

Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft =
Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss
Entomological Society

Band: 58 (1985)

Heft: 1-4: Fascicule-jubilé pour le 80e anniversaire du Prof. Dr. Paul Bovey =
Festschrift zum 80. Geburtstag von Prof. Dr. Paul Bovey

Artikel: Description du vol de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* Hübner,
Lepidoptera : Pyralidae) dans le canton de Genève

Autor: Roth, O. / Derron, J.O.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-402151>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Description du vol de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* Hübner, Lepidoptera: Pyralidae) dans le canton de Genève

O. ROTH & J. O. DERRON

Station fédérale de recherches agronomiques de Changins, CH-1260 Nyon

*Description of the flight of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* HÜBNER, Lepidoptera: Pyralidae) in the Canton of Geneva* – Daily light trap catches of the European corn borer registered from 1974 to 1982 have been analysed. Sex ratio over the whole period was close to 0.5 but fluctuated annually. A special procedure of probit analysis for cumulative observations was used to describe the shape of cumulative catches vs logarithm of physiological time expressed in degree days. Fitting the curves with the sums of degree days above either 10, 11, 12 or 13°C showed that these relationships were best described with a 12°C activity threshold (which was slightly lower for the males). These results were confirmed by correlating flight intensity with actual evening temperatures. For females the duration of the flight was found to be uniform over all 9 years, whereas the period of male flight tended to be comparable or longer. The flight started always with males. The sum of degree days at the beginning (5%) of the flight varied significantly over the years. The special procedure of probit analysis was successfully used not only to describe but also to compare the different flight pattern.

La pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* HÜBNER est depuis plusieurs années un ravageur important du maïs dans la région de Genève (MURBACH *et al.*, 1975). En dépit des mesures de lutte prises dès les années 74, la pyrale n'a cessé de s'étendre, suivant en cela l'extension de la surface cultivée en maïs-grain. La pyrale du maïs peut être considérée maintenant comme un ravageur de première importance dans tout le Bassin lémanique. Le même phénomène d'extension a été observé en Suisse orientale et septentrionale (BIGLER, 1983).

La lutte qui était jusqu'à maintenant essentiellement chimique tend à être remplacée par une méthode biologique consistant en des lâchers inondatifs de *Trichogramma maidis* WEST. (BIGLER, 1983). Cette méthode exige une connaissance approfondie de la biologie et du comportement du ravageur. La ponte coïncidant avec l'activité de vol, il est très important de prévoir le début, de même que le déroulement du vol. Une prévision précise de la ponte basée sur l'observation du vol, permettrait de réaliser les lâchers au moment optimal et d'assurer ainsi le succès de la méthode.

La détection du vol à l'aide de pièges appâtés avec des phéromones est tout à fait insuffisante jusqu'à maintenant. Par conséquent, l'intensité du vol est suivie à l'aide d'un piège lumineux.

MATERIEL ET METHODES

Piégeage

Le piège utilisé est du type «Changins» décrit par BAGGIOLINI & STAHL (1964), muni d'une ampoule Philips HPL 80 W. Il est placé à Laconnex (GE) depuis 1974. Un second piège situé à Chancy (GE) est également en service en 1972, 73, 76 et 77. Les captures sont enlevées et comptées chaque jour de la mi-juin à la fin août; à partir de 1974, elles sont également sexées. En 1982, les femelles sont disséquées et les spermatophores dénombrés.

Données météorologiques

Les températures journalières minimales et maximales sont mesurées dans un abri standard de l'Institut météorologique suisse (Station de Genève-Cointrin) situé à 10 km du piège. Les sommes de températures au-dessus de différents seuils sont calculées avec l'algorithme de ALLEN (1976) sans correction.

A partir de 1977, différentes données sont également mesurées à Bernex (3 km du piège). Les températures à 2200 heures GMT sont lues sur un thermohygrographe de 1977 à 1982. Ainsi, nous avons pu établir une corrélation entre les minima et les maxima de Cointrin et la température à 22 heures à Bernex et simuler cette dernière pour les années 1974 à 1976.

$$T \text{ 2200 h à Bernex} = 0,8786 \frac{(T_{\min} + T_{\max})}{2} \text{ à Cointrin} - 0,6915 \quad (r^2 = 0,83)$$

Les techniques de la régression multiple sont appliquées pour déterminer l'importance des différents facteurs météorologiques (température, humidité relative, vent, nébulosité, pluie) sur l'intensité du vol.

Méthode d'analyses des courbes d'émergence et des courbes de vol

Les relations du type «dose: réponse en %» sont généralement bien décrites par des courbes sigmoïdes. Les émergences ou les captures cumulées d'un piège peuvent

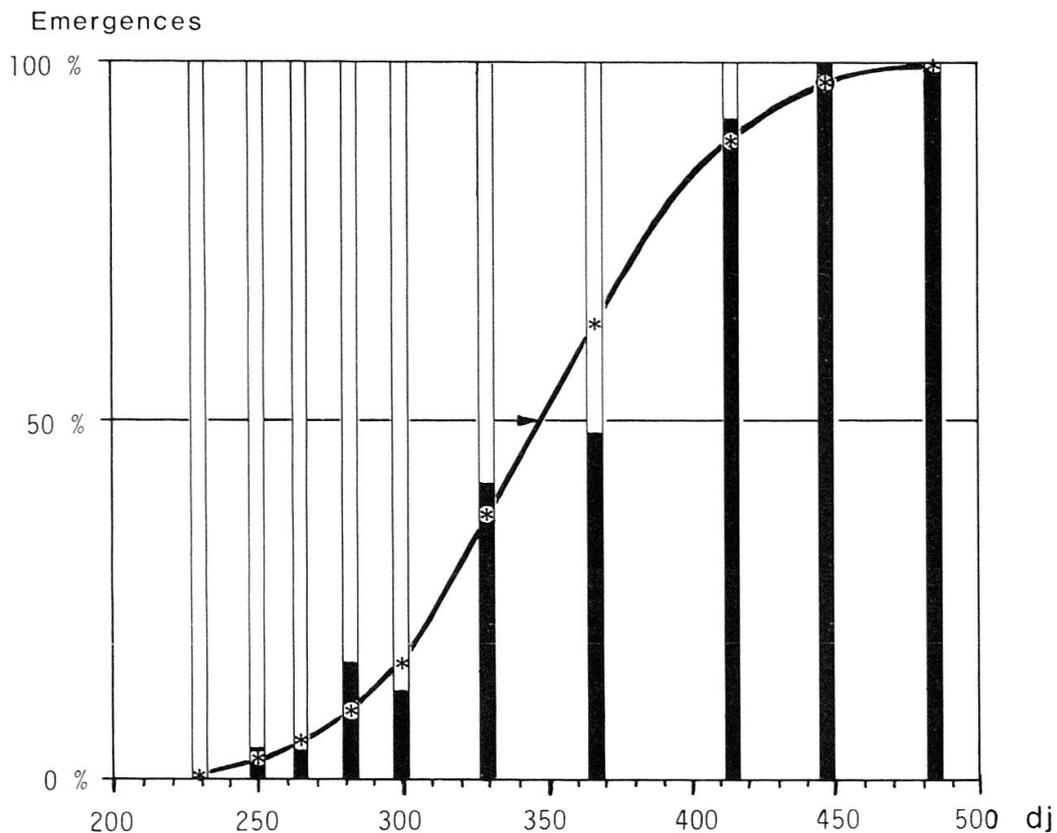


Fig. 1: Observations indépendantes. Une colonne représente 150 individus (chenilles ou chrysalides) de *O. nubilalis* échantillonnés au hasard en 1982 dans des chaumes de maïs infectés. La partie noire représente les chrysalides vides et correspond à la proportion de papillons déjà éclos. Probit $Y = 0,0195 X - 1,85$. dj = somme des degrés-jours supérieurs à 12°C.

être considérées comme une réponse à une accumulation de temps physiologique (dose). Il est possible moyennant une transformation adéquate de représenter ce type de relations par des droites. Ceci présente le gros avantage de pouvoir analyser les données avec les techniques de la régression linéaire. Les méthodes pour traiter ce genre de problème ont été décrites en détail par FINNEY (1971), LINDER & BERCHTOLD (1977) et ont déjà été utilisées pour étudier le vol de la pyrale du maïs (JARVIS & BRINDLEY, 1965; MCLEOD, 1981; DESPINS & ROBERTS, 1984). Elles exigent que les observations soient indépendantes les unes des autres (fig. 1). Cependant, pour des raisons de méthode ou d'économie, il arrive souvent que l'on observe plusieurs fois le même échantillon successivement dans le temps. Cette situation serait réalisée dans le cas présenté à la figure 1, si on avait observé successivement le même lot de chenilles. Les captures journalières d'un piège exprimées en % du total et cumulées illustrent également ce type de situation (fig. 2). Dans ce cas, les observations ne sont pas indépendantes car la courbe ne peut que croître. Pour analyser ce cas particulier qui se rencontre fréquemment en biologie, nous avons utilisé une méthode développée par BERCHTOLD (1981).

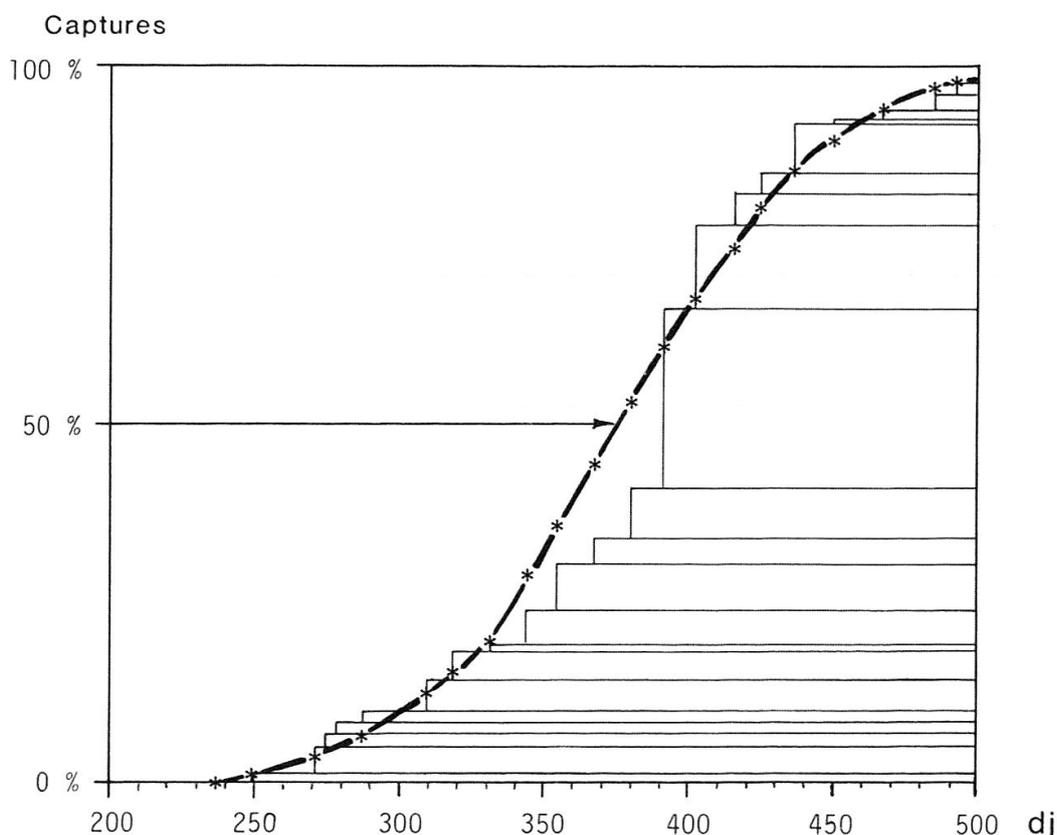


Fig. 2: Observations cumulées. Chaque tranche horizontale représente la proportion de papillons de *O. nubilalis* capturés en un jour dans le piège lumineux de Laconnex en 1982. Le cumul donne une courbe semblable à celle de la fig. 1 puisque c'est grosso modo le même phénomène qui est observé. Dans ce cas les observations ne sont pas indépendantes. Probit $Y = 0,0172 X - 1,48$. dj = somme des degrés-jours supérieurs à 12°C.

Les comparaisons entre les années et les sexes sont effectuées selon le principe de la réduction du modèle. Dans notre cas, le modèle complet est composé de 18 droites (9 ans \times 2 sexes) à 2 paramètres (pente et ordonnée à l'origine), soit 36 paramètres. Après chaque réduction de paramètres, le nouveau modèle (réduit) est comparé au

précédent en testant le changement du «maximum de vraisemblance» au moyen du «Log-likelihood ratio test» (ZAR, 1976).

RESULTATS ET DISCUSSION

Analyse des captures

Evolution du nombre de captures

Les captures dans le piège de Laconnex fluctuent entre 2 300 individus en 1974 et 60 en 1977 (fig. 3). Si une certaine variation annuelle peut s'expliquer par des modifications dans l'environnement immédiat du piège, telles que la présence ou l'absence de maïs, un microclimat plus ou moins favorable au vol, les écarts remarquables observés entre 1973 et 1974, 1975 et 1977, 1982 et 1983, sont difficilement explicables. La chute du nombre de captures entre 1975 et 1977 peut être attribuée à la sévère sécher-

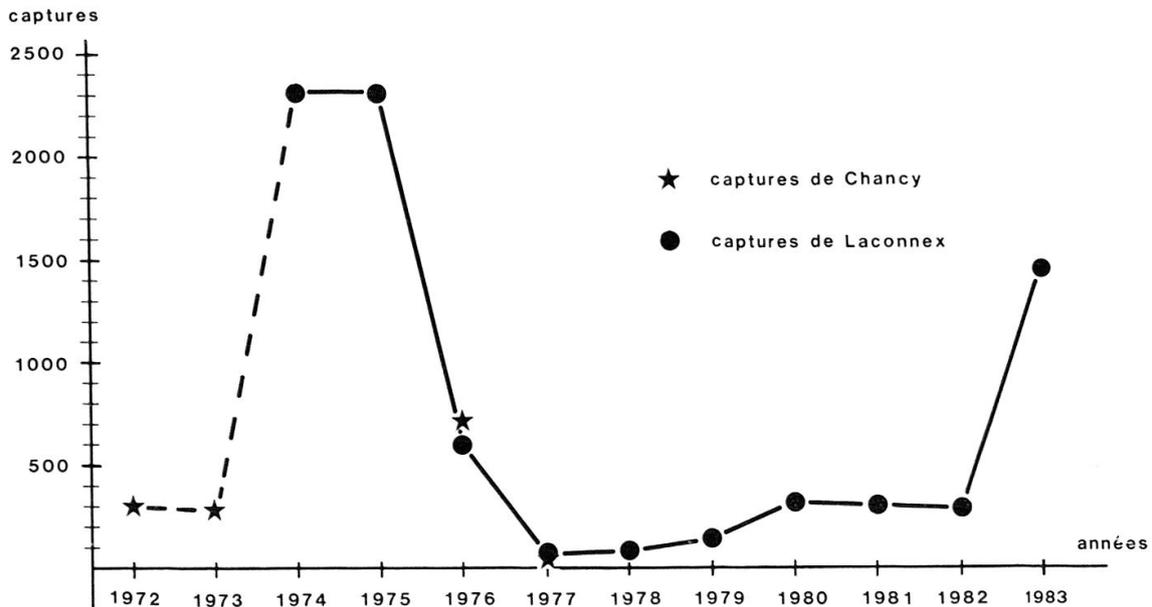


Fig. 3: Evolution du nombre de captures de *O. nubilalis* dans un piège lumineux placé à Laconnex de 1974 à 1983 et dans un second piège placé à Chancy en 1972, 1973, 1976 et 1977.

esse de 1976 qui a été très défavorable à la pyrale (décollement des ooplaques). Elle peut également être due aux traitements insecticides systématiques entrepris dès cette époque. La remontée du nombre de captures en 1983 n'est pas un phénomène local. Elle reflète plutôt l'expansion géographique et la recrudescence de la pyrale observée dans toute la Suisse cette année-là.

Evolution du taux sexuel

Les mâles représentent 51% de la somme des captures des 9 ans de piégeage (tabl. 1). Ce léger surplus n'est cependant pas significativement différent de 50%. Si par contre, on analyse le taux sexuel au cours des années au moyen d'un test binomial, on constate qu'il est soumis à des fluctuations significatives. En 1974 et 1982 les femelles

Tabl. 1: Variation du taux sexuel de *O. nubilalis* capturées au piège lumineux de 1974 à 1982

Année	Nombre de captures			Taux sexuel	Test binomial
	Nb mâles	Nb femelles	Total	♀/Total = p	Z
1974	1077	1238	2315	0,535	3,333
1975	1198	1112	2310	0,481	1,770
1976	345	253	598	0,423	3,766
1977	33	26	59	0,441	0,787
1978	60	30	90	0,333	3,242
1979	88	49	137	0,358	3,387
1980	216	119	335	0,355	5,480
1981	152	154	306	0,503	0,057
1982	118	175	293	0,597	3,335
Total	3287	3156	6443	0,490	1,620
Ho: p = 0,5 H ₁ : p ≠ 0,5 Z 0,05 (2) = 1,960 Ho est rejetée si Z > 1,960					

sont plus nombreuses que les mâles, en 1975, 1977 et 1981 il y a équilibre et en 1976, 1978, 1979, 1980, ce sont les mâles qui dominant. Ces fluctuations ne sont pas expliquées.

Age des femelles capturées

Le piège lumineux attire des femelles de tout âge. En effet, le nombre de spermatophores par femelle croît au fur et à mesure que le vol progresse (fig. 4). Le nombre de femelles portant 2 spermatophores passe de 14% dans le premier tiers du vol à 67% dans le derniers tiers. Dans le même temps, la fréquence des femelles non accouplées décroît de 14% à 0%. Cet effet de l'âge explique pourquoi la durée du vol est plus longue que la durée des émergences (fig. 1 et 2).

Seuil d'activité de vol

Parmi tous les facteurs météorologiques examinés, seule la température exerce une influence notable sur l'activité de vol. D'après HÄCHLER (comm. pers.) et SHOWERS *et al.* (1976), l'activité de vol commence dès la tombée de la nuit et s'intensifie vers 2200 h. C'est effectivement entre la température à 2200 h et les captures que nous avons trouvé la meilleure corrélation. Pourtant la régression entre le nombre de captures journalières et la température à 2200 h n'est pas satisfaisante.

$$\text{Nb captures} = 6,36 (T \text{ à } 2200 \text{ h}) - 73,3 \quad (r^2 = 0,36)$$

En calculant un seuil malgré l'insuffisance constatée, à l'intersection de cette droite avec l'abscisse nous obtenons 11,5°C.

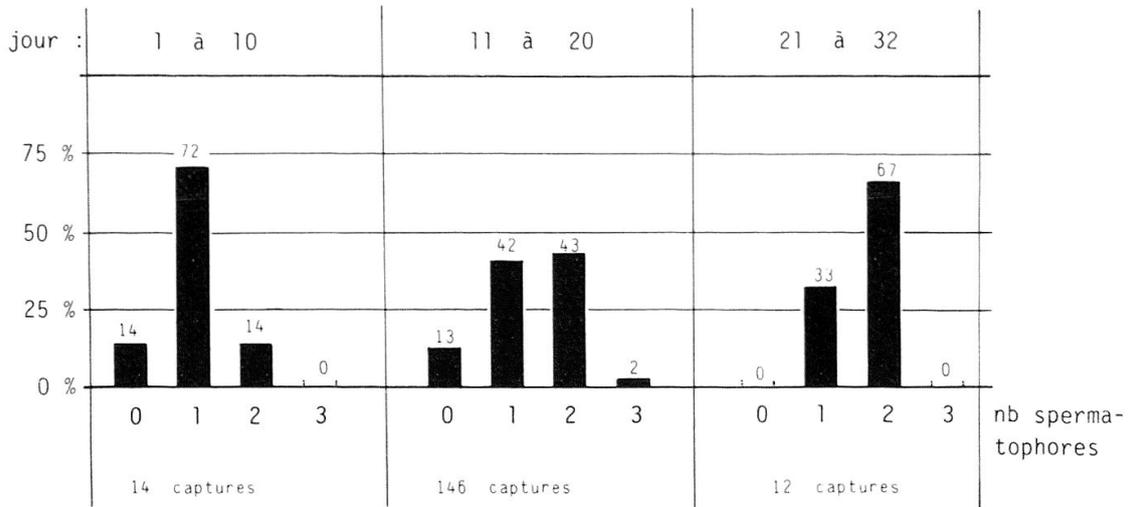


Fig. 4: Pourcentage de femelles de *O. nubilalis* accouplées 0, 1, 2 et 3 fois pour chaque tiers du vol de 1982.

L'analyse directe des fig. 5 et 6 construites sur la base des 9 ans de capture (3287 mâles et 3156 femelles) montre qu'il n'y a pratiquement pas de vol en-dessous de 12°C à 2200 h et qu'au-dessus de 15°C les papillons volent pratiquement toutes les nuits avec la même intensité. Ces constatations sont en parfaite concordance avec celles de STIRRETT (1938). Tout au plus pourrait-on discerner que les mâles sont un peu plus actifs que les femelles aux basses températures.

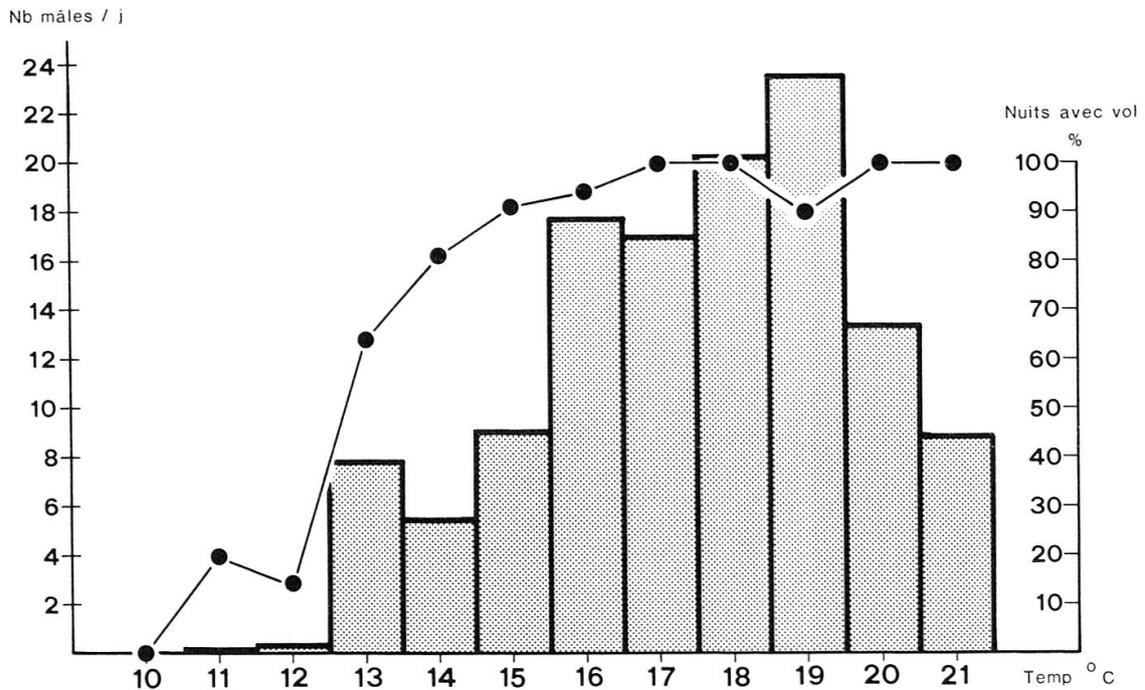


Fig. 5: Nombre moyen de mâles par nuit capturés à différentes températures (diagramme) et fréquence des nuits avec captures (courbe).

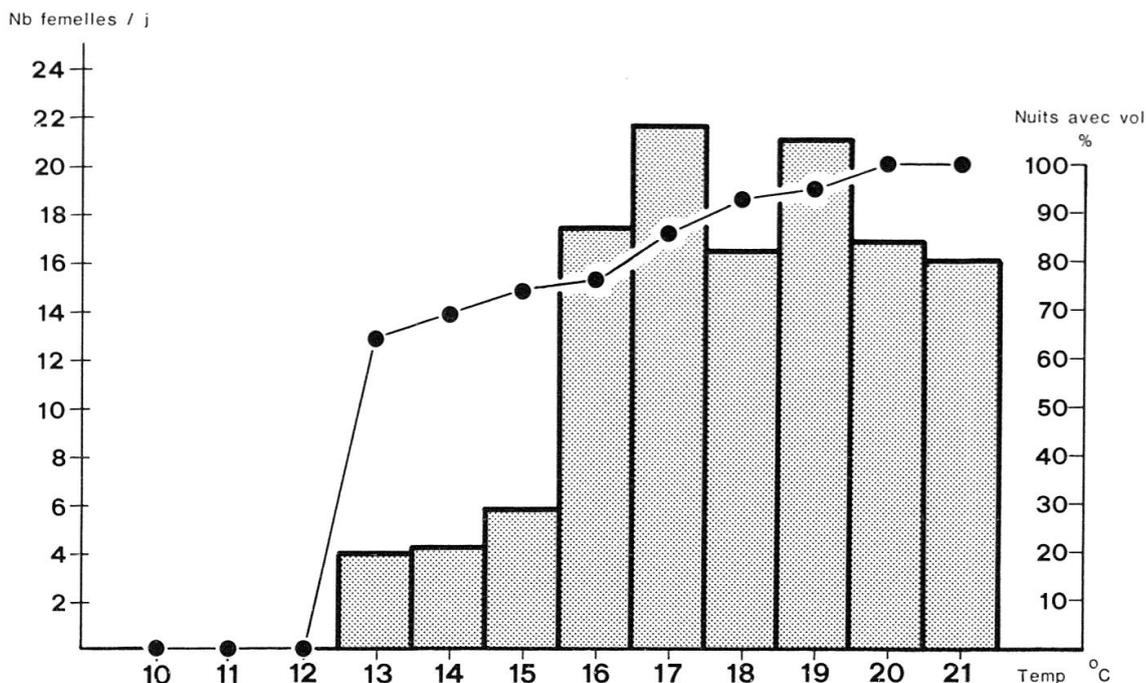


Fig. 6: Nombre moyen de femelles par nuit capturées à différentes températures (diagramme) et fréquence des nuits avec captures (courbe).

Analyse du vol

Choix d'une transformation et d'un seuil

Comme on pouvait s'y attendre, parmi les différentes transformations essayées, ce sont les transformations en probits et en logits qui donnent le meilleur ajustement des courbes de vol en % cumulés. La première des deux est retenue. Une transformation des degrés-jours (dj) de l'abscisse en logarithmes contribue d'une manière non négligeable à l'amélioration de l'ajustement. Ceci s'explique par la tendance du vol à s'étirer vers la fin. Par conséquent tous les calculs d'ajustement sont effectués dans un espace «probit $Y : 1n X$ ». La variance résiduelle élevée souvent constatée dans les tests d'ajustement provient du grand nombre de points d'observations et non d'un manque de linéarité. Les tests sur les coefficients de régression et les limites de confiance sont calculés en conséquence (LINDER & BERCHTOLD, 1976, chap. 2).

Les sommes de température au-dessus des seuils de 10°C, 11°C, 12°C et 13°C sont calculées. Le modèle est appliqué à ces différentes sommes afin de choisir le seuil donnant le meilleur ajustement global (somme des «maximums de vraisemblance» des 9 ans). L'ajustement est à peu près équivalent pour 11 et 12°C chez les mâles et pour 12 et 13°C chez les femelles. Cette tendance se retrouve dans les fig. 5 et 6 et il est probable que les mâles aient un seuil d'activité de vol légèrement inférieur à celui des femelles. Finalement la température de 12°C est retenue comme seuil unique d'activité de vol.

Description du vol par année et par sexe

Les paramètres de l'analyse de probit pour chaque année, pour les mâles et les femelles séparément et pour les 2 sexes confondus sont présentés au tabl. 2. La fig. 7

Tabl. 2: Paramètres des droites de régression dans l'espace «Probit Y: 1n X».

% de vol = antiprobit [ordonnée + pente × 1n (dj)].

Année	Ordonnée	Intervalle de confiance $\alpha = 0,05$	Pente	Intervalle de confiance $\alpha = 0,05$
Mâles				
1974	-26,27	1,36	5,301	0,23
1975	-35,59	1,67	7,072	0,29
1976	-37,05	3,34	7,276	0,58
1977	-39,22	12,06	7,585	2,07
1978	-31,78	7,28	6,446	1,27
1979	-22,79	4,38	4,843	0,76
1980	-22,61	2,77	4,798	0,48
1981	-33,54	4,54	6,657	0,78
1982	-24,47	4,03	5,027	0,69
Femelles				
1974	-30,58	1,44	6,016	0,24
1975	-39,03	1,89	7,595	0,32
1976	-40,69	4,23	7,843	0,73
1977	-39,88	13,73	7,694	2,35
1978	-33,67	10,78	6,746	1,88
1979	-30,82	7,44	6,193	1,29
1980	-26,83	4,30	5,471	0,74
1981	-39,80	5,24	7,689	0,90
1982	-48,22	5,81	8,934	0,97
Total				
1974	-28,35	0,99	5,646	0,17
1975	-36,22	1,23	7,147	0,21
1976	-37,85	2,58	7,390	0,45
1977	-39,49	9,04	7,629	1,55
1978	-32,27	6,01	6,523	1,05
1979	-24,90	3,75	5,196	0,65
1980	-23,57	2,30	4,946	0,40
1981	-36,04	3,42	7,066	0,59
1982	-32,20	3,16	6,285	0,53

montre le déroulement du vol des femelles pendant les 9 ans. On peut observer au tabl. 2 que les pentes des droites de régression des mâles sont dans l'ensemble inférieures à celles des femelles. En fait la pente représente la durée du vol. Ce constat nous permet d'affirmer que le vol des mâles est plus long que celui des femelles. Ce phénomène est également visible à la fig. 8. De plus un t-test pour des valeurs appariées montre que le 5% du vol des mâles (248 dj) a lieu significativement plus tôt que chez les femelles (270 dj). Cette apparente protandrie, déjà mise en évidence par STOCKEL (1984), n'est pas confirmée par les émergences en conditions contrôlées. Elle est plutôt l'expression d'un comportement différent des mâles envers le piège lumineux. Les vols se terminent par contre à peu près en même temps. Le début du vol (5%) varie entre

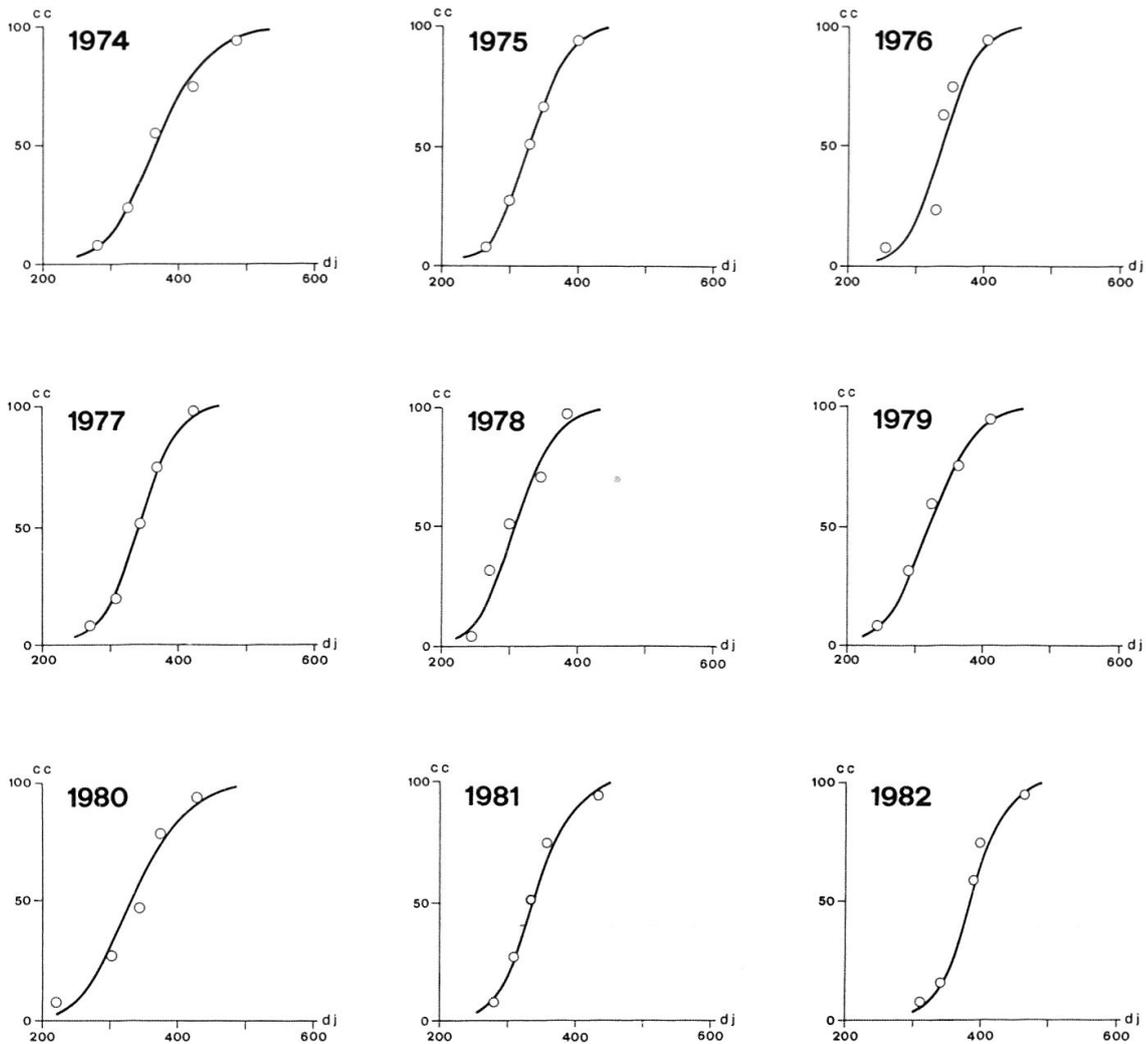


Fig. 7: Courbes ajustées du vol des femelles de *O. nubilalis* de 1974 à 1982. Les cercles représentent des points réels du vol observé, choisis le plus près de 5, 25, 50, 75 et 95%. CC = captures cumulées en %. dj = somme des degrés-jours supérieurs à 12°C.

221 dj et 274 dj pour les mâles et entre 242 et 322 pour les femelles. La durée du vol (entre 5 et 95%) varie entre 146 et 234 dj pour les mâles et entre 143 et 205 dj pour les femelles. Les 5%, 50% et 95% de vol sont représentés pour chaque année et pour chaque sexe à la fig. 8. Les limites de confiance pour les points 5%, 50% et 95% du vol des femelles ont été calculées (fig. 9) d'après la méthode de FIELLER (LINDER & BERCHTOLD, 1976). Elles sont fortement influencées par le nombre de captures.

Simplification du modèle

Dans une première phase nous avons testé s'il est possible de remplacer les 9 pentes des 9 ans pour l'ensemble des captures par une pente commune. Ou en d'autres termes nous nous sommes demandés si la longueur du vol peut être considérée comme égale pendant les 9 ans. Cette hypothèse doit être rejetée. Ceci nous a amenés à traiter séparément les mâles et les femelles et la même démarche est suivie avec chacun des sexes.

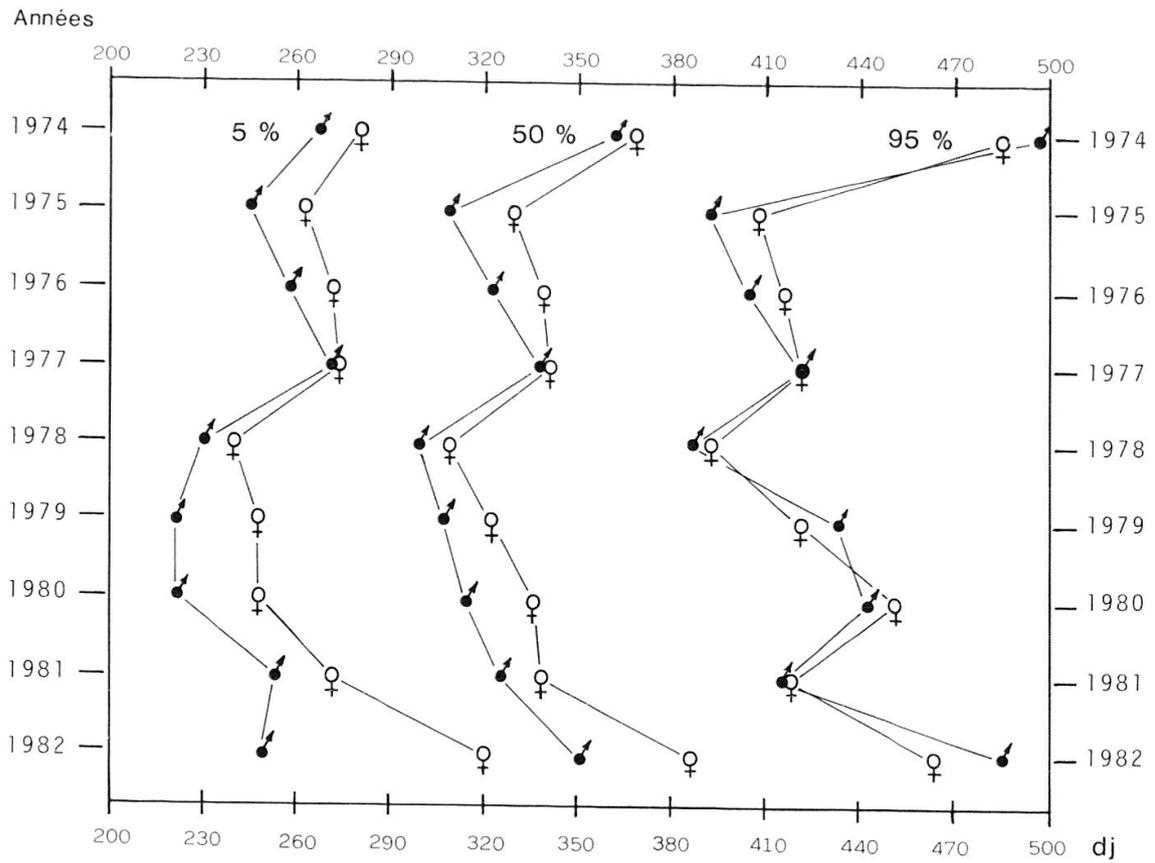


Fig. 8: Déroulement du vol de *O. nubilalis* de 1974 à 1982. 5%, 50% et 95% du vol ajusté des mâles (♂) et des femelles (♀). dj = somme des degrés-jours supérieurs à 12°C.

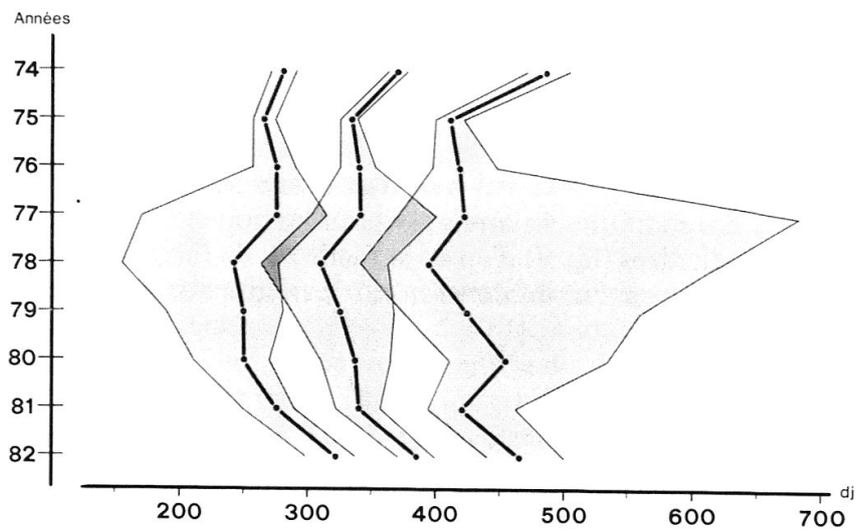


Fig. 9: Intervalles de confiance ($\alpha = 0,05$) des 5%, 50% et 95% du vol des femelles de *O. nubilalis*, de 1974 à 1982. dj = somme des degrés-jours supérieurs à 12°C.

Tabl. 3: Paramètres des droites de régression du modèle simplifié. Les pentes 6,774 (femelles) et 7,056 (mâles à vol court) ne sont pas significativement différentes.

Année	Femelles	Mâles	
	Pente: 6,774	Pente: 7,056	Pente: 5,170
	Ordonnée	Ordonnée	Ordonnée
1974	-35,06	-	-25,49
1975	-34,28	-35,50	-
1976	-34,46	-35,78	-
1977	-34,51	-36,14	-
1978	-33,83	-35,26	-
1979	-34,19	-	-24,66
1980	-34,41	-	-24,74
1981	-34,47	-35,85	-
1982	-35,35	-	-25,31

L'hypothèse d'une pente commune pour les femelles pour les 9 ans est acceptable (tabl. 3), par contre la réduction supplémentaire à une ordonnée commune est rejetée. Ceci nous indique que la durée du vol des femelles peut être considérée comme égale pendant les 9 ans mais que le début du vol (ordonnée) varie. Cette variation est probablement liée aux facteurs qui déterminent la durée de la diapause et qui sont encore mal connus.

L'hypothèse d'une pente commune pour les mâles est rejetée. Il est toutefois possible de les répartir en 2 groupes. Un groupe à vol long (petite pente) pour les années 1974, 1979, 1980, 1982 et un groupe à vol court (grande pente) en 1975, 1976, 1977, 1978, 1981 (tabl. 3). Dans les 2 groupes l'hypothèse d'une ordonnée commune est rejetée.

La durée de vol du groupe des mâles à vol court peut être considérée comme statistiquement égale à celle des femelles. En définitive, partis d'un modèle à 36 paramètres nous avons réussi à le réduire à 20 paramètres (un groupe comprenant 1 pente et 14 ordonnées et un groupe comprenant 1 pente et 4 ordonnées).

CONCLUSION

En l'absence de phéromones sexuelles donnant satisfaction, le piège lumineux reste actuellement le meilleur instrument pour la détection du vol de la pyrale du maïs, tant du point de vue qualitatif que quantitatif. Il serait pourtant important de mieux connaître la relation qui existe entre le nombre de captures et la population réelle de *O. nubilalis* dans un périmètre donné, autrement dit de mieux connaître le comportement de la pyrale vis à vis du piège. La démarche mathématique utilisée nous semble bien adaptée aux buts recherchés, soit la description dans le temps du vol de la pyrale. La flexibilité de son utilisation pour la comparaison simultanée des différentes courbes de vol (lieux, années, sexes) en fait un outil d'analyse extrêmement efficace. Les renseignements et les paramètres obtenus au moyen de cette méthode sont d'une grande utilité pour la construction de modèles de prévision du vol (DERRON & ROTH, 1985). Ces modèles sont indispensables pour la mise en œuvre d'une lutte efficace et raisonnée contre la pyrale du maïs.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement M. le Dr. W. BERCHTOLD qui a aimablement mis à notre disposition un programme en FORTRAN nous permettant d'utiliser sa méthode de calcul et qui nous a prodigué ses conseils judicieux. Nous remercions également MM. A. GOY et G. GOY, le premier pour nous avoir fourni les données météorologiques de Bernex et le second pour son aide inestimable.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN, J. C. 1976. *A modified sine wave method for calculating degree days*. Environ. Entomol. 5: 388–396.
- BAGGIOLINI, M. & STAHL, J. 1964. *Description d'un modèle de piège lumineux pour la capture d'insectes*. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 37: 181–190.
- BERCHTOLD, W. 1981. *Regressionsanalyse für Anzahlen bei einmaligen und mehrmaligem Beobachten derselben Objekte zu verschiedenen Zeitpunkten*. Interner Bericht: Institut für Tierproduktion, Gruppe Biometrie, ETH-Zürich, 85 pp.
- BIGLER, F. 1983. *Erfahrungen bei der biologischen Bekämpfung des Maiszünslers mit Trichogramma-Schlupfwespen in der Schweiz*. Mitt. Schweiz. Landw. 31: 14–22.
- DERRON, J. O. & ROTH, O. D. 1985. *Possibilités de prévision du vol de la pyrale du maïs (Ostrinia nubilalis HÜBNER, Lepidoptera: Pyralidae)*. (en prép.)
- DESPINS, J. L. & ROBERTS, J. E. 1984. *Phenology of adult European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in Virginia*. J. Econ. Entomol. 77: 588–590.
- FINNEY, D. J. 1971. *Probit analysis, 3rd ed.* Cambridge University Press, 318 pp.
- JARVIS, J. L. & BRINDLEY, T. A. 1965. *Predicting moth flight and oviposition of the European corn borer by the use of temperature accumulations*. J. Econ. Entomol. 58: 300–302.
- LINDER, A. & BERCHTOLD, W. 1976. *Statistische Auswertung von Prozentzahlen*. Birkhäuser Verlag, Basel & Stuttgart, 232 pp.
- MCLEOD, D. G. 1981. *Factors affecting the temporal distribution of the spring flight of the European corn borer, Ostrinia nubilalis (Lepidoptera: Pyralidae)*. Can. Ent. 113: 433–439.
- MURBACH, R., GOY, G., HÄCHLER, M., D'ERSU, PH., KRISTOF, P., DE GROOTE, J., RABOUD, G., MOREL, P., TROLLIET, A. & LANG, S. 1975. *La progression de la pyrale du maïs (Ostrinia nubilalis HBN) en Suisse romande en 1973/74*. Revue suisse Agric. 7: 121–125.
- SHOWERS, W. B., REED, G. L., ROBINSON, J. F. & DEROZARI, M. B. 1976. *Flight and sexual activity of the European corn borer*. Environ. Entomol. 5: 1099–1104.
- STIRRETT, G. M. 1938. *The flight of the European corn borer. The influence of physical factors upon flight*. Scient. Agric. 18: 536–557.
- STOCKEL, J. & PEYPELUT, L. 1984. *Importance de la protandrie dans la valeur du piégeage sexuel pour l'évaluation numérique des mâles chez la pyrale du maïs Ostrinia nubilalis HBN (Lép. Pyralidae)*. Acta Oecologica Oecol. Applic. 5: 235–243.
- ZAR, J. H. 1974. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, 620 pp.

(reçu le 28 janvier 1985)