



Prévision des lâchers de trichogrammes dans la lutte biologique contre la pyrale du maïs

J. O. DERRON, et G. GOY, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

E-mail: jacques.derron@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 444.

Résumé

La pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* est le plus important ravageur du maïs en Suisse. Actuellement, seule la lutte biologique à l'aide du parasitoïde *Trichogramma brassicae* est autorisée pour le combattre. L'efficacité de ce mode de lutte dépend du bon positionnement du premier lâcher de trichogrammes, qui doit se situer au début de la ponte de la pyrale. La prévision de la date de lâcher doit intervenir environ deux semaines avant le début de la ponte. Cette prévision se base sur l'observation du déroulement de la pupaison des chenilles dans des tiges de maïs attaquées récoltées l'automne précédent. Le 5% de la pupaison se produit en moyenne à 190 degrés-jours (seuil 10 °C) et la ponte débute environ 170 degrés-jours plus tard, soit environ trois semaines en juin. La méthode est fiable et facile à mettre en œuvre.

Introduction

La pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* a fait son apparition dans le maïs en Suisse au début des années septante dans les régions de Bâle et Genève (Murbach *et al.*, 1973). Depuis lors, elle n'a cessé de s'étendre géographiquement (Bigler et Bosshart, 1992), suivant l'extension de la culture du maïs et en est devenue un ravageur important sur tout le plateau suisse. Les essais de lutte biologique à l'aide de trichogrammes (*Trichogramma brassicae*), petite guêpe parasitoïde des œufs de la pyrale, ont commencé très tôt (Suter et Ramser, 1978). Actuellement, en Suisse, c'est le seul moyen de lutte autorisé contre ce ravageur. La méthode, consistant à introduire le parasitoïde chaque année dans les cultures de maïs, s'est affinée au cours du temps (Kabiri *et al.*, 1990; Frandon *et al.*, 2002). En Suisse, de trois lâchers inondatifs successifs par année (1979-1990), elle est passée à deux lâchers (1991-2005). A partir de 2006, un système ne prévoyant

qu'un seul lâcher annuel (Frandon *et al.*, 2005) a été introduit.

Pour être efficace, la méthode exige que le premier lâcher (ou l'unique) soit réalisé au tout début de la ponte de la pyrale. La prévision précise de cet événement revêt donc une importance majeure (Hawlitzky, 1986; Derron et Roth, 1986). Cet article relate les travaux entrepris à Agroscope ACW Changins depuis 1985 pour prévoir le début de la ponte et décrit la méthode utilisée actuellement qui permet de proposer aux fournisseurs de trichogrammes une date optimale de lâcher.

Matériel et méthode

Différents modèles de **pièges sexuels** appâtés avec des phéromones de différentes provenances ont été testés entre 1981 et 1989. Leur efficacité a été jugée insuffisante pour établir des courbes de vol. Par conséquent, ce mode de piégeage a été abandonné et remplacé par un **piège lumineux** (fig. 1). Ce piège, muni d'une ampoule Philips HPL 80 W a été mis en service à la station de



Fig. 1. Piège lumineux utilisé à Changins de 1985 à 2000 pour l'étude du vol de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*).

Changins en 1985 et a fonctionné jusqu'en 2000. Durant cette période, il a été contrôlé chaque jour de mars à novembre. Parallèlement, un **suivi de la pupaison et de l'émergence** a été mis en place. Pour ce faire, chaque automne des tiges de maïs sont prélevées dans des parcelles fortement attaquées et stockées dans des caisses en bois à claire-voie posées à même le sol (fig. 2). A

Lexique

Émergence*: sortie de l'enveloppe pupale. Synonyme: éclosion.

Lâcher inondatif: méthode d'introduction en masse d'un agent biologique préalablement multiplié. Parfois appelé traitement biologique.

Lutte biologique: utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits pour empêcher ou réduire les dommages causés aux cultures par des organismes nuisibles.

Parasitoïde: organisme dont les stades immatures se développent aux dépens d'un être vivant et entraînent sa mort. Les adultes ont une vie libre.

Pupaison*: chez la larve (chenille), action de se transformer en pupe. Synonymes: nymphose, chrysalidation.

Pupe*: stade inactif intermédiaire entre la larve et l'adulte chez tous les insectes à métamorphose complète. Synonymes: chrysalide, nymphe.

*D'après: Seguy E. Dictionnaire des termes d'entomologie. Ed P. Lechevallier, Paris, 1967.

partir de la seconde quinzaine de mai, des tiges sont disséquées deux fois par semaine jusqu'à l'obtention d'un total de 50 individus par contrôle (chenilles + pupes, pleines ou vides). Le nombre total de pupes, divisé par le nombre d'individus observés nous donne le taux de pupaison et les pupes vides, le taux d'émergence des papillons. Les températures sont mesurées à deux mètres au-dessus du sol (station météorologique de Changins du réseau Météo Suisse). La **somme des températures** efficaces (degrés-jours; dj) est cumulée depuis le 1^{er} janvier sur la base des minima et des maxima journaliers selon la formule Somme = [(Tmin + Tmax) / 2] - seuil. Le seuil de développement est fixé à 10 °C.

La pupaison, l'émergence des papillons ou les captures cumulées d'un piège sont généralement bien décrites par des courbes sigmoïdes. Ces événements peuvent être considérés comme une réponse à une accumulation de temps physiologique et par conséquent analysés au moyen de **régressions logistiques** (Berchtold, 1981; Roth et Derron, 1985).

Résultats

L'émergence des papillons ainsi que l'activité du vol au piège lumineux ont été suivies de 1985 à 2000. Le vol mesuré au piège commence un peu plus tôt et finit un peu plus tard que l'émergence des papillons établie après dissection des tiges de maïs (fig. 3). Ceci peut s'expliquer par une plus grande hétérogénéité de la provenance des individus capturés dans le piège et par la durée de vie des papillons. Le 50% du vol et le 50% d'émergence des papillons par contre coïncident presque parfaitement.

Le piège lumineux présente un certain nombre d'inconvénients.

- Le coût d'un piège lumineux et de sa maintenance est élevé.
- L'identification des papillons nécessite la présence d'un taxinomiste ou en tout cas d'un bon connaisseur des lépidoptères.
- L'interprétation des captures au piège lumineux est rendue difficile du fait qu'il y a une part comportementale dans l'activité de vol des papillons.
- La précocité et l'intensité du vol, mesurées au piège, dépendent de la proximité et de l'importance des foyers d'attaque de l'année précédente (sites d'émergence des papillons).



Fig. 2. Tiges de maïs attaquées, récoltées en automne et stockées en plein air jusqu'au printemps, servant au suivi de la pupaison.

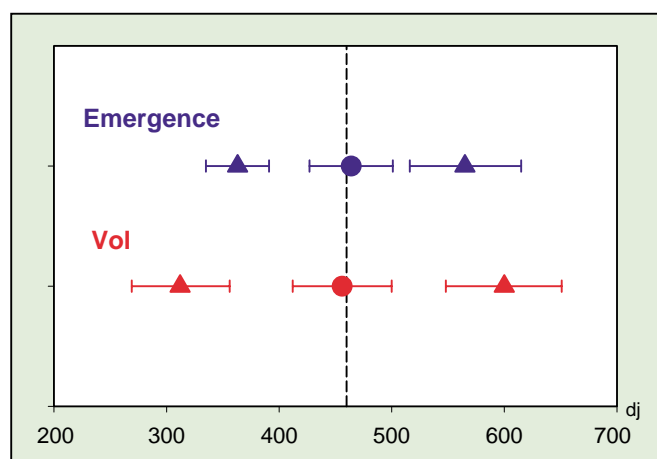


Fig. 3. Moyenne \pm l'écart-type des 5%, 50% et 95% du vol de *O. nubilalis* au piège lumineux et de l'émergence des papillons issus des tiges stockées dans les caisses de 1985 à 2000 à Changins.

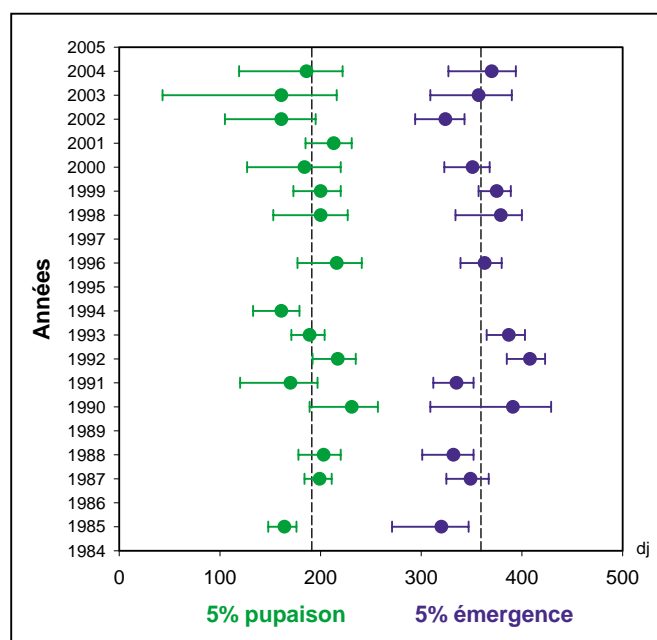


Fig. 4. L'examen des tiges de maïs stockées dans les caisses permet de déterminer le 5% de la pupaison et d'établir des courbes de pupaison et d'émergence des papillons (les intervalles de confiance au seuil de probabilité de 0,05 sont donnés par la régression logistique).

– L'information obtenue est trop tardive pour être utilisée par les producteurs de trichogrammes qui doivent disposer de la prévision de la date de lâcher avec environ deux semaines d'avance.

Pour ces différentes raisons, le piège lumineux a été abandonné et à partir de 2001 seul le suivi de la pupaison et de l'émergence des papillons par dissection des tiges a été maintenu pour fixer la date de lâcher des trichogrammes.

Entre 1985 et 2004, le 5% de la pupaison s'établit en moyenne à 192 ± 22 dj et le 5% de l'émergence à 360 ± 27 dj (fig. 4). La différence de 168 degrés-jours correspond à la durée du stade de pupe à température constante (17 jours à 20 °C).

Le nombre moyen de degrés-jours accumulés chaque jour en juin est de 7,3 en moyenne de 1985 à 2004. Par conséquent, le 5% de l'émergence se produit en moyenne 23 jours plus tard ($170/7,3$). Effectivement, le 5% de la pupaison se situe à Changins en moyenne le 3 juin et 5% des papillons ont émergé le 26 juin, soit un écart de 23 jours. Si l'on excepte les années 1987 particulièrement tardive et 2003 particulièrement précoce (dans les dates, mais normales en degrés-jours), le 5% de la pupaison s'est toujours produit entre le 27 mai et le 13 juin de 1985 à 2004.

Sur l'ensemble du plateau suisse à moins de 500 m d'altitude où la plus grande partie du maïs-grain est cultivée (fig. 5), si l'on excepte Binningen (basse altitude) et Vaduz (foehn), les écarts sont de quatre jours pour la pupaison et de six jours pour l'émergence des papillons (tabl. 1).

En admettant que la ponte commence lorsque le taux d'émergence des papillons atteint 5% (fig. 6), le lâcher de trichogrammes doit avoir lieu 170 dj ou 23 jours en moyenne après le 5% de la

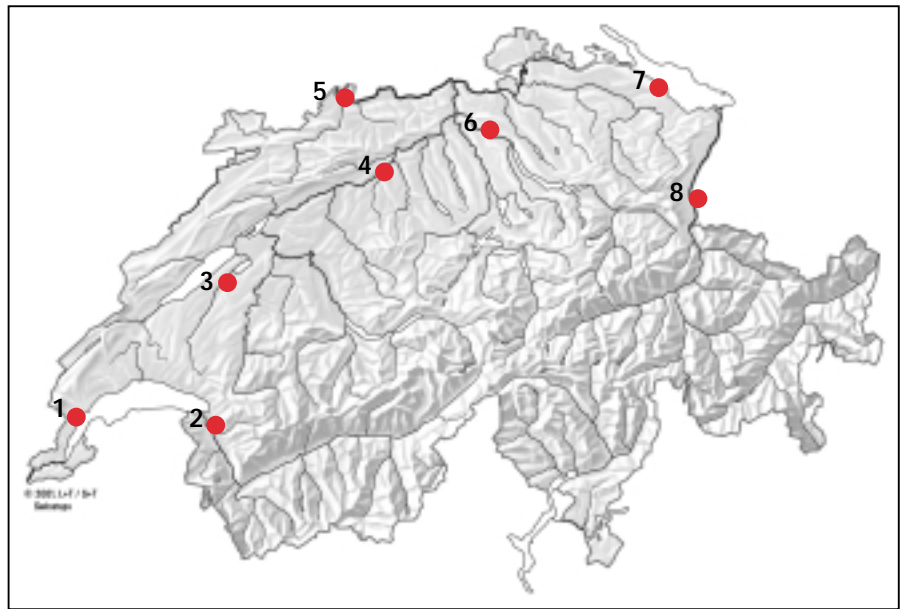


Fig. 5. Stations du réseau automatique de Météo Suisse, réparties dans la zone de culture du maïs, utilisées pour calculer la date de 5% de la pupaison et de l'émergence des papillons de *O. nubilalis*. 1 Changins, 2 Aigle, 3 Payerne, 4 Wynau, 5 Binningen, 6 Reckenholz, 7 Güttingen, 8 Vaduz (voir tabl. 1).

Tableau 1. Date à laquelle 5% de la pupaison et 5% de l'émergence de *O. nubilalis* (moyenne de 1994 à 2000 et écart-type) sont atteints dans quelques stations du Plateau suisse (fig. 5). La pupaison atteint 5% à 193 dj et l'émergence à 360 dj.

	Station	Altitude	5% pupaison	5% émergence
8	Vaduz	460	25.05 +/- 7 j	19.06 +/- 7 j
5	Binningen	316	27.05 +/- 8 j	19.06 +/- 7 j
1	Changins	430	3.06 +/- 6 j	26.06 +/- 6 j
2	Aigle	380	3.06 +/- 8 j	26.06 +/- 8 j
6	Reckenholz	443	5.06 +/- 7 j	30.06 +/- 7j
7	Güttingen	440	6.06 +/- 8 j	30.06 +/- 7j
4	Wynau	422	7.06 +/- 6 j	1.07 +/- 6j
3	Payerne	490	7.06 +/- 7 j	2.07 +/- 7 j

pupaison (fig. 7). Cette manière de procéder permet de déterminer la date probable du début de la ponte environ trois semaines à l'avance. Cette prévision

peut encore être un peu affinée en cours de route, si les températures de juin sont nettement en-dessous ou en-dessus de la moyenne.

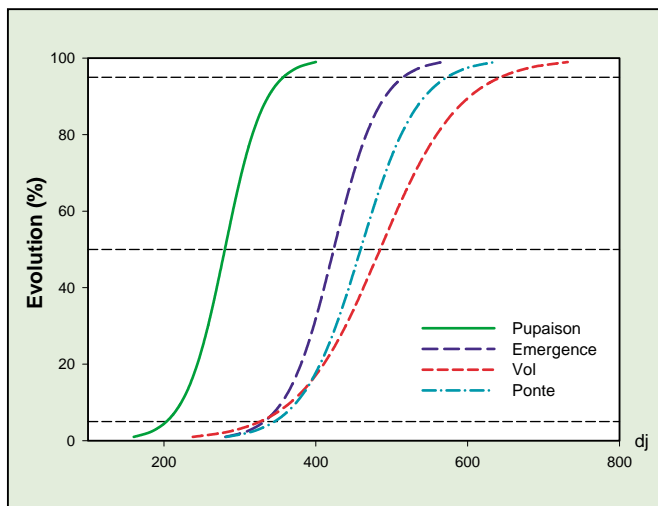


Fig. 6. Déroulement de la pupaison, de l'émergence, du vol et de la ponte de *O. nubilalis* à Changins en 1988.

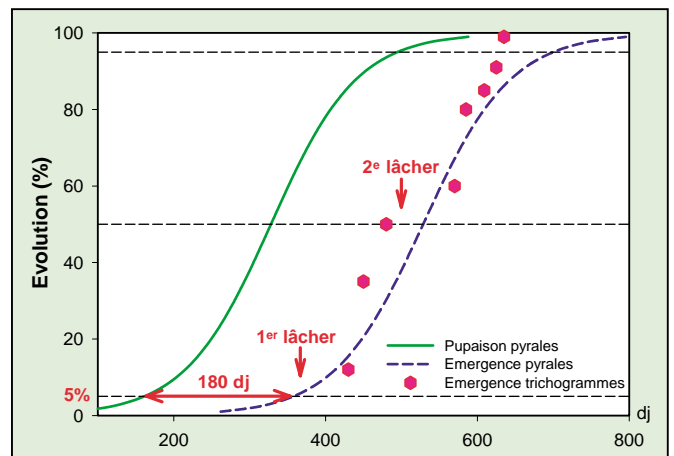


Fig. 7. Déroulement de la pupaison, de l'émergence de *O. nubilalis* et de l'émergence de *Trichogramma brassicae* (Trichobox, fenaco) à Changins en 2003. La prévision de la date de lâcher des trichogrammes est basée sur la détermination de 5% de la pupaison de la pyrale.

Discussion et conclusions

La méthode présentée est valable dans les régions où la pyrale du maïs n'a qu'une seule génération par année (race monovoltine), ce qui était le cas jusqu'à maintenant au nord des Alpes. Malheureusement, depuis environ trois ans, une race à deux générations (bivoltine), mélangée à la première, apparaît dans les cultures de maïs bordant le lac Léman entre Saint-Prex et Céligny (Derron et Goy, à paraître). Cette nouvelle situation remet en cause, localement pour le moment, la validité de la procédure décrite ci-dessus. Une stratégie de lutte biologique adaptée à ce nouveau cas de figure est à l'étude actuellement.

Pour toutes les autres régions la procédure proposée:

- est peu coûteuse et relativement facile à mettre en œuvre. Elle n'exige pas l'accompagnement d'un spécialiste.
- est fiable pour autant qu'on prenne le soin de récolter suffisamment de tiges attaquées en automne. Il faudrait en effet que le stock contienne au moins 300 chenilles de manière à pouvoir assurer environ six contrôles à 50 individus chacun.
- laisse le temps nécessaire aux fournisseurs de trichogrammes pour pouvoir livrer les parasitoïdes aux producteurs de maïs à la date optimale.

Bibliographie

- Berchtold W., 1981. Regressionsanalyse für Anzahlen bei einmaligem und mehrmaligem Beobachten derselben Objekte zu verschiedenen Zeitpunkten. Interner Bericht, Gruppe Biometrie, ETH-Zürich, 85 p.
- Bigler F. & Bosshart S., 1992. Der Maiszünsler in der Schweiz – Ausbreitung und Befallssituation 1991. *Landwirtschaft Schweiz* 5, 287-292.
- Derron J. O. & Roth O., 1986. Prédiction du début du vol de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* Hübner; *Lepidoptera: Pyralidae*)

Zusammenfassung

Bestimmung der Daten für die Freilassung der Trichogramma-Wespen (*Trichogramma brassicae*) bei der biologischen Bekämpfung des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis*)

Der Maiszünsler ist ein wichtiger Maisschädling in der Schweiz. Gegenwärtig ist nur die biologische Bekämpfung mit Trichogramma-Wespen erlaubt. Diese Bekämpfungsmethode ist nur dann wirksam, wenn die Trichogramma-Wespen zum richtigen Zeitpunkt ausgebracht werden, das heisst wenn der Maiszünsler mit der Eiablage beginnt. Die Bestimmung der Freilassungsdaten muss ungefähr zwei Wochen vor der Eiablage festgelegt werden. Dafür wird die Abwicklung der Verpuppung in befallenen Maisstängeln, die im vorherigen Herbst geerntet wurden, beobachtet. Bei 190 Tagesgraden (Schwelle bei 10 °C) liegt die Verpuppung durchschnittlich bei 5%, und 170 Tagesgrade später beginnt die Eiablage, was ungefähr 3 Juni-Wochen entspricht. Die Methode ist verlässlich und einfach durchzuführen.

Summary

Forecast of the release date of trichogramma (*Trichogramma brassicae*) in the biological control of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*)

The European corn borer is in Switzerland the most important pest of maize. It is currently controlled by mass releases of trichogramma, an egg-parasitoid. The effectiveness of the control depends on the good timing of the first release which should occur at the beginning of oviposition. The date of the release should be fixed approximately two weeks before the beginning of egg laying. This forecast is based on observations of the progress of pupation in infested maize stalks collected during the previous autumn. The 5% of pupation occurs on average at 190 degree-days (threshold 10 °C) and the oviposition begins approximately 170 degree-days later, which means about three weeks in June. This method is reliable and easy to implement.

Key words: *Ostrinia nubilalis*, *Trichogramma brassicae*, biological control, forecast, release date.

par un modèle de régression multiple. *Bull. Soc. Ent. Suisse* 59, 243-249.

Derron J. O. & Goy G., 2007. Caractérisation biologique de la race de pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*) à deux générations présente dans le bassin lémanique. *Revue suisse Agric.* (en préparation).

Frandon J., Kabiri F. & Pizzol J., 2005. Amélioration du conditionnement des trichogrammes pour la lutte biologique contre la pyrale du maïs: vers plus de simplicité et d'efficacité. AFPP-7^e Conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier 26 et 27 octobre 2005, 7 p.

Frandon J., Kabiri F. & Pizzol J., 2002. La lutte biologique contre la pyrale du maïs avec les trichogrammes. Bilan des derniers développements. 2^e Conférence internationale sur les moyens alternatifs de lutte contre les organismes nuisibles aux végétaux, Lille 4, 5, 6 et 7 mars 2002, 6 p.

Hawltzky N., 1986. Etude de la biologie de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hbn. (*Lep. Pyralidae*) en région parisienne durant quatre

années et recherche d'éléments prévisionnels du début de la ponte. *Acta Oecologica (Oecol. Applic)* 7, 47-68.

Kabiri F., Frandon J., Voegelé J., Hawltzky N. & Stengel M., 1990. Stratégie évolutive des lâchers inondatifs de *Trichogramma brassicae* Bezd. (*Hym. Trichogrammatidae*) contre la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* Hbn. (*Lep. Pyralidae*). ANPP, 2^e conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Versailles, 4, 5, 6 décembre 1990, vol. 3, 1225-1232.

Murbach R., Hächler M. & Goy G., 1973. La pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) en Suisse romande. *Revue suisse Agric.* 5, 108-111.

Roth O. & Derron J. O., 1985. Description du vol de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* Hübner; *Lepidoptera: Pyralidae*) dans le canton de Genève. *Bull. Soc. Ent. Suisse* 58, 243-249.

Suter H. & Ramser E., 1978. Auftreten und biologische Bekämpfung des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in der deutschsprachigen Schweiz. *Mitt. Schweiz. Landw.* 26, 57-65.