

**AFPP – QUATRIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE  
SUR LES MÉTHODES ALTERNATIVES EN PROTECTION DES CULTURES  
LILLE – 8, 9 ET 10 MARS 2011**

**EVALUATION DE DEUX STRATEGIES DE LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LA PYRALE  
DU MAÏS (*OSTRINIA NUBILALIS* HÜBNER) EN CULTURE DE MAÏS SUCRE FRAIS.**

Elsa Etilé<sup>1</sup>, Josée Boisclair<sup>2</sup>, Daniel Cormier<sup>2</sup>, Silvia Todorova<sup>3</sup>, et Éric Lucas<sup>1</sup>

(1) Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succ. Centre ville, Montréal (Québec) H3C 3P8, CANADA ; [elsa.etile@gmail.com](mailto:elsa.etile@gmail.com)

(2) Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, 3300, rue Sicotte, C.P. 480, Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 7B8, CANADA

(3) Anatis Bioprotection Inc., 278, rang St-André, St-Jacques-le-Mineur (Québec) J0J 1Z0, CANADA

## **RÉSUMÉ**

L'objectif de cette étude était de comparer l'efficacité de deux stratégies de lutte biologique contre la pyrale en culture de maïs sucré dans le sud du Québec. La première stratégie (5 lâchers) consistait en l'introduction de trichogrammes cinq fois durant la saison à une dose constante de 150,000 individus/ha. La seconde stratégie (1 lâcher + Bt) consistait en une introduction unique de trichogrammes (même dose), suivie d'arrosages de *Bacillus thuringiensis* lorsqu'un certain seuil d'infestation de pyrales était atteint. L'efficacité de chacune d'entre elles a été évaluée par décompte des larves et des dommages infligés aux plants de maïs au moment de la récolte. La stratégie 5 lâchers s'est avérée plus efficace en réduisant de 60% le nombre de larves présentes dans les épis et de 30% le nombre d'épis endommagés par rapport au témoin, contre une réduction de 8% de larves et 17% d'épis endommagés pour la stratégie 1 lâcher + Bt.

Mots-clés : *Ostrinia nubilalis*, lutte biologique, parasitoïdes, *Bacillus thuringiensis*, *Trichogramma ostriniae*, maïs sucré

## **SUMMARY**

### **EVALUATION OF TWO BIOLOGICAL CONTROL STRATEGIES AGAINST THE EUROPEAN CORN BORER (*OSTRINIA NUBILALIS*) IN SOUTHERN QUEBEC FRESH SWEET CORN.**

Two biological control strategies were compared in sweet corn fields of southern Quebec, Canada. The first strategy (5 releases) consisted in the introduction of *Trichogramma ostriniae* (150,000 indiv./ha) five times over the whole growing season. The second strategy (1 release + Bt) consisted in a single release of *T. ostriniae* (150,000 indiv/ha), followed by *Bacillus thuringiensis* spreads, as required by weekly sequential monitoring of European corn borer infestation. The efficacy of both strategies was evaluated by counting ECB larvae and damages at harvest. The 5 releases strategy showed better efficacy by reducing the number of larvae present in corn ears by 60% compared to an 8% reduction with the second strategy. Similarly, the number of ears damaged was reduced by 30% in the 5 releases strategy, compared to 17% in the 1 release + Bt strategy.

Key words: *Ostrinia nubilalis*, biological control, parasitoids, *Bacillus thuringiensis*, *Trichogramma ostriniae*, sweet corn

## INTRODUCTION

Le maïs sucré est cultivé sur plus de 30 000 hectares de terres au Canada, ce qui en fait la céréale dont la culture est la plus répandue au pays. Le maïs sucré est produit dans toutes les régions du Canada. La plus grande partie de la production provient de l'Ontario (12 586 ha ou 50 % de la superficie nationale) et du Québec (environ 10 000 ha ou 35 % de la superficie nationale) (AAC, 2006). Depuis le début des années 1980, la culture du maïs sucré a connu une forte croissance au Québec, grâce au développement de variétés mieux adaptées aux conditions climatiques de la région ainsi qu'à une grande amélioration des techniques culturales (Jean et Boisclair, 2001). Au Québec, la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera : Crambidae)) est le principal ravageur du maïs sucré. Les producteurs de maïs sucré (env. 9000 ha) peuvent intervenir jusqu'à six fois par saison pour contrôler les populations de l'insecte. Lors de ces interventions, ils ont principalement recours à des produits chimiques qui peuvent à leur tour être responsables d'autres problèmes phytosanitaires comme les infestations de pucerons. La présente étude s'inscrit dans un projet visant à optimiser la lutte biologique contre la pyrale du maïs dans le maïs sucré en favorisant l'utilisation conjointe de plusieurs agents de lutte biologique. Parmi les agents de lutte biologique disponible pour lutter contre la pyrale du maïs, on retrouve principalement des biopesticides à base de la bactérie entomopathogène *Bacillus thuringiensis* ainsi que des micro-hyménoptères de la famille de la famille des Chalcidoïdæ : les trichogrammes. Un premier volet du projet, mené en 2007, a permis d'identifier le parasitoïde *Trichogramma ostriniae* comme un parasitoïde à privilégier par rapport à *T. brassicae*, utilisé depuis plusieurs années au Québec. En 2008, la suite du projet s'est penchée sur la comparaison de l'effet d'un lâcher unique et de lâchers multiples du parasitoïde *T. ostriniae* sur le contrôle de la pyrale. Les résultats obtenus ont montré qu'un seul lâcher ne suffisait pas à réduire suffisamment les dommages causés par la pyrale, mais qu'il pouvait tout de même permettre de maintenir un taux élevé de parasitisme tout au long de la saison. Ainsi, la suite de nos travaux, menés à l'été 2009, avait pour objectif de comparer l'efficacité de deux stratégies de lutte biologique contre la pyrale en culture de maïs sucré dans le sud du Québec. La première stratégie consistait en l'introduction systématique de *Trichogramma ostriniae* cinq fois durant la saison. La seconde stratégie, consistait en une introduction unique de *T. ostriniae*, suivie de pulvérisations de *Bacillus thuringiensis*. L'efficacité de chacune d'entre elles a été évaluée par décompte des larves et des dommages infligés aux plants de maïs au moment de la récolte.

## MATERIEL ET MÉTHODE

### 1) Dispositif expérimental et traitements effectués

Les expériences ont été réalisées sur les parcelles expérimentales de l'Institut de Recherche et Développement en Agroenvironnement (IRDA), Saint-Hyacinthe (72,56°W;45,39°N), Québec, Canada, en 2009. Trois traitements ont été répartis sur douze parcelles (0,2 ha ;40m X 50m) de maïs sucré (variété Sensor), séparées de 150 mètres l'une de l'autre afin de limiter la contamination entre elles. Le semis a eu lieu le 16 juin 2009 (densité de 58 000 plants /parcelle). Quatre parcelles ont donc été attribuées de façon complètement aléatoire à chacun des traitements suivants :

[1] Témoin non traité

Aucun traitement phytosanitaire n'a été effectué dans ces quatre parcelles.

[2] Stratégie 5 LÂCHERS

Cette première stratégie consiste en des lâchers systématiques de *Trichogramma ostriniae* tout au long de la période de ponte de la pyrale du maïs. En tout, cinq lâchers de *Trichogramma ostriniae* (150 000 indiv. / ha) ont été effectués tous les 10 jours durant la saison, soit du 14 juillet au 23 août 2009. Le premier lâcher a été effectué lorsqu'au moins 50% des plants de maïs de chaque parcelle avaient atteint le stade V6 (6 feuilles complètement déployées) de développement du maïs, tel que recommandé par le réseau d'avertissement phytosanitaire de la région.

### [3] Stratégie 1 LÂCHER + BT

Cette deuxième stratégie a pour objectif l'utilisation conjointe et raisonnée de deux agents de lutte biologique dans le but de réduire les coûts de la pratique de la lutte biologique dans le maïs sucré sans compromettre l'efficacité de contrôle. Les agents sélectionnés pour cette stratégie sont le parasitoïde *Trichogramma ostriniae* et un biopesticide à base de *Bacillus thuringiensis*, le BIOPROTEC 3P®. Un lâcher unique de *Trichogramma ostriniae* (150 000 indiv. / ha) a été effectué lorsqu'au moins 50% des plants de maïs de chaque parcelle avaient atteint le stade V8 (8-10 feuilles complètement déployées), soit le 24 juillet 2009, date qui correspondait également au début de la ponte de pyrale dans les champs. Par la suite, la décision de traiter les parcelles au *Bt* a été prise selon l'évaluation du niveau d'infestation de la pyrale du maïs réalisée deux fois par semaine avec la méthode de l'échantillonnage séquentiel (RAP, 2005). En tout, 4 applications de *Bt* ont été effectuées dans les champs les 4, 12, 19 et 26 août 2009.

## 2) Méthode utilisée pour les lâchers de trichogrammes et les applications de Bt.

Les trichogrammes ont été reçus sous forme d'oeufs d'*Ephesia kuehniella* parasités, de la compagnie IPM Laboratories, Inc., Locke, New York, USA. Ces oeufs ont été collés sur des trichocartes (cartons glacés conçus pour être accrochés aux plants de maïs ; voir annexe 1). Chaque trichocarte est préparée afin qu'elle contienne une moitié de trichogrammes prêts à émerger (< 24h) et une autre moitié d'individus émergents 4 jours plus tard. Ceci permet d'avoir des individus présents dans le champ durant la période de 10 jours séparant deux lâchers consécutifs.

Les applications de *Bt* ont été effectuées à l'aide d'un tracteur à raison de 1,725 kg/ha dans une bouillie de 650L/ha.

## 3) Évaluation des dommages au moment de la récolte

Au moment de la récolte, les proportions d'épis endommagés par la pyrale du maïs ont été évaluées sur 100 épis par parcelle (20 stations de 5 plants consécutifs). Les dommages observés à ce stade sont : la croix cassée (tige pliée juste au bas de la panicule), la tige trouée, ou la tige cassée. Tous les plants de maïs ont été inspectés et ouverts afin de vérifier la présence de larves et de les compter.

## RESULTATS

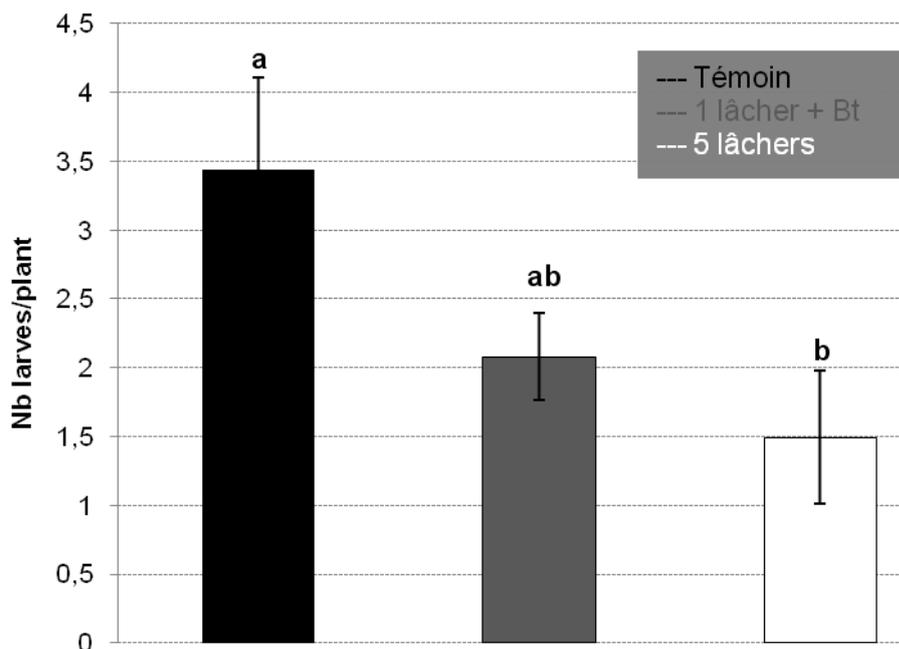
### 1) Décompte des larves à la récolte

La figure 1 indique que les deux stratégies ont réduit le nombre moyen de larves par plant trouvées au moment de la récolte mais que seule la stratégie 5 lâchers a permis de réduire ce nombre de façon significative, passant ainsi de 3,5 à 1,5 larves par plant, soit une réduction de 60%. Il n'y a cependant pas de différence significative dans le nombre moyen de larves par plant entre les deux stratégies (ANOVA :  $F_{2,11} = 11,28$ ;  $p = 0,0035$ , suivi du test HSD de Tukey :

Q = 2,79 [traitement = moyenne  $\pm$  écart-type] [Témoin = 9,17  $\pm$  2,83(a); 1 lâcher + *Bt* = 5,54  $\pm$  0,88 (ab); 5 lâchers = 2,79  $\pm$  1,43 (b)].

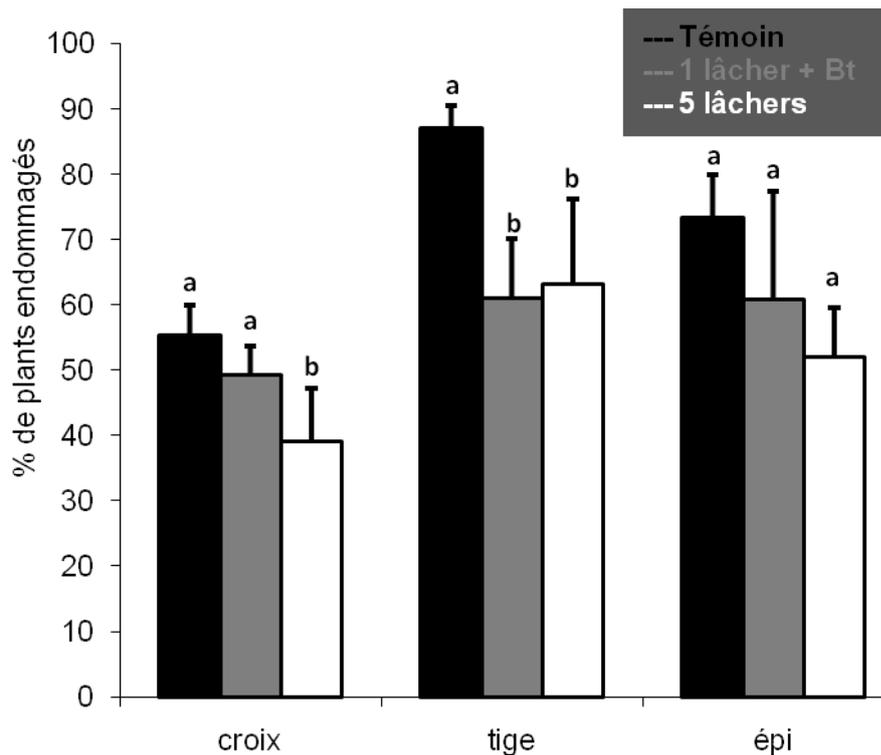
## 2) Dommages à la récolte

La figure 2 présente le pourcentage moyen de dommages évalués au moment de la récolte à la croix (panicule), à la tige et à l'épi. Il y a une différence significative dans le pourcentage de dommages retrouvés au niveau de la croix (ANOVA :  $F_{2,11} = 11,72$ ;  $p = 0,0031$ , suivi du test HSD de Tukey : Q = 2,79 [traitement = moyenne  $\pm$  écart-type] [Témoin = 55,25  $\pm$  9,46(a); 1 lâcher + *Bt* = 49,25  $\pm$  8,84 (a); 5 lâchers = 39  $\pm$  16,59 (b)]). Les plants situés dans les parcelles traitées par 5 lâchers de *Trichogramma ostriniae* ont présenté moins de dommages au niveau de la croix que ceux du traitement 1 lâcher + *Bt* et ceux du témoin. Au niveau de la tige, il y a eu significativement plus de dommages dans les parcelles témoins que dans les parcelles traitées (ANOVA :  $F_{2,11} = 5,87$ ;  $p = 0,023$ , suivi du test HSD de Tukey : Q = 2,79 [Témoin = 87  $\pm$  7,1(a); 1 lâcher + *Bt* = 61  $\pm$  18,2 (b); 5 lâchers = 63,25  $\pm$  25,7 (b)]). Au niveau de l'épi, il n'y a eu aucune différence significative entre les différents traitements (ANOVA :  $F_{2,11} = 1,77$ ;  $p = 0,22$ , suivi du test HSD de Tukey : Q = 2,79 [Témoin = 73,25  $\pm$  13,45(a); 1 lâcher + *Bt* = 60,75  $\pm$  33,18 (a); 5 lâchers = 52  $\pm$  15,08 (a)]).



**Figure 1. Nombre moyen de larves par plant lors de la récolte**

ANOVA ( $F_{2,11} = 11,28$ ;  $p = 0,0035$ ). Des lettres différentes au dessus des colonnes indiquent des différences statistiquement significatives par le test HSD de Tukey ( $p < 0,05$ ).



**Figure 2 : Pourcentage de plants endommagés à la croix, à la tige ou à l'épi au moment de la récolte.**

Des lettres différentes au dessus des colonnes indiquent des différences statistiquement significatives par le test HSD de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSION

La combinaison d'un lâcher de trichogrammes et de quatre arrosages au *Bt* n'a pas été aussi efficace que les 5 lâchers de trichogrammes pour réduire le nombre de larves présentes dans les plants en fin de saison. Cependant, la figure 1 montre tout de même qu'il y a eu une action de répression de la pyrale dans les deux cas.

Aucune des deux stratégies évaluées n'a permis de réduire la quantité d'épis endommagés par la pyrale du maïs de façon significative. La stratégie consistant en l'introduction systématique de trichogrammes 5 fois durant la saison s'est avérée moins efficace que les années précédentes. En effet, cette même stratégie, testée au cours des étés 2007 et 2008, avait permis de réduire les dommages au niveau de l'épi au dessous du seuil de 5% tolérable par les producteurs de maïs sucré du Québec (résultats d'études préliminaires). La forte infestation de pyrale survenue en 2009 est probablement responsable de ce manque d'efficacité de la stratégie. En effet le pourcentage d'épis endommagés dans les parcelles témoins était de plus de 75% en 2009, alors qu'il n'était que de 5% en 2007 et 25% en 2008.

Des différences significatives ont cependant été notées au niveau des dommages à la croix et à la tige. Les épis étant la cible de la deuxième génération de la pyrale bivoltine, on peut supposer que c'est le contrôle de cette population de pyrale qui a été le moins efficace. Des trois générations de pyrale qui se succèdent au cours de l'été au Québec, c'est généralement la deuxième génération de la pyrale bivoltine qui est la plus abondante.

## **CONCLUSION**

La stratégie qui consistait en la combinaison de deux agents de lutte biologique dans le but d'optimiser les chances de contrôle du ravageur et de réduction des coûts associés s'est avérée moins efficace que la stratégie systématique conseillée pour les introductions de trichogrammes dans les champs. Le potentiel des trichogrammes comme agents de lutte biologique contre la pyrale est donc confirmé, mais certaines limitations de la pratique ont pu être mises en évidence. En effet, il a été montré que le niveau d'infestation par la pyrale est déterminant pour le résultat du contrôle biologique de l'insecte. D'une année à l'autre, une même stratégie peut s'avérer très efficace ou très peu efficace, dépendamment de la pression exercée par la pyrale dans les champs. La considération des niveaux d'infestation dans les champs est donc essentielle et devrait permettre d'une part d'agir contre la pyrale de façon raisonnée et d'autre part d'éviter des pertes de rendement en fin de saison dû à des variations dans le niveau d'infestation. Il serait intéressant de poursuivre des essais de combinaison de trichogrammes et de *Bt* dans le but de contrôler la pyrale du maïs à différents niveaux de pression de pyrale. Un ajustement dans la dose de trichogrammes introduits en début de saison pourrait permettre un meilleur contrôle plus tard en saison. Une emphase sur le contrôle de la deuxième génération de la pyrale bivoltine serait également à considérer.

## **REMERCIEMENTS**

Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec : Programme de Soutien à l'Innovation Agroalimentaire.

Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement (IRDA)

Université du Québec à Montréal : Laboratoire de Lutte Biologique

Anatis Bioprotection, inc.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), 2006. Profil de la culture du maïs sucré au Canada. Programme de réduction des risques liés aux pesticides. Centre pour la lutte antiparasitaire.

Jean C., Boisclair J., 2001. Ravageurs et maladies du maïs sucré: Manuel de l'observateur. Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement (IRDA), Sainte-Foy, QC, 95pp.

Mason C.E., Rice M.E., Calvin D.D., Van Duyn J.W., Showers W.B., Hutchinson W.D., Witkowski J.F., Higgins R.A., Onstad D.W., Dively G.P. 1996. European corn borer: ecology and management. North Central Regional Extension Pub. No 327. Iowa State University, Ames, IA.

Réseau d'Avertissement Phytosanitaire (RAP), 2005. Une méthode rapide pour dépister la pyrale du maïs : l'échantillonnage séquentiel. Bulletin d'information - Maïs sucré No 04.



Fig.3 : Guide d'explication présenté par une compagnie fournisseuse de trichogrammes



Fig. 4 : Trichocarte accrochée à un plan de maïs