



HAL
open science

Signification et limites du piégeage sexuel de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lepid. Pyralidae) : recherche d'une relation entre captures de mâles et niveau de population

J. Stöckel

► **To cite this version:**

J. Stöckel. Signification et limites du piégeage sexuel de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lepid. Pyralidae) : recherche d'une relation entre captures de mâles et niveau de population. *Agronomie*, 1984, 4 (7), pp.597-602. hal-02725290

HAL Id: hal-02725290

<https://hal.inrae.fr/hal-02725290v1>

Submitted on 2 Jun 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.

Signification et limites du piégeage sexuel de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lépid. *Pyralidae*) : recherche d'une relation entre captures de mâles et niveau de population

Jacques STOCKEL

avec la collaboration technique de Françoise SUREAU & Jean-Paul CARLES

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

RÉSUMÉ

L'auteur étudie la corrélation entre les dénombrements de mâles de pyrale au piège sexuel et les nombres de chenilles présentes dans les tiges de maïs au voisinage des pièges à la récolte. Dans les 2 situations géographiques où ont eu lieu les observations, une telle corrélation existe : elle est positive dans le marais poitevin où le niveau de population se situe en dessous de 0,75 chenille par plante ; elle est, en revanche, négative en Beauce où la population se situe au-dessus du seuil de 2,6 chenilles par plante. L'utilisation de ces résultats pour la détermination du risque de nuisibilité de l'insecte est discutée.

Mots clés additionnels : *Pheromone synthétique, nuisibilité, niveau de population.*

SUMMARY

Limitations of pheromone traps for monitoring populations of the European corn borer Ostrinia nubilalis Hb. (Lepid. Pyralidae) : correlation between the number of males trapped and the level of the larval population.

The author studied the correlation between the number of male *Ostrinia nubilalis* caught in pheromone traps and the number of larvae, at harvest, in stems of maize close to the traps. The correlation was positive at Marais Poitevin where the population remained below 0.75 larvae per plant, but negative in Beauce, where the population was above the threshold of 2.6 larvae per plant.

Practical uses of this data to predict when crops are most at risk to this pest are discussed.

Additional key words : *Synthetic pheromone, sex trapping, injuriousness, population level.*

I. INTRODUCTION

Une extension géographique des infestations de pyrale du maïs s'observe d'année en année dans de nombreuses régions françaises aujourd'hui largement envahies (DOUSSEAU, 1982) et la lutte s'impose. Toute stratégie de lutte contre ce ravageur implique, dans une région donnée, l'évaluation préalable du risque de chute de rendement puis la prévision de la date d'intervention.

Le risque d'une baisse de rendement consécutif à une attaque d'*Ostrinia nubilalis* Hb. constitue le seuil de nuisibilité de l'insecte. Des zones à risque ont ainsi été définies par l'évaluation des populations larvaires à l'automne précédent et on a pu établir ainsi de manière empirique un seuil provisoire (compris entre 0,8 et 1,2 chenille par plante) au-delà duquel apparaît

un tel risque (ANGLADE *et al.*, 1966). Cependant, compte tenu du facteur de multiplication de l'espèce, l'utilisation prévisionnelle de ce seuil présente des limites et il est en général admis que dès 0,5 chenille par plante il y a un risque pour les cultures l'année suivante (de la MESSELIÈRE, 1982). Cela explique qu'on ait recherché d'autres techniques d'estimation comme par exemple le dénombrement estival des plantes présentant au moins une attaque (de la MESSELIÈRE, 1982) ou le contrôle des pontes dans l'année en cours (DERRIDJ, 1982, STENGEL, 1982).

La prévision de la date d'intervention fait appel à des techniques différentes. Citons, en particulier, l'élevage et le suivi des émergences de papillons sous cage, la sommation thermique, l'observation de la phénologie du maïs ou le piégeage sexuel des mâles (de la MESSELIÈRE, 1982).

En raison d'un manque de moyens évident en matériel et en personnel, l'emploi simultané de toutes les techniques disponibles à l'un ou à l'autre de ces niveaux prévisionnels ne peut être envisagé raisonnablement dans toutes les zones de culture du maïs. En outre, certaines d'entre elles, comme les sommations thermiques ou le piégeage sexuel, ont été parfois jugées décevantes par les avertisseurs du fait de leur imprécision (de la MESSELIÈRE, 1982).

Pourtant, depuis l'identification par KLUN & BRINDLEY (1970) de l'acétoxy-1-tétradécène 11 Z (Z 11 tda) comme principal attractif des mâles de pyrale, puis la synthèse de ce composé, nombreux sont ceux qui avaient pensé utiliser facilement les données du piégeage sexuel, non seulement pour la prévision de la date de l'intervention chimique mais aussi pour la décision de cette intervention.

Or, bien souvent ces espoirs ont été déçus. Il n'est pas rare en effet d'enregistrer de fortes infestations après un faible piégeage sexuel et *vice versa* (DURAND, comm. pers.). La pyrale du maïs ne constitue d'ailleurs pas un cas isolé à cet égard ; citons, par exemple, celui de *Lobesia botrana* Den. & Schiff. pour laquelle, en Suisse romande, des populations larvaires estimées à 1 250 et 17 550 chenilles de 1^{re} génération à l'ha peuvent correspondre respectivement à 226 et 82 papillons mâles capturés au cours du 2^e vol (ROEHRICH & SCHMID, 1979). Sur ce même insecte, BESSON & JOLY (1978) observent en France une absence totale de correspondance entre les captures de mâles au cours du 1^{er} vol et le nombre moyen de chenilles par grappe. Pire encore, ces auteurs notent même que ce nombre peut varier du simple au double pour des captures identiques au piège sexuel dans des parcelles voisines.

Dans ces conditions, comment relier directement les résultats du piégeage sexuel à l'évolution de l'insecte dans la nature pour *O. nubilalis*? Il convenait d'abord de s'assurer que les pyrales françaises correspondent bien à une même race géographique ou « phérotypique » (STOCKEL & de la MESSELIÈRE, 1983) puis d'améliorer la technique même du piégeage de cet insecte (STOCKEL, 1980, 1981).

Les observations rapportées ici ne proviennent pas d'une expérimentation conduite précisément dans le but de rechercher une éventuelle liaison entre les captures de mâles et le niveau de population. Elles sont le fruit d'une réflexion effectuée lors de l'examen des résultats d'une étude plus générale, réalisée entre 1980 et 1982 avec le concours de différents organismes, sur la variabilité intraspécifique d'*O. nubilalis* en France (STOCKEL & de la MESSELIÈRE, 1983). A cette occasion, nous avons donc recherché dans 2 régions, connues jusqu'ici pour présenter des niveaux différents de risque, si le piégeage sexuel pouvait apporter des informations à ce sujet. On s'est attaché, en particulier, à étudier la relation entre les captures cumulées de mâles jusqu'à la fin du 1^{er} vol et les dénombrements larvaires à l'automne.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Compte tenu des raisons qui viennent d'être évoquées, les observations proviennent non pas d'une seule mais de 2 années consécutives au cours desquel-

les un piégeage sexuel fut réalisé dans plusieurs localités des 2 régions à mais suivantes : Beauce, zone à risque élevé (1980), Marais poitevin, zone à risque faible (1981).

Un protocole de piégeage fut proposé et suivi par tous les expérimentateurs afin de rendre les résultats comparables. Ce protocole est voisin de celui qui est habituellement utilisé par les avertisseurs à l'échelle de la parcelle :

Le piège type I.N.R.A. (STOCKEL, 1977) est disposé à partir du 15 mai, volets ouverts, dans un champ de maïs non traité, au niveau du 2^e rang. La hauteur du piège suit le développement de la plante entre 0,80 et 1,80 m (STOCKEL, 1980). Chaque piège est appâté à l'aide d'une capsule de caoutchouc (bouchon de tube à allergie, Ets LEUNE, France), chargée de 100 µg d'un mélange des isomères Z et E de l'acétoxy-1-tétradécène 11 (Z-11 tda et E-11 tda) dans la proportion 97 : 3 (STOCKEL & ANGLADE, 1977) et de 1 000 µg d'acétate de tétradécanyle, dont la présence dans la phéromone naturelle des pyrales de l'Iowa a été mise en évidence par KLUN & JUNK (1977). La capsule attractive est enfin suspendue au moyen d'un fil de fer en S, au centre du piège et à 2 cm environ au-dessus de la glu, afin d'éviter un éventuel effet répulsif produit par l'interaction entre phéromone et glu (Mc LEOD & STARRAT, 1978).

Les dénombrements de mâles ont lieu 2 fois par semaine ; l'attractif et la plaquette engluée sont renouvelés tous les 15 jours.

Les dénombrements de chenilles furent effectués peu avant la récolte du maïs (début octobre), à partir de 100 plantes (4 × 25) prélevées dans chaque parcelle de piégeage et aussitôt disséquées.

III. RÉSULTATS

Les observations portent sur 4 localités en Beauce et 5 dans le Marais poitevin. Les tableaux 1 et 2 rassemblent les dénombrements effectués au cours des 2 années (captures et estimation des nombres de chenilles par plante).

Parallèlement, nous avons représenté sur les figures 1 et 2 les conditions climatiques relatives aux 2 périodes de captures envisagées. Ces données proviennent respectivement des postes météorologiques de Châteaudun et de Surgères qu'on peut considérer comme suffisamment représentatifs de la Beauce, d'une part, et du Marais poitevin, d'autre part.

Dans chacune de ces 2 régions nous avons étudié la corrélation entre le nombre X de mâles capturés au piège sexuel (variable indépendante) à la fin du 1^{er} vol de l'insecte (le 10 août en Marais poitevin et le 25 en Beauce) et le nombre Y de chenilles présentes dans les tiges de maïs (variable dépendante) à l'automne.

Bien que ces différents dénombrements proviennent de 2 années et de 2 régions différentes, nous avons représenté les 2 corrélations obtenues sur un même graphique (fig. 3) afin d'en faciliter les commentaires.

TABLEAU 1

Evolution des captures de mâles de pyrale au piège sexuel et nombre de chenilles par plante dans le marais poitevin en 1981.
O. nubilalis males trapped by pheromone traps and number of larvae per plant in Marais Poitevin in 1981.

Localité :		Surgères	Vouillé	Irleau	St-Laurent	Mauze
Captures cumulées de mâles	10 juillet	77	66	8	9	29
	20 juillet	115	98	8	10	61
	30 juillet	173	156	18	15	91
	10 août	186	170	54	19	103
Chenilles % plantes		74	64	3	6	17

TABLEAU 2

Evolution des captures de mâles de pyrale au piège sexuel et nombre de chenilles par plante en Beauce en 1980.
O. nubilalis males captured by pheromone traps and number of larvae per plant in Beauce (1980).

Localité :		Broué	Douavillé	Boigneville	Maisons
Captures cumulées de mâles	11 juillet	33	57	127	26
	22 juillet	44	120	233	95
	29 juillet	67	160	282	131
	12 août	132	230	326	185
	19 août	148	246	354	189
	25 août	171	250	358	189
Chenilles % plantes		708	460	260	650

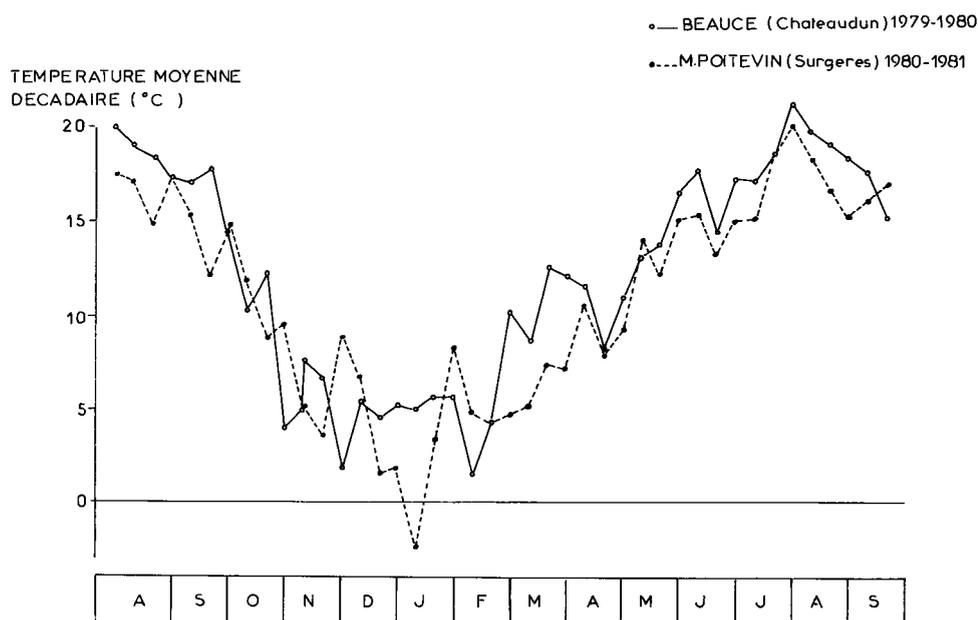


Figure 1

Evolution de la température moyenne décadaire relative aux deux séries d'observations.

Average temperature per 10-day period at the two observation sites.

□ BEAUCE (Chateaudun) 1979-1980
 ■ MARAIS POITEVIN (Le Magneraud) 1980-1981

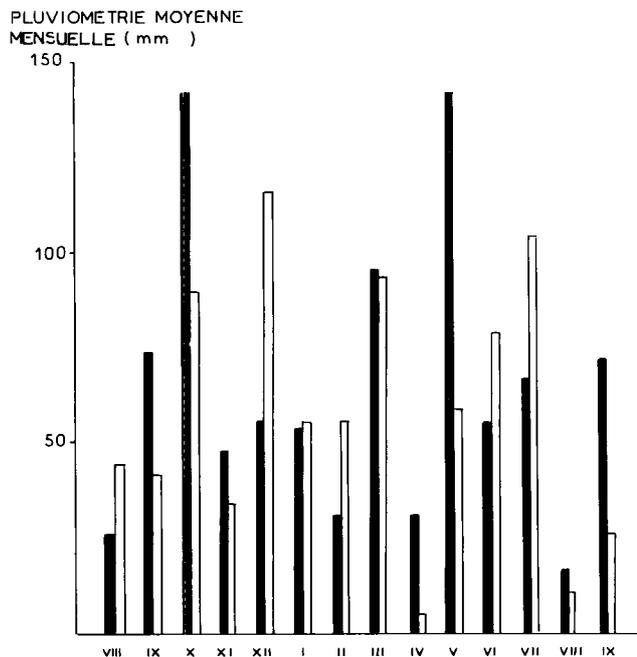


Figure 2
 Evolution de la pluviométrie moyenne mensuelle relative aux deux séries d'observations.
 Average monthly rainfall at the two observation sites.

IV. DISCUSSION

De tels résultats ne peuvent présenter qu'une valeur scientifique relative puisqu'ils sont issus d'un seul dénombrement des captures par localité ; l'absence de répétition ne permet donc pas d'apprécier et de tenir compte de la variabilité individuelle des pièges, laquelle n'est probablement pas négligeable. Cependant, il faut reconnaître la difficulté pour l'évaluation d'un tel paramètre. Si une certaine variabilité des captures est vraisemblable selon les niveaux de population de différentes localités, on peut penser qu'à l'intérieur d'une localité ou d'une parcelle la multiplication des pièges peut entraîner soit un effet de compétition entre ces derniers, soit l'attraction de mâles depuis des zones éloignées (STOCKEL & SUREAU, 1981).

Quoi qu'il en soit, le dispositif expérimental utilisé illustre assez bien les conditions d'emploi d'une méthode habituellement employée par les avertisseurs pour la pyrale du maïs (de la MESSELIÈRE, 1981).

Les résultats exposés ici doivent donc être considérés comme un exemple simple d'utilisation de la méthode pour l'acquisition éventuelle d'information sur l'appréciation du risque en vue de la décision éventuelle de l'intervention chimique.

Dans le Marais poitevin, zone considérée, au moins jusqu'en 1981, sans risque élevé d'attaque de pyrales, nous trouvons cette année-là une corrélation Y_1 positive et significative entre les captures cumulées

jusqu'à la fin du 1^{er} vol et les dénombrements de chenilles :

$$Y_1 = - 14,42 + 0,44 X$$

(coeff. corr. = 0,951, P = 0,02) (fig. 3) .

Il faut souligner que cette corrélation est déjà significative (P = 0,02) dès la fin du stade cornet du maïs (10 juillet), stade phénologique correspondant habituellement à l'époque où doit être prise la décision d'intervenir chimiquement ou non. GRANETT (1974), chez *Porthetria dispar* L., effectuée, dans les forêts américaines, des observations analogues entre les captures sexuelles de mâles et les populations nymphales de l'insecte.

Présenté ainsi, un tel résultat semble donc indiquer que, dans cette région où le seuil de nuisibilité n'est pas atteint (0,74 chenille par plante), le piégeage sexuel pour des captures comprises entre 0 et 200 papillons environ par piège peut constituer un indice d'abondance et permettre ainsi une prévision quantitative de la population de pyrale.

Dans la Beauce en revanche, zone traditionnellement reconnue à haut risque, nous n'observons pas du tout une corrélation de ce type en 1980. Au contraire, la corrélation trouvée Y_2 est significativement négative pour une période analogue entre les 2 paramètres étudiés :

$$Y_2 = 1 095,66 - 2,38 X$$

(coeff. corr. = 0,991, P = 0,01) (fig. 3) .

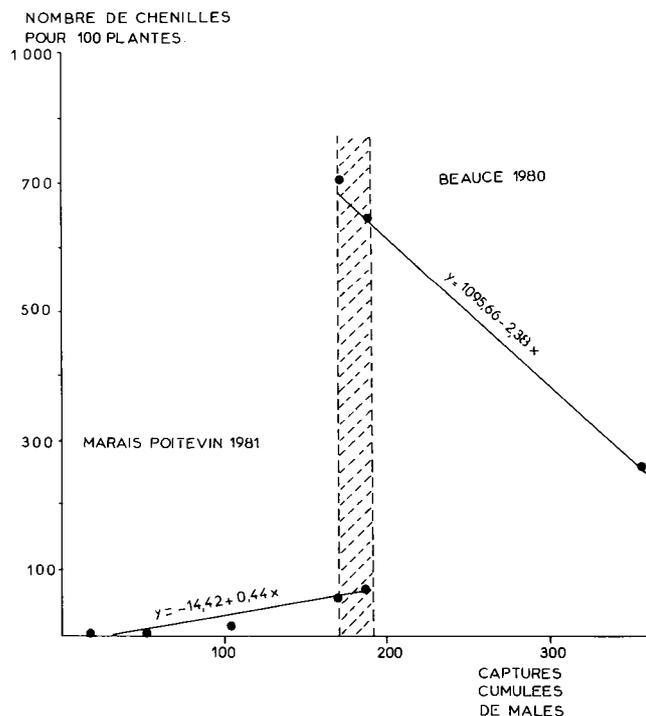


Figure 3
 Relations entre les captures de mâles au piège sexuel et les nombres moyens de chenilles pour 100 plantes à la récolte, dans chaque site.
 Hachures : plage de captures correspondant à différents niveaux de population larvaire.
 Relation between the number of sex-trapped males and the average number of larvae per 100 plants at harvest at each site.
 Hatched : common area of captures corresponding to different larval population levels.

Comme précédemment, nous remarquons que cette corrélation est déjà significative ($P = 0,04$) dès le stade cornet (22 juillet). En outre, la comparaison des régressions confirme statistiquement que les 2 droites Y_1 et Y_2 n'appartiennent pas à la même famille ($F = 71,96$, $P = 0,001$).

Bien que conforme aux observations antérieures effectuées sur ce même insecte ou sur l'eudémis ainsi que nous l'avons mentionné précédemment, un tel résultat n'en est pas moins surprenant. Pour tenter de l'expliquer, il semblait indispensable avant toute hypothèse de comparer les conditions météorologiques afférentes aux 2 périodes d'observations étudiées. Seules la température et la pluviosité susceptibles d'agir sur le développement post-embryonnaire et sur l'activité des adultes ont été prises en compte. La température moyenne décadaire relevée entre le 1^{er} août et le 30 septembre de l'année suivante (fig. 1) présente une allure très comparable au cours des 2 périodes d'activité de l'insecte : prédiapause (automne), émergence et 1^{er} vol (printemps et étés).

Dans les 2 cas, la température moyenne pendant le vol (juillet et août) est supérieure de 3,3 °C en Beauce et de 4,9 °C dans le Marais poitevin au seuil d'activité (13,9 °C) indiqué par STIRRET (1938). La seule période pendant laquelle on observe une différence plus importante (2,5 °C) apparaît au cœur de l'hiver (janvier à mars), mais comme la résistance des chenilles hivernantes aux basses températures est bien connue (BARNES & HODSON, 1956) il n'y a pas lieu de penser que ce facteur ait eu une influence sur la population estivale des mâles capturés.

Si la pluviométrie totale enregistrée pendant les mêmes périodes est supérieure d'environ 12 p. 100 (97 mm) dans le Marais poitevin, il est difficile là encore d'y voir une incidence quelconque sur les populations estivales. La différence observée provient en effet essentiellement des mois d'octobre et de mai, plus humides à proximité de l'océan qu'en Beauce (fig. 2).

Ces considérations montrent donc clairement qu'on ne peut relier *a priori* les résultats obtenus à des conditions climatiques particulières qui auraient faussé les résultats en diminuant par exemple l'attractivité au piège sexuel dans l'un des sites. On peut donc émettre 2 hypothèses explicatives de nos observations en Beauce :

— Les fortes populations observées en juillet par le piégeage auraient entraîné à cette époque des dépôts massifs d'œufs dont le développement se serait traduit par une compétition larvaire importante. On assisterait ainsi à un phénomène de « density dependent » masqué par la durée de la période (près de 3 mois) écoulée entre les captures et les dénombrements larvaires. Il est très regrettable que nous ne disposions pas d'informations quantitatives intermédiaires de la population entre les captures de mâles et les effectifs de chenilles à la récolte. Le nombre d'ooplaques par plante par exemple aurait été à cet égard très utile pour confirmer ou infirmer cette 1^{re} hypothèse.

— Dans les zones à forte population, le piège sexuel se serait trouvé en compétition avec les nombreuses femelles sauvages attractives. Un tel effet n'aurait pas été atténué par la protandrie d'environ une semaine (STOCKEL & PEYPELUT, 1984) de telle

sorte que les résultats de piégeage auraient été sous-estimés par rapport à la population réelle.

Quoi qu'il en soit, si l'on considère séparément les 2 séries d'observations rapportées ici (région à faible et forte population), il paraît concevable, à l'aide des régressions Y_1 et Y_2 , d'utiliser le piégeage sexuel estival pour prévoir les populations de chenilles à l'automne. Cependant, de telles estimations ne peuvent présenter qu'une valeur très relative et non définitive puisqu'on sait que l'aire de répartition géographique de la pyrale n'a cessé de s'accroître en France depuis la dernière décennie (NAIBO, 1980).

De plus, l'étude globale montre clairement (fig. 3) qu'il existe une plage de captures comprise entre 171 et 186 papillons par piège, correspondant à la fois à une population faible, en principe sans risque (0,74 chenille par plante), et forte donc à risque élevé (7,08 chenille par plante). Il paraît donc évident qu'à l'échelle de plusieurs régions groupées et *a fortiori* du territoire, il devient impossible de relier ces captures à un quelconque niveau de population du ravageur.

Ces remarques qu'il n'a malheureusement pas été possible de compléter par de nouvelles observations dans toutes les régions françaises de culture du maïs, permettent cependant de comprendre des constatations analogues de la MESSELIÈRE (1981) inexpliquées jusqu'ici bien que plus nombreuses. Nous rejoignons là l'opinion de cet auteur, à cette différence près que la liaison hypothétique envisagée s'avère impossible, non par manque de performance du piège « INRA » et de l'attractif synthétique utilisés, mais en raison de variations spécifiques importantes dans le comportement des chenilles et (ou) des adultes selon le niveau de population de l'insecte.

V. CONCLUSION

Contrairement aux espérances de bon nombre d'utilisateurs, les captures de mâles d'*O. nubilalis* au piège sexuel en été ne paraissent pas pouvoir être employées pour la prévision du niveau des populations de chenilles à l'automne. De plus, aucun seuil fiable de non-intervention (AUDEMARD, 1979) ne peut être retenu dans les zones à faible population et considérées sans risque jusqu'ici, bien que la corrélation captures-chenilles y soit positive. Enfin, une telle corrélation devenant négative dans les zones fortement infestées, il paraît évident que, même dans ce cas où le niveau de risque est atteint, l'intérêt du piégeage sexuel sera limité. Il se restreindra donc essentiellement à alerter le praticien dès les premières captures, en vue de surveiller le dépôt des pontes. C'est l'abondance de ces dernières qui permettra alors de prévoir la date de l'intervention chimique nécessaire.

Reçu le 14 février 1983.

Accepté le 6 mars 1984.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement toutes les personnes qui ont contribué sur le terrain à réaliser le piégeage sexuel : en Beauce, MM. FOULGOCQ (A.G.P.M., Boigneville), AUGENDRE & DURAND (I.N.R.A., Versailles) ; dans le Marais poitevin, MM. PHILIPPE (Parc régional du Marais poitevin, Niort), de CONINCK & LANDRE (I.N.R.A., domaine du Magneraud), HILAIREAU (I.N.R.A., domaine de Saint-Laurent-de-la-Prée).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anglade P., Beauchard J., Cangardel H., Gireau R., Kuchly J., Lucas J. R., Riffiod G.**, 1966. Lutte contre la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* Hb. par granulés insecticides. II. Expérimentation en plein champ de l'efficacité d'un traitement unique et de la détermination de sa date d'application. *Rev. Zool. Agric.*, 7-9, 103-110.
- Audemard H.**, 1979. Lutte intégrée en verger de pommiers et prévision du risque. *Déf. Végét.*, 195, 29-46.
- Barnes D., Hodson A. C.**, 1956. Low temperature tolerance of the European corn borer in relation to winter survival in Minnesota. *J. Econ. Entomol.*, 49, 19-24.
- Besson J., Joly E.**, 1978. Le point sur l'emploi du piégeage sexuel dans les stations d'avertissements agricoles. In « *Les phéromones sexuelles des insectes et les médiateurs chimiques* » 39-42. C. R. réunion Antibes, 1978, Publ. I.N.R.A., 122 p.
- De la Messelière C.**, 1981. La pyrale et les pucerons du maïs. Rapport du service de la Protection des végétaux, Station d'avertissements « Centre », *Doc. ronéotypé*, 34 p., 17-28.
- De la Messelière C.**, 1982. Dossier pyrale. Méthodes d'évaluation des risques et prévision de la date d'intervention. *Agromais*, 8, 27-33.
- Derridj S.**, 1982. Dossier pyrale. Estimation des pontes. *Agromais*, 8, 30-31.
- Dousseau A.**, 1982. Dossier pyrale. Méthodes de lutte. *Agromais*, 8, 34.
- Granett J.**, 1974. Estimation of male mating potential of gypsy moths with disparlure baited traps. *Environ. Entomol.*, 3, 383.
- Klun J. A., Brindley T. A.**, 1970. Cis-11-tetradecenyl acetate, a sex stimulant of the European corn borer. *J. Econ. Entomol.*, 63, 779.
- Klun J. A., Junk G. A.**, 1977. Iowa European corn borer sex pheromone : isolation and identification of four C14 esters. *J. Chem. Ecol.*, 4, 447-459.
- Mc Leod D.G.R., Starrat A. N.**, 1978. Some factors influencing pheromone traps catches of the European corn borer *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera : Pyralidae). *Can. Entomol.*, 110, 51-55.
- Naïbo B.**, 1980. La pyrale du maïs : un ravageur en expansion. *Producteur Agric. Fr.*, 6, 23-24.
- Roehrich R., Schmid A.**, 1979. Lutte intégrée en viticulture. Tordeuses de la grappe : évaluation du risque, détermination des périodes d'intervention et recherches de méthodes de lutte biologique. *Proc. Int. Symp. der IOBC/WPRS über integrierten Pflanz. in der Land und Forstwirtschaft.*, Wien, 8-12 Oktober 1979, 648 p., 245-253.
- Stengel M.**, 1982. Essai de mise au point de la prévision des dégâts pour la lutte contre la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*) en Alsace (Est de la France). *Entomophaga*, 27, 105-114.
- Stirrett G. M.**, 1938. A field study of the flight, oviposition, and establishment periods in the life cycle of the European corn borer, *Pyrausta nubilalis* Hbn., and the physical factors affecting them. *Sci. Agric.*, 18, 656-683.
- Stockel J.**, 1977. Mise au point d'un type de piège sexuel « I.N.R.A. » pour insectes, 12-14. In « *Les phéromones sexuelles des lépidoptères* » C. R. réunion Bordeaux, 13-16 Oct. 1976. Publ. I.N.R.A., 217 p., 39-50.
- Stockel J.**, 1980. Influence de quelques facteurs conditionnant les captures de mâles d'*Ostrinia nubilalis* Hb. (Lép. *Pyralidae*) au piège sexuel, 97-104. In « *Les phéromones sexuelles* », Colmar, 1980, Publ. I.N.R.A. *Les colloques de l'I.N.R.A.*, 3, 206 p.
- Stockel J.**, 1981. Relation entre la dose de phéromone synthétique et les captures de mâles d'*Ostrinia nubilalis* Hb. (Lép. *Pyralidae*) au piège sexuel, 325-333. In « *Les médiateurs chimiques* ». Versailles, nov. 1981, publ. I.N.R.A., *Les colloques de l'I.N.R.A.*, 7, 414 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, Sér. D, 25, 61-64.
- Stockel J., de la Messelière C.**, 1983. Variations intraspécifiques de la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* Hb. en France. *Phytoma*, 352, 41-42.
- Stockel J., Peypelut L.**, 1984. Valeur du piégeage sexuel pour évaluer l'importance numérique des mâles chez la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lép., *Pyralidae*). *Acta Oecol. Appl.*, 5 235-243.
- Stockel J., Sureau F.**, 1981. Monitoring for the Angoumois grain moth in corn. In « *Management of insect pests with semiochemicals : concept and practice* » 63-73, R. Mitchell Edit., Plenum Press, 514 p.