

**NOUVELLES DONNÉES STRUCTURALES SUR LA GLANDE À
VENIN CHEZ *ATTA SEXDENS RUBROPILOSA* ET *MYRMICA
SABULETI* (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)**

SCHOETERS E. & BILLEN J.

*Laboratorium voor Entomologie, K. U. Leuven,
Naamsestraat 59, B-3000 Leuven (Belgique)*

Résumé : La glande à venin chez *Atta sexdens rubropilosa* et *Myrmica sabuleti* est la source de production de phéromones de piste. Comme chez toute une série d'autres espèces de fourmis, le filament libre bifurqué de la glande est composé de cellules sécrétrices avec leurs canaux excréteurs associés. Notre nouvelle observation concerne surtout la morphologie de la glande convolutive, qui en effet n'est qu'une invagination du filament libre. La partie (de la glande convolutive) proximale du filament libre a probablement très peu de fonction sécrétrice, les cellules sécrétrices y étant rares. La partie distale de la glande convolutive est une structure épaissie, qui est remplie de vraies cellules sécrétrices, chaque cellule ayant un appareil terminal et un canalicule par lequel la sécrétion s'écoule vers le réservoir. Sur le plan de l'ultrastructure on trouve dans les cellules sécrétrices des mitochondries assez nombreuses.

Mots-clés : *glande convolutive, Atta sexdens rubropilosa, Myrmica sabuleti, morphologie, ultrastructure.*

Abstract : **New structural data on the convoluted gland in the ants *Atta sexdens rubropilosa* and *Myrmica sabuleti* (Hymenoptera, Formicidae)**

The venom gland in the ants *Atta sexdens rubropilosa* and *Myrmica sabuleti* is the source of the trail pheromone. As in other ant species, the free filament that bifurcates is composed of a series of secretory units. Our new observations mainly deal with the morphological organization of the convoluted gland, a structure that in fact is a specialized invaginated continuation of the free filament and the cuticular lining of the reservoir. The most proximal part of the convoluted gland corresponds more or less to a spiral tube and probably has almost no secretory function, since secretory cells are very rare there. The part of the convoluted gland that occupies the innermost position inside the reservoir contents, is a bulbous structure, filled with secretory units that secrete into the reservoir cavity. A remarkable ultrastructural aspect of these cells is the abundance of mitochondria.

Key words : *convoluted gland, Atta sexdens rubropilosa, Myrmica sabuleti, morphology, ultrastructure.*

INTRODUCTION

La glande à venin, telle qu'elle a été décrite dans la littérature par de nombreux auteurs (Forel, 1878 ; Hermann, 1969 ; Hermann, 1984) est formée de quatre grandes parties fonctionnelles, c'est à dire le filament libre (un ou deux) qui s'étend dans l'hémolymphe, la glande convolutive, le réservoir et le canal excréteur. L'orga-

nisation morphologique du filament libre est assez bien connue (Blum et Hermann, 1969), tandis que la connaissance morphologique de la glande convolutive est restée très limitée jusqu'à présent aux données générales de Forel (1878) et de Janet (1902). La subdivision de la partie filamenteuse (une partie libre et également deux régions dans la glande convolutive) de la glande à venin en trois régions différentes morphologiques suggère une sorte de compartimentation de la production de sécrétion. Les recherches de Forel (1878) ont déjà révélé l'existence d'une partie épaissie de la glande convolutive. Cet auteur y indiquait aussi la présence de cellules, mais il n'a pas pu distinguer des canalicules associés avec les cellules (sécrétrices). Aucun auteur n'a encore formulé d'hypothèse concernant la fonction de la glande convolutive. Nous exposons dans le présent travail la morphologie et l'ultrastructure de cette partie de la glande à venin, dont, selon nos observations, presque la moitié jouerait un rôle sécréteur. Reste encore à élucider pourquoi les cellules sécrétrices débouchent par leur canalicule dans une direction tout à fait différente de celle des cellules sécrétrices dans le filament libre. En vue d'une description ultrastructurale comparative de la glande convolutive chez les fourmis et les guêpes, nous rapportons ici une étude ultrastructurale chez deux espèces de myrmicines. L'étude des variations de taille de la glande à venin par rapport à la taille des ouvrières chez *Atta sexdens* a déjà été rapportée par Schoeters et Billen (1990), les recherches sur les changements morphologiques et comportementales chez *Atta texana* par Hermann *et al.* (1970).

MATERIEL ET METHODES

Les ouvrières d'*Atta sexdens rubropilosa* originaires du Brésil (novembre 1989), proviennent de notre colonie de laboratoire. Les ouvrières de *Myrmica sabuleti* ont été récoltées en Belgique (Zonhoven 1992). Les structures internes de leurs glandes à venin (glandes convolutes) ont été fixées au glutaraldéhyde à 2% dans un tampon de cacodylate 0.05M et postfixées au tétroxyde d'osmium à 2% dans le même tampon. L'inclusion est faite dans l'Araldite. Les coupes fines, contrastées par l'acétate d'uranyle et le citrate de plomb, sont observées au microscope électronique Zeiss EM 900. Les échantillons pour la microscopie électronique à balayage ont été séchés au CO₂ et observés au microscope électronique Philips EM 515.

Fig. 1. Vue semi-schématique des glandes convolutes de *Atta sexdens* (soldat)(A) et *Myrmica sabuleti* (ouvrière)(B). La flèche indique la glande convolutive. Dans la figure B la glande a été retirée du réservoir où elle est normalement incluse. a = aiguillon. Echelle = 200 µm.

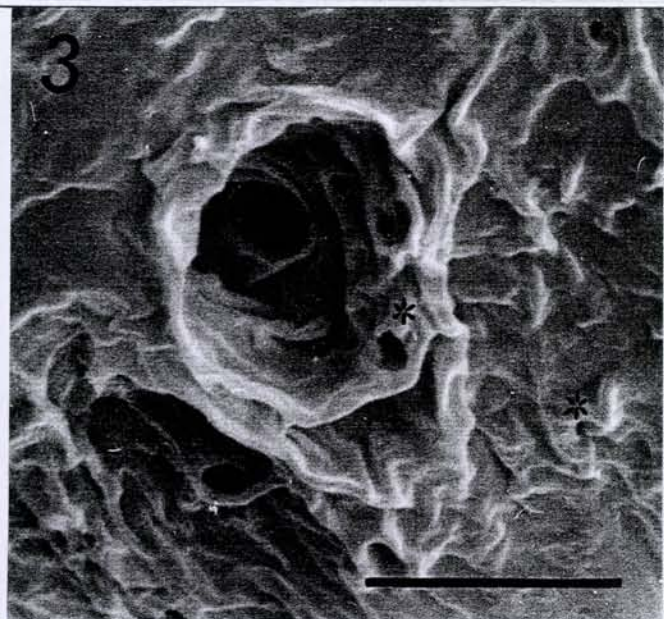
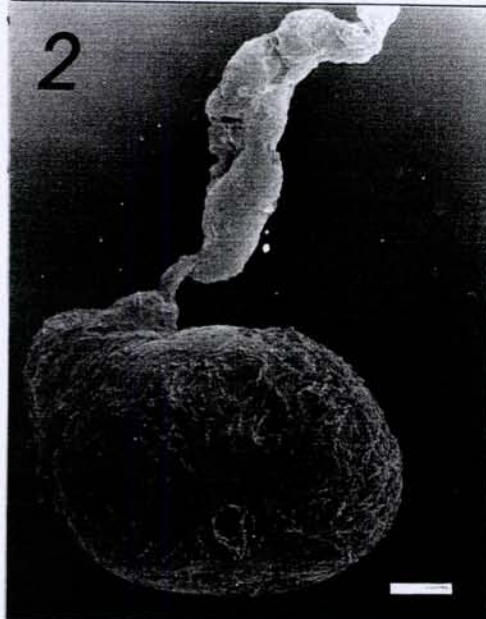
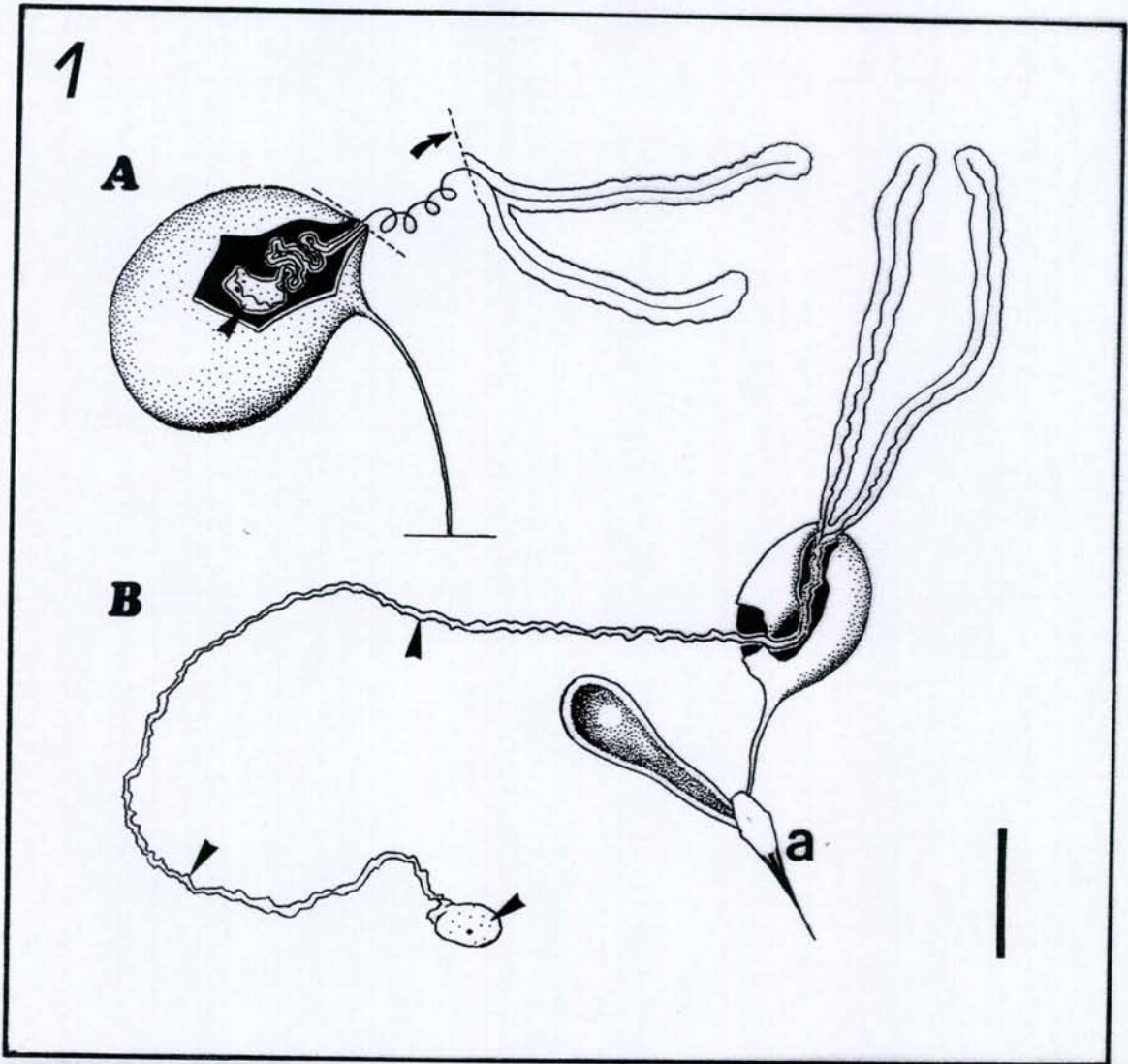
Fig. 1. Half-schematic representation of the convoluted gland in *Atta sexdens* (soldier) and *Myrmica sabuleti* (worker). Arrows : convoluted glands. In figure B the convoluted gland has been pulled out of the venom reservoir. a = sting. Scale bar = 200 µm.

Fig. 2. La partie terminale de la glande convolutive d'une ouvrière de *Myrmica sabuleti*. Seulement la cuticule est visible. Echelle = 20 µm.

Fig. 2. The "end-button" of the convoluted gland in a *Myrmica sabuleti* worker. Only the cuticular lining is visible. Scale bar = 20 µm.

Fig. 3. Détail de Fig. 2. Place de débouchement du canal collecteur central à travers la cuticule de la glande convolutive. * = Orifices de ductules qui débouchent dans le réservoir. Echelle = 10 µm.

Fig. 3. Detail of Fig. 2. Orifice of the cuticular channel transporting secretion coming from the free filament and opening through the cuticular lining of the convoluted gland button. * = duct openings. Scale bar = 10 µm.



RESULTATS

La glande à venin comprend un réservoir assez arrondi, associé à un filament sécréteur bifurqué. On pourrait pourtant avoir l'impression de voir deux filaments nettement séparés (Fig. 1). Les deux ramifications du filament sécréteur sont en fait formées de cellules sécrétrices et de leurs conduits correspondants, qui transportent la sécrétion ou les précurseurs vers la lumière centrale du filament. En effet c'est ce canal central qui va s'invaginer dans le réservoir qui finalement aboutira dans le réservoir (Figs. 2 et 3) après avoir transversé la barrière cuticulaire de la partie épaissie de la glande convolutive (Fig. 3).

Entre le filament libre et la partie bulbeuse de la glande convolutive se situe donc un long canal chitineux (2,5 à 3 mm chez les deux espèces de notre travail), montrant très peu de signes d'activité sécrétrice et entouré de paroi cuticulaire du réservoir (Fig. 4,A). La partie bulbeuse de la glande convolutive contient un nombre limité de cellules sécrétrices assez petites qui débouchent toutes dans le réservoir (Fig. 3). Les cellules sécrétrices de cette dilatation terminale débouchent sur la face externe de cette dilatation, donc directement dans le réservoir.

Chaque cellule sécrétrice est caractérisée par la présence d'un appareil terminal, constitué d'un canalicule intracellulaire, entouré d'une gaine de microvillosités (Fig. 5). Le paroi interne de ce canalicule montre des adaptations au transport de sécrétions. Les renforcements apicaux discontinus et assez denses aux électrons correspondent à l'épicuticule. Chaque cellule sécrétrice contient un noyau arrondi avec des granules dispersés de chromatine. De nombreuses mitochondries occupent le cytoplasme (Fig. 5). Nous n'avons pas observé la formation d'espaces extracellulaires. L'appareil terminal des cellules sécrétrices continue comme un canal excréteur dont l'orifice est visible comme un petit pore en utilisant la microscopie électronique à balayage (Fig. 3). Partout dans la glande convolutive nous avons observé des inclusions de nature lipidique (Fig. 6).

DISCUSSION

L'organisation ultrastructurale des cellules sécrétrices constitutives de la glande convolutive étudiée est conforme aux cellules glandulaires du "type 3" selon

Fig. 4. Coupe semi-fine du réservoir de la glande à venin de *Atta sexdens rubropilosa* avec les deux parties bien différentes (A et B) de la glande convolutive. Partie B : avec cellules sécrétrices. Echelle = 100 μm .

Fig. 4. *Semi-thin section through the venom gland reservoir (Atta sexdens rubropilosa worker) with the narrow convoluted gland part without secretory cells (A) and with secretory cells (B).*

Scale bar = 100 μm .

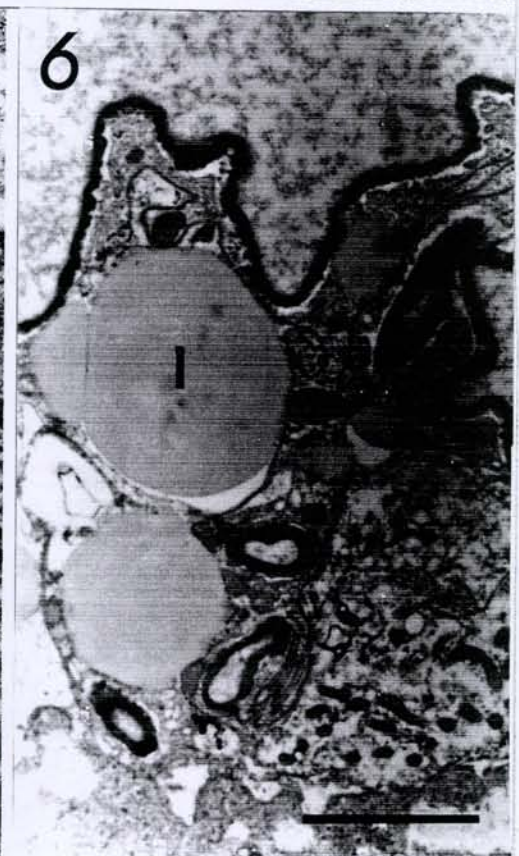
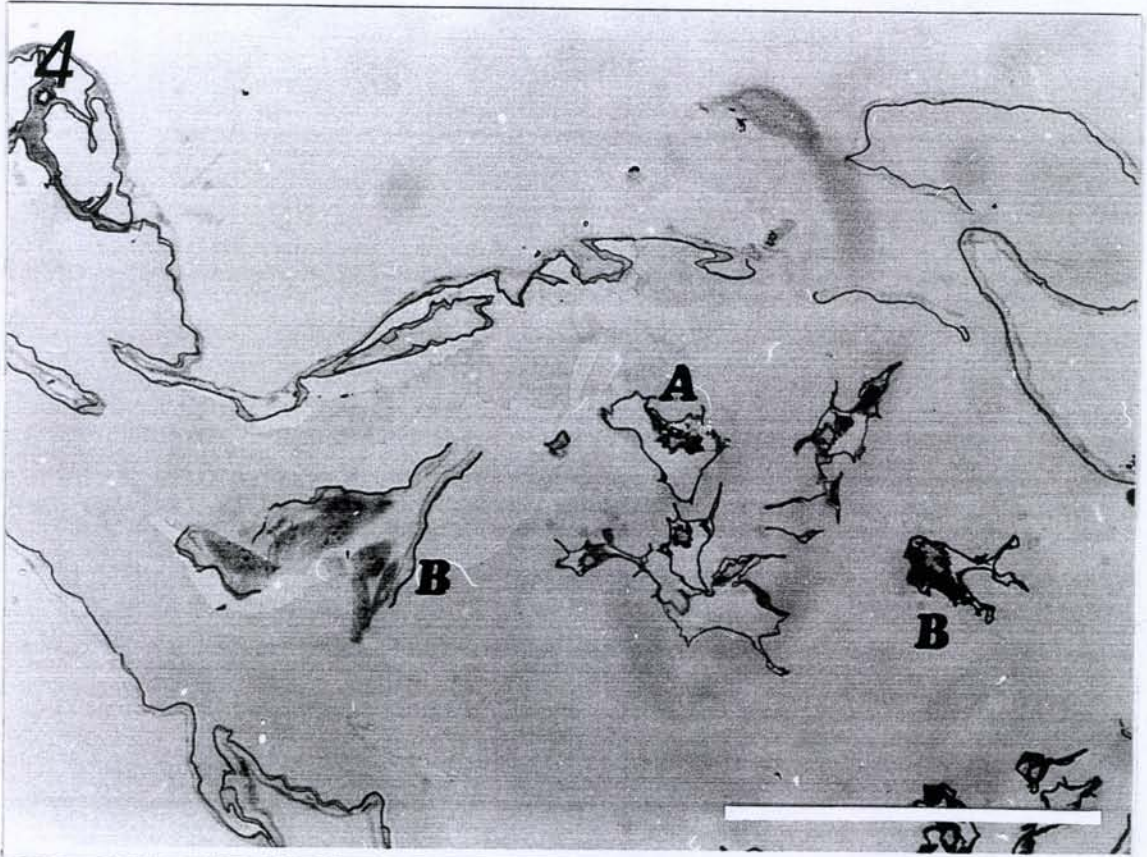
Fig. 5. La région des microvillosités de l'appareil terminal d'une cellule sécrétrice appartenant à la glande convolutive et débouchant par le ductule (d) dans le réservoir de la glande à venin (*Atta sexdens rubropilosa*, ouvrière). * = mitochondries. Echelle = 1 μm .

Fig. 5. *Microvillar lining and duct (d) in a secretory cell belonging to the convoluted gland and opening in the venom reservoir (Atta sexdens rubropilosa worker). * = mitochondria.*

Scale bar = 1 μm .

Fig. 6. Inclusions de nature lipidique (l) trouvées près d'une cellule sécrétrice de la glande convolutive (*Atta sexdens rubropilosa*, ouvrière). Echelle = 2 μm .

Fig. 6. *Lipid inclusions (l) near a secretory cell belonging to the convoluted gland (Atta sexdens rubropilosa worker). Scale bar = 2 μm .*



(1975) qui sont pourvues d'un appareil terminal intracellulaire. La rareté des corpuscules de sécrétion ne facilite certainement pas l'élaboration d'une hypothèse concernant le rôle de ces cellules. Pourtant, l'abondance de mitochondries dans leur cytoplasme indique une activité métabolique assez intense. La rareté de citernes d'ergastoplasme dans ces cellules sécrétrices indique probablement une activité sécrétrice différente de celle de production d'une sécrétion riche en protéines, ce qui ne signifie pas l'absence d'enzymes. Chez toute une série de fourmis avec la présence d'une activité enzymatique, comme *Paraponera clavata* (Hermann et Blum, 1966) et/ou avec une sécrétion riche en protéines, les cellules qui contiennent un ergastoplasme développé sont surtout trouvées dans les filaments libres.

La position anatomique de la partie bulbeuse de la glande convolutive ne peut pas encore être expliquée. Il semblerait qu'au cours de l'évolution de la glande à venin une séparation bien établie soit apparue entre les cellules sécrétrices du filament libre ramifié et celles de la glande convolutive bulbeuse. Chez les *Myrmica*, par exemple, la partie non-sécrétrice de la glande convolutive peut atteindre une longueur de plus ou moins 3 millimètres. La fraction produite par les filaments doit donc d'abord traverser ce long canal avant d'entrer en contact avec la seconde fraction, originaire de la glande convolutive bulbeuse.

Une deuxième explication pour la différenciation d'une glande convolutive pourrait être la formation d'une couche protectrice chimique, afin d'éviter l'auto-intoxication de l'insecte. Dans ce cas, on pourrait se demander pourquoi les abeilles et les bourdons ne possèdent pas de glande convolutive (Robertson, 1968) dans le réservoir de leur glande à venin.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier M. Bazire et T. Della Lucia pour les colonies de *Atta sexdens*, E. Smets pour la mise à notre disposition de l'équipement pour préparation des échantillons pour la microscopie électronique à balayage (MEB), J. Cillis pour l'aide technique concernant la MEB, D. Corstjens pour la préparation des coupes fines et F. Griese pour les corrections linguistiques du manuscrit. Nous remercions le I.W.O.N.L. belge pour le support financier à la réalisation de notre recherche.

REFERENCES

- Blum M.S. et H.R. Hermann, 1969. The hymenopterous poison gland : probable functions of the main glandular elements. *J. Georgia Entomol. Soc.*, 4,23-28.
- Forel A., 1878. Der Giftapparat und die Analdrüsen der Ameisen. *Z. wiss. Zool.*, 30, 28-66.
- Hermann H.R., 1969. The hymenopterous poison apparatus : evolutionary trends in three closely related subfamilies of ants (Hymenoptera : Formicidae). *J. Georgia Entomol. Soc.*, 4,123-141.
- Hermann H.R., 1984. Elaboration and reduction of the venom apparatus in aculeate Hymenoptera. In : *Defensive Mechanisms in Social Insects* (H.R. Hermann, Ed.), Praeger, New York, p. 201-243.
- Hermann H.R. et M.S. Blum, 1966. The morphology and histology of the hymenopterous poison apparatus. I. *Paraponera clavata* (Formicidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 59, 397-409.
- Hermann H.R., J.C. Moser et A.N. Hunt, 1970. The hymenopterous poison apparatus. X. Morphological and behavioral changes in *Atta texana* (Hymenoptera : Formicidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 63, 1552-1558.
- Janet C., 1902. Anatomie du gaster de la *Myrmica rubra*. (G. Carré et C. Naud, Eds.) (Paris).

- Quennedey A., 1975. Morphology of exocrine glands producing pheromones and defensive substances in subsocial and social insects. *Proc. Symp. I.U.S.S.I., Dijon 1975*, 1-21.
- Robertson P.L., 1968. A morphological and functional study of the venom apparatus in representatives of some major groups of Hymenoptera. *Aust. J. Zool.*, 16, 133-166.
- Schoeters E. et J. Billen, 1990. Morphology of the venom gland in relation to worker size in leaf-cutting ants (Formicidae, Attini). *Actes Coll. Insectes Soc.*, 6, 249-252.