

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

**Herausgeber:** Schweizerische Entomologische Gesellschaft

**Band:** 59 (1986)

**Heft:** 3-4

**Artikel:** Révision du début du vol de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* Hübner  
; Lepidoptera : Pyralidae) par un modèle de régression multiple

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

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-402218>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.01.2026

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

## Prévision du début du vol de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* HÜBNER; Lepidoptera: Pyralidae) par un modèle de régression multiple

J. O. DERRON & O. ROTH

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

*Predicting flight onset of the European Corn Borer (Ostrinia nubilalis Hübner, Lepidoptera: Pyralidae) using a multiple regression model* – The flight of the European corn borer (ECB) can be described by a linear regression of the percentage of cumulative light trap catches on a probit scale vs logarithms of physiological time expressed in degree days. As flight onset (5%) varies significantly between years a multiple regression model was developed to predict it. Dependent variables are slope and intercept of the regressions describing the flight of females. The following independent variables were chosen from several temperature related factors by the “backward elimination method”:  $x_1$  – the mean temperature of the last twenty days of previous August,  $x_2$  – the intercept of the regression of the previous year and  $x_3$  – the sum of degree days exceeding 10 °C from the beginning to 1<sup>st</sup> of June of the year in question.

For validation purposes we found that 5% of the female ECB flight predicted by the model was on average 1.9 days away from the observed date in the years 1975–82, whereas the mean of the degree days and mean calendar date differed by an average of 3.2 and 6.1 days respectively from the observed flight onset. In the case of the worst predictions the model, the mean day degrees and the mean calendar date differed by 3, 7 and 15 days from the observed respectively. Predictions of flight onset in 1983, 1984 and 1985 (not used to construct the model) yielded results with the same precision. Although the whole flight can theoretically be forecasted by this method, predictions of 50% and 95% of the flight are not more accurate than the 9 year average of degree days. Testing different independent variables and unpublished laboratory data confirm that any a posteriori biological interpretation of selected factors by the multiple regression technique requires much caution. The aim of this model, which was to forecast the start of the ECB flight for organizing and timing *Trichogramma maidis* – releases for biological control, has been attained.

La pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* HÜBNER) est maintenant établie et considérée comme un ravageur de première importance dans toutes les régions de Suisse où le maïs-grain est cultivé intensivement.

Le terrain, souvent accidenté et la taille généralement modeste des parcelles sur lesquelles le maïs est cultivé, font que les agriculteurs ne possèdent pas l'équipement spécialisé nécessaire (tracteurs enjambeurs) pour combattre la pyrale avec les insecticides granulés autorisés. Cette situation a favorisé le développement de la lutte biologique à l'aide de l'hyménoptère *Trichogramma maidis* WEST (BIGLER, 1983). Plus de 2000 ha de maïs ont été protégés de cette manière en Suisse en 1985. Le succès d'une telle méthode dépend largement du bon fonctionnement de la production des Trichogrammes et de leur distribution auprès des agriculteurs. La date du premier lâcher est particulièrement importante; elle doit intervenir au début de la ponte. La prévision du début de la ponte avec suffisamment de précision et d'antécédence facilite l'organisation du conditionnement et de l'envoi des Trichogrammes. Elle permet également de prévenir les agriculteurs des dates probables d'intervention.

Les données sur le déroulement du vol, suivi par piégeage lumineux, sont abondantes. Comme d'autre part on admet que la ponte succède de peu au vol, on peut se baser sur les paramètres de ce dernier pour la prévoir. La prévision du début du vol basée sur l'accumulation d'un certain nombre de degrés-jours (dj) au-dessus d'un seuil (ROTH & DERRON, 1985) est par trop imprécise. Le tableau 2 montre qu'il y a un écart de plus de 70 degrés-jours cumulés au-dessus de 12 °C entre l'année la plus précoce (1980) et l'année la plus tardive (1982). Les écarts constatés sont inexpliqués; ils pourraient être liés au mécanisme complexe du développement de la diapause. Un phénomène de compensation semble également être en jeu; en effet, l'année la plus précoce en degrés jours (1980) est la plus tardive en jours.

De nombreux modèles décrivant l'émergence et le vol des papillons de la pyrale du maïs existent déjà (APPLE, 1952; JARVIS & BRINDLEY, 1965; LOEWER, 1976; MCLEOD, 1981; ANDERSON *et al.*, 1982; DESPINS, 1984). Ces modèles ont tous été développés en Amérique du Nord et, à l'exception de celui de MCLEOD, dans des régions où la pyrale est multivoltine. Etant donné que la vitesse de développement et l'intensité de la diapause peuvent varier considérablement entre les races à une génération et celles à deux générations (MCLEOD, 1978; STENGEL & SCHUBERT, 1982), nous développons notre propre modèle, adapté à la race de pyrale (monovoltine) présente en Suisse romande.

## MÉTHODES

Le déroulement du vol de la pyrale peut être représenté par une droite lorsque l'on reporte les probits des % de vol cumulés en ordonnée et les logarithmes des sommes de température en abscisse. Les 2 paramètres de cette droite peuvent être utilisés comme variable dépendante dans une régression multiple pour prévoir le début du vol. La pente de la droite représente la durée du vol et l'ordonnée la précocité du vol. Seuls les paramètres du vol des femelles sont utilisés. D'une part, parce que la ponte est l'œuvre des femelles et d'autre part parce que la durée du vol des femelles peut être considérée comme constante au cours des années (ROTH & DERRON, 1985). Par début du vol, on entend 5% des captures cumulées pendant une saison au piège lumineux.

Le choix des facteurs pour les variables indépendantes est guidé par l'idée que la précocité du vol dépend de l'intensité de la diapause qui est elle-même gouvernée par les conditions de température et de photopériode régnant au moment de son induction et de sa rupture. Pour cette raison, nous testons l'effet des températures moyennes par décade pendant les mois d'août et septembre de l'année précédant le vol et de mars et avril de l'année du vol, l'effet du nombre de jours avec des températures inférieures à 7, 8, 9 et 10 °C pendant les mois d'octobre à avril précédant le vol. La somme des degrés-jours supérieurs à 10 °C (seuil de développement larvaire) du 1<sup>er</sup> janvier au 1<sup>er</sup> juin de l'année du vol et l'ordonnée de la droite représentant le vol de l'année précédente sont également prises en considération.

Les variables n'entraînant qu'une augmentation non significative de la variance résiduelle sont écartées selon le principe de l'élimination descendante.

Le 5% du vol est obtenu par interpolation linéaire des captures journalières cumulées d'un piège lumineux. La validation du modèle est basée sur la différence (appelée erreur) entre le 5% du vol observé et le 5% du vol prévu. La moyenne des erreurs absolues, l'erreur absolue maximale, la moyenne des er-

reurs ainsi que les erreurs des 3 années non utilisées pour calculer les paramètres du modèle servent aux comparaisons.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Seules les 3 variables présentées au tab. 1 ont été retenues pour calculer l'ordonnée et la pente de la droite représentant le vol prévu.

Tabl. 1. Variables et valeurs utilisées pour la construction du modèle de régression (1975 à 1982) et pour la prévision jusqu'en 1985. X1 = température moyenne des 20 derniers jours d'août de l'année précédant le vol. X2 = ordonnée de la droite de régression du vol de l'année précédente. X3 = somme des degrés-jours supérieurs à 10 °C du 1<sup>er</sup> janvier au 1<sup>er</sup> juin de l'année du vol.

Année	Ordonnée	Pente	Température août précéd.	Ordonnée année précéd.	dj > 10 °C du 1.01 au 1.06
	Y <sub>o</sub>	Y <sub>p</sub>	X1	X2	X3
1975	- 39,0	7,59	19,0	- 30,6	187
1976	- 40,7	7,84	17,4	- 39,0	230
1977	- 39,9	7,69	17,6	- 40,7	187
1978	- 33,7	6,75	16,9	- 39,9	139
1979	- 30,8	6,19	16,8	- 33,7	167
1980	- 26,8	5,47	15,8	- 30,8	121
1981	- 39,8	7,69	18,2	- 26,8	220
1982	- 48,2	8,93	18,3	- 39,8	202
1983	-	-	17,8	- 48,2	130
1984	-	-	20,6	- 35,3	112
1985	-	-	18,6	- 30,9	162

La régression  $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$  fournit les équations suivantes pour l'ordonnée et la pente.

$$Y_o = 55,218 - 3,584X_1 + 0,482X_2 - 0,071X_3 \quad R^2 = 0,87$$

$$Y_p = -8,176 + 0,607X_1 - 0,079X_2 + 0,011X_3 \quad R^2 = 0,90$$

Exemple de calcul pour 1985:

X1 = 18,6 X2 = -30,9 X3 = 162 (tab. 1). La résolution des équations pour ces valeurs donne:

$$Y_o = -37,87 \text{ (ordonnée) et}$$

$$Y_p = 7,39 \text{ (pente).}$$

$$5\% \text{ du vol} = \exp\left(\frac{3,355 - Y_o}{Y_p}\right) = 265 \text{ dj} \quad (3,355 = \text{probit de } 5\%)$$

Cette somme est atteinte le jour no 188, soit le 7 juillet. Ainsi, la date correspondant à 5% du vol prévu est déterminée après coup; elle n'est pas prévue.

La divergence entre le 5% du vol prévu et le 5% du vol observé est illustrée à la fig. 1. Les points au-dessus de la diagonale indiquent un vol en avance sur la

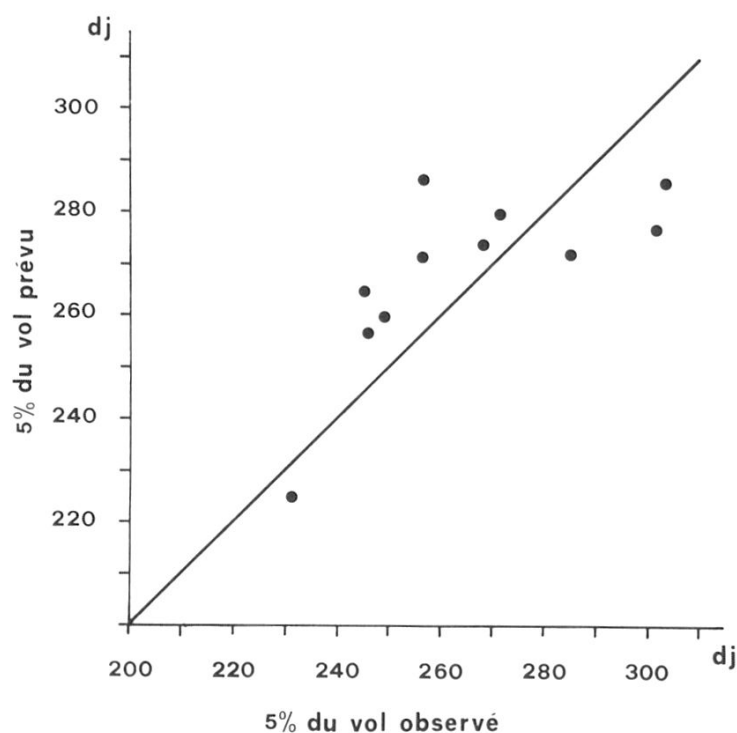


Fig. 1. Précision du modèle de prévision des 5% du vol des femelles de *O. nubilalis*. La diagonale représente la correspondance parfaite entre le modèle et les observations. dj = somme des degrés-jours supérieurs à 12 °C.

Tabl. 2. Comparaisons du vol observé avec 3 méthodes de prévision. 1) Le modèle de régression. 2) La moyenne en degrés-jours. 3) La moyenne en jours. Les années 1983 à 1985 n'ont pas été utilisées pour calculer les paramètres du modèle. dj = somme des degrés-jours supérieurs à 12 °C. J = numéro du jour à partir du 1<sup>er</sup> janvier. j = jour.  $\Delta$  = 5% du vol observé – 5% du vol prévu.

Année	5% du vol observé		5% du vol prévu									
			modèle				moyenne en dj				moyenne en j	
			prévu en degrés-jours		jour correspondant		prévu en degrés-jours		jour correspondant		prévu en jours	
	dj	J	dj	$\Delta$ dj	J	$\Delta$ j	dj	$\Delta$ dj	J	$\Delta$ j	J	$\Delta$ j
1975	268	185	274	- 6	186	- 1	266	2	184	1	184	1
1976	256	169	287	- 31	172	- 3	266	- 10	170	- 1	184	- 15
1977	271	186	280	- 9	187	- 1	266	5	185	1	184	2
1978	249	192	260	- 11	194	- 2	266	- 17	194	- 2	184	8
1979	246	178	257	- 11	179	- 1	266	- 20	180	- 2	184	- 6
1980	231	199	225	6	197	2	266	- 35	206	- 7	184	15
1981	285	183	272	13	180	3	266	19	178	5	184	- 1
1982	303	183	286	17	181	2	266	37	176	7	184	- 1
$\Delta$   moyen			13,0		1,9		18,1		3,2		6,1	
$\Delta$   max			31		3		37		7		15	

1983	301	190	277	24	187	3	266	35	185	5	184	6
1984	256	191	272	- 16	193	- 2	266	- 10	192	- 1	184	7
1985	245	185	265	- 20	188	- 3	266	- 21	188	- 3	184	1

prévision et les points au-dessous un vol en retard. La distribution des points le long de la diagonale indique un comportement satisfaisant du modèle.

Les résultats obtenus par le modèle sont comparés (tab. 2) à la somme des degrés-jours moyenne (266 dj) et à la date moyenne (jour 184) des années 1974 à 1982. Deux critères recouvrant des qualités complémentaires sont utilisés pour

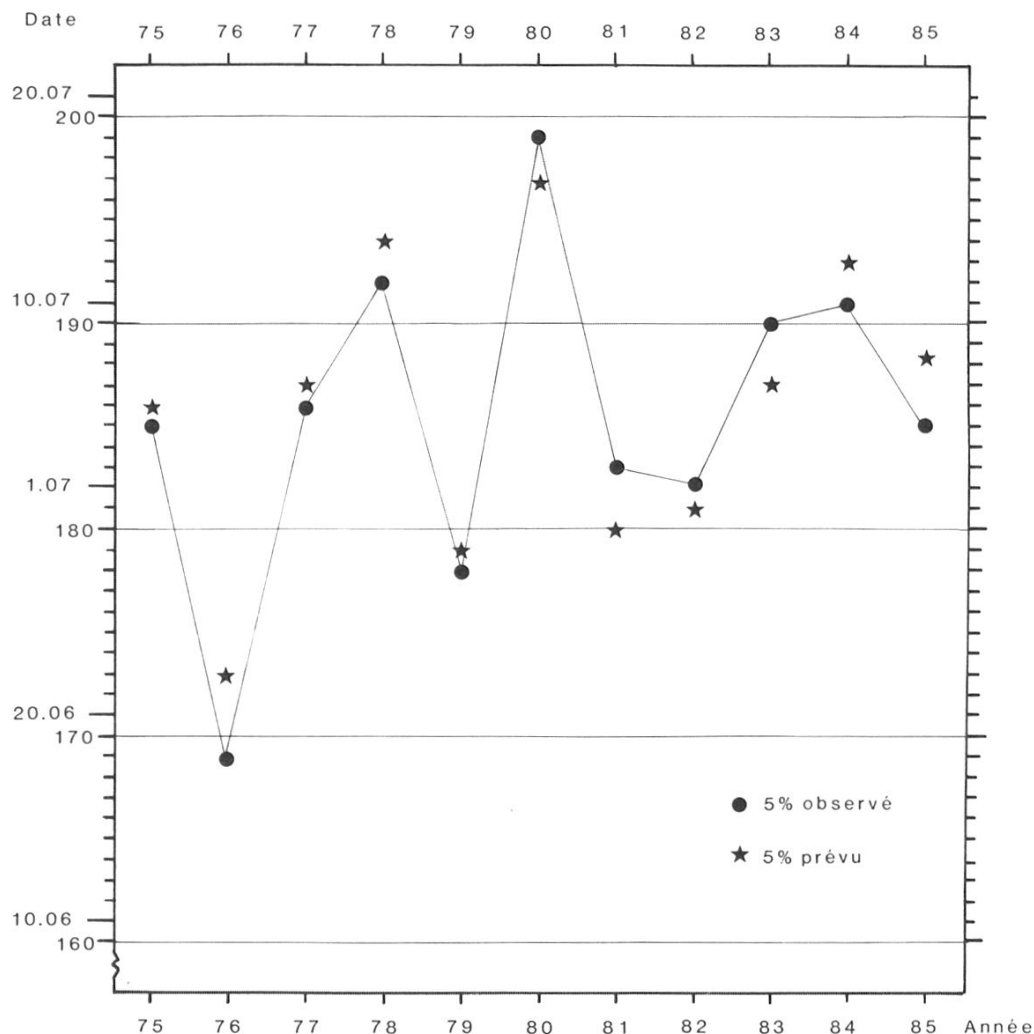


Fig. 2. Date du 5% observé et du 5% prévu par le modèle du vol des femelles de *O. nubilalis*. En ordonnée les jours sont numérotés à partir du 1<sup>er</sup> janvier.

l'évaluation du modèle: l'erreur absolue moyenne ( $|\Delta|$  moyen) et l'erreur absolue maximale ( $|\Delta|$  max.). Un bon modèle de prévision doit être juste en moyenne et l'erreur maximale commise doit être compatible avec la précision requise pour l'utilisation du modèle.

L'amélioration obtenue au moyen de la régression est de 4,2 jours (69%) par rapport au jour fixe et de 1,3 jours (41%) par rapport à la somme des degrés-jours fixe. L'erreur maximale est ramenée de 15 à 3 jours dans le premier cas et de 7 à 3 jours dans le second.

La prévision oscille dans une fourchette de  $\pm 3$  jours, également pour les années 1983 à 1985 qui n'ont pas été utilisées pour construire le modèle (fig. 2).

Bien que la prévision ne soit strictement valable que pour le 5% du vol, la technique utilisée permet, une fois la pente et l'ordonnée de la droite calculées, de prévoir le déroulement complet du vol (fig. 3). Sur les 11 ans, les moyennes des erreurs absolues en degrés-jours ( $\pm$  l'écart-type) sont de  $14,9 \pm 7,7$  à 5%, de  $17,9 \pm 11,6$  à 50% et  $27,7 \pm 24,9$  à 95% du vol. Les moyennes des erreurs effectives pour 5%, 50% et 95% du vol qui sont respectivement de  $-4,0$ ,  $7,0$  et  $10,0$  dj ne sont pas significativement différentes de 0. Le modèle décrit donc le vol complet sans biais. Pour 50% et 95% du vol, il est équivalent à la prévision fournie par la somme des degrés-jours moyenne, soit 343 dj et 433 dj.

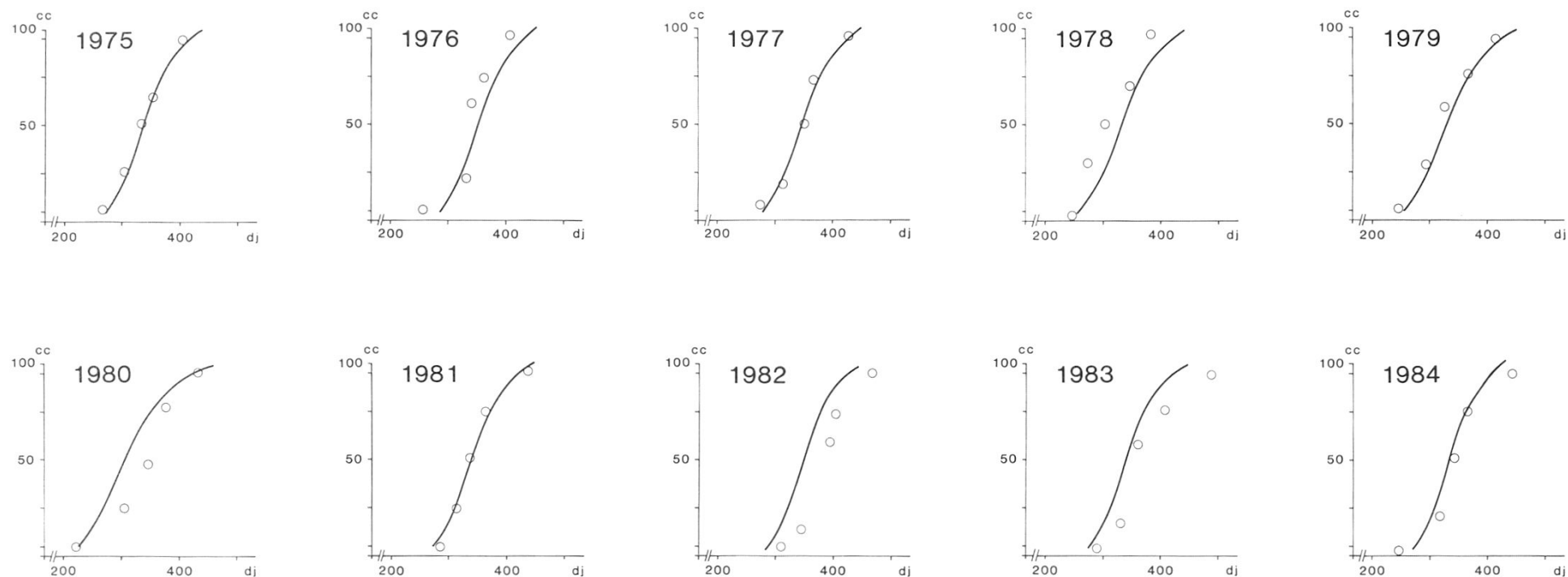


Fig. 3. Comportement du modèle pendant 10 ans. Les cercles représentent des points réels du vol observé, choisis le plus près de 5%, 25%, 50%, 75% et 95%. CC = captures cumulées en %.  $d_j$  = somme des degrés-jours supérieurs à 12 °C.



## CONCLUSION

Le modèle proposé permet d'améliorer sensiblement la prévision du début du vol de la pyrale du maïs. Il permet de fixer le 5% du vol avec suffisamment de précision dès le 1<sup>er</sup> juin, soit avec un bon mois d'avance sur la date présumée. Ce délai est suffisant pour organiser la lutte contre la pyrale avec *T. maidis*.

Les modèles de régression sont ajustés à des facteurs locaux et leur validité est généralement limitée à la région pour laquelle ils ont été calculés. Leur application dans d'autres régions doit être envisagée avec circonspection. Même si la technique de la régression multiple donne de bons résultats d'un strict point de vue de la prévision, on peut lui reprocher de sélectionner à l'aveugle des paramètres dont la valeur biologique est discutable. McLEOD (1981) attribue pourtant, dans son modèle, un sens biologique à chaque coefficient de régression. De nombreuses expériences de laboratoire (non publiées), effectuées à Changins, n'ont pas permis de démontrer, par exemple, que la température au moment de l'induction de la diapause (correspondant à la température des 20 derniers jours d'août dans notre modèle) a un quelconque effet sur l'intensité de celle-ci. Une grande prudence s'impose donc lors de l'interprétation biologique a posteriori des paramètres des régressions multiples.

Un modèle de simulation dynamique de l'émergence des papillons, basé sur une meilleure connaissance de la biologie, en particulier de la diapause de la pyrale, pourrait être envisagé. Toutefois, étant donné la précision limitée des données servant à valider le modèle, une amélioration importante de la prévision du début du vol est peu probable, quelque soit la méthode.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON, T. E., KENNEDY, G. C., STINNER, R. E. 1982. *Temperature-dependent model for postdiapause development and spring emergence of the European corn borer, Ostrinia nubilalis* (HÜBNER) (Lepidoptera: Pyralidae), in North Carolina. Environ. Entomol. 11: 1307-1311.
- APPLE, J. W., 1952. Corn borer development and control on canning corn in relation to temperature accumulation. J. Econ. Entomol. 45: 877-879.
- BIGLER, F. 1983. Erfahrungen bei der biologischen Bekämpfung des Maiszünslers mit Trichogramma-Schlupfwespen in der Schweiz. Mitt. Schweiz. Land. 31: 14-222
- DESPINS, J. L. & ROBERTS, J. E. 1984. Phenology of adult European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in Virginia. J. Econ. Entomol. 77: 588-590.
- JARVIS, J. L. & BRINDLEY, T. A. 1965. Predicting moth flight and oviposition of European corn borer by the use of temperature accumulations. J. Econ. Entomol. 58: 300-302.
- LOEWER, O. J. 1976. Insect management through weather-based computer simulations. Trans. ASAE 19: 539-544, 549.
- MCLEOD, D. G. 1978. Genetics of diapause induction and termination in the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae), in Southwestern Ontario. Can. Ent. 110, 1351-1353.
- 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.
- ROTH, O. & DERRON, J. O. 1985. Description du vol de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* HÜBNER, Lepidoptera: Pyralidae) dans le canton de Genève. Mitt. Schweiz. Entomol. 58: 177-188.
- STENGEL, M. & SCHUBERT, G. 1982. Etude comparative de la vitesse de croissance et de la sensibilité à la photopériode de deux races de pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* HÜBN. Lepidoptera, Pyralidae) et de leurs hybrides. Agronomie 2: 989-994.

(reçu le 3 juin 1986)