



## RAPPORT FINAL

### Résistance du carpocapse de la pomme aux insecticides utilisés dans les vergers du

Québec

Projet no. 6295

Demandeur :

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

Juin 2009 à Novembre 2010

Rédigé par Sylvie Bellerose, B. Sc.  
et Gérald Chouinard, Ph. D.

18 mars 2011

*Date de dépôt du rapport final*

Le rapport final transmis au CDAQ en version papier et Word doit inclure:

- les biens livrables décrits à l'annexe C de la convention de contribution financière;
- les pièces justificatives, numérotées, portant la mention payée et inscrites dans le document Plan de financement et conciliation des dépenses;
- les copies des documents de diffusion produits faisant mention de la contribution du programme.

# Table des matières

1. OBJECTIFS .....	3
1.1 Objectif général .....	3
1.2 Objectifs spécifiques.....	3
2. RÉSULTATS ET ANALYSE .....	4
2.1 Résultats obtenus et analyse.....	4
2.2 Diffusion des résultats .....	8
3. CONCLUSIONS.....	11
4. HISTOIRE D'UNE RÉUSSITE.....	11
5. PLAN DE FINANCEMENT ET CONCILIATION DES DÉPENSES.....	13

Annexes à ajouter, s'il y a lieu

# 1. OBJECTIFS

---

## 1.1 Objectif général

L'objectif général poursuivi par ce projet est de développer un programme intégré de dépistage de la résistance du carpocapse de la pomme aux insecticides dans les vergers du centre du Canada (Ontario et Québec) en supportant un projet de recherche appliquée de 2 ans visant à déterminer le niveau de résistance actuel dans les vergers du Québec.

## 1.2 Objectifs spécifiques

Objectif 1 : Estimer l'étendue et l'intensité de la résistance aux insecticides organophosphorés (OP) et néonicotinoïdes dans des vergers du Québec grâce à des bio-essais qui permettent de déterminer l'effet de doses discriminantes d'azinphos-méthyl (AZ) et de thiaclopride (TH) sur des adultes de carpocapses de la pomme.

Afin de répondre à cet objectif, nous avons poursuivi les travaux de 2008 en sélectionnant 5 vergers en 2009 qui présentaient des populations importantes de carpocapse de la pomme. Ces vergers ont été référés par des conseillers de clubs d'encadrement technique car des échecs de lutte inexplicables contre le carpocapse de la pomme étaient observés. Des bio-essais ont été effectués avec les mâles adultes de chacune de ces populations et des larves diapauses (F0) ont été envoyées à nos collaborateurs du Centre de recherche du sud sur la phytoprotection et les aliments d'Agriculture et agroalimentaire Canada (London, Ontario) à la fin du mois d'octobre 2009 afin de poursuivre les bio-essais prévus à l'objectif 2. Des bio-essais ont aussi été effectués avec les larves néonates des générations F1 et subséquente avec AZ et TH pour des vergers dont la souche avait produit suffisamment d'individus pour effectuer les bio-essais (1 verger en 2008 et 4 vergers en 2009).

Objectif 2 : Détecter la présence de résistance croisée au régulateur de croissance méthoxyfénoside et à de nouvelles molécules (ex. thiaméthoxam, chlorantriline) grâce à des bio-essais supplémentaires effectués sur des chenilles et adultes des populations trouvées résistantes aux OP ou aux néonicotinoïdes (obj.1).

Les larves diapauses récoltées et envoyées à l'automne 2008 et 2009 ont été maintenues au froid pendant plusieurs semaines et remises en incubation après leur période de diapause au printemps 2009 pour les vergers échantillonnés en 2008 et en 2010 pour les vergers échantillonnés en 2009. Les quantités de larves obtenues après la diapause n'étaient pas toujours suffisantes pour effectuer des bio-essais sur les larves de toutes les populations, en conséquence les bio-essais ont été effectués sur la population de 4 vergers de 2009 avec le méthoxyfénoside et le chlorantriline. Les bio-essais ont été particulièrement difficiles à réaliser en 2010 car plusieurs individus entraient immédiatement en diapause ce qui ralentissait grandement les bio-essais car il fallait garder les larves au froid plusieurs semaines avant de pouvoir poursuivre les bio-essais.

## 2. RÉSULTATS ET ANALYSE

---

### 2.1 Résultats obtenus et analyse

#### **Description des activités réalisées en fonction des biens livrables.**

Nous avons pu répondre aux deux objectifs du projet et déterminer que 7 populations de mâles adultes sur les 10 étudiés en 2008 et 2009 montre une tolérance accrue à l'azinphosméthyl (AZ) et 4 populations sur 5 en 2008 montre une tolérance accrue au thiaclopride (TH). Les populations tolérantes ont été retrouvées en Montérégie, en Montérégie-ouest et dans les Laurentides. Quatre populations de 2009 montrent une résistance croisée au stade larvaire entre l'azinphosméthyl et le thiaclopride. Des larves néonates de quatre populations ont été étudiées pour la résistance croisée au méthoxyfénozide (ME) et au chlorantraniliprole (CH), deux populations qui avaient été précédemment trouvées tolérantes à l'AZ montrent une mortalité plus faible qu'attendue pour le ME. L'efficacité de CH se semble par réduite à date contre le carpocapse de la pomme.

#### **Description des changements à la réalisation du projet par rapport à ce qui avait été prévu**

Les activités du projet ont été réalisées telles que prévues dans le calendrier de réalisation. Les bio-essais effectués en laboratoire au Centre de recherche du sud sur la phytoprotection et les aliments (London, Ontario) sur les larves néonates et sur les adultes provenant de larves diapausantes ont toutefois été plus difficiles qu'anticipé car le nombre de larves diapausantes récupérées au printemps après passage au froid n'était pas suffisant pour faire des bio-essais en même temps sur les adultes et les larves néonates et plusieurs individus entraient immédiatement en diapause ce qui a grandement ralenti les travaux à cette étape. Les bio-essais avec quatre insecticides ont tout de même été réalisés sur les larves néonates malgré cet obstacle.

#### **Résultats obtenus**

#### **Résultats et analyse des bio-essais effectués sur des adultes de carpocapse de la pomme avec des doses discriminantes d'azinphosméthyl et de thiaclopride (Objectif 1)**

Les bio-essais sur les adultes ont été poursuivis en 2009 selon le protocole utilisé en 2008 avec les adultes provenant de 5 vergers répartis dans 3 régions du Québec : Montérégie (2), Montérégie-ouest (1) et Laurentides (2). Le nombre total de adultes capturés n'a pas permis d'obtenir des nombres d'adultes suffisant pour effectuer les bio-essais à la fois avec azinphosméthyl (AZ) et thiaclopride (TH). Nous avons donc décidé de privilégier les essais avec l'organophosphoré afin de nous assurer une plus grande qualité de résultats pour au moins le produit qui était le plus susceptible de montrer une résistance étant donné qu'il est utilisé dans les vergers du Québec depuis plus longtemps et que nous pouvions poursuivre les essais avec le thiaclopride à l'objectif 2.

Les populations de 3 vergers sur cinq en 2009 ont montré une mortalité significativement différente de la mortalité attendue de 95% pour une population sensible à l'azinphos-méthyl à au moins une des deux périodes d'échantillonnage (Tableau 1). Les mortalités des mâles adultes de carpocapse de la pomme variaient entre 31,9% à 53,3 % 24 heures après traitement et de 34,8 à 59,7% 48 heures après traitement des adultes.

**Tableau 1** : Mortalité corrigée des mâles adultes de 5 vergers traités topiquement avec une dose discriminante d'azinphosméthyl de 250 ppm.

Vergers	Total des adultes avant traitement	Période d'échantillonnage <sup>1</sup>	Nb rep.	24 hrs		48 hrs			
				% moyen de la mortalité corrigée <sup>2</sup> ± ET		% moyen de la mortalité corrigée <sup>2</sup> ± ET			
2	87	1	3	31,9	± 11,9	***	53,5	± 11,8	***
	151	2	3	44,1	± 28,4	***	53,1	± 35,8	***
3	47	1	2	28,3	± 30,6	-	34,8	± 11,4	-
	125	2	3	44,1	± 22,0	***	51,7	± 44,8	***
4	73	1	2	41,8	± 2,5	-	59,7	± 5,8	-
	29	2	2	53,3	± 18,9	-	51,7	± 44,8	-
5	37	1		Aucun bio-essai					
	9	2		Aucun bio-essai					
6	264	1	6	41,7	± 34,8	***	55,8	± 29,3	***
	52	2	3	35,9	± 17,4	***	53,1	± 35,8	***

<sup>1</sup>1: juin -juillet 2009; 2: juillet-août 2009

<sup>2</sup>après correction de Henderson et Tilton (1955), ET:Écart-type

Test de Student sur la moyenne =95, \*: p<0,05, \*\*: p<0,01, \*\*\*: p<0,001,

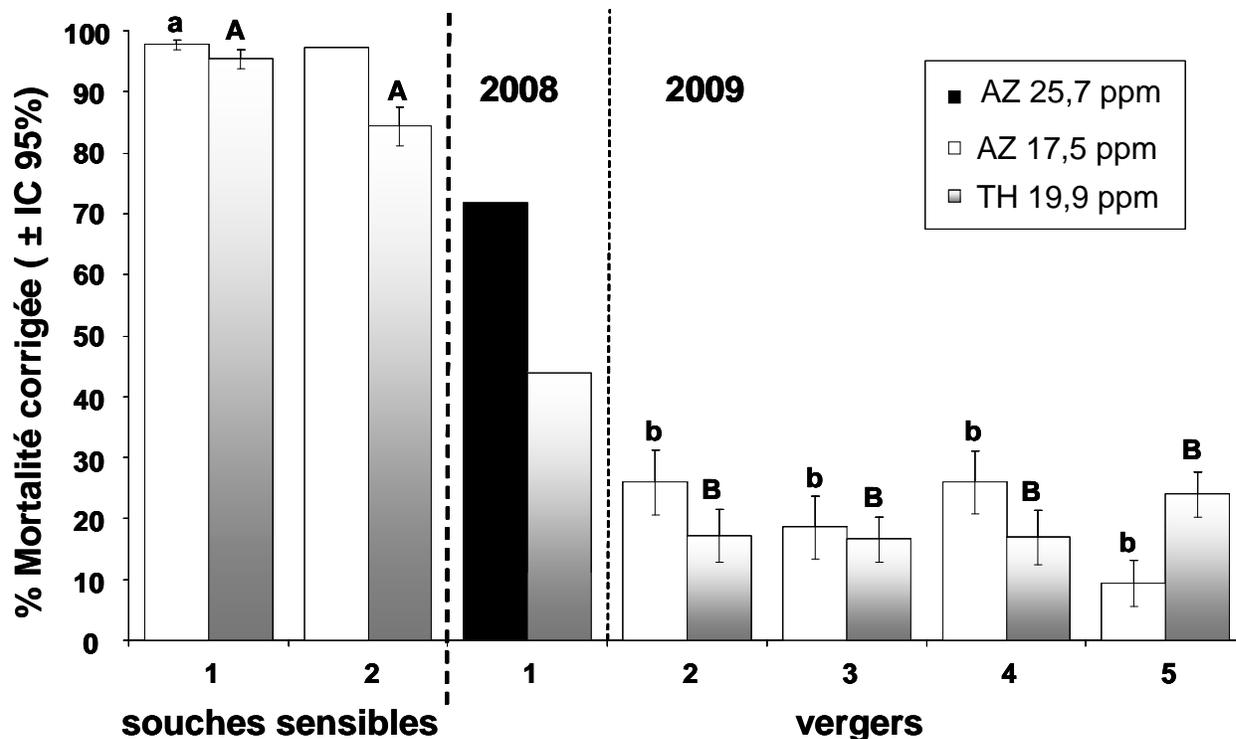
- : Nombre de réplicats insuffisant pour l'analyse

### Résultats des bio-essais sur des larves de carpocapse de la pomme avec des doses discriminantes d'azinphosméthyl, de thiaclopride, de méthoxyfénoside et de chlorantraniliprole.

Les larves de génération F0 étaient récoltées conformément au protocole décrit dans la proposition de recherche. Des bandes pièges ont été installés à la mi-juillet 2008 et 2009 et retirés des vergers en octobre. Les chenilles diapausantes étaient retirées des bandes-pièges en octobre ou novembre et ensuite acheminées au Centre de recherche du sud sur la phytoprotection et les aliments d'Agriculture et agroalimentaire Canada (London, Ontario). Les larves (F0) étaient maintenues au froid pendant 3 mois jusqu'au printemps pour les bio-essais sur les larves de la F1. La quantité minimale de 500 larves pour faire les bio-essais a été obtenue pour un et 4 vergers respectivement en 2008 et 2009.

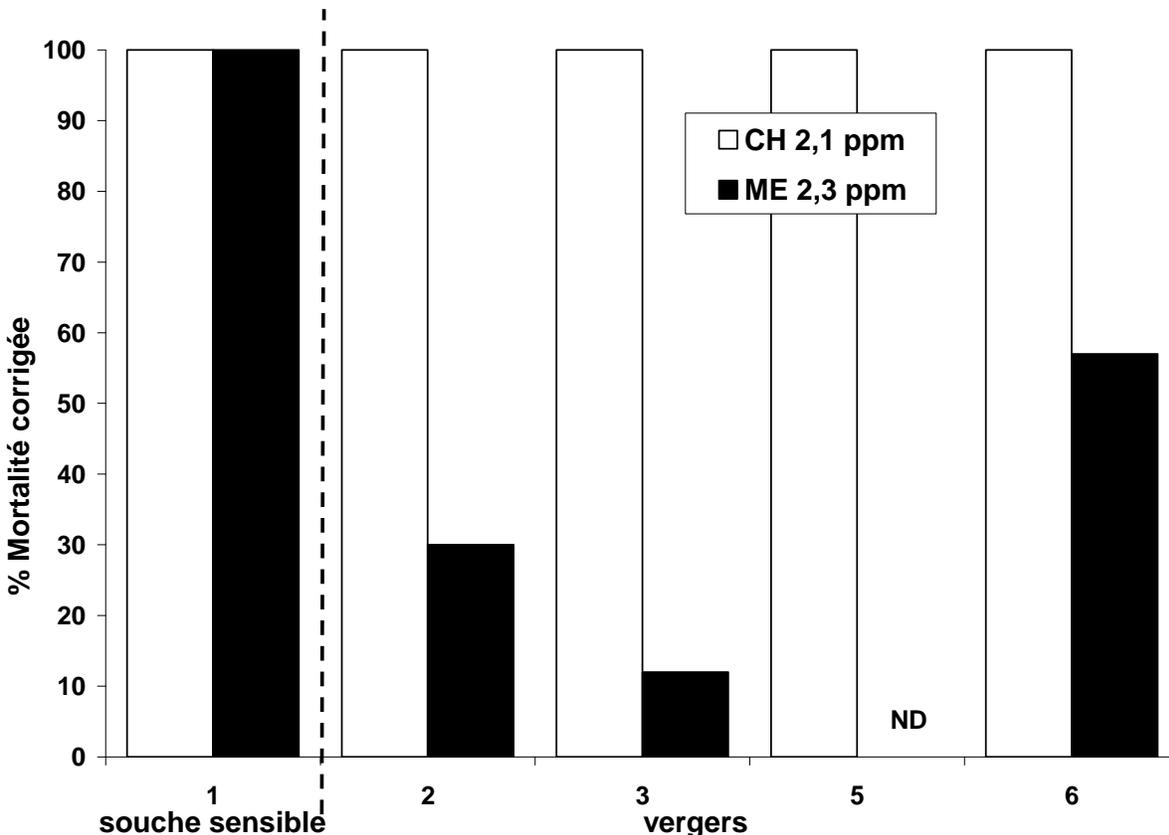
Les bio-essais effectués avec les larves néonates F1 des chenilles de la saison 2008 ont suivis le protocole de Monta-Sanchez et al 2008 et en 2009 le protocole de l'IRAC (2010). La dose discriminante d'insecticide était incorporée à la diète pour les larves de 2009 au lieu d'être déposée à la surface pour les bio-essai effectués précédemment. Les doses discriminantes avaient été au préalable déterminées grâce à des bio-essais effectués sur une souche sensible élevée en laboratoire.

Les bio-essais effectués sur les larves néonates (F1) de 2009 montrent une réduction significative de la mortalité obtenue à la fois pour l'aziphos-méthyl et le thiaclopride. (Figure 2). Ce qui est un signe flagrant de la résistance croisée entre ces deux produits. Les mortalités variant entre 6 et 26 % pour AZ obtenues des bio-essais effectués avec sur larves néonates ont permis de confirmer la tolérance observées chez les mâles. Les bio-essais effectués sur les mêmes souches indiquent qu'elles sont aussi tolérantes au TH car les mortalités variaient entre 16 et 24% pour cet insecticide.



**Figure 1** : Pourcentage de mortalités des larves néonates de 2008 nourries avec une diète traitée à sa surface avec une dose discriminante d'insecticide et nourries en 2009 avec une diète à laquelle la dose discriminante était incorporée. AZ : azinphosméthyl, TH : thiaclopride. Correction d'Abbott (1925), ANOVA suivie du test de Tukey,  $p < 0,05$ . Les colonnes surmontées de lettres différentes pour chaque insecticide sont statistiquement différentes.

Les résultats partiels obtenus avec les larves néonates F3 qui ont été soumises à un bio-essai effectué selon la méthodologie de l'IRAC (2010) avec ME montrent une tendance indiquant une mortalité plus faible qu'attendue pour une souche sensible pour 3 vergers du Québec pouvant atteindre aussi peu que 12 et 30 et 57% de mortalité. Les résultats partiels ne montrent pas de réduction de mortalité pour le CH.



**Figure 2** : Pourcentage de mortalités des larves néonates de 2009 nourries avec une diète à laquelle la dose discriminante était incorporée. CH : chlorantraniliprole, ME : méthoxyfénoside Correction d'Abbott (1925).

**Analyse des résultats obtenus pour l'ensemble du projet en fonction des objectifs poursuivis et des résultats attendus**

Les résultats des bio-essais effectués dans le cadre de notre étude indiquent que les carpocapses de la pomme de plusieurs vergers du Québec montrent une sensibilité réduite aux insecticides azinphos-méthyl et thiaclopride tant lorsque les bio-essais sont effectués sur le stade de mâles adultes qu'au stade de larves néonates. Les résultats partiels obtenus avec le méthoxyfénosine et le chlorantraniliprole montrent à date une tendance vers une certaine tolérance pour le premier mais non le second insecticide. Il est donc recommandé de renforcer les stratégies de gestion de la résistance du carpocapse de la pomme (rotation entre les familles de pesticides, optimiser les conditions de traitements, etc.) afin de conserver aussi longtemps que possible l'efficacité des produits actuellement efficaces dans un contexte où la tolérance aux insecticides est confirmée dans quelques vergers du Québec.

**Références :**

IRAC. 2010. Insecticide Resistance Action Committee Susceptibility Test Method Series (Method No. 017).

Mota-Sanchez, D., Wise, J.C., Vander Poppen, R., Gut, L.J. and Hollingsworth, R.M. 2008. Pest Manag Sci 64: 881-890.

## 2.2 DIFFUSION DES RÉSULTATS

Activités prévues de l'ANNEXE A	Activités réalisées	Description (Thème, titre, endroit, etc.)	Date de réalisation	Nombre de personnes rejointes	Visibilité accordée au CDAQ et à AAC (logo, mention)
Une publication scientifique	Article scientifique prévu dans le périodique Pest Management Science	Titre à venir	Prévue en 2011	Lecteurs du périodique Pest Management Science	Mention prévue dans les remerciements
Présentation orale dans un congrès scientifique canadien ou nord-américain	Affiche présentée lors de la 137 <sup>e</sup> réunion annuelle de la Société d'entomologie du Québec	Sensibilité du carpocapse de la pomme à deux insecticides à large spectre dans les vergers du Québec	11 et 12 novembre 2010	Entre 100-200	Logo et mention pour les deux organismes
Présentation orale lors des Journées annuelles sur la recherche et l'innovation technologique du Groupe d'experts en protection du pommier (GEPP)	Présentation orale aux 18 <sup>e</sup> Journées annuelles sur la recherche et l'innovation technologique du GEPP	Résistance à l'azinphosméthyl et au thiaclopride au sein des populations du carpocapse de la pomme de certains vergers du Québec.	26 et 27 Janvier 2010	43	Logo et mention pour les deux organismes
Présentation orale lors des Journées annuelles sur la recherche et l'innovation technologique du Groupe d'experts en protection du pommier (Québec)	Présentation orale aux 18 <sup>e</sup> Journées annuelles sur la recherche et l'innovation technologique du GEPP	Monitoring Codling Moth for insecticide-resistance in Ontario and Quebec apple orchards	26 et 27 Janvier 2010	43	Logo et mention pour les deux organismes
Présentation orale lors des Journées annuelles sur la recherche et l'innovation technologique du Groupe d'experts en protection du pommier (Québec)	Présentation orale aux 19 <sup>e</sup> Journées annuelles sur la recherche et l'innovation technologique du GEPP	Y a-t-il vraiment de la résistance aux OP et aux néonicotinoïdes chez certaines populations de carpocapses de la pomme du Québec et de l'Ontario?	2 et 3 février 2011	29	Logo et mention pour les deux organismes

Activités prévues de l'ANNEXE A	Activités réalisées	Description (Thème, titre, endroit, etc.)	Date de réalisation	Nombre de personnes rejointes	Visibilité accordée au CDAQ et à AAC (logo, mention)
Présentation à la réunion annuelle du New England, New York, Canadian Fruit Pest Management Workshop (au Vermont)	Présentation à l'Ontario Fruit & Vegetable Convention	Strategies for the control of Codling moth <i>Cydia pomonella</i> L. in Ontario and Quebec apple orchards	18 et 19 février 2009	ca. 100	Logos et mention
Présentation au Great Lakes Fruit Workers Conference (au Michigan ou en Ontario)	Présentation au Great Lakes Fruit Workers Conference (à Leamington, Ontario)	Monitoring Codling Moth Insecticide-Resistance in Ontario and Quebec 2008 - 2010	8-10 novembre 2010	ca. 50	Logo et mention pour le CDAQ. Logo du Gouvernement canadien
Publication vulgarisée des résultats dans le bulletin et sur le site web des producteurs de pommes du Québec (FPPQ)	Capsule de l'IRDA sur les résultats du projet (En cours de rédaction)	Attention - résistance du carpocapse à certains insecticides dans les vergers du Québec	sera publié en saison 2011	ca. 500	logos
Publication vulgarisée des résultats dans les Avertissements phytosanitaires-(RAP) pommier du Québec et sur le site web d'agrireseau-pommier	Fiche technique de l'IRDA sur les résultats du projet (En cours de rédaction)	La résistance du carpocapse à certains insecticides dans les vergers du Québec	sera publié en saison 2011	ca. 300	logos
Publication vulgarisée des résultats à la journée pomicole provinciale (FPPQ)	Nous n'avons pas encore été invités à présenter ces résultats mais nous sommes prêts		Dès invitation du comité de la journée pomicole	ca. 100	Logos et mention

### 3. CONCLUSIONS

---

#### Retombées prévues à court, moyen et long terme

Les résultats obtenus (taux de mortalité des larves et adultes) ont permis de confirmer la réduction de la sensibilité aux OP et aux NN testés pour les populations de certains vergers au Québec et en Ontario, et la présence de résistance croisée au methoxyfenozone dans quelques vergers du Québec. La présence de résistance dicte la nécessité pour les producteurs de maintenir ou d'établir des pratiques de réduction de la résistance, incluant la rotation fréquente et régulière entre les classes d'insecticides disponibles et à s'assurer que différents types d'outils de lutte soient disponibles et utilisés (biopesticides, confusion sexuelle, lutte biologique, nouvelles classes de pesticides, etc.). Ces résultats permettent également de dire que l'augmentation des problèmes de carpocapse rencontrés par les pomiculteurs du Québec et de l'Ontario ne peuvent être attribués entièrement à d'autres causes, telles les problèmes de pulvérisation ou les changements climatiques.

#### Recommandations

Il apparaît important de continuer à suivre l'évolution de la résistance dans les vergers du Québec et de recommander l'utilisation de pratiques de gestion intégrée du carpocapse afin de permettre de récolter les retombées positives de ce projet.

#### Pérennité du projet :(collaboration, mise en œuvre et adoption ..) :

Les pratiques appropriées de gestion du carpocapse sont en cours de développement, et seront intégrées aux futures recommandations du RAP et du Guide de Production fruitière intégrée qui seront publiées respectivement en 2011 et 2012, avec l'apport du Groupe d'experts en protection du pommier et du Comité de pomiculture.

#### Suites possibles :

L'évaluation du taux de résistance à d'autres insecticides pourrait être poursuivi tant avec les larves qu'avec les adultes, et le ratio de résistance pourrait être établi pour chaque souche, afin de préciser davantage les niveaux de résistance. L'équipe du Dr Scott prévoit poursuivre dans cet axe, si du financement est disponible.

### 4. HISTOIRE D'UNE RÉUSSITE

---

Le carpocapse de la pomme est ennemi majeur des pommiers qui cause des dommages de plus en plus élevés et nécessite de plus en plus d'applications insecticides dans les vergers du Québec et de l'Ontario depuis une quinzaine d'années. Nous avons mis sur pied un programme de dépistage sur 2 ans dans des vergers sélectionnés des 2 provinces afin de vérifier une hypothèse fréquemment soulevée à l'effet que le niveau de résistance aux insecticides peut expliquer ce problème. Des larves et des adultes de carpocapse en provenance de vergers ayant un historique de problèmes de carpocapse ont été soumises à des bio-essais afin de mesurer leur niveau de résistance à un insecticide organophosphoré (OP) et un néonicotinoïde (NN), et

également la résistance croisée à de nouvelles molécules encore peu utilisées, comme le methoxyfenozone et le cloranthraniliprole. Advenant que le taux de résistance mesuré pour certains insecticides dépasse de beaucoup le taux de résistance des souches sensibles, des mesures pourront être adoptées afin de guider les producteurs vers des alternatives plus efficaces, plus rentables, moins nocives pour l'environnement et permettant de stopper le développement de résistance. Les résultats obtenus (taux de mortalité des larves et adultes) ont permis de confirmer la réduction de la sensibilité aux OP et aux NN testés pour les populations de certains vergers au Québec et en Ontario, et la présence de résistance croisée au methoxyfenozone dans quelques vergers du Québec. La présence de résistance dicte la nécessité pour les producteurs de maintenir ou d'établir des pratiques de réduction de la résistance, incluant la rotation fréquente et régulière entre les classes d'insecticides disponibles et à s'assurer que différents types d'outils de lutte soient disponibles et utilisés (biopesticides, confusion sexuelle, lutte biologique, nouvelles classes de pesticides, etc.). Ces résultats permettent également de dire que l'augmentation des problèmes de carpocapse rencontrés par les pomiculteurs du Québec et de l'Ontario ne peuvent être attribués entièrement à d'autres causes, telles les problèmes de pulvérisation ou les changements climatiques. Il apparaît important de continuer à suivre l'évolution de la résistance dans les vergers du Québec et de recommander l'utilisation de pratiques de gestion intégrée du carpocapse afin de permettre de récolter les retombées positives de ce projet.

## 5. PLAN DE FINANCEMENT ET CONCILIATION DES DÉPENSES

---

Remplir et transmettre le Plan de financement et conciliation des dépenses (relié à l'Annexe B de la convention de contribution financière) dont vous avez reçu une copie électronique en format MS Excel.

Vous devez y joindre toutes les **copies** de factures relatives aux postes budgétaires. Les contributions du demandeur et des partenaires doivent également être justifiées. **Aucun versement ne sera effectué sans que les pièces justificatives acquittées ne soient déposées.**

Référez-vous aux instructions disponibles dans la première feuille du chiffrier Excel intitulé **Plan de financement et conciliation des dépenses.**

Tout projet peut faire l'objet d'un audit.

Conformément à l'entente de contribution, vous êtes tenu de tenir le CDAQ informé des modifications effectuées au projet et au plan de financement.

Dernière mise à jour du formulaire par le CDAQ : 15 mars 2010

# 6. ANNEXES

Annexe 1 : Affiche présentée lors de la 137<sup>e</sup> réunion annuelle de la Société d'entomologie du Québec

## Sensibilité du carpocapse de la pomme à deux insecticides à large spectre utilisés dans les vergers du Québec

S. Bellerose<sup>1</sup>, G. Chouinard<sup>1</sup>, I. M. Scott<sup>2</sup>, K. Grigg<sup>3</sup> et D. Cormier<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, Saint-Hyacinthe

<sup>2</sup>Centre de recherches du Sud sur la phytoprotection et les aliments, AAC, London, Ontario

<sup>3</sup>Université de Guelph, Guelph, Ontario



### Introduction

Le carpocapse de la pomme (CP) *Cydia pomonella* (L.) est un ravageur important des pommes dans plusieurs régions du monde et des traitements phytosanitaires sont fréquemment requis pour réduire les dommages des larves. Les fruits endommagés par le CP ne sont plus commercialisables sur le marché frais et une part importante de la récolte est compromise si ce ravageur n'est pas contrôlé. Dans les vergers-pilotes du Réseau-pommier, le nombre de captures de CP a augmenté quasi constamment depuis 1994 et sa présence s'est étendue à de nouveaux vergers où il était précédemment absent. Les insecticides organophosphorés azinphosméthyl (AZ) (Gulfican®) ou phosmet (Tristar®) ont été régulièrement utilisés depuis plus de 50 ans pour contrôler le CP ainsi que plusieurs autres ravageurs de la pomme au Québec (Chouinard et al. 2001). Le CP demande maintenant jusqu'à 4 traitements phytosanitaires pour maintenir les dommages à un niveau acceptable.

Des populations de carpocapses résistantes aux organophosphorés sont présentes dans les États américains suivants: Washington, Utah, Californie, Oregon, Michigan et New York. Il était donc important de vérifier si les populations du Québec ont également développé de la résistance à l'AZ et si les populations sont toujours sensibles au thiaclopride (TH) (Calypso®), un insecticide alternatif pour la lutte au carpocapse de la pomme.

### Matériel et méthodes

Bio-essais sur les adultes, 2008 et 2009 (méthode de Real et al. 1992).

- 5 vergers en 2008 et 5 en 2009 pour un total de 10 vergers.
- 30 pièges collants Delta 1 (Distribution Solida) appâtés avec une phéromone synthétique du CP (Trelco) par verger (Figure 1).
- Captures nocturnes, une fois par semaine pour chaque verger pendant deux périodes d'échantillonnage de 4 à 6 semaines par année.
- Mâles capturés la nuit précédente, sélectionnés au hasard et traités sur le thorax grâce à une micropipette avec 1 µl d'acétone ou une dose discriminante de 250 ppm d'AZ ou 825 ppm de TH (Figure 2).
- Conditions d'incubation: 25°C, 75% d'HLR., photopériode: 16L : 8D.
- Prise de données 24 et 48 heures après traitement.

Bio-essais sur les larves, 2008 et 2010 (méthode modifiée de Melo-Barragan et al. 2003)

- Des larves ont été recueillies entre juillet et octobre 2008 et 2009 dans des bandes pièges installées sur les troncs des pommiers dans chaque verger. Les larves retirées des bandes pièges ont été maintenues en diapause jusqu'au printemps et ensuite élevées jusqu'à l'obtention des larves néonates F1.
- Plaques à 24 puits (Figure 3), chaque puits rempli avec 1,25 ml de diète dont la surface a été traitée grâce à une micropipette avec 30 µl d'eau ou de la dose discriminante d'AZ (17,5 ppm) ou de TH (19,9 ppm).
- 50 larves néonates (F1) de 24 heures ou moins par traitement, une larve par puits.
- Conditions d'incubation: 25°C, 50% d'HLR., photopériode: 16L : 8D.
- Prise de données 48 heures après traitement.



Figure 1: Piège avec la phéromone et la base collante



Figure 2: Traitement des papillons sur le thorax avec une micropipette



Figure 3: Montage pour l'élevage des larves néonates dans les puits contenant la diète traitée

### Résultats

Les résultats sont présentés pour les vergers où un nombre suffisant de larves de génération F1 a été obtenu pour effectuer les bio-essais sur les larves néonates.

Tableau 1: Mortalité corrigée des mâles adultes de 5 vergers, traités topiquement avec des doses discriminantes d'insecticides

Verger	Traitement <sup>1</sup>	Période d'échantillonnage <sup>2</sup>	% mortalité à 51 <sup>3</sup>			
			1	2	3	4
1	TH	1	78,7 ± 2,2 **	81,1 ± 11,8 *		
	AZ	1	49,3 ± 18,2 **	48,2 ± 12,5 **		
2	TH	2	67,8 ± 21,7 **	56,3 ± 18,9 **		
	AZ	2	31,8 ± 11,8 **	35,3 ± 11,9 **		
3	TH	3	95,1 ± 28,4 **	58,1 ± 38,8 **		
	AZ	3	28,3 ± 32,8 -	39,6 ± 11,4 -		
4	TH	4	66,1 ± 22,8 **	54,7 ± 62,8 ***		
	AZ	4	47,6 ± 2,5 -	58,7 ± 5,8 -		
5	TH	5	89,3 ± 18,9 **	54,7 ± 49,9 -		
	AZ	5	67,7 ± 30,5 **	58,6 ± 28,9 -		

TH: thiaclopride (AZ: azinphosméthyl) <sup>1</sup> 14 juillet-2008, 8 août-2008, 8 septembre-2008, 14 septembre-2008 <sup>2</sup> Périodes d'échantillonnage de 4 à 6 semaines <sup>3</sup> Moyennes de mortalité corrigée des mâles adultes ± SE (n=10) \* mortalité significativement différente

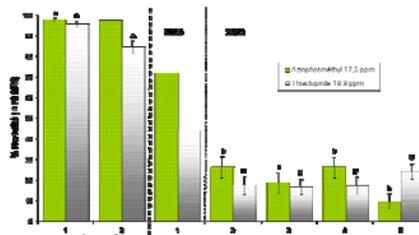


Figure 4: Pourcentage de mortalité des larves néonates nourries avec une diète traitée à sa surface avec une dose discriminante d'insecticide. Correction d'Abbott (1925), ANOVA suivie du test de Tukey, p<0,05. Les colonnes surmontées de lettres différentes pour chaque insecticide sont statistiquement différentes.

### Conclusion

- Les mâles adultes de 4 des 5 populations ont une mortalité significativement différente de la mortalité attendue de 92% pour une souche sensible, au moins à une des deux périodes d'échantillonnage et les mortalités des larves néonates des populations 2 à 5 atteignent un maximum de 26% pour AZ et 24% pour TH, ce qui est une confirmation que chacune de ces 4 souches présente une tolérance aux deux insecticides. Une situation similaire a été observée dans le cadre de ce projet en Ontario.
- Les producteurs de pommes du Québec devront porter attention à la résistance croisée aux produits alternatifs, lorsqu'ils choisissent une méthode de contrôle contre les populations de ce ravageur dans leur verger.

### Références

Chouinard, G., Y. Melo et E. Brubaker. 2001. Lutte contre les insectes et les acariens des pommiers, p. 69-108. (dans: Guide de gestion intégrée des ennemis du pommier. Institut d'horticulture (édité). Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. Québec 2001).

Melo-Barragan, G., J.C. Melo, R. Vacher-Piquero, L.J. Gu et R. H. Hallgren. 2003. Resistance of apple moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), larvae to thiacloprid and azinphosmethyl: different modes of action and impact on field control activity. *Plant Disease* 87: 891-898.

Real, R., A. Escamez et F. Huerta. 1992. Mortality assessment of the apple carpenter moth (Lepidoptera: Tortricidae) with phosmet and organophosphates. *J. Econ. Entomol.* 75: 658-662.

### Remerciements

Nous remercions le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) et Agri-Aliments d'Agroalimentaire Canada pour leur appui financier à ce projet ainsi que les producteurs pommiers qui nous ont donné accès à leur verger. Merci à nos collègues de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement pour leur soutien technique.



Annexe 2 : Présentation orale aux 18<sup>e</sup> Journées annuelles sur la recherche et l'innovation technologique du Groupe d'experts en protection du pommier

## Résistance à l'azinphosméthyl et au thiaclopride au sein des populations du carpocapse de la pomme de certains vergers du Québec

**Sylvie Bellerose et Gérald Chouinard**



**Ian M. Scott**  
Centre de recherches du Sud sur la phytoprotection et les aliments



## Remerciements

- Ce projet a été rendu possible grâce à l'appui financier du Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) et d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.
- Les producteurs propriétaires des vergers
- Les conseillers: Nicole Gagné, Manon Laroche, Yvon Morin, Nathalie Tanguay, Gilles Tremblay
- Les étudiants et collègues qui ont contribué à la réalisation du projet: Aurélie Prot, Alessandro Dieni, Gabrièle Meunier, Francine Pelletier et Franz Vanoosthuyse



Annexe 3 : Présentation orale aux 18<sup>e</sup> Journées annuelles sur la recherche et l'innovation technologique du Groupe d'experts en protection du pommier



**Monitoring Codling Moth for  
Insecticide-Resistance in Ontario  
and Quebec Apple Orchards**

**I.M. Scott<sup>1</sup>, K. Grigg<sup>2</sup>,  
G. Chouinard<sup>3</sup>, S. Bellerose<sup>3</sup>**  
<sup>1</sup>AAFC London, <sup>2</sup>University of Guelph, <sup>3</sup>IRDA




**Financial support: Ontario Apple Growers, Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec**

**Technical assistance: OMAFRA (K. Carter, K. Webb), IRDA (S. Bellerose, A. Prot) and AAFC (D.C. MacArthur, R. Muth, N. Nolan, A. Alhemzawi, J. Bull, J. Konopka, E. D'Aprile, J. Tanner, H. Nguyen)**

**Study orchards: Norfolk, Essex/Kent County apple growers; South-west of Montreal and Montereian region apple growers.**



Annexe 4 : Présentation orale aux 19<sup>e</sup> Journées annuelles sur la recherche et l'innovation technologique du Groupe d'experts en protection du pommier

**Y a-t-il vraiment de la résistance aux organophosphorés et aux néonicotinoïdes chez certaines populations de carpocapses de la pomme du Québec et de l'Ontario?**

Sylvie Bellerose, Gérald Chouinard

**irda** Institut de recherche et de développement en agroalimentaire

et Ian M. Scott

 Agriculture and Agri-Food Canada / Agriculture et Agroalimentaire Canada

 Agriculture and Agri-Food Canada / Agriculture et Agroalimentaire Canada

**Remerciements**

Nous remercions le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) et Agriculture et agroalimentaire Canada pour leur appui financier à ce projet ainsi que les producteurs pomicoles qui nous ont donné accès à leur verger. Karen Grigg a effectué le travail technique pour les bio-essais sur les larves néonates. Franz Vanoosthuyse est l'auteur des dessins de carpocapses de la pomme adultes et larvaires.

 CDAQ CONSEIL POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE DU QUÉBEC

 Agriculture and Agri-Food Canada / Agriculture et Agroalimentaire Canada

 Agriculture and Agri-Food Canada / Agriculture et Agroalimentaire Canada

Annexe 5 : Présentation à l'Ontario Fruit & Vegetable Convention 18-19 février 2009' Université Brock, St.Catharines.

 Agriculture and Agri-Food Canada / Agriculture et Agroalimentaire Canada

**Strategies for the control of codling moth *Cydia pomonella* L. in Ontario and Quebec apple orchards**

I. M. Scott and G. Chouinard



**Acknowledgements**

Financial support: Ontario Apple Growers, Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec  
 Technical assistance: OMAFRA (K. Carter, K. Webb), IRDA (S. Bellerose, A. Prot) and AAFC (D.C. MacArthur, N. Nolan, A. Alhemzawi, J. Bull)  
 Study orchards: Norfolk, Elgin, and Essex/Kent County apple growers; South-west of Montreal and Monteregion region apple growers

 CDAQ CONSEIL POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE DU QUÉBEC

**Canada** 

Annexe 6 : Présentation orale au Great Lakes Fruit Workers Conference, novembre 2010, Leamington ON

Agriculture and Agri-Food Canada / Agriculture et Agroalimentaire Canada

**Monitoring Codling Moth Insecticide-Resistance in Ontario and Quebec 2008 - 2010**

I.M. Scott<sup>1</sup>, K. Grigg<sup>2</sup>,  
G. Chouinard<sup>3</sup>, S. Bellerose<sup>3</sup>

<sup>1</sup>AAFC London, <sup>2</sup>University of Guelph, <sup>3</sup>IRDA

CDAQ  
Canada

Agriculture and Agri-Food Canada / Agriculture et Agroalimentaire Canada

Financial support: Ontario Apple Growers, Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec

Technical assistance: OMAFRA (K. Carter, K. Webb), IRDA (S. Bellerose, A. Prot) and AAFC (D.C. MacArthur, R. Muth, N. Nolan, A. Alhemzawi, J. Bull, J. Konopka, E. D'Aprile, J. Tanner, H. Nguyen)

Study orchards: Norfolk, Essex/Kent County apple growers; South-west of Montreal and Monteregean region apple growers.

CDAQ  
Canada