — Deux aspects en microscopie électronique des sphérocristaux contenus dans les cellules intestinales. X 18.000.

## DISCUSSION

### 1. LE SPERMATOPHORE ET SPERMATOZOÏDES

La microscopie électronique confirme l'existence du spermatophore chez *Telega tenella* et en montre l'originalité.

Il est produit par le canal déférent et non par des glandes annexes de l'appareil génital. Il se présente comme une formation autonome, bien individualisée, régulière et géométrique, possédant une paroi à structure complexe monolaminaire dans sa face basale et les digitations, tri-laminaire ailleurs. Le spermatophore apparaît comme une structure ininterrompue dans le canal

défèrent, du fait de son mode d'élaboration; ouvert aux deux extrémités, il représente pour les gamètes un mode de «conditionnement» particulier et renforce la protection déjà assurée par leurs capsules individuelles.

Le mode d'absorption du spermatozoïde par le bulbe reste hypothétique. Le bulbe est très simple, globuleux et prolongé par une apophyse unguiforme; la microscopie électronique à balayage montre que sa surface est déprimée en «cuillère»; au fond de la concavité s'ouvre une fente étroite qui donne accès dans le bulbe (EMERIT et LOPEZ, inédit). Ses lèvres doivent être assez souples pour s'écarter lors de l'induction spermatique et permettre la pénétration du spermatozoïde.

Bien que les *Telema* aient conservé un mode de reproduction par spermatozoïde, considéré à juste titre comme primitif, leur spermatozoïde ne diffère pas sensiblement de celui des autres Araignées en ce sens que l'axonème est également de type 9 + 3, alors que le type de base est 9 + 2. Etirement et enroulement du noyau, rétraction intracytoplasmique et enroulement de l'axonème sont connus et décrits chez d'autres Araignées (BOSENBERG, 1905).

## 2. LES INCLUSIONS OU SPHÉROCRISTAUX

Les inclusions intestinales présentent le même mode de croissance et la même ultrastructure typique que les sphérites ou sphérocristaux décrits chez les invertébrés.

Ces concrétions lamellaires, minérales et polysaccharidiques, ont été observées dans de nombreux groupes zoologiques: Nématodes (LEE, 1970; JENKINS, 1973; GUTTEKOVA et ZMORAY, 1975), Cestodes (NIELAND et BRAND, 1969), Opilions et Diploures (JUBERTHIE-JUPEAU, com. pers.), Collembolles KRZYSZTOFOWICZ et col., 1973; HUMBERT, 1974, 1977, 1978, 1979); Homoptères Cercopides (GOURANTON, 1968), Hyménoptères (JEANTET, 1971), Dictyoptères (BALLAN-DUFRANCAIS, 1970).

Les sphérocristaux de *Telema* ne paraissent en différer que par leur remarquable teinte verte, non décrite à notre connaissance pour d'autres concrétions, auxquelles le fer donne seulement une couleur brun-jaunâtre lorsqu'elles en renferment (LEE, 1970; GUTTEKOVA et ZMORAY, 1975). Il est recherché, en collaboration avec HUMBERT au moyen de la microsonde à rayons X, la composition minérale de ces concrétions. Les sphérocristaux de *Telema* ne représentent pas un banal phénomène de surcharge passive. Ils jouent probablement le même rôle que celui qui est dévolu aux sphérocristaux d'insectes: régulation de la balance ionique et hydrique, maintien de l'équilibre minéral et excrétion par accumulation (GOURANTON, 1968; HUMBERT, 1974, 1978, 1979).

Les *Telema* ne renouvellent pas le mésentéron à l'occasion des mues à la différence des Collembolles qui rejettent périodiquement leur épithélium intestinal et, de ce fait, les sphériques qui y sont inclus; les sphérocristaux pourraient donc s'y accumuler définitivement jusqu'à la mort de l'animal, comme chez les Dictyoptères (BALLAN-DUFRANCAIS, 1970), à moins que n'exis-

tent des éliminations de morceaux de cytoplasme ou de cellules intestinales surchargées en sphérocristaux du type de celles décrites par HUMBERT (1979) chez les Collemboles, en plus du rejet global de l'intestin.

### Bibliographie

- ALEXANDER, A. J. & EWER, D. W., 1957. On the origin of mating behavior in Spiders. *Amer. Nat.*, 91: 311-317.
- BALLAN-DUFRANÇAIS, C., 1970. Données cytophysiologiques sur un organe excréteur particulier d'un Insecte, *Blatella germanica* L (Dictyoptères). *Z. Zellforsch.*, 109: 336-355.
- BÖSENBERG, H., 1905. Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese bei den Arachniden. *Zool. Jahrb., Abt. Anat.*, 21: 53.
- DELLAI, R., 1966. L'ultrastuttura dell'intestino di *Orchesella villosa* (Geoffroy) (insecta, Collembola). *Ann. ist. mus. zool. univ. Napoli*, 17, 5: 1-18.
- FAGE, L., 1913. Etudes sur les Araignées cavernicoles. II: Révision des Leptonetidae. *Arch. Zool. exp. gén.*, 10 (Biospeologica), 29): 479-576.
- GOURANTON, J., 1968. Composition, structure et mode de formation des concrétions minérales dans l'intestin moyen des Homoptères Cercopides. *J. Cell. Biol.*, 37: 316-328.
- GUTTEKOVÁ, A. & ZMORAY, I., 1975. *Haemonchus contortus*: fine structure of midgut from the ecological aspect. *Biologia* (Bratislava), 30 (8): 605-614.
- HUMBERT, W., 1974. Localisation, structure et genèse des concrétions minérales dans le mésenteron des Collemboles Tomoceridae (Insecta, Collembola). *Z. Morph. Tiere*, 78: 93-109.
- HUMBERT, W., 1977. The mineral concretions in the midgut of *Tomocerus minor* (Collembola): microprobe analysis and physioecological significance. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 14 (1): 71-80.
- HUMBERT, W., 1978. Cytochemistry and X-Ray Microprobe Analysis of the Midgut of *Tomocerus minor* Lubbock (Insecta, Collembola) with special reference to the Physiological Significance of the Mineral Concretions. *Cell. Tiss. Res.*, 187: 397-416.
- HUMBERT, W., 1979. Les organes excréteurs des Collemboles: étude ultrastructurale, cytochimique, spectrographique et approche écophysiologique. Thèse Univ. Louis-Pasteur, Strasbourg.
- JEANTET, A. Y., 1971. Recherches histophysiologiques sur le développement post-embryonnaire et le cycle annuel de *Formica* (Hym). Particularités histochimiques et ultrastructurales de l'intestin moyen. *Z. Zellforsch.*, 116: 405-424.
- JEANTET, A. Y., MARTOJA, R. & TRUCHET, M., 1974. Rôle des sphérocristaux de l'épithélium intestinal dans la résistance d'un insecte aux pollutions minérales. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 278: 1441-1444.
- JENKINS, T., 1973. Histochemical and fine structure observations of the intestinal epithelium of *Trichuris suis* (Nematoda: Trichuroidea). *Z. Parasitenk.*, 42: 165-183.
- JUBERTHIE, C., LOPEZ, A. & KOVOOR, J. (Sous presse). La spermiogénèse et le spermatophore de *Telema tenella* (araneae, Telemidae): étude ultrastructurale.
- KRZYSZTOFOWICZ, JURA, C. & BILINSKI, S., 1973. Ultrastructure of midgut epithelial cells of *Tetradontophora bielensis* (Waga) (Collembola). *Acta Biologica Cracoviensis, Ser. Zool.*, XVI: 257-265.

- LEE, C. C., 1970. *Ancylostoma caninum*: Intestinal pigment granules. *Exp. Parasitol.*, 27 (2): 246-255.
- LEGENDRE, R. & LOPEZ, A., 1978. Présence d'un spermatophore dans le genre *Apneumonella* (Araneae, Telemidae): valeur systématique et problèmes de biologie sexuelle. *Bull. Soc. Zool. France*, 103 (1): 35-41.
- LOPEZ, A., 1977. Sur un nouveau mode de reproduction chez les Araignées: existence de spermatophores chez *Telemia tenella* Simon 1882 (Telemidae). *Bull. Soc. Zool. France*, 102 (3): 261-266.
- LOPEZ, A. & SALVAYRE, H., 1977. L'Araignée cavernicole pyrénéenne *Telemia tenella* Simon et son habitat. *Bull. Soc. Et. Sci. nat. Béziers*, NS (45) IV, 1976: 17-26.
- NIELAND, M. L. & VON BRAND, TH., 1969 Electron microscopy of Cestode calcareous corpuscule formation. *Exp. Parasitol.*, 24: 279-289.
- BRIGNOLI, P. M., 1978. A Few Notes on a Remarkable South African Troglolitic Spider, *Cangoderces lewisi* Harington, 1951 (Araneae, Telemidae). *Rev. Suisse Zool.*, 85 (1): 111-114.