



HAL
open science

Perturbations dans la reproduction de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lépidoptère Pyralidae), induites par la présence de la phéromone sexuelle de synthèse en conditions de laboratoire

Jacques Pierre Stockel, Jean-Claude Meymerit

► To cite this version:

Jacques Pierre Stockel, Jean-Claude Meymerit. Perturbations dans la reproduction de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lépidoptère Pyralidae), induites par la présence de la phéromone sexuelle de synthèse en conditions de laboratoire. *Agronomie*, 1981, 1 (6), pp.449-454. hal-00884279

HAL Id: hal-00884279

<https://hal.science/hal-00884279>

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.

Perturbations dans la reproduction de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lépidoptère *Pyralidae*), induites par la présence de la phéromone sexuelle de synthèse en conditions de laboratoire.

Jacques Pierre STOCKEL

avec la collaboration technique de Jean-Claude MEYMERIT

I.N.R.A. Station de Zoologie, Centre de Recherches de Bordeaux, F 33140 Pont de la Maye.

RÉSUMÉ

Pyrale du maïs,
Ostrinia nubilalis,
Confusion sexuelle,
Conditions climatiques,
Ponte,
Taux d'accouplement,
Phéromone synthétique
Diffusion de phéromone,
Fertilité.

Des mâles et des femelles vierges d'*Ostrinia nubilalis* Hb. sont encagés en présence de diffuseurs de caoutchouc imprégnés par la phéromone sexuelle synthétique : mélange 97 : 3 des isomères Z (cis) et E (trans) de l'acétoxy-1 tétradécène-11, afin d'étudier son rôle sur le comportement reproducteur de cette espèce. Une diffusion moyenne de 350 ng/h dans 20 m³ entraîne une nette diminution du pouvoir reproducteur des mâles (taux et fréquence des accouplements) et une certaine réduction du dépôt des œufs fertiles par les femelles inséminées. L'utilisation pratique de ces résultats dans l'optique de la lutte par confusion sexuelle contre cet insecte est discutée.

SUMMARY

European corn borer,
Ostrinia nubilalis,
Mating disruption,
Climatic conditions,
Oviposition,
Mating frequency,
Synthetic pheromone,
Pheromone release,
Fertility rate.

Disturbance in reproduction of european corn borer, Ostrinia nubilalis Hb. (Lepidoptera pyralidae), by pheromone atmosphere in laboratory conditions

Virgin males and females of *Ostrinia nubilalis* Hb. are incaged with rubber septa dispensers impregnated with the synthetic sex pheromone Z:E-97:311 tetradecenyl acetate in view to study its influence on the reproductive behaviour of this insect.

The mean release of 350 ng per hour in a 20 m³ room involves a clear decrease of reproductive ability of males (rate and frequency of mating) and a non negligible decrease of fertile eggs laying by inseminated females. Practical use of these results in view of mating disruption method to control this pest is discussed.

INTRODUCTION

Après l'identification par KLUN & BRINDLEY (1970) puis KLUN & ROBINSON (1970) de l'acétoxy-1 tétradécène-11 Z (Z-11 TDA) comme attractif sexuel des mâles de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* Hb.), les premiers essais de lutte par confusion sexuelle contre cet insecte en conditions naturelles ont été réalisés avec succès par KLUN *et al.* (1975) à l'aide de l'isomère géométriquement opposé de la phéromone E-11 TDA.

Grâce à l'obtention d'une quantité relativement importante de Z-11 TDA (synthèse réalisée par le Laboratoire des médiateurs chimiques de l'I.N.R.A.), nous avons pu effectuer, en 1976 et 1977, des expérimentations sur l'utilisation de cette méthode dans les conditions de la nature (STOCKEL & ANGLADE, 1977 ; STOCKEL & SUREAU, 1977).

Les résultats se sont avérés encourageants. Nous avons ainsi obtenu :

— d'une part la désorientation totale des mâles sauvages au cours de leur quête sexuelle,

— d'autre part une diminution sensible des potentialités sexuelles (nombre d'accouplements et (ou) efficacité des inséminations) pour des mâles d'élevage encagés dans le même environnement phéromonal.

La conséquence agronomique observée fut la diminution d'environ 60 p. 100 de la population sous cages (pontes et chenilles) et une diminution de la population naturelle d'autant plus élevée que la superficie de la zone traitée était plus grande.

Il paraissait intéressant de compléter de telles études en conditions naturelles par une expérimentation, en condi-

tions contrôlées du laboratoire, sur des insectes d'élevage afin de comprendre le mécanisme d'action de doses élevées de phéromone sur le comportement reproducteur de cet insecte.

I. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les insectes qui sont fournis par l'élevage sur milieu synthétique au laboratoire (MEYMERIT, 1981) proviennent d'une souche indigène récoltée en 1977, à Preignac (Gironde). Chaque année, l'élevage est régénéré par l'apport d'individus nouveaux capturés dans la même loca-

lité. Ces pyrales correspondent à la race géographique dont les mâles répondent à la composition isomérique Z/E = 97:3 de l'acétoxy-1 tétradécène-11, comme nous avons pu le préciser dans un essai antérieur de piégeage sexuel en conditions naturelles (STOCKEL & MEYMERIT, 1978).

L'expérimentation a lieu en chambre climatisée, en conditions constantes de température (20 °C) et d'humidité relative (80-90 p. 100), pour une photopériode de 16 h de jour. Les insectes vierges âgés de 24 à 48 h sont groupés dans des enceintes grillagées de taille et modèles différents (tabl. 1) munies de pondoirs (lames de papier sulfurisé) disposés verticalement, soit en présence soit en absence de diffuseurs de phéromone dans les chambres climatisées.

TABLEAU 1

Conditions expérimentales de chacun des essais
Experimental conditions in each of the 2 tests

Essai	Groupement des insectes	Type de cage	Quantité de phéromone	Volume sous ambiance phéromonale
I	2 mâles 1 femelle	Cagette 7 × 7 × 9 cm	3,6 g	20 m ³
II	33 mâles 33 femelles	Cage 30 × 40 × 30 cm	3,6 g	20 m ³

La phéromone utilisée, mélange isomérique du 11 TDA dans la proportion Z/E = 97:3, est répartie dans 36 diffuseurs de caoutchouc (bouchons de tube à allergie LEUNE) chargés unitairement de 100 mg. Ces diffuseurs sont pesés, avant chargement puis chaque semaine, afin de déterminer la diffusion de phéromone par la mesure de la perte pondérale.

Deux essais ont été réalisés successivement dans des conditions expérimentales légèrement différentes décrites ci-dessous :

Essai n° 1 :

Les insectes sont groupés par trios (2 mâles et 1 femelle) dans des cagettes grillagées (7 × 7 × 9 cm) disposées sur des plateaux dans deux chambres climatisées séparées (traitée-témoin). L'ambiance phéromonale est assurée par la répartition des 36 diffuseurs entre et autour des cagettes (fig. 1).

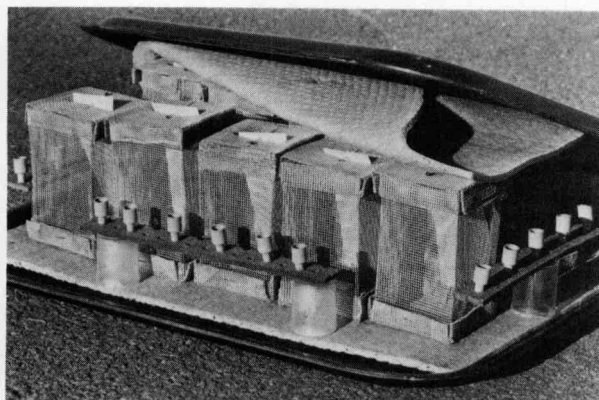


Figure 1
Dispositif expérimental d'élevage utilisé pour l'essai n° 1.
Experimental apparatus used for the first bioassay.

Essai n° 2 :

Les insectes sont groupés par 33 couples dans des cages de pontes utilisées pour l'élevage de masse de l'insecte au laboratoire (30 × 40 × 30 cm) et disposées comme précédemment dans les 2 chambres climatisées séparées (fig. 2).



Figure 2
Dispositif expérimental d'élevage utilisé pour l'essai n° 2.
Experimental apparatus used for the second bioassay.

Dans tous les cas, les œufs furent dénombrés tous les 2 et 3 j. Les pontes étaient alors placées à 25 °C et 90 p. 100 H.R. afin de préciser, 7 à 8 j plus tard, le taux de fertilité déterminé par l'apparition du stade « tête noire » dans les œufs.

En outre, la mortalité des insectes était notée chaque jour et les femelles mortes étaient disséquées en vue d'apprécier le taux d'insémination par le nombre de spermatophores présents dans leur bourse copulatrice.

II. RÉSULTATS

A) Diffusion de phéromone

La mesure de la perte pondérale représentée graphiquement (fig. 3) indique que la diffusion est très comparable pendant toute la durée de l'expérience dans les 2 essais. La diffusion moyenne est respectivement de :

— 8,073 mg/j soit 336 ng/h pour l'essai n° 1,

— 9,031 mg/j soit 376 ng/h pour l'essai n° 2

ce qui correspond à une diffusion moyenne d'environ 10 ng/h par diffuseur pour chaque essai.

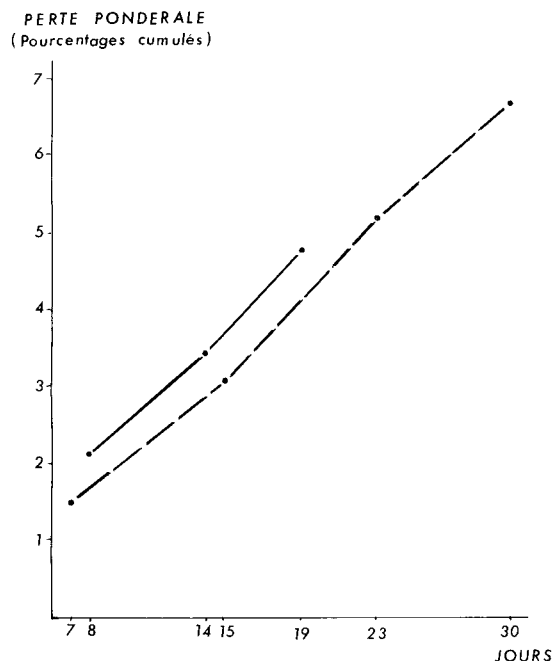


Figure 3

Diffusion de la phéromone évaluée par la perte pondérale des diffuseurs de caoutchouc (trait plein 1^{er} essai, trait discontinu 2^e essai).

Diffusion of pheromone calculated by weight loss of rubber releasers (continuous line : 1st bioassay, discontinuous line : 2nd bioassay).

B) Pouvoir reproducteur du mâle d'*O. nubilalis*

a) Taux d'accouplement

Pour l'ensemble des 2 essais, il y eut 100 femelles « témoins » contre 99 « traitées » (phéromone). Les résultats des dissections : nombre de femelles inséminées et, chez ces dernières, nombre de spermatophores trouvés dans leur bourse copulatrice sont représentés dans le tableau 2.

Dans chacun des 2 essais, quel que soit le lot considéré, il apparaît un pourcentage de femelles non inséminées. Comme nous remarquerons que ce pourcentage de non-accouplement est toujours plus élevé chez les femelles « traitées » (R2) que chez les femelles « témoins » (R1), il nous semble possible d'en attribuer la différence (R2-R1) pour chaque essai à l'effet de l'ambiance phéromonale sur le pouvoir copulateur des mâles.

D'une manière globale, la réduction d'accouplement est, dans ces conditions, voisine de 65 p. 100.

b) Fréquence des accouplements

Le pouvoir reproducteur des mâles peut aussi s'exprimer par la fréquence des accouplements chez les femelles inséminées (tabl. 3).

TABLEAU 3

Influence de la présence de phéromone sur la fréquence des inséminations chez les femelles de pyrale du maïs
Influence of pheromone atmosphere on mating frequency

Essai	Nombre de spermatophores par femelle inséminée		
	Témoin	Traité	Différence U-Test
I	1,42	1,00	Seuil 0,05
II	1,19	1,00	N.S.
Moyenne	1,27	1,00	0,05

Quel que soit l'essai, on peut constater que si la présence de phéromone diminue sensiblement la proportion des femelles inséminées, elle empêche aussi tout accouplement multiple chez ces dernières. En revanche, il n'est pas rare

TABLEAU 2

Influence de la présence de phéromone (Z/E = 97 : 3 11-TDA) sur la réduction du taux d'accouplement
Influence of pheromone atmosphere (Z/E = 97 : 3 11-TDA) on the reduction of mating rate

Essai	Témoin					Traité (Z 11 TDA)					Réduction d'accouplement R2-R1
	Total	♀ inséminées	Total Spm	♀ non inséminées		Total	♀ inséminées	Total Spm	♀ non inséminées		
				Total	% = R1				Total	% = R2	
I	34	33	47	1	2,9	33	14	14	19	57,6	54,7 %
II	66	59	70	7	10,6	66	13	13	53	80,3	69,7 %
Total % moyen	100	92	117	8	8,0	99	27	27	72	72,7	64,7 %

de rencontrer des femelles inséminées 2 et même 3 fois chez les femelles témoins (fig. 4).

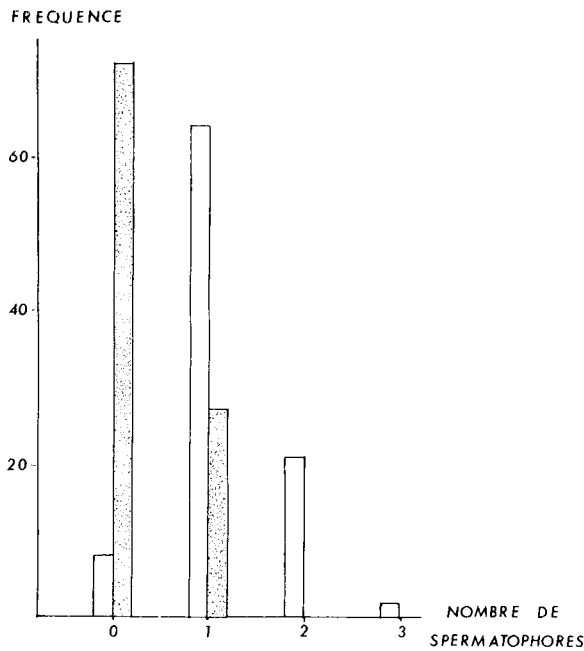


Figure 4
Distribution de toutes les femelles selon la fréquence des accouplements (gris : phéromone, blanc : témoin).
Distribution of all females according to mating frequency (grey : pheromone, white : control).

C) La fécondité

a) La fécondité moyenne par femelle (tabl. 4) paraît fortement affectée, de manière globale pour l'ensemble des 2 essais, par la présence de phéromone. La moyenne de ponte qui est de 125,6 œufs par femelle est abaissée à 38,3 en ambiance phéromonale, soit à 33 p. 100 environ. L'analyse réalisée sur les pontes des seules femelles individualisées (essai n° 1) confirme l'importance de cette différence (P-0,001). Il faut remarquer que cette différence provient à la fois du plus grand nombre de femelles non inséminées (ne pondant pas ou seulement des œufs stériles) et aussi d'un plus grand nombre de femelles faiblement pondueuses et d'un faible effectif de femelles fortement pondueuses (fig. 5).

b) La fécondité par femelle selon son état sexuel

Compte tenu des observations signalées plus haut, une étude plus fine semblait nécessaire. Elle fut réalisée sur les pontes des femelles individualisées du 1^{er} essai.

Quel que soit le lot « témoin » ou « traité », les résultats (tabl. 5) montrent qu'il existe seulement 3 catégories de femelles inséminées pondueuses :

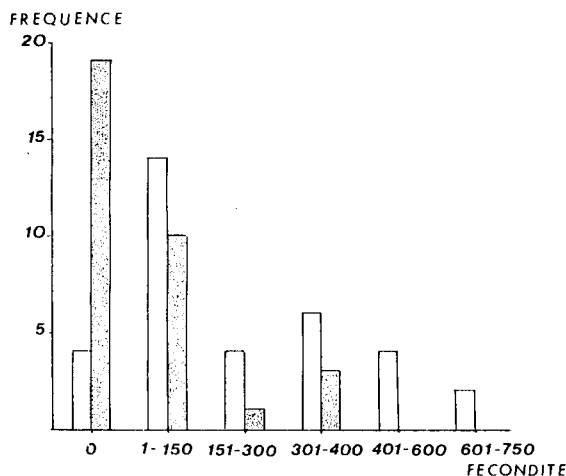
- 1) Femelles pondant seulement des œufs fertiles ;
- 2) Femelles pondant seulement des œufs stériles ;
- 3) Femelles pondant des œufs fertiles et des œufs stériles.

A cela il faut ajouter que certaines femelles vierges peuvent déposer un nombre d'œufs stériles non négligeable.

TABLEAU 4

Influence globale de l'ambiance phéromonale sur la fécondité d'*O. nubilalis*
General influence of pheromone atmosphere on oviposition of *O. nubilalis*

Essai		Nombre de femelles	Total œufs pondus	Ponte moyenne par femelle	Signification (U-Test)
I	Témoin	34	7 485	220,1	0,001
	Traité	33	2 185	66,2	
II	Témoin	66	5 073	76,9	—
	Traité	66	1 158	17,5	
Total	Témoin	100	12 558	125,6	—
	Traité	99	3 343	33,8	



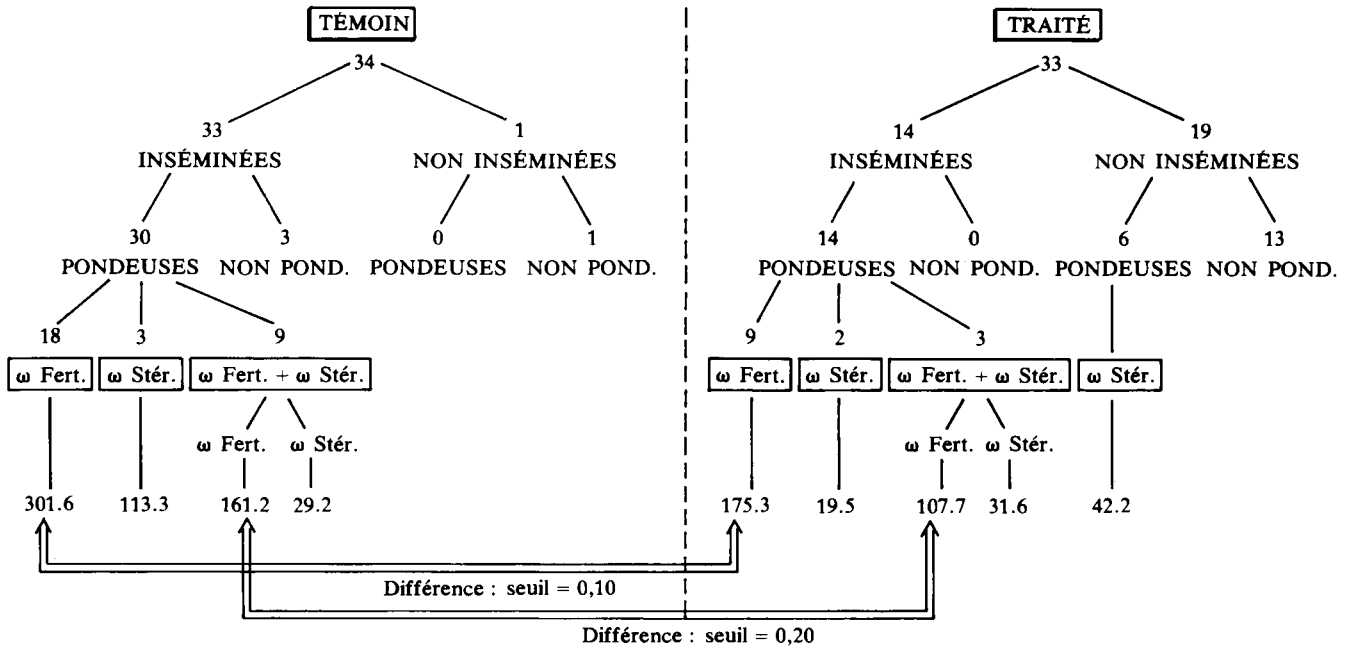
Étant donné la faiblesse des effectifs de femelles réparties dans ces diverses catégories, nous n'avons comparé que les pontes fertiles des femelles de la 1^{re} et de la 3^e catégories, en présence et en absence de phéromone.

Les différences pour ces 2 catégories de femelles ne sont significatives qu'aux seuils respectifs de 10 et 20 p. 100. Elles ne peuvent donc qu'indiquer une tendance commune à un effet réducteur du dépôt d'œufs fertiles par les femelles placées en ambiance phéromonale.

Figure 5
Distribution des femelles de l'essai n° 1 selon leur fécondité (gris : phéromone, blanc : témoin).
Distribution of the first data females according to their oviposition rate (grey : pheromone, white : control).

TABLEAU 5

Influence de l'ambiance phéromonale sur la ponte des femelles du premier essai
(ω = œufs, Fert. = fertile, Stér. = stérile)
Influence of pheromone atmosphere on first bioassay female oviposition
(ω = eggs, Fert. = fertile, Ster. = sterile)



Ainsi, la phéromone agirait aussi sur la physiologie même de la femelle au niveau du processus de la fécondation et (ou) de celui de l'émission d'œufs.

D) La longévité des femelles

Bien que pour chacun des 2 essais, quel que soit le traitement, les mâles paraissent mourir généralement avant les femelles, nous n'avons enregistré que la mortalité de ces dernières.

Il est clair (tabl. 6) que, dans le 1^{er} essai, l'ambiance phéromonale a considérablement allongé la durée de vie moyenne des femelles. Deux raisons peuvent en être la cause :

— les femelles vierges d'*O. nubilalis* vivraient plus longtemps que les femelles inséminées pondueuses et nous venons de voir que l'ambiance phéromonale diminue les taux d'accouplements ;

— la présence de phéromone entraînerait, seulement chez certaines femelles, un retard à l'accouplement qui aurait pour effet de prolonger d'autant leur durée de vie.

Dans le 2^e essai en revanche, cet allongement n'apparaît plus significatif mais les conditions expérimentales y sont différentes, en particulier par le groupement des insectes par 33 couples.

TABLEAU 6

Influence de l'ambiance phéromonale sur la longévité des femelles
Influence of pheromone atmosphere on longevity of females

Essai	Durée de vie des femelles (jours) Témoin	Durée de vie des femelles (jours) Traité	Signification de la différence (U-Test)
I	10,21	14,21	0,001
II	10,76	10,92	NS

IV. DISCUSSION. CONCLUSION

Dans les conditions expérimentales décrites, une diffusion moyenne de 350 ng/h pour 20 m³ de Z-11 TDA entraîne une diminution importante du pouvoir reproducteur des mâles d'*O. nubilalis*. Leur aptitude à copuler diminue d'environ 65 p. 100, surtout dans le cas d'insectes groupés. Cela se traduit inévitablement par une diminution importante de la fécondité totale des femelles.

Comme on observe par ailleurs une certaine diminution des pontes fertiles chez les femelles inséminées en présence de phéromone, il est vraisemblable que cette dernière n'agit pas seulement sur la physiologie sexuelle du mâle mais aussi sur celle de la femelle.

Cette hypothèse serait confirmée par la tendance à une augmentation générale de la durée de vie des femelles soumises à la phéromone. Ceci peut être dû soit à une augmentation du pourcentage de femelles restant vierges et vivant plus longtemps que les autres, comme nous avons pu le vérifier par ailleurs sur un autre insecte (STOCKEL, 1973), soit à un retard à l'accouplement et, par suite, à la ponte comme l'ont observé ROEHRICH & CARLES (1977) sur *Lobesia botrana* Schiff.

Quoi qu'il en soit, c'est la descendance potentielle de l'insecte en ambiance phéromonale qui constitue le résultat pratique de cette étude, c'est-à-dire le nombre d'œufs fertiles déposés par l'ensemble des femelles présentes. Ainsi, en dépit de conditions expérimentales différentes dans chacun des 2 essais, il apparaît que le nombre moyen d'œufs fertiles pondus par femelle diminue sensiblement de 106,5 à 22,3 en ambiance de phéromone. Cela se traduit alors par une réduction du nombre moyen d'œufs fertiles par femelle de l'ordre de 80 p. 100 (tabl. 7).

Ces résultats de laboratoire confirment et permettent d'expliquer ceux que nous avons obtenus en conditions naturelles sous cages (STOCKEL & SUREAU, 1977).

Nous n'avons pas rapporté dans cette note les résultats dans le même sens d'un essai précédent portant sur une

TABLEAU 7

Influence générale de l'ambiance phéromonale sur la descendance potentielle d'O. nubilalis
General influence of pheromone atmosphere on potential progeny of O. nubilalis

Essai		Nombre total œufs fertiles	Nombre total de femelles	Nombre moyen d'œufs fertiles/femelle	% de réduction du nombre ω fertiles/ Ω
I	Témoin	6 881	34	202,4	72,2
	Traité	1 862	33	56,4	
II	Témoin	3 766	66	57,1	90,9
	Traité	342	66	5,2	
Total	Témoin	10 647	100	106,5	79,1
	Traité	2 204	99	22,3	

centaine de femelles, car les conditions expérimentales dues au confinement (double enceinte) furent dans l'ensemble défavorables à la ponte, masquant ainsi en partie l'effet dû à la phéromone.

Il sera nécessaire toutefois de poursuivre cette étude de laboratoire afin de préciser la relation « dose de phéromone-réduction des accouplements ». Une telle étude pourra être conduite en diffusiomètre, appareil conçu et réalisé pour des essais biologiques de ce type par CARLES *et al.* (1979).

Pour aussi incomplets qu'ils soient, ces résultats de laboratoire confirment nos observations antérieures dans les conditions de la nature. En rejoignant ceux de ROEHRICH & CARLES (1977) sur *Lobesia botrana*, ils permettent de mieux cerner les limites de l'application pratique de la confusion sexuelle comme méthode de lutte contre les insectes. Il est clair, en effet, que si la rencontre des sexes se produit tout de même en ambiance de phéromone, les

autres séquences de la reproduction peuvent se dérouler presque normalement assurant ainsi la survie de l'espèce. Une telle méthode de lutte est donc limitée et il semble qu'elle ne pourra jamais être utilisée seule mais en complément d'une technique de lutte classique.

Reçu le 12 janvier 1981.
 Accepté le 20 février 1981.

REMERCIEMENTS

Nous remercions M. C. DESCOINS du Laboratoire des médiateurs chimiques de l'I.N.R.A. pour nous avoir procuré la phéromone ainsi que MM. P. ANGLADE et R. ROEHRICH pour leurs conseils dans la discussion des résultats et la rédaction de cette note, enfin J. P. CARLES pour les photographies.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Carles J. P., Fleurat Lessard F., Roehrich R., 1979. Un appareil pour les essais biologiques de comportement de Lépidoptères exposés à des doses élevées d'attractif sexuel. *Biol. Comport.*, **4**, 205-217.
- Klun J. A., Brindley T. A., 1970. Cis-11-tetradecenyl acetate, a sex stimulant of the European Corn Borer. *J. econ. Entomol.*, **63**, 779-780.
- Klun J. A., Robinson J. F., 1970. Inhibition of the European Corn Borer mating by cis-11-tetradecenyl acetate, a borer sex stimulant. *J. econ. Entomol.* **63**, 1281-1283.
- Klun J. A., Chapman O. L., Mattes K. C., Beroza M., 1975. European Corn Borer and Redbanded Leafroller: Disruption of reproduction behaviour. *Environ. Entomol.*, **4**, 871-876.
- Meymerit J. C., 1981. Technique d'élevage de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lép. Pyralidae), sur milieu artificiel pour l'obtention programmée d'adultes vierges. *Cahiers de liaison de l'O.P.I.E.* (sous presse).
- Roehrich R., Carles J. P., 1977. Perturbations dans la reproduction de *Lobesia botrana* Schiff. (Lepidoptera Tortricidae) induites par la présence de la phéromone sexuelle de synthèse. *C.R. Acad. Sci.*, Paris (D), **285**, 237-239.
- Stockel J., 1973. *Influence des relations sexuelles et du milieu trophique de l'adulte sur la reproduction de Sitotroga cerealella* Oliv. (Lép. Gelechiidae); *conséquences écologiques*. Thèse Docteur-Ingénieur n° 3, Univ. de Tours, 175 p.
- Stockel J., Anglade P., 1977. Influence de la concentration en isomères *cis* et *trans* dans la phéromone sexuelle d'*Ostrinia nubilalis* Hb. sur le comportement d'orientation de cette espèce et sur celui de *Pyrausta aurata* Sc. *C.R. Acad. Sci.*, Paris (D), **85**, 61-64.
- Stockel J., Meymerit J. C., 1978. Premières observations de l'étude éco-éthologique de la pyrale du maïs en vue de l'utilisation de la méthode de confusion sexuelle contre cet insecte en conditions naturelles. In « *Les phéromones sexuelles des insectes et les médiateurs chimiques* ». Antibes, nov. 1978, Publ. I.N.R.A., 61-63.
- Stockel J., Sureau F., 1977. Seconde année d'essais de lutte par confusion sexuelle contre *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lép. Pyralidae) dans les conditions naturelles. In « *Les phéromones sexuelles des Insectes* ». Avignon, oct. 1977, Publ. I.N.R.A., 151-157.