



HAL
open science

Les glandes exocrines mâle et femelle de *Pseudaletia unipuncta* Haw. (Lepidoptera, Noctuidae) et leur rôle dans le comportement précopulatoire des deux sexes

Jean-Pierre Farine

► To cite this version:

Jean-Pierre Farine. Les glandes exocrines mâle et femelle de *Pseudaletia unipuncta* Haw. (Lepidoptera, Noctuidae) et leur rôle dans le comportement précopulatoire des deux sexes. *Agronomie*, 1982, 2 (5), pp.459-468. hal-00884405

HAL Id: hal-00884405

<https://hal.science/hal-00884405>

Submitted on 11 May 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.

Les glandes exocrines mâle et femelle de *Pseudaletia unipuncta* Haw. (Lepidoptera, Noctuidae) et leur rôle dans le comportement précopulatoire des deux sexes

Jean-Pierre FARINE

E.R.A. du C.N.R.S. n° 231, Université de Dijon,
Laboratoire de Zoologie, 6, Bd Gabriel, F 21100 Dijon.

RÉSUMÉ

Pseudaletia unipuncta,
Glande exocrine,
Phéromone sexuelle,
Aphrodisiaque,
Comportement sexuel.

A l'image de nombreux Lépidoptères nocturnes, *Pseudaletia unipuncta* Haw. présente un comportement sexuel complexe faisant intervenir de multiples facteurs. Les glandes exocrines du mâle et de la femelle sont décrites et leur rôle lors du comportement précopulatoire est discuté.

SUMMARY

Pseudaletia unipuncta,
Exocrine gland,
Sexual pheromone,
Aphrodisiac,
Sexual behaviour.

The male and female exocrine glands of Pseudaletia unipuncta Haw. (Lepidoptera, Noctuidae) and their role in precopulatory behaviour in the two sexes

Like a great number of nocturnal Lepidoptera *Pseudaletia unipuncta* Haw. shows complex sexual behaviour, involving numerous factors. The exocrine glands of the male and the female are described and their part in precopulatory behaviour is discussed.

I. INTRODUCTION

Pseudaletia unipuncta Haw. se rencontre sur les cinq continents ; cette espèce est très commune dans les régions humides tropicales et subtropicales ainsi que dans les zones tempérées chaudes (BALACHOWSKY, 1972). En France, les adultes s'observent du mois d'avril au mois de décembre et présentent jusqu'à 3 générations par an.

Les larves sont inféodées aux Graminées et montrent une préférence marquée pour certaines céréales (blé, avoine, maïs) ; en milieu tropical, elles peuvent aussi s'attaquer au riz et à la canne à sucre.

Les noctuelles, Lépidoptères essentiellement nocturnes, utilisent pour le rapprochement des sexes des substances chimiques constituées le plus souvent par une chaîne carbonée de 10 à 16 atomes de carbone, portant une ou plusieurs doubles liaisons conjuguées ou non et en position variable. Ces composés sont soit des acétates, soit des alcools, soit des aldéhydes.

Chez de nombreux Lépidoptères, ces produits sont émis par les femelles et attirent à distance les mâles de la même espèce. Les mâles en remontant le courant d'air chargé de molécules odorantes localisent les femelles matures. Les deux sexes étant en présence, ils effectuent le plus souvent

une parade sexuelle pendant laquelle le mâle émet des substances aphrodisiaques favorisant l'accouplement.

Le grand développement du sens olfactif des insectes est utilisé depuis de nombreuses années pour les attirer vers des pièges appâtés avec différentes substances chimiques, soit pour les dénombrer ou les détruire, soit pour les mettre en contact avec des substances les rendant incapables de se reproduire.

L'utilisation des phéromones dans la lutte intégrée joue à l'heure actuelle un rôle de plus en plus important.

Dans un travail précédent, nous nous sommes efforcé d'identifier la phéromone sexuelle de *P. unipuncta* (FARINE *et al.*, 1981) : celle-ci est principalement constituée d'un mélange de plusieurs hydrocarbures insaturés à 16 carbones : hexadécanyl acétate (HDA), cis-9-hexadécényl acétate (Z_9 HDA), cis-11-hexadécényl acétate (Z_{11} HDA) et cis-11-hexadécénol (Z_{11} HDOL) ; les proportions relatives de HDA, Z_9 HDA, Z_{11} HDA et de Z_{11} HDOL étant de 8, 1, 86 et 5 p. 100.

La présente note porte essentiellement sur l'étude morphologique de la glande productrice de la phéromone de *P. unipuncta* femelle, de l'appareil glandulaire du mâle ainsi que sur la description du comportement précopulatoire chez cette espèce.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

A. Elevage

Les insectes sont élevés au laboratoire sur milieu artificiel (POITOUT & BUES, 1970, 1974).

Les élevages sont réalisés dans une pièce à une température de $26 \pm 1^\circ\text{C}$, l'hygrométrie étant de 70 à 80 p. 100 et la photophase de 17 h.

B. Etudes morphologiques

1. Histologie

Les pièces sont fixées au Bouin alcoolique, déshydratées par des alcools éthylique et butylique, puis incluses dans la paraffine. La coloration employée est le trichrome de Masson, variante de Goldner (MARTOJA & MARTOJA-PIERSON, 1967).

2. Microscopie électronique à balayage

Les pièces, préalablement disséquées, sont déshydratées puis séchées à l'étuve à 37°C . Elles sont alors métallisées sous vide et recouvertes d'une fine couche d'or.

C. Etude du comportement sexuel

Dès leur émergence, les mâles et les femelles sont placés dans une cage d'élevage ($50 \times 50 \times 50$ cm ; $26 \pm 1^\circ\text{C}$, hygrométrie 70 à 80 p. 100, photophase de 17 h). Les observations ont lieu en lumière rouge de faible intensité (2 à 3 lux), non perçue par les insectes, et les photographies sont prises au flash électronique.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

A. Morphologie de la glande à phéromone sexuelle de *P. unipuncta* femelle

Comme chez *Heliothis zea* B., *Heliothis virescens* F. et *Heliothis phloxiphaga* G. et R., la glande de *P. unipuncta* forme un anneau complet autour de l'ovipositeur (JEFFERSON *et al.*, 1978) au niveau de la membrane intersegmentaire entre les 8^e et 9^e segments abdominaux (fig. 1a), la zone ventrale étant plus développée que la zone dorsale.

L'épithélium glandulaire est composé d'une couche unicellulaire de cellules cuboïdales d'environ 8 à $12 \mu\text{m}$ d'épaisseur ; le noyau ovoïde, parfois plurilobé, est situé médialement.

L'étude ultrastructurale (FARINE, 1981) montre que la structure des cellules glandulaires de *P. unipuncta* est sensiblement identique à celle décrite chez les quelques Lépidoptères nocturnes étudiés (WAKU & SUMIMOTO, 1969 ; PERCY, 1974, 1979 ; TANAKA *et al.*, 1976 ; LALANNE-CASSOU & PERCY, 1977).

En microscopie électronique à balayage, la surface de l'ovipositeur (fig. 2a) présente un feutrage de petites soies ($10 \mu\text{m}$ de hauteur) épineuses recouvrant la zone glandulaire latérale (fig. 2b) ; les parties ventrale et dorsale de la glande montrent de nombreux replis de la membrane

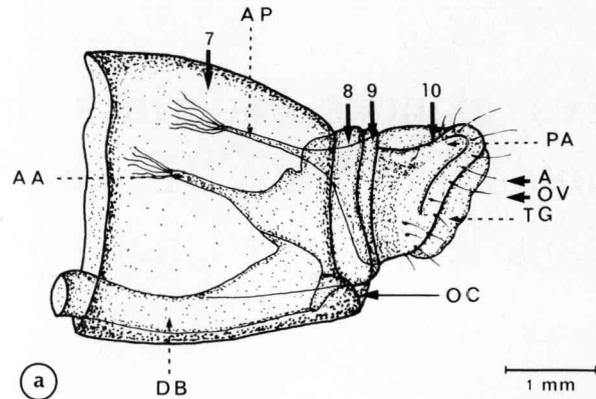
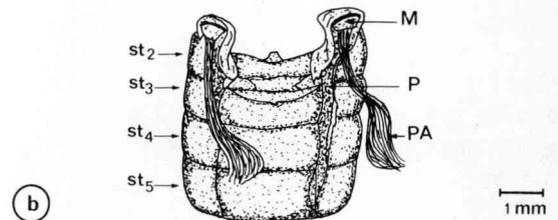


Figure 1a

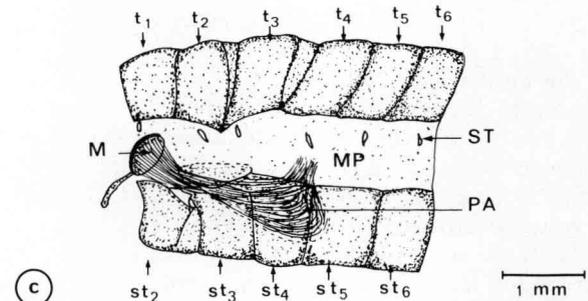
Morphologie de l'ovipositeur de *Pseudaletia unipuncta* femelle. 7, 8, 9, 10 segments abdominaux ; A, anus ; AA, apophyse antérieure du 8^e segment abdominal ; AP, apophyse postérieure des 9^e et 10^e segments abdominaux ; DB, ductus bursae ; OC, orifice copulateur ; OV, orifice de ponte ; PA, papilles anales ; TG, tissu glandulaire entourant l'oviducte à l'extrémité postérieure de l'ovipositeur (= papilles rectales).

Morphology of the ovipositor in female *Pseudaletia unipuncta*. 7, 8, 9, 10, abdominal segments ; A, anus ; AA, anterior apophysis of segment 8 ; AP, posterior apophysis of segments 9 and 10 ; DB, ductus bursae ; OC, copulatory orifice ; OV, laying orifice ; PA, papillae anales ; TG, glandular tissue surrounding the oviduct at posterior extremity of the ovipositor (= papillae anales).



1b Vue ventrale des premiers segments abdominaux : les pincesaux d'androconies (PA) s'insèrent sur des muscles (M) et sont logés dans une poche glandulaire (P) au niveau des sternites 3 à 5 (st₃ à st₅).

Ventral view of the first abdominal segments : the scent brushes (PA) are attached to muscles and are located in a glandular pocket (P) near the abdominal sternites 3 to 5 (st₃ to st₅).



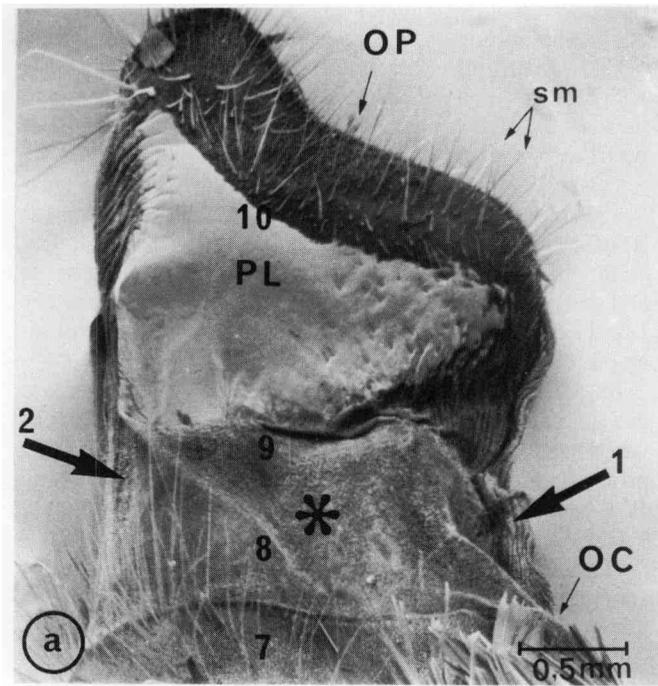
1c Vue latérale des premiers segments abdominaux : le pinceau d'androconies (PA) s'insérant sur un muscle (M) se loge dans une poche glandulaire au niveau de la membrane pleurale (MP) où s'observent les stigmates (ST) respiratoires. t₁ à t₆, tergites 1 à 6 ; st₂ à st₆, sternites 2 à 6.

Lateral view of the first abdominal segments : the scent brush (PA) attached to a muscle (M) is located in a glandular pocket near the pleural membrane (MP) where the stigmata (ST) are seen. t₁ to t₆, tergites 1 to 6 ; st₂ to st₆, sternites 2 to 6.

Figures 1b et c

Morphologie de l'appareil glandulaire de *Pseudaletia unipuncta* mâle.

Morphology of the glandular apparatus in male *Pseudaletia unipuncta*.

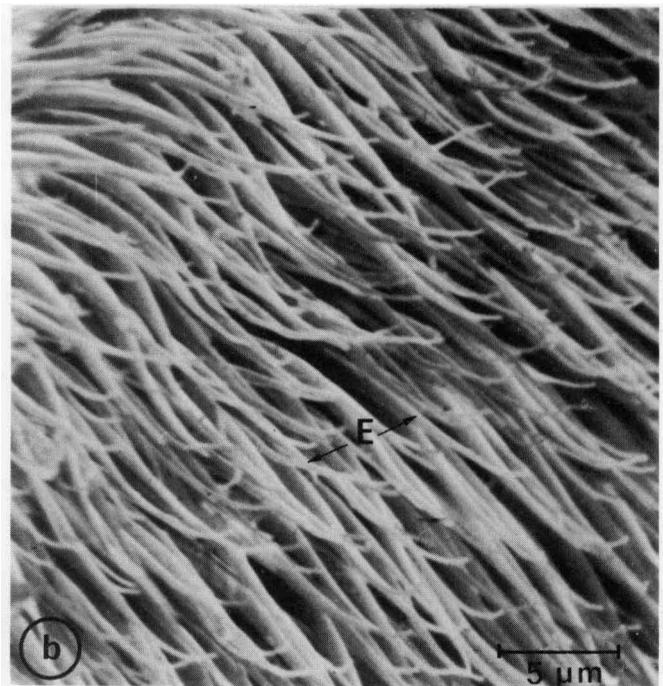


2a Organisation générale de l'ovipositeur.

OC, orifice copulateur ; OP, orifice de ponte ; PL, plaque anale ; sm, soies mécanoréceptrices ; astérisque, zone glandulaire latérale ; flèches noires, zones glandulaires ventrales (1) et dorsales (2).

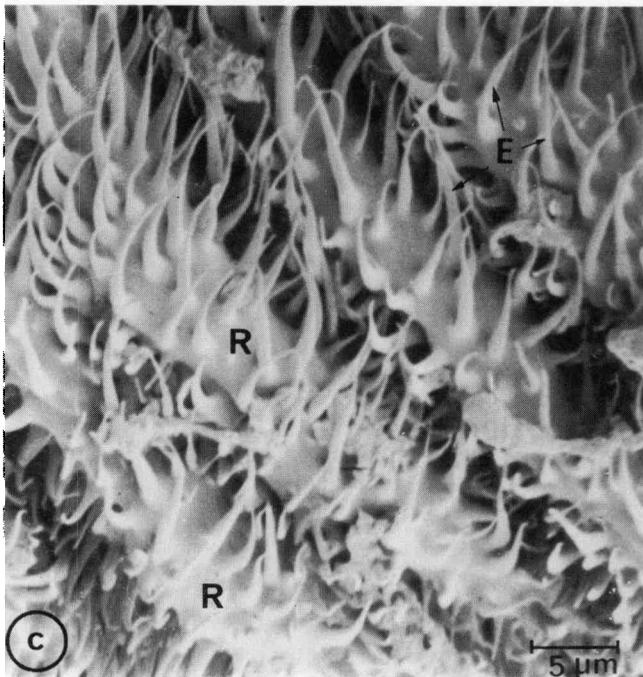
General view of the ovipositor.

OC, copulatory orifice ; OP, laying orifice ; PL, anal plate ; sm, mechanosensory bristles ; asterisk, lateral glandular area ; black arrows, ventral (1) and dorsal (2) glandular areas.



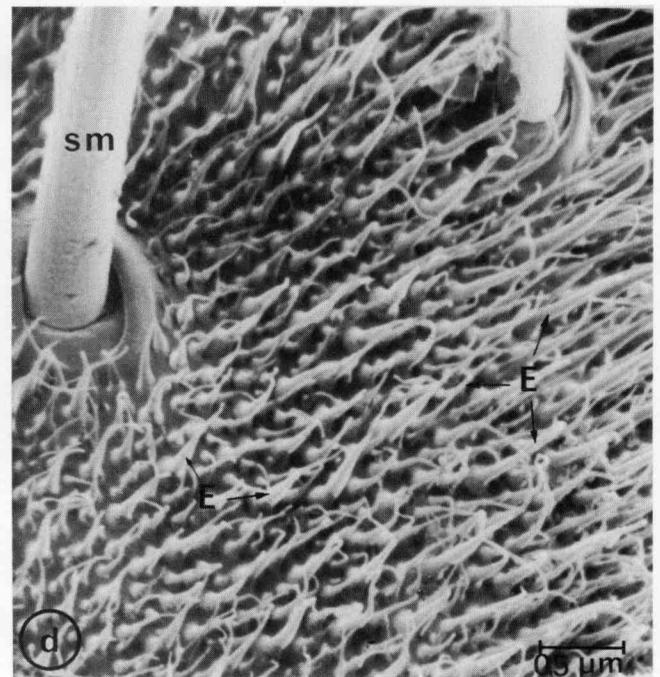
2b Détail de la zone glandulaire latérale : les expansions épicuticulaires (E) recouvrant la zone glandulaire latérale forment un véritable feutrage qui permet le stockage de la sécrétion.

Detail of the lateral glandular area : the lateral region has many epicuticular projections (= spikes) (E) hence we speculate that the role may be one of retention and conservation of the pheromone on the gland surface.



2c Détail de la zone glandulaire ventrale : la surface glandulaire est augmentée par la présence d'expansions épicuticulaires (E) et de nombreux replis de la membrane intersegmentaire (R).

Detail of the ventral glandular area : the gland surface is increased by the presence of spikes (E) and numerous folds of the intersegmental membrane (R).



2d Détail de l'extrémité postérieure de l'ovipositeur (zone non glandulaire) : au niveau des plaques anales, les expansions épicuticulaires (E) sont généralement plus hautes que celles de la zone glandulaire ; on observe également la présence de longues soies mécanoréceptrices (sm).

Detail of posterior extremity of ovipositor (non glandular area) : at the level of the anal plates, the epicuticular spikes (E) are generally higher than those of the glandular area ; long mechanosensory bristles (sm) are also seen.

Figure 2

Morphologie de l'ovipositeur de *Pseudaletia unipuncta* femelle. Microscopie électronique à balayage.

Morphology of the ovipositor in female *Pseudaletia unipuncta*. Scanning electron microscopy.

intersegmentaire, les épines y sont moins nombreuses et plus petites (5 à 6 μm) (fig. 2c). Au niveau des plaques anales (zone non glandulaire), les soies sont généralement plus hautes (20 à 25 μm) et l'on peut observer de nombreuses soies mécanoréceptrices (fig. 2d).

Les nombreux replis et épines épicuticulaires observés à la surface de l'aire glandulaire de *P. unipuncta* semblent un caractère général des Lépidoptères nocturnes possédant ce type de glande (WEATHERSTON & PERCY, 1970; KAWAKAMI & TANAKA, 1978); la sécrétion phéromonale est piégée dans ces replis qui, lors de l'éversion de la glande, peuvent servir de plaques d'évaporation augmentant ainsi la durée de diffusion de la phéromone.

B. Morphologie de l'appareil glandulaire de *P. unipuncta* mâle

L'appareil glandulaire de *P. unipuncta* mâle se caractérise par la présence d'une paire de pinceaux androconiaux situés au niveau des premiers segments abdominaux en position latéro-ventrale. Les pinceaux ou organes en brosse (2 à 5 mm de longueur) sont logés à l'intérieur d'une poche se composant d'un pli cuticulaire s'étendant du 3^e au 5^e sternite abdominal (fig. 1b, c). Les lèvres de la poche sont fortement serrées l'une contre l'autre afin de retenir les pinceaux et de limiter l'évaporation de la sécrétion. Les pinceaux sont éversibles grâce au jeu d'un « levier » dont la base triangulaire est attachée au sternite 2 par une zone moins sclérifiée, formant ainsi une sorte de « gond ». L'éversion du pinceau est produite par la contraction de

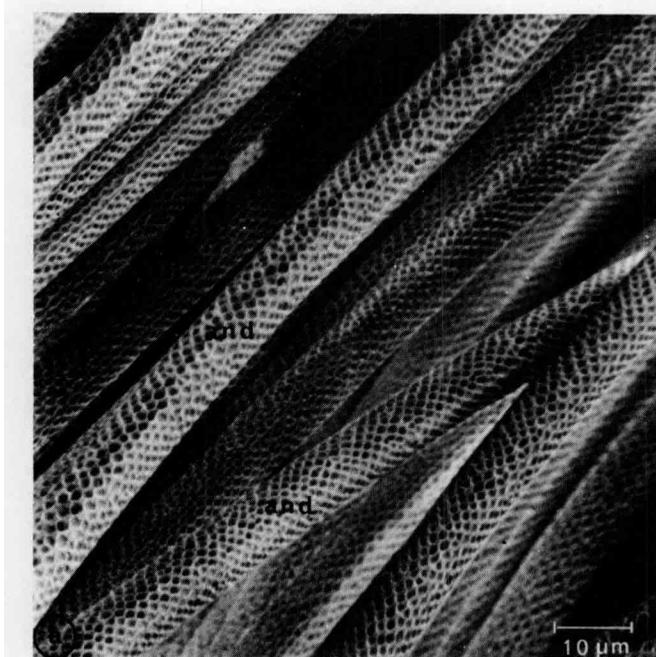
plusieurs muscles rattachés au « levier », au « gond » et à l'apodème antérieur du 3^e segment thoracique.

En microscopie électronique à balayage, les pinceaux androconiaux apparaissent constitués d'un enchevêtrement de soies à structure alvéolaire en « nid d'abeilles » (fig. 3a et b).

Les mâles de nombreuses espèces de Lépidoptères diurnes possèdent des écailles spécialisées (écailles androconiales), soit au niveau des ailes (SELLIER, 1971a et b), soit rassemblées en touffes au niveau des derniers segments abdominaux (BROWER *et al.*, 1965). Chez la plupart des Lépidoptères nocturnes, ces écailles ont une structure et un emplacement variables (VARLEY, 1962).

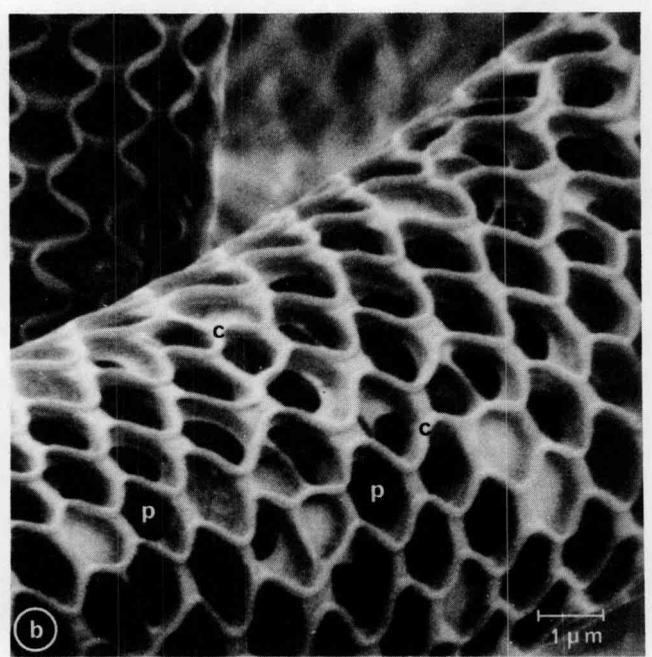
En général, chez les noctuelles, la position et la structure des pinceaux androconiaux sont comparables : les androconies sont réunies en 2 touffes localisées dans des poches peu profondes s'ouvrant entre les sternites 2 à 5, c'est le cas de *P. unipuncta*, *Mamestra brassicae* L., *Mamestra configurata* Wlk. et *Pseudaletia separata* Wlk. alors que d'autres *Noctuidae*, comme *Trichoplusia ni* Hb. ont leurs pinceaux androconiaux situés ventralement au niveau des 8^e et 9^e segments abdominaux (BIRCH, 1972a et b).

Chez *P. unipuncta*, la structure des soies androconiales est comparable à celle du sphinx *Manduca sexta* L. (GRANT & EATON, 1973) mais avec disparition des côtes longitudinales et augmentation du nombre de pores. Chaque soie, longue de 2 à 5 mm selon les individus, apparaît cylindrique (7 à 8 μm de diamètre) et creuse. La structure de ces soies joue un rôle important puisqu'elle permet le stockage des sécrétions volatiles avant que les pinceaux ne soient éversés et augmente ensuite la surface d'évaporation lors de



3a Vue générale du pinceau d'androconies : les androconies (and) sont réunies en deux touffes localisées dans les poches latéro-ventrales abdominales.

General view of the scent brush : the scent scales (and) are bound into tufts forming two brushes located ventro-laterally in abdominal pockets.



3b Détail d'une soie androconiale : les androconies, de section ronde, présentent de nombreuses côtes (c) entre lesquelles s'ouvrent une multitude de pores (p) ; une telle structure favorise l'accumulation de la substance aphrodisiaque à l'intérieur de la soie.

Detail of a scent scale : the scent scales are cylindrical and show many ribs (c) between which numerous pores (p) open ; this structure enables the aphrodisiac substance to accumulate within the scent scale.

Figure 3

Morphologie de l'appareil glandulaire de *Pseudaletia unipuncta* mâle. Microscopie électronique à balayage.

Morphology of the glandular apparatus in male *Pseudaletia unipuncta*. Scanning electron microscopy.

l'exposition des pinces à l'air. Chez les Rhopalocères, SELLIER (1971a et b) observe le même type de structure, les écailles sont cependant aplaties.

C. Rythme d'émission de la phéromone sexuelle de *P. unipuncta* femelle

Dans le but de définir précisément la période d'activité sexuelle de cette espèce, nous avons observé un lot de 30 femelles vierges âgées de 3 jours, et plus particulièrement pendant toute la durée de la scotophase (7 h en lumière rouge).

La courbe de la figure 4 montre que 5 p. 100 des femelles entrent en appel 3 h avant la fin de la scotophase ; ce pourcentage augmente brusquement 2 h plus tard pour culminer à près de 100 p. 100 dans les 10 mn précédant le lever du jour. Dès le retour de la photophase, la fréquence d'appel diminue brusquement et retombe à un niveau nul 1 heure après le lever du jour.

La période d'appel peut avoir lieu dès la 1^{re} nuit qui suit l'éclosion (5 p. 100 des femelles) mais atteint un maximum pour les femelles vierges âgées de 2 à 5 j (60 p. 100 des femelles en appel).

Le rythme d'émission de la phéromone sexuelle est sous la dépendance de divers facteurs écologiques (intensité lumineuse, température, turbulence de l'air, présence de la plante-hôte) et physiologiques (âge, rythme circadien) (SHOREY, 1976) mais correspond généralement à la maturité sexuelle de la femelle (SHOREY *et al.*, 1968) ; chez *P. unipuncta* celle-ci est atteinte 48 h environ après l'émergence et cette période coïncide avec celle où la majorité des femelles présente un comportement d'appel (2 à 4 j).

D. Rythme d'activité sexuelle du mâle

Bien qu'il puisse exister un rythme d'activité endogène (SOWER *et al.*, 1970) indépendant des facteurs externes, il

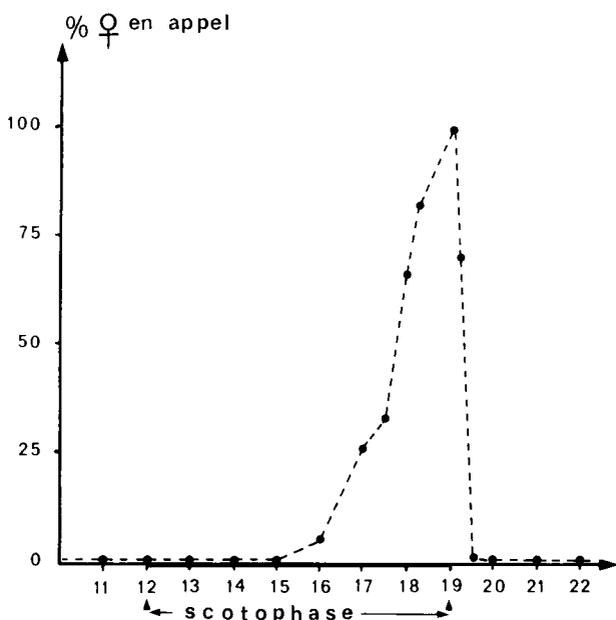


Figure 4
Rythme d'appel de *Pseudaletia unipuncta* femelle.
Circadian rhythm of female *Pseudaletia unipuncta*.

TABLEAU 1

Tests olfactométriques chez *Pseudaletia unipuncta* mâle.
Olfactory tests on male *Pseudaletia unipuncta*.

Mélanges testés	Réactions comportementales observées
100 ng de Z ₁₁ HDA	1 - 2 - 3 - 4 - 8 - 9
100 ng de HDA	1 - 2 - 3 - 5
100 ng de Z ₉ HDA	1 - 2 - 3 - 5
100 ng de Z ₁₁ HDOL	1 - 2 - 3 - 5
1 ng de Z ₁₁ HDA (90 %) HDA (10 %)	1 - 2 - 3 - 9
1 ng de Z ₁₁ HDA (87 %) HDA (10 %) Z ₁₁ HDOL (2 %)	1 - 2 - 3 - 4 - 7 - 9
1 ng de Z ₁₁ HDA (87 %) HDA (10 %) Z ₁₁ HDOL (2 %) Z ₉ HDA (1 %)	1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 9
2 ng de HDA (10 %) Z ₁₁ HDOL (2 %)	1 - 2 - 3 - 4 - 7
2 ng de HDA (10 %) Z ₁₁ HDOL (2 %) Z ₉ HDA (1 %)	1 - 2 - 3 - 4 - 6

1 : Vibration des ailes ; 2 : orientation vers la source ; 3 : nettoyages d'antennes ; 4 : remontent en vol bourdonnant vers la source ; 5 : ne remontent pas vers la source ; 6 : localisent la source ; 7 : localisent mal la source ; 8 : ne localisent pas la source ; 9 : sortie des génitalia et accouplement.

1 : Wing vibration ; 2 : turning towards the source ; 3 : cleaning of the antennae ; 4 : move towards the source with a fluttering flight ; 5 : do not move towards the source ; 6 : locate the source easily ; 7 : have trouble locating the source ; 8 : do not locate the source ; 9 : expose genitalia and mate.

semble que pour beaucoup de Lépidoptères l'état réceptif du mâle soit sous la dépendance du rythme nyctéméral (TRAYNIER, 1970 ; FATZINGER, 1973).

De nombreux tests olfactométriques à l'aide d'extraits phéromonaux femelles ont montré que les mâles de *P. unipuncta*, comme la majorité des Lépidoptères nocturnes, sont peu réceptifs pendant les 1^{res} heures de la scotophase et leur période d'activité sexuelle correspond à celle des femelles.

E. Comportement sexuel

La femelle entre en appel à la fin de la scotophase ; elle s'accroche à un support vertical, sort son ovipositeur et fait vibrer légèrement ses ailes (fig. 5a) créant ainsi un léger courant d'air qui permet une meilleure dispersion de l'attractif dans le milieu ambiant.

En aval du courant d'air, le mâle excité réagit alors selon une séquence comportementale précise : après s'être dressé sur ses pattes, il dirige ses antennes en avant ; on observe alors des nettoyages de ces dernières et des palpes labiaux ; après s'être orienté vers la source présumée le mâle prend son envol et se dirige vers la femelle d'un vol sinusoïdal et

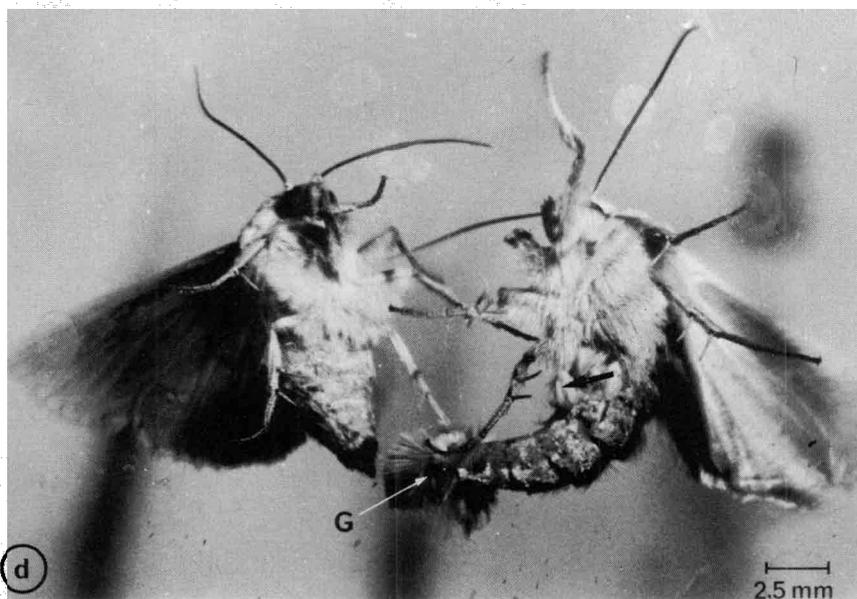
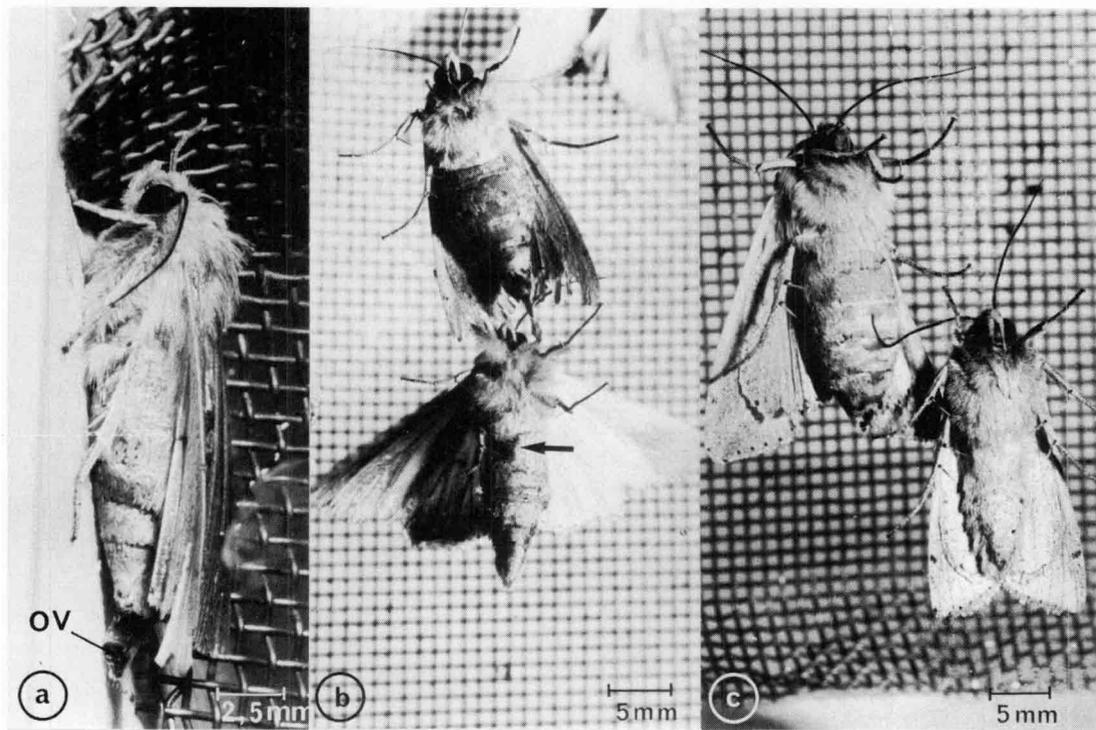


Figure 5

Comportement sexuel de *Pseudaletia unipuncta*.

La femelle entre en appel à la fin de la scotophase : elle s'accroche sur un support vertical et sort son ovipositeur (OV) (fig. a). Le mâle excité expose ses pinceaux androconiaux (flèche noire), se place sous la femelle et tâte de ses antennes l'extrémité abdominale de celle-ci (fig. b) ; il se met alors de côté (fig. c), sort ses pièces génitales (G), tord son abdomen vers celui de la femelle et tente de s'accoupler (fig. d).

Sexual behaviour of Pseudaletia unipuncta. The female secretes pheromone (calls) at the end of the night : she clings to a vertical surface and exposes her sex pheromone gland (OV) (fig. a) ; the receptive male everts his hair-pencils (black arrow), hovers below the female and touches the glandular area with his antennae (fig. b) ; he then moves to a position beside her, extrudes his genitalia (G), directs them toward her and attempts to copulates.

rapide. Arrivé à son voisinage, le mâle sort ses pinceaux androconiaux, se pose sous la femelle et tâte de ses antennes l'extrémité abdominale de celle-ci (fig. 5b) ; il se place alors de côté (fig. 5c), sort ses pièces génitales, tord son abdomen vers celui de la femelle et tente de s'accoupler (fig. 5d).

La femelle dont le rôle est souvent passif peut, dans certains cas, devenir active si le mâle posé à quelques centimètres ne répond pas à son « invitation » : tout en maintenant sa position d'appel, elle recule afin de mettre son ovipositeur en contact avec les antennes du mâle jusqu'à ce que celui-ci réagisse.

Le rôle des phéromones sexuelles dans la communication précopulatoire varie considérablement selon les espèces. La figure 6 résume les différentes phases comportementales du mâle répondant à la phéromone sexuelle émise par la femelle et en présence d'autres mâles.

ROELOFS & CARDÉ (1977) montrent que les différents constituants de la phéromone n'ont pas d'incidences équivalentes sur le comportement sexuel du mâle : les composés primaires (majoritaires) permettent l'orientation des mâles vers la source attractive à une distance importante, alors que les composés secondaires (minoritaires) sont indispensables pour provoquer une séquence comportementale complète et assurer la spécificité de l'attraction.

De nombreux tests olfactométriques ont été réalisés afin de montrer l'action des différents constituants phéromonaux sur le comportement sexuel du mâle.

Le tableau 1 résume les différentes expériences réalisées ainsi que les réactions comportementales mâles observées.

Il est nécessaire d'utiliser des concentrations voisines de 100 ng si l'on veut obtenir une réaction pour les produits isolés ; ainsi, le Z_{11} HDA, le HDA, le Z_9 HDA et le

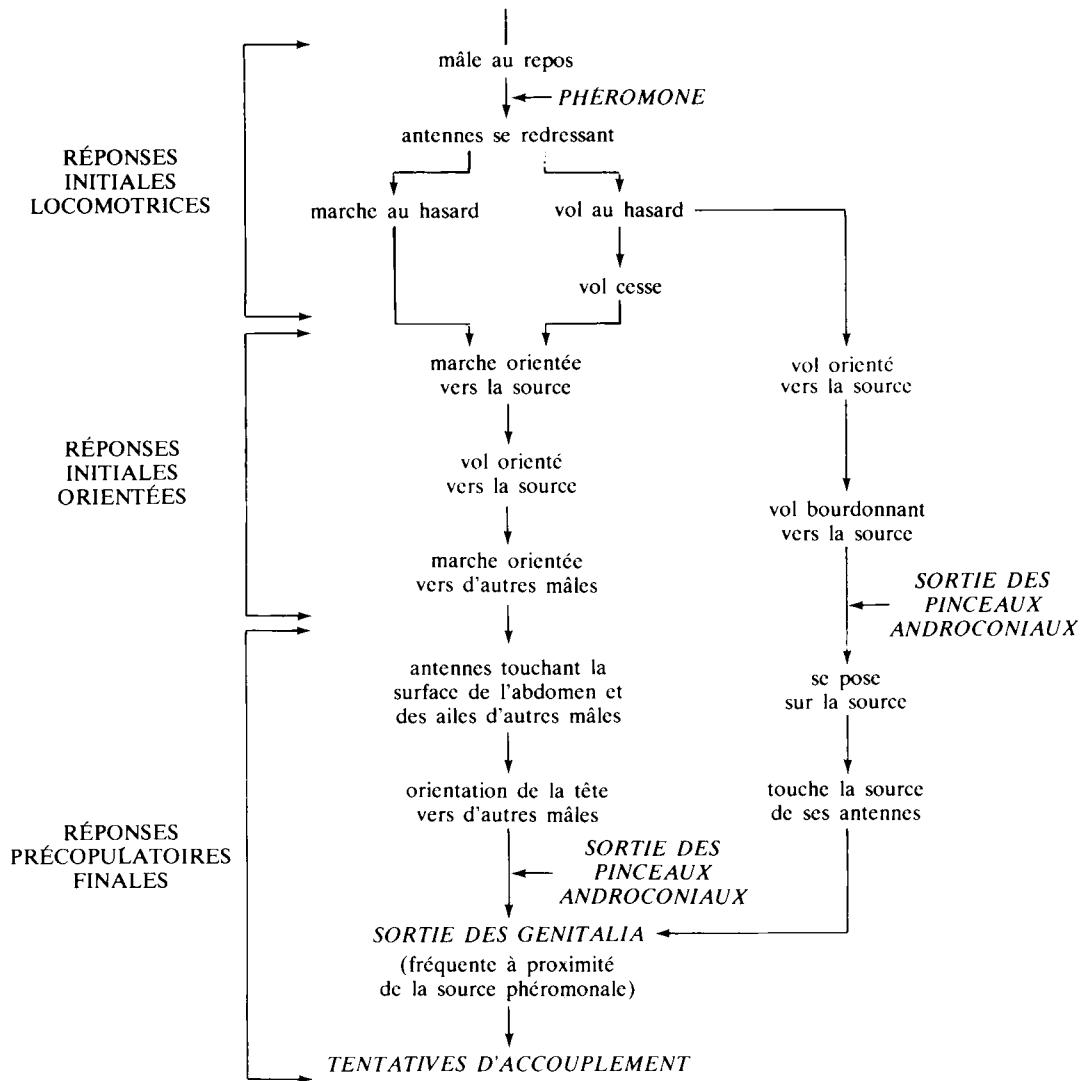


Figure 6
Séquences comportementales précopulatoires de *Pseudaletia unipuncta* mâle en réponse à la phéromone sexuelle femelle et en présence d'autres mâles.

The precopulatory behaviour sequences of male *Pseudaletia unipuncta* in response to female sex pheromone while in the presence of other males.

Z_{11} HDOL provoquent tous les comportements de nettoyage des antennes, une orientation vers la source et une vibration des ailes.

— Seul le Z_{11} HDA favorise, en plus, une remontée de 50 p. 100 des individus par un vol bourdonnant ainsi que la sortie des pièces génitales, l'insecte restant incapable de localiser la source.

— 1 ng d'une solution de Z_{11} HDA (90 p. 100) et de HDA (10 p. 100) provoque une remontée des mâles vers l'applicateur avec sortie des pièces génitales, mais les insectes ne localisent pas la source.

— 1 ng d'une solution de Z_{11} HDA (87 p. 100), de HDA (10 p. 100) et de Z_{11} HDOL (2 p. 100) induit les mêmes réactions comportementales bien que les individus montrent une localisation plus fine de la source, tournent très près (à 1 ou 2 cm), mais ne se posent jamais sur l'applicateur.

— 1 ng d'une solution de Z_{11} HDA (87 p. 100), de HDA (10 p. 100), de Z_{11} HDOL (2 p. 100) et de Z_9 HDA (1 p. 100) déclenche une séquence comportementale complète, analogue à celle obtenue avec un extrait phéromonal femelle : les mâles remontent à la source par un vol bourdonnant, la localisent et présentent des tentatives d'accouplement avec l'applicateur ou avec d'autres mâles proches de la source.

— 2 ng d'une solution de HDA (10 p. 100) et de Z_{11} HDOL (2 p. 100) induisent une remontée le plus souvent hésitante, sans vol bourdonnant et une localisation approximative de la source, l'insecte ne se pose jamais sur l'applicateur.

— 2 ng d'une solution de HDA (10 p. 100), de Z_{11} HDOL (2 p. 100) et de Z_9 HDA (1 p. 100) provoquent le même comportement que ci-dessus, mais la source est beaucoup mieux localisée.

Ces résultats olfactométriques mettent en évidence l'action des différents constituants phéromonaux sur le comportement sexuel mâle de *P. unipuncta* : ainsi, le Z_{11} HDA induit un vol bourdonnant orienté et la sortie des pièces génitales ; ce comportement nécessite cependant un pourcentage assez important de HDA ; à de faibles concentrations (1 ng), le Z_{11} HDA est inactif utilisé seul. Le Z_{11} HDOL ne semble pas avoir une action très importante, si ce n'est de permettre une bonne localisation de la source. Le Z_9 HDA est nécessaire pour obtenir une meilleure précision de cette source de phéromone.

Les aphrodisiaques sécrétés au moment de l'accouplement sont très répandus chez les insectes et agissent généralement à faible distance. *P. unipuncta*, comme de nombreux *Hadeninae*, ne présente aucun accouplement si

les pinceaux ne sont pas éversés. L'analyse en phase gazeuse (fig. 7) d'un extrait hexanique de pinceaux androconiaux de 20 mâles sexuellement mûrs (3 j) montre la présence dans la sécrétion de 2 composés principaux ayant respectivement les temps de rétention du benzaldéhyde (85 p. 100 de la sécrétion) et de l'alcool benzylique (15 p. 100 de la sécrétion). Le benzaldéhyde, composé majoritaire de l'aphrodisiaque, favoriserait l'accouplement en empêchant la fuite de la femelle. APLIN & BIRCH (1968) suggèrent l'hypothèse selon laquelle ce composé pourrait agir en tant que répulsif sur les mâles rivaux, mais le fait que les mâles de Lépidoptères n'émettent l'aphrodisiaque qu'au contact d'une femelle rend cette supposition peu probable. Ce rôle inhibiteur des aphrodisiaques a été mis en évidence chez *P. unipuncta* par HIRAI & SHOREY (1978), bien que leurs expériences demanderaient à être complétées : lors de nos études en olfactométrie nous n'avons jamais observé de tels résultats et, de plus, il n'est pas rare, en cage d'élevage, de voir 3 ou 4 mâles tenter de s'accoupler à une même femelle déjà « in copula ».

IV. CONCLUSION

Peu d'études ultrastructurales sur les glandes de Lépidoptères ont été réalisées ; cependant leur morphologie apparaît très constante et la structure des organes glandulaires mâle et femelle chez *P. unipuncta* confirme ce fait.

Il y a une vingtaine d'années, l'idée de phéromone était associée à un composé unique ; des études ultérieures ont mis en évidence (TAMAKI *et al.*, 1971 ; MEIJER *et al.*, 1972 ; BAKER & CARDÉ, 1979) le rôle fondamental joué par d'autres composés présents dans la sécrétion phéromonale, même en très faible quantité et donc difficilement identifiables.

Ce travail montre la complexité de la communication chimique chez les insectes dont les différentes phases sont loin d'être toutes élucidées. Les études en olfactomètre nous ont permis de préciser qu'il ne suffisait pas d'utiliser les composés majeurs de la sécrétion pour obtenir l'accouple-

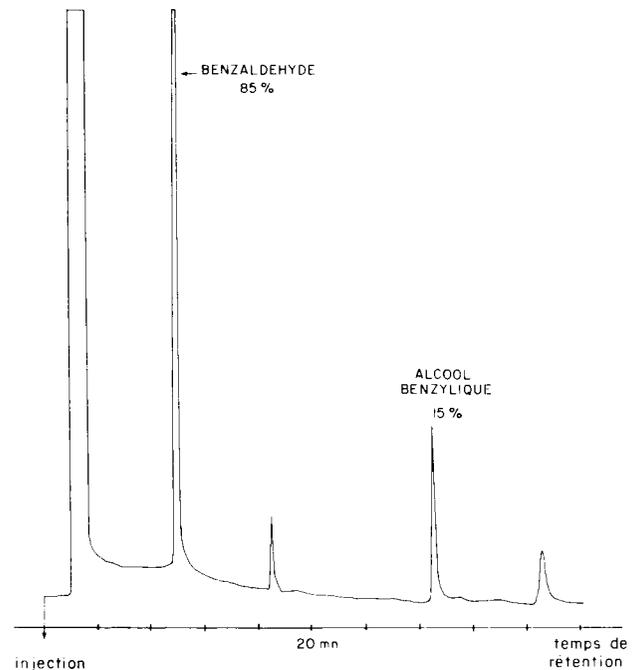


Figure 7

Analyse en chromatographie en phase gazeuse d'un extrait hexanique de 40 pinceaux androconiaux chez des mâles de *Pseudaletia unipuncta* — âgés de 3 jours — en période d'activité sexuelle.

Colonne WCOT verre 50 m ; 0,25 mm i.d. ; Carbowax 20 M ; 140 °C isotherme ; PHe : 1,5 bars.

Gas chromatography of 40 brushes taken from 3-day old male *Pseudaletia unipuncta* during their sexual activity period.

Carbowax 20 M ; 50 m × 0,25 mm glass capillary column ; 140 °C isotherm ; PHe : 1.5 bars.

ment. Chacun des composés constituant les sécrétions mâle et femelle jouent un rôle important dans les différentes séquences du comportement précopulatoire et leur proportion apparaît très importante.

Reçu le 10 avril 1981.
Accepté le 18 janvier 1982.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aplin R. T., Birch M. C., 1968. Pheromones from the abdominal brushes of male noctuid Lepidoptera. *Nature*, **217**, 1167-1168.
- Baker T. C., Cardé R. T., 1979. Analysis of pheromone-mediated behavior in male *Grapholitha molesta* (Tortricidae), the oriental fruit moth. *Environ. Entomol.*, **8**, 956-968.
- Balachowsky A. S., 1972. *Entomologie appliquée à l'agriculture*. Masson et Cie, Paris, Vol. 2 (2), 1345-1354.
- Birch M. C., 1972a. Male abdominal brush-organs in British noctuid moths and their value as a taxonomic character. Part I. *Entomologist*, **105**, 185-205.
- Birch M. C., 1972b. Male abdominal brush-organs in British noctuid moths and their value as a taxonomic character. Part II. *Entomologist*, **105**, 233-244.
- Brower L. P., Brower J. V. Z., Cranston F. P., 1965. Courtship behavior of the queen butterfly *Danaus gilippus berenice*. *Zoologica*, **50**, 1-39.
- Farine J. P., 1981. *La phéromone sexuelle de Pseudaletia unipuncta (Lepidoptera, Noctuidae) : composition chimique, rôle des différents constituants dans le comportement sexuel ; isolement interspécifique*. Thèse de Doctorat de 3^e cycle, Université de Dijon, 116 p.
- Farine J. P., Frérot B., Isart J., 1981. Facteurs d'isolement chimique dans la sécrétion phéromonale de deux noctuelles Hadeninae : *Mamestra brassicae* et *Pseudaletia unipuncta*. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **292** (sér. III), 101-104.
- Fatzinger C. W., 1973. Circadian rhythmicity of sex pheromone release by *Dioryctria abietella* (Pyrilidae) and the effect of day light cycle on its precopulatory behavior. *Ann. entomol. Soc. Am.*, **66**, 1147-1153.
- Grant G. G., Eaton J. L., 1973. Scent brushes of the male tobacco hornworm *Manduca sexta* (Sphingidae). *Ann. entomol. Soc. Am.*, **66**, 901-904.
- Hirai K., Shorey H. H., 1978. Competition among courting male moths : male-to-male inhibitory pheromone. *Science*, **202**, 644-645.
- Jefferson R. N., Shorey H. H., Rubin R. E., 1968. Sex pheromones of noctuid moths. XVI. The morphology of the sex pheromone glands of eight species. *Ann. entomol. Soc. Am.*, **61**, 861-865.
- Kawakami T., Tanaka K., 1978. Surface structure of the alluring gland in the eri-silkmoth, *Philosomia cynthia ricini* (Saturniidae). *Appl. Entomol. Zool.*, **13**, 12-17.

- Lalanne-Cassou B., Percy J.**, 1977. Ultrastructure of sex pheromone gland cells in *Lobesia botrana* (Olethreutidae). *Can. J. Zool.*, **55**, 672-680.
- Martoja R., Martoja-Pierson M.**, 1967. *Initiation aux techniques de l'histologie animale*. Masson et Cie, Ed., Paris, 345 pp.
- Meijer G. M., Ritter F. J., Persoons C. J., Minks A. K., Voerman S.**, 1972. Sex pheromones of summer fruit tortrix moth, *Adoxophyes orana*: two synergistic isomers. *Science*, **175**, 1469-1470.
- Percy J.**, 1974. Ultrastructure of sex pheromone gland cells and cuticle before and during release of pheromone in female eastern spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Tortricidae). *Can. J. Zool.*, **52**, 695-705.
- Percy J.**, 1979. Development and ultrastructure of sex-pheromone gland cells in females of the cabbage looper moth, *Trichoplusia ni* (Noctuidae). *Can. J. Zool.*, **57**, 220-236.
- Poitout S., Buès R.**, 1970. Elevage de plusieurs espèces de Lépidoptères Noctuidae sur milieu artificiel riche et sur milieu artificiel simplifié. *Ann. Zool. Ecol. anim.*, **2**, 79-91.
- Poitout S., Buès R.**, 1974. Elevage de chenilles de 28 espèces de Lépidoptères Noctuidae et de 2 espèces d'Arctiidae sur milieu artificiel simple. Particularités de l'élevage selon les espèces. *Ann. Zool. Ecol. anim.*, **6**, 431-441.
- Roelofs W. L., Cardé R. T.**, 1977. Response of Lepidoptera to synthetic sex pheromone chemicals and their analogues. *Annu. Rev. Entomol.*, **22**, 377-405.
- Sellier R.**, 1971a. Données sur les apports de la microscopie électronique à balayage pour l'étude ultrastructurale des écailles alaires chez les Lépidoptères diurnes. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **273** (D), 2097-2100.
- Sellier R.**, 1971b. Etude morphologique en microscopie électronique à balayage de quelques types d'androconies alaires chez les Lépidoptères diurnes. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **273** (D), 2550-2553.
- Shorey H. H.**, 1976. *Animal communication by pheromones*. Academic Press, New York.
- Shorey H. H., Mc Farland S. U., Gaston L. K.**, 1968. Sex pheromone of noctuid moths. XIII. Changes in pheromone quantity as related to reproductive age and mating history in females of seven species of Noctuidae. *Ann. entomol. Soc. Am.*, **61**, 372-376.
- Sower L. L., Shorey H. H., Gaston L. K.**, 1970. Sex pheromone of noctuid moths. XXI. Light: dark cycle regulation and light inhibition of sex pheromone release by females of *Trichoplusia ni*. *Ann. entomol. Soc. Am.*, **63**, 1090-1092.
- Tamaki Y., Noguchi H., Yushima T., Hirano C.**, 1971. Two sex pheromones of the smaller tea tortrix: isolation, identification, synthesis. *Appl. Entomol. Zool.*, **6**, 139-141.
- Tanaka K., Kawakami T., Takeda H.**, 1976. Fine structure of the alluring gland in *Philosamia cynthia ricini* (Saturniidae). *Jpn. J. appl. Entomol. Zool.*, **20**, 92-100.
- Traynier R. M. M.**, 1970. Sexual behavior of the mediterranean flour moth, *Anagasta kühniella*: some influences of age, photoperiod and light intensity. *Can. Entomol.*, **97**, 1002-1007.
- Varley G. C.**, 1962. A plea for a new look at Lepidoptera with reference to the scent distributing organs of male moths. *Trans. Soc. Brit. Entomol.*, **15**, 29-40.
- Waku Y., Sumimoto K.**, 1969. Ultrastructure and secretory mechanism of the alluring gland cell in the silkworm, *Bombyx mori*. *Appl. Entomol. Zool.*, **4**, 135-146.
- Weatherston J., Percy J. E.**, 1970. Studies of physiologically active arthropod secretions. IV. Topography of the sex pheromone-producing gland of the eastern spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Tortricidae). *Can. J. Zool.*, **48**, 569.