



Évaluation de méthodes de lutte contre la cécidomyie du chou-fleur (*Contarinia nasturtii* Kieffer) en agriculture biologique

Projet : 07-BIO-15

Rapport final

Présenté au

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

dans le cadre du

Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique

Par :

Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel

Mars 2010

- Mise à jour : Juin 2010 -

Introduction

La cécidomyie du chou-fleur, *Contarinia nasturtii* (Kieffer), est un insecte exotique originaire de la zone paléarctique et dont les larves se développent uniquement sur les plantes de la familles des crucifères (*Brassicaceae*) (Barnes 1946). Elle s'attaque notamment aux espèces cultivées (le brocoli, le chou-fleur, le chou, le chou de Bruxelles et le canola) où elle peut causer des dommages importants (Stokes 1953). En Amérique du Nord, la présence de la cécidomyie du chou-fleur fut confirmée pour la première fois en Ontario en 2001 (Hallett & Heal 2001), puis au Québec en 2003 (île Jésus, ville de Laval). En 2004, l'insecte fut répertorié dans trois municipalités québécoises supplémentaires, puis dans plus de vingt municipalités québécoises en 2005 (Villeneuve 2005). La cécidomyie du chou-fleur semble donc envahir rapidement le territoire québécois. Les modèles bioclimatiques actuels démontrent que l'aire de distribution de la cécidomyie du chou-fleur pourrait s'étendre à toutes les provinces canadiennes (Olfert et al. 2006).

La cécidomyie du chou-fleur pond de petites masses d'œufs (de 2 à 50 œufs) sur les tissus à croissance rapide (Barnes 1946, Readshaw 1966). En fonction de la température, les œufs éclosent de 1 à 10 jours après la ponte (Readshaw 1966). Les larves se développent ensuite à l'intérieur des tissus où elles se nourrissent par digestion extra-intestinal (i.e. elles produisent une sécrétion qui brisent les tissus et s'alimentent de ce produit dégradé). Les sécrétions des glandes salivaires des larves causent la déformation du tissus des plantes. Les symptômes caractéristiques d'infestation sont le chiffonnement et la déformation des feuilles, le gonflement du limbes des pétioles, la présence de cicatrices sur les pétioles et, en ce qui concerne le chou-fleur et le brocoli, la mort du bourgeon terminal (Barnes 1946, Hallet & Heal 2001, Villeneuve 2005). La mort du bourgeon terminal à pour conséquence d'avorter la formation de l'inflorescence ou de la pomme centrale, ou de former des inflorescences irrégulières avec de multiples tiges ou pommes (Villeneuve 2005).

Une fois leur développement complété (de 7 à 21 jours après l'éclosion, selon la température), les larves de cécidomyie du chou-fleur se laissent tomber au sol. Elles forment alors une puppe ou entre en dormance à l'automne à l'approche de l'hibernation (Readshaw 1966). Les adultes émergent ensuite des pupes (de 10 à 48 jours plus tard), se reproduisent et vivent environ 1-3 jours (Readshaw 1966).

Au Québec, il y aurait de trois à quatre générations de cécidomyie du chou-fleur par année, lesquelles peuvent se chevaucher (Corlay & Boivin 2008). Au printemps, la première émergence aurait lieu après l'accumulation de 199 à 222 degrés-jours, soit habituellement de la mi-mai à la fin mai (Corlay & Boivin 2008). Cependant, l'humidité du sol jouerait aussi un rôle important dans la vitesse de développement des larves diapauses et des pupes (Readshaw 1961 *dans* Olfert et al. 2006). Pour les adultes sortant de l'hibernation, le pic d'émergence se produirait après l'accumulation de 344 à 731 degrés-jours, soit habituellement vers la fin juin (Corlay & Boivin 2008). Des captures d'adultes peuvent ensuite être effectuées jusqu'à 1 741 - 1 960 degrés-jours, soit jusque vers la fin du mois d'octobre (Corlay & Boivin 2008).

Le succès d'établissement de la cécidomyie du chou-fleur au Québec pourrait être facilité par le fait que peu d'ennemis naturels s'y attaquent. En effet, au cours d'une étude de terrain effectuée à Laval, Corlay et al. (2007) n'ont observé aucun cas de parasitisme (par des parasitoïdes) chez la cécidomyie du chou-fleur. Aussi, puisque les larves se développent à l'intérieur des tissus, ces dernières sont peu exposées aux prédateurs. La prédation possible contre les pupes et les adultes n'a pas encore été déterminée en Amérique du Nord.

Au Québec, les travaux réalisés démontrent que le chou-fleur et le brocoli sont plus susceptibles aux dommages causés par la cécidomyie du chou-fleur que le chou blanc et le chou rouge (Corlay & Boivin 2008). Aussi, la date de plantation de la culture semble importante, puisque les taux d'infestation sont plus importants chez les plants de brocoli transplantés plus tard au cours de la saison que chez ceux transplantés plus tôt (Corlay & Boivin 2008).

Actuellement, le contrôle des populations de cécidomyie du chou-fleur s'effectue essentiellement à l'aide de deux insecticides chimiques, le *lambda-cyhalothrine* (pyréthrinaïde) et l'*imidaclopride* (néocotinoïdes). Des études de laboratoires ont également démontré le potentiel de certains autres insecticides chimiques (utilisés en *drench*, en applications foliaires ou en traitements de semences) contre la cécidomyie du chou-fleur (Wu et al. 2006).

Par contre, les cultures de crucifères en régie biologique sont particulièrement vulnérables à la cécidomyie du chou-fleur puisque les applications d'insecticides chimiques y sont interdites (Villeneuve 2005). Plusieurs producteurs maraîchers biologiques de la grande région de Montréal témoignent maintenant de pertes importantes dues à cet insecte, particulièrement dans les cultures du brocolis.

Une étude de laboratoire a démontré le potentiel de certains insecticides biologiques (bioinsecticides) utilisés en applications foliaires contre la cécidomyie du chou-fleur (Wu et al. 2006). Parmi ceux-ci, le *spinosad* avait un effet important, causant une réduction de 97,7% des populations larvaires. L'*azadirachtine* a causé une réduction de 19,7% des larves.

Le *spinosad* est un produit neurotoxique issu de la fermentation de deux toxines (spinosyn A et spinosyn D) produites par la bactérie *Saccharopolyspora spinosa* Mertz & Yao (Sparks et al. 1998). D'origine biologique, le *spinosad* est aussi connu pour sa faible toxicité envers les mammifères. L'*azadirachtine* est un composé actif retrouvé dans les graines du margousier (ou neem), *Azadirachta indica* A. Juss (Schmutterer 1990). En fonction des espèces d'insectes, l'*azadirachtine* peut avoir des effet répulsif, anti-oviposition et / ou antiappétant en plus d'agir comme régulateur de croissance.

Bien que le *spinosad* et l'*azadirachtine* soient tous deux homologués pour leur utilisation contre les chenilles défoliatrices dans les cultures de crucifères, leur impact sur les populations de cécidomyie du chou-fleur n'a jamais été évalué en condition de terrain. L'*huile de neem*, un autre produit dérivé du margousier, est aussi homologué pour son utilisation contre les chenilles défoliatrices, mais son effet sur la cécidomyie du chou-fleur n'est pas connu non plus. L'*huile de neem* comprend notamment de l'*azadirachtine*.

Bien que le *spinosad* semble démontrer le meilleur potentiel, la réglementation actuelle limite les traitements à trois applications par saison, ce qui pourrait permettre aux populations de cécidomyie du chou-fleur de profiter des périodes où les applications sont interdites. Il est ainsi nécessaire d'évaluer l'efficacité des autres produits actuellement disponibles en régie biologique et qui sont susceptibles de contrôler la cécidomyie du chou-fleur.

En plus des insecticides biologiques, les producteurs biologiques peuvent aussi avoir recours à des méthodes de lutte physique pour combattre la cécidomyie du chou-fleur. Par exemple, des travaux menés en Suisse de 2002 à 2004 par l'*Institut de recherches de l'agriculture biologique* (FiBL) ont démontré que les dommages causés par la cécidomyie du chou-fleur et la mouche du chou ont été diminués de façon significative par une clôture de toile tissée placée autours des parcelles expérimentales (Wyss & Daniel 2004). Puisque la cécidomyie du chou-fleur vole habituellement à basse altitude, cette clôture diminuerait l'immigration des adultes provenant de l'extérieur des parcelles protégées. Cependant, l'impact d'une telle clôture, ou de tout autre moyen de lutte physique, n'a jamais été testé au Québec. De plus, la possibilité de combiner les luttes chimique (à l'aide d'insecticides biologiques) et physique afin d'augmenter le contrôle de la cécidomyie du chou-fleur n'a jamais été évaluée.

Objectifs

Les objectifs de cette étude étaient (1) d'évaluer l'impact de trois insecticides biologiques à base d'*azadirachtine*, d'*huile de neem* et de *spinosad* sur la cécidomyie du chou-fleur et sur les dommages occasionnés par celle-ci, (2) d'évaluer deux méthodes de lutte physique, soit la clôture de toile tissée placée autours des parcelles et le filet agronomique placé au dessus des cultures, sur la cécidomyie du chou-fleur et sur les dommages occasionnés par celle-ci et (3) de déterminer l'effet combiné des insecticides biologiques et des moyen de lutte physique sur la cécidomyie du chou-fleur et sur les dommages occasionnés par celle-ci. De plus, l'impact de ces traitements sur les autres ravageurs importants (*Delia* spp., chenilles défoliatrices, etc.) des crucifères a également été déterminé.

Méthodologie

Parcelles expérimentales

L'étude a été effectuée au cours des saisons 2007, 2008 et 2009 dans des parcelles expérimentales de brocolis établis dans les régions des Laurentides et de Laval. En 2007, un seul site expérimental a été établi. Celui-ci se trouvait à Sainte-Anne-des-Plaines (Laurentides) dans une ferme où la présence de cécidomyies du chou-fleur avait déjà été répertoriée (*Ferme Denise Labelle*).

En 2008, deux sites ont été sélectionnés dans des secteurs connues pour la présence de cécidomyie du chou-fleur. Le premier site était situé chez un producteur biologique de Sainte-Anne-des-Plaines, Laurentides (*Ferme François Lauzon, BrocoNord*), alors que le second se trouvait chez un producteur conventionnel de la région de Laval (*Ferme G. Ouimet et fils*). Ce second site a été installé chez un producteur conventionnel puisqu'il a été impossible de recruter deux sites en production biologique ayant à la fois (1) une surface de 0,2 hectare de brocolis disponible pour les essais et (2) un historique de dommages associés à la cécidomyie du chou-fleur. Néanmoins, ce site de Laval était « *biologique* » en ce qui a trait aux aspects phytosanitaires (insectes, maladies et plantes adventices) ; seule la fertilisation était en régie conventionnelle.

En 2009, deux sites expérimentaux ont de nouveau été implantées, toujours à Sainte-Anne-des-Plaines (*Les production Margiric Inc.*) et à Laval (*Ferme G. Ouimet et fils*). Ces deux producteurs étaient des producteurs conventionnels puisqu'il a été impossible de recruter deux sites en production biologique ayant à la fois (1) une surface de 0,2 hectare de brocolis disponible pour les essais et (2) un historique de dommages associés à la cécidomyie du chou-fleur.

Volet 1 – Impact des insecticides biologiques et du filet agronomique sur la cécidomyie du chou-fleur et sur les autres ravageurs des crucifères

L'objectif du premier volet était de comparer l'impact de trois insecticides biologiques (bioinsecticides) et d'un filet agronomique sur les populations de cécidomyie du chou-fleur. La liste des traitements comparés dans le cadre du volet 1 est présentée au tableau 1. Chaque traitement a été appliqué sur 3 parcelles par site (pour un total de 3 parcelles / traitement en 2007 et de 6 parcelles / traitement en 2008 et 2009), lesquelles étaient disposées en blocs aléatoires.

En 2007, les insecticides biologiques testés ont été l'*Entrust* (m.a. *spinosad*) de *Dow AgroSciences*, le *Neem Azal 1.2* (m.a. *azadirachtine*) de *Pronatex* et l'*Organic Liquid #4* (m.a. huile de neem fractionnée) de *Brabant Research Inc.* En plus d'être testé seul, l'impact de l'*Entrust* a été évalué lorsque utilisé en alternance avec le *Neem Azal* et avec l'*Organic Liquid #4*. Les parcelles témoins ont été traitées à l'eau. Ces traitements à l'eau étaient effectués avant tout autres traitements de produits phytosanitaires.

En 2008, le bioinsecticide *Organic Liquid #4* a été remplacé par le *Champ* (m.a. huile de neem fractionnée) de *Brabant Research Inc.* Le *Champ* est en fait le même produit que l'*Organic Liquid #4* (seul le nom a changé). Aussi, le traitement où l'*Entrust* était utilisé en alternance avec le *Neem Azal* a été remplacé par un traitement où l'*Entrust* est utilisé en combinaison avec le *Champ*.

En 2009, le traitement utilisant le *Neem Azal* seul a été remplacé par un traitement testant la demi-dose de *Champ*.

Sauf pour le traitement de demi-dose de *Champ* effectué en 2009, les doses maximales prescrites par les étiquettes des produits ont été utilisés pour cette expérience. La liste des doses utilisées pour chaque produit est présentée au tableau 2.

Pour tous les traitements, le volume d'application était de 529 L/ha. Ainsi, un litre de solution devait être pulvérisé sur une parcelle de 19,5 m². Pour ce faire, chaque pulvérisation devait durer 4,6

secondes / rang / parcelle. La cadence était déterminée à l'aide d'un métronome. En 2008 et 2009 le volume d'application a été augmenté à 600 L/ha au cours de l'été, alors que la couverture du feuillage de la culture devenait plus importante (28-29 juillet en 2008; 5 août 2009 à Laval et 4 septembre 2009 à Sainte-Anne-des-Plaines). Ainsi, chaque pulvérisation devait durer 5,2 secondes / rang / parcelle. Pour tous les traitements, un pulvérisateur dorsal à moteur de marque *Echo*, modèle *SHR-210* (*Echo Inc.*, Lake Zurich, IL, USA), a été utilisé avec une tête à deux buses, à une pression de 90 PSI.

Puisque l'*Organic Liquid #4* et le *Champ* sont des produits huileux, quelques gouttes (environ 4 gouttes / 10 L) de savon à vaisselle (*Ivory*, *P&G*) ont été ajoutées à la solution afin de permettre une dilution optimale dans l'eau. Cet ajout n'était pas nécessaire pour le *Neem Azal* et l'*Entrust*. Cependant, lorsque l'*Entrust* et le *Champ* étaient utilisés en combinaison, il était nécessaire d'introduire et de bien mélanger l'*Entrust* dans le réservoir dans un premier temps, puis d'ajouter le *Champ* avec quelques gouttes de savon à vaisselle.

Le filet agronomique consistait en un filet anti-insecte de couleur blanche, monofil tissé à plat, d'un poids de 17 g/m², avec des mailles d'une grosseur de 800 µm et créant un ombrage de 7% (*JPM Consultant Inc.*, *Agent Manufacturier, R&D, Gestion de projets import-export*). Pour chaque parcelle, les bords du filet étaient enfouis (renchaussés) sous le sol. En 2007, les filets étaient régulièrement relevés en fonction de la croissance des plants. En 2008 et 2009, chaque filet a été posé en laissant suffisamment d'espace pour permettre à la culture de croître normalement pendant toute la saison. Lors des observations hebdomadaires, une section du filet était déterrée pour une période de 5 minutes afin de permettre l'entrée des techniciens sous le filet. Pour le désherbage, les filets étaient retirés complètement pendant environ 20 minutes, généralement 2 fois par saison. En 2008, les filets agronomiques situés au site de Laval ont été endommagés à plusieurs reprises par des animaux (possiblement des rats laveurs ou des chevreuils). Bien qu'ils aient été réparés rapidement, il est possible que les insectes ravageurs aient disposé de quelques jours pour coloniser les parcelles en profitant de ces trous. Les filets agronomiques sont restés en place de la transplantation à la récolte.

Tableau 1. Liste des traitements comparés dans le cadre du volet 1 au cours des années 2007, 2008 et 2009 et visant à déterminer l'impact de trois insecticides biologiques et d'un filet agronomique sur la cécidomyie du chou-fleur et sur les autres ravageurs des cultures de brocoli.

Année	Traitement	Fréquence d'application	Traitements effectués
<u>2007</u>			
1	<i>Entrust - dépistage</i>	Selon les données de dépistage (3 max.)	3
2	<i>Entrust 7-10 jours</i>	Applications aux 7 à 10 jours (3 max.)	3
3	<i>Neem Azal</i>	Applications aux 7 à 10 jours (4 max.)	4
4	<i>Organic Liquid #4</i>	Applications aux 7 à 10 jours	4
5	<i>Entrust + Neem Azal</i>	Applications aux 7 à 10 jours, en alternance (3 max.)	2 de chaque
6	<i>Entrust + Organic Liquid #4</i>	Applications aux 7 à 10 jours, en alternance (3 max.)	2 de chaque
7	<i>Filet agronomique</i>	Toute la saison	-
8	<i>Témoin</i>		4
<u>2008</u>			
1	<i>Entrust – dépistage</i>	Selon les données de dépistage (3 max.)	3
2	<i>Entrust – 7-10 jours</i>	Applications aux 7 à 10 jours (3 max.)	3
3	<i>Neem Azal</i>	Applications aux 7 à 10 jours (4 max.)	4
4	<i>Champ</i>	Applications aux 7 à 10 jours	4
5	<i>Entrust + Champ comb</i>	Applications aux 7 à 10 jours, en combinaison (3 max.)	3
6	<i>Entrust + Champ altn</i>	Applications aux 7 à 10 jours, en alternance (3 max.)	3 de chaque
7	<i>Filet agronomique</i>	Toute la saison	-
8	<i>Témoin</i>		9
<u>2009</u>			
1	<i>Entrust – dépistage</i>	Selon les données de dépistage (3 max.)	3
2	<i>Entrust – 7-10 jours</i>	Applications aux 7 à 10 jours (3 max.)	3
3	<i>Champ (dose maximale)</i>	Applications aux 7 à 10 jours	6
4	<i>Champ (demi-dose)</i>	Applications aux 7 à 10 jours	6
5	<i>Entrust + Champ comb</i>	Applications aux 7 à 10 jours, en combinaison (3 max.)	3
6	<i>Entrust + Champ altn</i>	Applications aux 7 à 10 jours, en alternance (3 max.)	3 de chaque
7	<i>Filet agronomique</i>	Toute la saison	-
8	<i>Témoin</i>		6

Tableau 2. Liste des doses utilisées pour chaque insecticide biologique en fonction des années

Année	Produit	Dose
<u>2007</u>		
	Entrust	109 g/ha
	Neem Azal	2 L/ha
	Organic Liquid #4	9,8 L/ha
<u>2008</u>		
	Entrust	109 g/ha
	Neem Azal	3 L/ha
	Champ	9,8 L/ha
<u>2009</u>		
	Entrust	109 g/ha
	Champ (dose maximal)	9,8 L/ha
	Champ (demi-dose)	4,9 L/ha

En 2007, trois pièges ont été disposés sur le site expérimental de Sainte-Anne-des-Plaines. Deux de ces pièges étaient situés à l'extérieur des clôtures de toiles tissés, alors que le dernier se trouvait à l'intérieur de ces clôtures (voir volet 2). En 2008 et en 2009, six pièges ont été installés pour chacun des sites expérimentaux. En 2008, trois de ces pièges étaient situés à l'extérieur des clôtures de toiles tissés, alors que les trois autres se trouvaient à l'intérieur des clôtures. En 2009, les traitements avec clôtures ayant été éliminés, tous les pièges se trouvaient donc à l'extérieur des parcelles clôturées. Ces pièges servaient à déterminer le moment des pulvérisations pour le traitement 1 (*Entrust* - *dépistage*, i.e. *Entrust* appliqué selon les données de dépistage) des volets 1 et 2. Ils servaient aussi à déterminer l'impact de la clôture de toile tissée sur les populations d'adultes (voir volet 2).

Les pièges utilisés étaient des pièges *Delta* de couleur brune (triangulaires avec plaquettes collantes) (*Solida Inc.*) et le suivi était effectué 2 fois par semaine. La phéromone ainsi que le piège en entier ont été remplacés à toutes les 4 semaines.

L'efficacité des différents traitements contre la cécidomyie du chou-fleur a été évaluée en quantifiant les dommages à la récolte. Pour ce faire, (1) la proportion de plants commercialisables / non commercialisables, (2) la proportion de plants avec le cœur avorté et (3) le poids des plants ont été évalués et comparés entre les traitements. En 2007 et 2008, les plants étaient classés *non commercialisables* lorsqu'il y avait beaucoup de dommages associés à la cécidomyie du chou-fleur. En 2009, les plants étaient classés *non commercialisables* lorsque les dommages affectaient suffisamment l'aspect général du brocoli.

En 2007, toutes les parcelles d'un même traitement ont été récoltées à la même date lorsque la majorité des plants qu'elles contenaient étaient matures (i.e. lorsque la tête des plants ont atteint un diamètre d'au moins 10 cm). Toute la récolte a été effectuée en trois jours. Pour ce faire, 20 plants par parcelles (sélectionnés aléatoirement parmi ceux des deux rangs centraux) ont été récoltés. Pour certaines parcelles, ce nombre de plant n'a pu être récolté à cause des pertes importantes causées par la cécidomyie du chou-fleur.

En 2008, la maturation des plants ne s'est pas faite de façon uniforme aux seins des parcelles (conséquence probable des pluies abondantes ayant causé l'asphyxie racinaire des plants). En conséquence, les brocolis provenant d'une même parcelle n'ont généralement pas tous été récoltés à la même date. Aussi, le nombre de brocolis dont la tête a atteint plus de 10 cm a été très faible (spécialement au site de Sainte-Anne-des-Plaines).

En 2009, un bris du système goutte-à-goutte à Sainte-Anne-des-Plaines (constaté le 11 août) a entraîné un manque de fertilisation des plants de 8 parcelles. Ce manque de fertilisation a concerné une parcelle de chaque traitement. Aussi, à Laval, une première plantation a été effectuée le 25 juin. Cependant, de 60 à 80% de cette plantation a été endommagée par des marmottes. Une deuxième plantation a donc été effectuée le 17 juillet et les essais ont été effectués sur ces plants. De manière générale, la récolte a été bonne au deux sites en 2009.

L'impact des différents traitements sur les autres ravageurs des crucifères (fausse-teigne, piéride, fausse-arpenreuse, altises, pucerons, thrips, *Delia* spp.) a également été évalué. Pour ce faire, une observation hebdomadaire de ces derniers a été effectuée sur dix (2007, 2008) ou cinq (2009) plants sélectionnés aléatoirement dans chaque parcelle. Les plants étaient sélectionnés de façon à ce qu'au moins 1 plant par rang par parcelle soit observé. Lors du dépistage, toutes les feuilles des plants sélectionnés étaient inspectées (face inférieure et face supérieure). Aussi, afin de dénombrer les œufs de *Delia* spp., le sol était gratté à l'aide d'une spatule sur un rayon de 1 cm autour de la base de la tige des plantes, à 1-2 cm de profondeur. Les œufs étaient identifiés sur le terrain (i.e. aucune observation en laboratoire n'a été effectuée).

Volet 2 – Impact d'une clôture de toile tissée sur la cécidomyie du chou-fleur et sur les autres ravageurs des crucifères

L'objectif du second volet était de comparer l'impact d'une clôture de toile tissée sur les populations de cécidomyie du chou-fleur et sur les autres ravageurs des brocolis. Ce volet visait aussi à évaluer la possibilité d'utiliser cette clôture en combinaison avec certains traitements biopesticides testés au volet 1. La liste des traitements du volet 2 est présentée au tableau 3.

La clôture de toile tissée a été disposée tout autour d'un bloc de parcelles expérimentales. Elle était d'une hauteur d'environ 1,4 m et les bords extérieurs formaient un angle de 45°. La clôture était montée avec un filet anti-insecte tissé, blanc transparent, avec une maille d'une grosseur de 400 x 770 µm et un poids de 110 g/m². Ce filet était attaché par des crampillons à un câble métallique de tension. Ce câble était cloué sur des poteaux de cèdre espacés de 2,5 m. Les blocs clôturés du volet 2 étaient adjacents les uns aux autres, i.e. qu'une section de clôture commune les séparait. Ainsi, des portillons ont été installés afin de permettre le passage d'un bloc à l'autre.

Pour des raisons économiques, le volet 2 a été abandonnée pour la saison 2009.

Tableau 3. Liste des traitements comparés dans le cadre du volet 2 visant à établir l'impact d'une clôture de toile tissée sur la cécidomyie du chou-fleur et les autres ravageurs dans les cultures de brocoli au cours des années 2007 et 2008.

Année	Traitement	Fréquence d'application	Traitements effectués
2007			
1	<i>Entrust - dépistage</i>	3 applications, selon les données de dépistage	3
5	<i>Entrust + Neem Azal</i>	Applications au 7 à 10 jours, en alternance	2 de chaque
6	<i>Entrust + Organic Liquid #4</i>	Applications au 7 à 10 jours, en alternance	2 de chaque
8	<i>Témoin</i>		4
2008			
1	<i>Entrust – dépistage</i>	3 applications, selon les données de dépistage	3
5	<i>Entrust + Champ comb</i>	Applications au 7 à 10 jours, en combinaison (3 max.)	3
6	<i>Entrust + Champ altn</i>	Applications au 7 à 10 jours, en alternance	3 de chaque
7	<i>Filet agronomique</i>	Toute la saison	-
8	<i>Témoin</i>		9

Le suivi des populations d'adultes de cécidomyie du chou-fleur, des dégâts à la récolte et des populations des autres ravageurs des crucifères a été effectué selon la méthodologie décrite au volet 1.

L'impact des filets agronomiques et des clôtures de toile tissée sur la température au niveau des plants a aussi été évalué. Pour ce faire, trois enregistreurs de température (*Onset, modèle UA-001-64 Hobo Pendant Temp/Alarm*) ont été placés dans les parcelles témoins clôturées, trois autres ont été placés sous les parcelles recouvertes de filet agronomique et les trois derniers se trouvaient sur les parcelles témoins non clôturées. Ces enregistreurs étaient programmés pour prendre les données de température à toutes les 3 minutes en 2008 et à toutes les 30 minutes en 2009.

Suivi des populations d'adultes hors des sites expérimentaux

Aussi, en 2007, des sites de piégeage ont été installés sur des fermes en production biologique de Mirabel (*Les serres Michel Jetté et Réjeanne Huot*, secteur de Saint-Canut et *l'Incubateur d'entreprises agroalimentaires de Mirabel*, secteur de Sainte-Scholastique) afin de déterminer de futurs sites expérimentaux potentiels dans les Basses-Laurentides. Trois pièges étaient disposés sur chacun des sites. En 2008, un site de piégeage composé de 3 pièges a été de nouveau installés dans le secteur de Saint-Canut (*Les serres Michel Jetté et Réjeanne Huot*) et le suivi des adultes a été effectué de la fin juin à la mi-septembre. En 2009, les sites de piégeage ont de nouveau été installés dans le secteur de Saint-Canut (*Les serres Michel Jetté et Réjeanne Huot*) et de Sainte-Scholastique (*l'Incubateur d'entreprises agroalimentaires de Mirabel*).

Comme pour les sites expérimentaux, les pièges utilisés étaient des pièges *Delta* de couleur brune (*Solida Inc.*). Les plaquettes collantes des pièges ont été inspectées 2 fois par semaine. La phéromone ainsi que le piège en entier ont été remplacés à toutes les 4 semaines (2008 et 2009).

Analyses statistiques

Les données ont été comparées en utilisant la parcelle comme unité expérimentale. Lorsque plusieurs données étaient prises au sein d'une parcelle, la moyenne de ces données était utilisée comme donnée pour la parcelle. Pour les analyses de proportions, les données ont été transformées en appliquant l'arcsinus de la racine carrée des proportions et les analyses ont été effectuées sur ces données transformées. (proportions de plants commercialisables, proportions de cœurs avortés, etc.) Les données ont été comparées à l'aide d'analyses de variance (*ANOVA*) en tenant compte, lorsque possible, des blocs. Les données ont été directement comparées lorsque les résidus étaient distribués normalement (selon le test de Shapiro-Wilk). En cas contraire, les tests ont été effectués sur des données transformés afin de rencontrer les conditions de normalité. Lorsqu'il était impossible de rencontrer la condition de la distribution normale des résidus, les données étaient ordonnées en rangs (*ranked averaged*) et les tests étaient effectués sur ces rangs (Zar 1999). Un test de *Brown-Forsythe* était utilisé pour vérifier l'homogénéité de la variance. Lorsque la variance n'était pas homogène, un

test de *Welch-ANOVA* était utilisé. Lorsque les tests indiquaient une différence significative entre les traitements, un test de *Tukey* était effectué afin de déterminer les traitements différant les uns des autres. Toutes les données ont été analysées à l'aide du logiciel JMP (SAS Institute 2001).

Résultats

Volet 1 – Impact des insecticides biologiques et du filet agronomique sur la cécidomyie du chou-fleur et sur les autres ravageurs des crucifères

Plants commercialisables

En 2007, les récoltes ont été effectuées du 3 au 15 août. De 34 à 60 plants ont été récoltés par traitement (tableau 4). Parmi ceux-ci, la proportion de plants commercialisables était significativement différente entre les traitements ($P = 0,0476$). La proportion de plants commercialisables était significativement supérieure dans le traitement *Filet agronomique* que dans tous les autres traitements. La proportion de plants commercialisables des traitements *Entrust + Neem Azal* et *Organic Liquid #4* était aussi supérieure à celle du traitement *Témoin*.

Tableau 4. Nombre de plants récoltés au cours de la saison 2007 et proportion de plants commercialisables parmi ceux-ci, en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	Nb total de plants récoltés	Proportion de plants commercialisables (%)
<i>Filet agronomique</i>	60	100,00 (a)
<i>Entrust + Neem Azal</i>	44	66,67 ± 8,33 (b)
<i>Organic Liquid #4</i>	60	60,00 ± 5,00 (b)
<i>Entrust + Organic Liquid #4</i>	34	44,58 ± 2,92 (bc)
<i>Neem Azal</i>	60	43,33 ± 11,67 (bc)
<i>Entrust – 7-10 jours</i>	45	37,91 ± 12,20 (bc)
<i>Entrust - dépistage</i>	46	33,89 ± 13,28 (bc)
<i>Témoin</i>	35	19,58 ± 6,94 (c)

En 2008, au site de Sainte-Anne-des-Plaines, les récoltes ont été effectuées du 10 au 24 septembre. Par soucis de simplicité, les données des différentes récoltes sont mises en communes et analysées ensemble. De 12 à 25 plants (avec une tête de 10 cm ou plus) ont été récoltés par traitement (tableau 5). Malgré les tendances, aucune différence significative n'a été observée.

Tableau 5. Nombre de plants récoltés au site de Sainte-Anne-des-Plaines au cours de la saison 2008 et proportion de plants commercialisables parmi ceux-ci, en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	Nb total de plants récoltés	Proportion de plants commercialisables (%)
<i>Entrust – dépistage</i>	25	11,36 ± 11,36 (a)
<i>Entrust – 7-10 jours</i>	20	40,00 ± 20,00 (a)
<i>Neem Azal</i>	12	25,00 (a)
<i>Champ</i>	12	62,50 ± 37,50 (a)
<i>Entrust + Champ comb</i>	12	14,29 ± 14,29 (a)
<i>Entrust + Champ altn</i>	21	92,11 ± 7,89 (a)
<i>Filet agronomique</i>	15	66,67 ± 33,33 (a)
<i>Témoin</i>	13	15,38 (a)

En 2008, au site de Laval, les récoltes ont été effectuées du 4 au 25 septembre. Sur un total de 375 plants, seul 3 plants (0,8%) ont été classés dans la catégorie *non commercialisables*. Aucune analyse statistique n'a donc été effectuée pour comparer ces données.

En 2009, au site de Sainte-Anne-des-Plaines, les récoltes ont été effectuées du 14 au 24 août. De 68 à 98 plants (avec une tête de 10 cm ou plus) ont été récoltés par traitement (tableau 6). Malgré les tendances (100% de plants commercialisables sous les filets agronomiques vs 77,23 ± 10,66 dans le traitement témoin), aucune différence significative n'a été détectée.

Tableau 6. Nombre de plants récoltés au site de Sainte-Anne-des-Plaines au cours de la saison 2009 et proportion de plants commercialisables parmi ceux-ci, en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (Tukey : $P > 0,05$).

Traitement	Nb total de plants récoltés	Proportion de plants commercialisables (%)
<i>Filet agronomique</i>	68	100,00 (a)
<i>Entrust + Champ altn</i>	82	98,72 \pm 1,28 (a)
<i>Champ (dose maximale)</i>	79	98,72 \pm 1,28 (a)
<i>Entrust – dépistage</i>	86	97,37 \pm 1,40 (a)
<i>Champ (demi-dose)</i>	77	94,02 \pm 3,12 (a)
<i>Entrust – 7-10 jours</i>	79	94,25 \pm 3,79 (a)
<i>Entrust + Champ comb</i>	73	86,67 \pm 13,33 (a)
<i>Témoin</i>	98	77,23 \pm 10,66 (a)

À Laval, en 2009, les récoltes ont été effectuées du 24 septembre au 2 octobre. Les populations de cécidomyie du chou-fleur y étaient très faibles. Sur les 600 plants récoltés, seul 3 étaient non commercialisables. Les données n'ont donc pas été analysées.

Cœur avortée

En 2007, le pourcentage de cœurs avortés a été évalué de façon approximative sur l'ensemble des parcelles (i.e sur tous les plants des 4 rangs composant la parcelle). Les analyses ont donc été faites sur ces estimations. Les résultats indiquent une différence significative entre les traitements (tableau 7; *Welch ANOVA* : $P < 0,001$). La proportion de brocolis avec un cœur avorté était inférieure dans le traitement *Filet agronomique* que dans les autres traitements, à l'exception du traitement *Organic Liquid #4*.

Tableau 7. Moyenne des estimations de pourcentage de brocolis avec cœurs avortés au cours de la saison 2007 en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	Moyenne des estimations de pourcentages de cœurs avortés (%)
<i>Témoin</i>	56,67 ± 3,33 (a)
<i>Entrust + Organic Liquid #4</i>	53,33 ± 6,67 (a)
<i>Entrust + Neem Azal</i>	50,00 ± 20,82 (a)
<i>Neem Azal</i>	50,00 ± 10,00 (a)
<i>Entrust 7-10 jours</i>	46,67 ± 14,53 (a)
<i>Entrust - dépistage</i>	43,33 ± 12,02 (a)
<i>Organic Liquid #4</i>	18,33 ± 7,26 (ab)
<i>Filet agronomique</i>	0,00 ± 0,00 (b)

En 2008, tout les brocolis dans la zone de récolte ont été observés au 24 août (Sainte-Anne-des-Plaine) et la proportion de ceux ayant un cœur avorté a été comparée entre les traitements. Au site de Laval, aucun plant avec cœur avorté n'a été observé. Les données ne sont donc pas présentées. Par contre, au site de Sainte-Anne-des-Plaines, les résultats indiquent un différence significative entre les traitements (Fig.1; *ANOVA* : $P < 0,001$). Le pourcentage de plants avec cœur avorté était significativement supérieur dans le traitement *Témoin* que dans tous les autres traitements. Aussi, le pourcentage de plants avec cœur avorté était significativement inférieur dans le traitement *Filet agronomique* que dans les traitements *Entrust – dépistage*, *Entrust 7-10 jours* et *Neem Azal*.

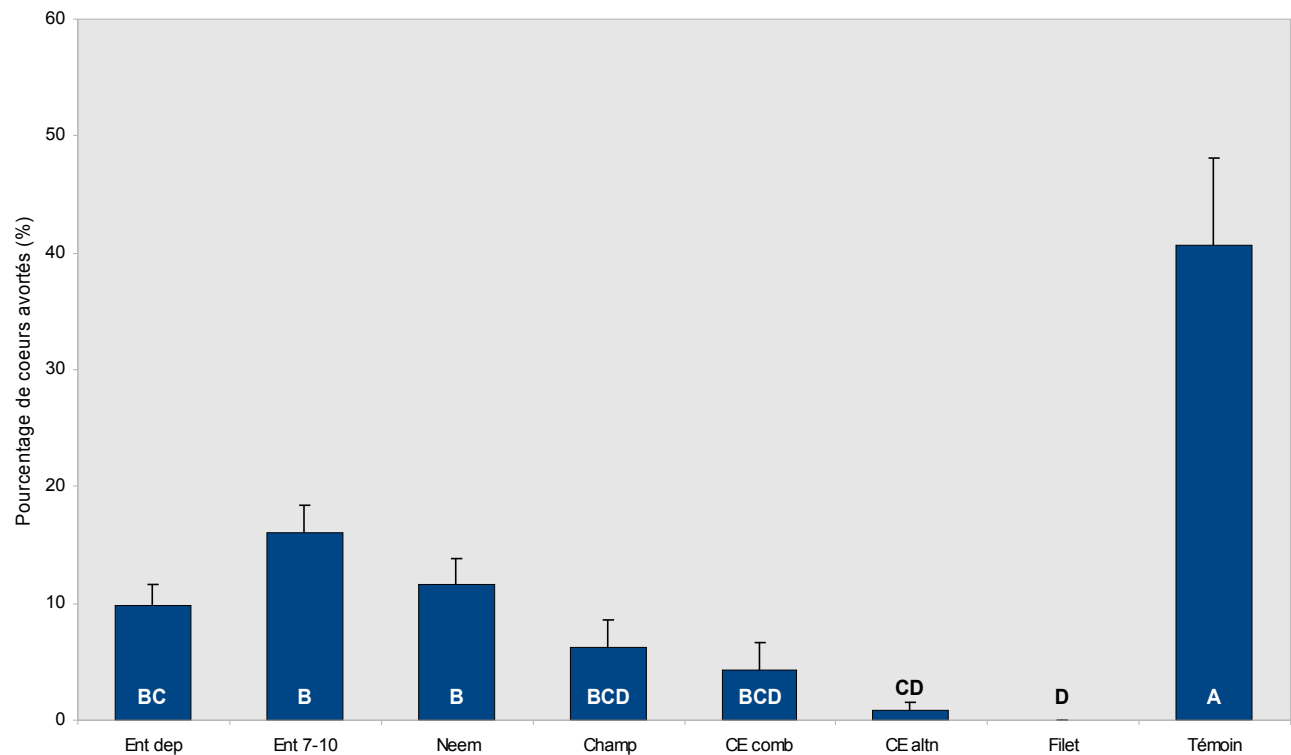


Figure 1. Pourcentage de plants avec cœur avorté en fonction des traitements, tel que mesuré au 24 août 2008 au site de Sainte-Anne-des-Plaines. Les histogrammes comportant des lettres semblables ne sont pas statistiquement différents (Tukey: $P > 0,05$). Ent dep = *Entrust* – dépistage; Ent 7-10 = *Entrust* 7-10 jours; Neem = *NeemAzal*; Champ = *Champ*; CE comb = *Champ* + *Entrust comb*; CE altn = *Champ* + *Entrust altn*; Filet = *Filet*; Témoin = *Témoin*.

En 2009, la proportion de plants avec cœur avorté était significativement trop faible dans les deux sites d'observation pour que les données puissent être analysées.

Poids des têtes de brocoli

En 2007, le poids de tous les plants récoltés a été mesuré (i.e. aucune distinction n'a été faite entre le poids des plants commercialisables et le poids des plants non commercialisables). Aussi, une seule donnée de poids a été prise sur l'ensemble des plants récoltés dans une parcelle pour une date donnée. De plus, la balance utilisée indiquait une valeur de 0 (zéro) pour les poids inférieurs à 0,1 kg. Ainsi, malgré les tendances, aucune différence significative n'a été trouvée entre les traitements en ce qui concerne le poids des plants (tableau 8; *ANOVA* : $P = 0,5609$).

Tableau 8. Poids (g) des plants récoltés au site de Sainte-Anne-des-Plaines au cours de la saison 2007 en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	Nb de plants récoltés	Poids moyen / plants
<i>Entrust - dépistage</i>	46	350,00 ± 77,67 (a)
<i>Entrust 7-10 jours</i>	45	284,71 ± 22,32 (a)
<i>Neem Azal</i>	60	381,67 ± 53,64 (a)
<i>Organic Liquid #4</i>	60	325,00 ± 57,95 (a)
<i>Entrust + Neem Azal</i>	44	345,00 ± 89,77 (a)
<i>Entrust + Organic Liquid #4</i>	34	250,00 ± 0,00 (a)
<i>Filet agronomique</i>	60	245,00 ± 15,28 (a)
<i>Témoin</i>	35	277,91 ± 34,80 (a)

En 2008, une seule donnée de poids a été prise sur l'ensemble des plants récoltés dans une parcelle pour une date donnée. En conséquence, les données représentent un « *poids moyen* » par plant par parcelle et par date de récolte. Une moyenne de toutes les données des différentes dates de récolte a été effectuée et c'est cette moyenne qui a été utilisée pour les analyses.

Les récoltes ont été très peu abondantes à Sainte-Anne-des-Plaines en 2008. De plus, la balance utilisée indiquait une valeur de 0 (zéro) pour les poids inférieurs à 0,1 kg. Ainsi, malgré les tendances, aucune différence significative n'a été trouvée entre les traitements en ce qui concerne le poids des plants commercialisables au site de Sainte-Anne-des-Plaines (tableau 9; *ANOVA* : $P = 0,9211$) et de Laval (tableau 10; *ANOVA*: $P = 0,8378$).

Tableau 9. Poids (g) des plants récoltés au site de Sainte-Anne-des-Plaines au cours de la saison 2008 en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	Nb de plants récoltés	Poids (g) de plants commercialisables
<i>Entrust – dépistage</i>	7	58,33 ± 58,33 (a)
<i>Entrust – 7-10 jours</i>	10	50,00 ± 50,00 (a)
<i>Neem Azal</i>	3	100,00 ± 0,00 (a)
<i>Champ</i>	6	70,00 ± 20,00 (a)
<i>Entrust + Champ comb</i>	2	100,00 ± 0,00 (a)
<i>Entrust + Champ altn</i>	17	66,00 ± 26,00 (a)
<i>Filet agronomique</i>	20	44,47 ± 44,47 (a)
<i>Témoin</i>	1	0,00 ± 0,00 (a)

Tableau 10. Poids (g) des plants récoltés au site de Laval au cours de la saison 2008 en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	Nombre de plants récoltés	Poids (g) de plants commercialisables
<i>Entrust – dépistage</i>	68	151,75 ± 16,47 (a)
<i>Entrust – 7-10 jours</i>	71	149,88 ± 11,77 (a)
<i>Neem Azal</i>	70	143,92 ± 3,25 (a)
<i>Champ</i>	51	149,05 ± 14,99 (a)
<i>Entrust + Champ comb</i>	84	164,80 ± 3,09 (a)
<i>Entrust + Champ altn</i>	74	146,85 ± 5,48 (a)
<i>Filet agronomique</i>	60	144,30 ± 8,69 (a)
<i>Témoin</i>	64	137,97 ± 16,53 (a)

En 2009, chaque plant a été pesé individuellement et les données de toutes les dates de récoltes ont été mises ensemble. À Sainte-Anne-des-Plaines, les résultats indiquent qu'ils n'y a pas de différences entre les traitements (Fig.2; $P > 0,05$).

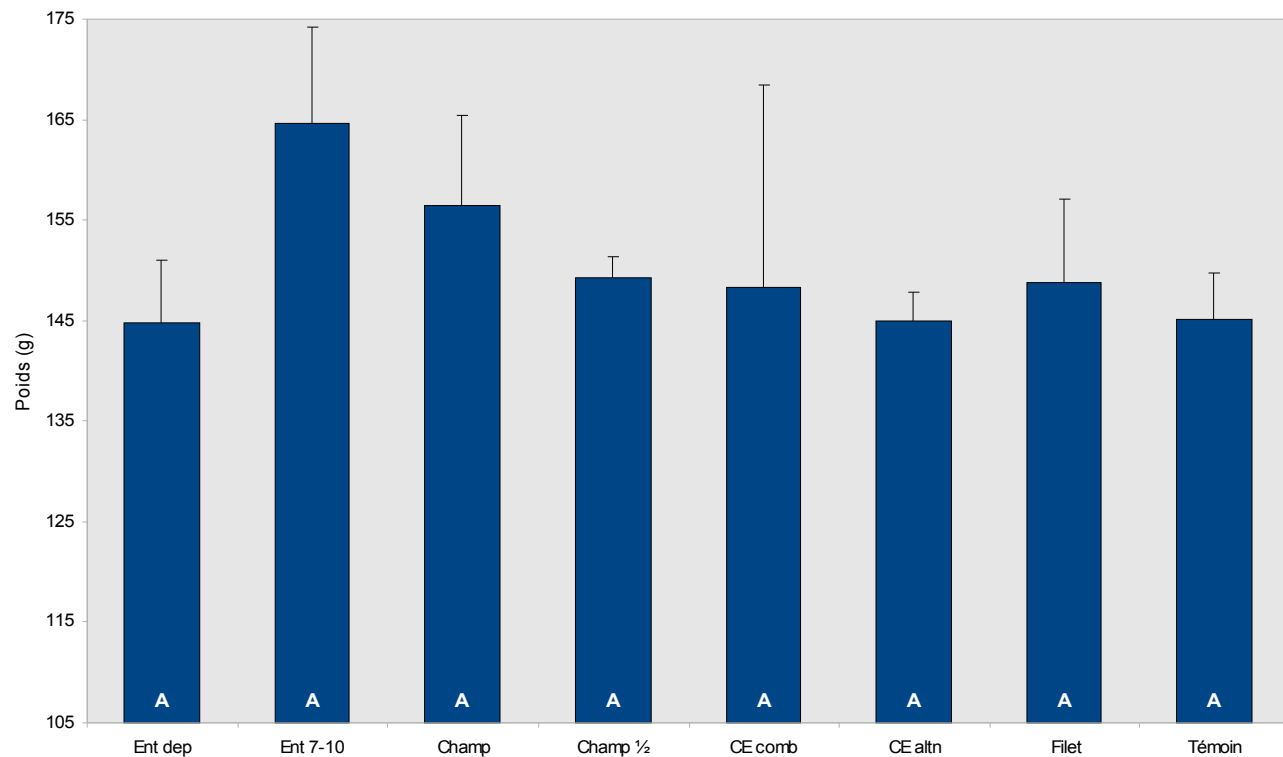


Figure 2. Poids des têtes de brocoli en fonction des traitements, tel que mesuré lors de la récolte 2009 au site de Sainte-Anne-des-Plaines. Les histogrammes comportant des lettres semblables ne sont pas statistiquement différents (*Tukey*: $P > 0,05$). Ent dep = *Entrust – dépistage*; Ent 7-10 = *Entrust 7-10 jours*; Champ = *Champ (dose maximale)*; Champ ½ = *Champ (demi-dose)*; CE comb = *Champ + Entrust comb*; CE altn = *Champ + Entrust altn*; Filet = *Filet*; Témoin = *Témoin*.

En 2009, à Laval, les résultats indiquent une différence significative du poids des têtes en fonction du traitement ($P = 0,0342$). Le poids des têtes était inférieur dans le traitement *Filet agronomique* que dans les traitements *Témoin*, *Champ (demi-dose)* et *Champ + Entrust altn* (Fig.3).

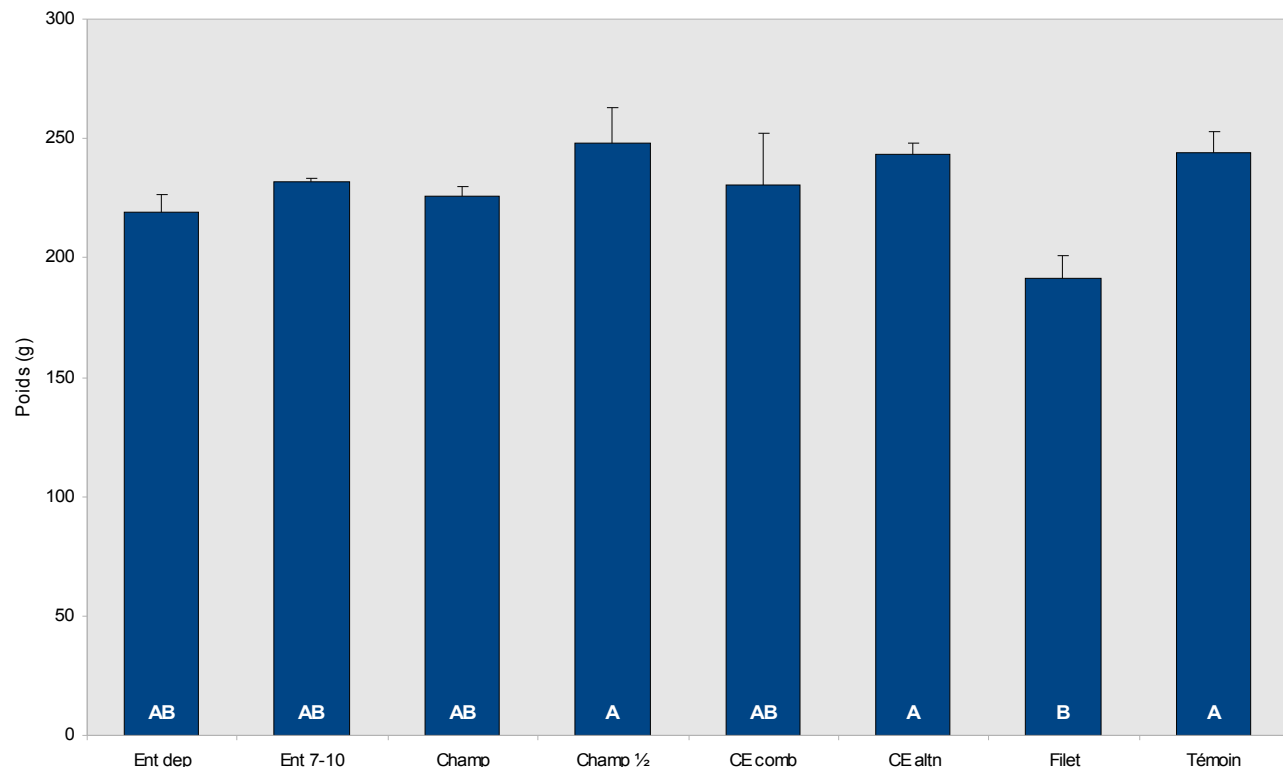


Figure 3. Poids des têtes de brocoli en fonction des traitements (récolte 2009, Laval). Les histogrammes comportant des lettres semblables ne sont pas statistiquement différents (Tukey: $P > 0,05$). Ent dep = *Entrust – dépistage*; Ent 7-10 = *Entrust 7-10 jours*; Champ = *Champ (dose maximale)*; Champ 1/2 = *Champ (demi-dose)*; CE comb = *Champ + Entrust comb*; CE altn = *Champ + Entrust altn*; Filet = *Filet*; Témoin = *Témoin*.

Autres ravageurs – Lépidoptères

Au cours des trois années du projet, les chenilles défoliatrices (lépidoptères) observées dans les parcelles expérimentales ont été la piéride du chou, la fausse-arpenteuse du chou et la fausse-teigne des crucifères. Les données ont été analysées pour toutes les espèces de lépidoptère confondues.

En 2007, les données ont été comparées entre les traitements au 4 juillet, au 12 juillet et au 1^{er} août. Une différence significative n'a été observée entre les traitements que pour le 12 juillet et le 1^{er} août (tableau 11). Pour ces dates, il y avait respectivement significativement moins de chenilles défoliatrices dans les traitements *Filet agronomique* et *Entrust 7-10 jours* que dans le traitement *Témoin*.

Tableau 11. Nombre total (toutes espèces confondus) de chenilles défoliatrices au site de Sainte-Anne-des-Plaines au cours de la saison 2007 en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	4 juillet	12 juillet	1 ^{er} août
<i>Entrust - dépistage</i>	0,00 ± 0,00 (a)	4,33 ± 2,03 (ab)	23,67 ± 1,76 (ab)
<i>Entrust 7-10 jours</i>	0,00 ± 0,00 (a)	5,67 ± 0,33 (ab)	4,33 ± 1,45 (b)
<i>Neem Azal</i>	2,33 ± 0,88 (a)	10,33 ± 3,76 (ab)	17,00 ± 1,00 (ab)
<i>Organic Liquid #4</i>	1,33 ± 0,88 (a)	9,00 ± 4,62 (ab)	13,00 ± 3,79 (ab)
<i>Entrust + Neem Azal</i>	0,33 ± 0,33 (a)	9,33 ± 0,67 (ab)	16,00 ± 3,06 (ab)
<i>Entrust + Organic Liquid #4</i>	2,00 ± 1,00 (a)	9,33 ± 1,33 (ab)	15,33 ± 2,03 (ab)
<i>Filet</i>	2,33 ± 0,33 (a)	1,33 ± 0,88 (a)	12,67 ± 7,17 (ab)
<i>Témoin</i>	2,33 ± 0,33 (a)	13,00 ± 1,00 (b)	47,33 ± 19,03 (a)
<i>ANOVA ou Welch ANOVA</i>	P = 0,0287	P = 0,0246	P = 0,0143

En 2008, les données ont été comparées entre les traitements au 11 juillet, au 4 août et au 25 août au site de Sainte-Anne-des-Plaines (tableau 12) et au 4 juillet, 31 juillet et au 21 août au site de Laval (tableau 13). Aucune différence significative n'a été observée entre les traitements.

Tableau 12. Nombre total (toutes espèces confondus) de chenilles défoliatrices au site de Sainte-Anne-des-Plaines au cours de la saison 2008 en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	11 juillet	4 août	25 août
<i>Entrust - dépistage</i>	0,67 ± 0,67 (a)	1,33 ± 1,33 (a)	19,33 ± 4,48 (a)
<i>Entrust - 7-10 jours</i>	0,67 ± 0,67 (a)	0,33 ± 0,33 (a)	19,00 ± 3,79 (a)
<i>Neem Azal</i>	0,67 ± 0,33 (a)	0,67 ± 0,67 (a)	16,33 ± 7,36 (a)
<i>Champ</i>	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	16,00 ± 5,51 (a)
<i>Entrust + Champ comb</i>	1,00 ± 0,58 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	9,00 ± 4,51 (a)
<i>Entrust + Champ altn</i>	0,67 ± 0,67 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	4,33 ± 2,60 (a)
<i>Filet agronomique</i>	1,00 ± 0,58 (a)	3,00 ± 1,15 (a)	6,67 ± 4,41 (a)
<i>Témoin</i>	1,00 ± 0,00 (a)	2,33 ± 1,45 (a)	18,00 ± 10,51 (a)
<i>ANOVA ou Welch ANOVA</i>	P = 0,8856	P = 0,4938	P = 0,2451

Tableau 13. Nombre total (toutes espèces confondus) de chenilles défoliatrices au site de Laval au cours de la saison 2008 en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	4 juillet	31 juillet	21 août
<i>Entrust - dépistage</i>	4,00 ± 1,53 (a)	4,33 ± 2,33 (a)	3,67 ± 1,20 (a)
<i>Entrust - 7-10 jours</i>	4,00 ± 3,06 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	53,33 ± 12,35 (a)
<i>Neem Azal</i>	3,33 ± 1,20 (a)	1,33 ± 0,67 (a)	22,67 ± 10,17 (a)
<i>Champ</i>	3,00 ± 0,58 (a)	0,67 ± 0,33 (a)	39,00 ± 14,57 (a)
<i>Entrust + Champ comb</i>	3,33 ± 0,88 (a)	0,33 ± 0,33 (a)	25,33 ± 7,31 (a)
<i>Entrust + Champ altn</i>	6,00 ± 2,08 (a)	0,67 ± 0,33 (a)	2,67 ± 1,45 (a)
<i>Filet agronomique</i>	0,67 ± 0,33 (a)	4,33 ± 2,60 (a)	27,00 ± 17,21 (a)
<i>Témoin</i>	3,67 ± 1,20 (a)	3,33 ± 1,20 (a)	32,33 ± 15,06 (a)
<i>ANOVA ou Welch ANOVA</i>	P = 0,5577	P = 0,2020	P = 0,0917

En 2009, le suivi des chenilles défoliatrices a été effectué du 7 juillet au 13 août au site de Sainte-Anne-des-plaines. Aucune chenille n'a été observée au cours des deux premiers suivis (les 7 et 17 juillet 2009) et seulement 4 chenilles au total ont été observées au cours du troisième suivi (le 23 juillet 2009). Aucune analyse n'a donc été effectuée pour ces dates. Pour les trois autres périodes d'observation (30 juillet, 6 août et 13 août), aucune différence significative entre les traitements n'a été observée ($ANOVA_{30 \text{ juillet}} : P = 0,2743$; $ANOVA_{6 \text{ août}} : P = 0,5018$; $ANOVA_{13 \text{ août}} : P = 0,5418$).

Au site de Laval, le suivi des chenilles défoliatrices a été effectué du 23 juillet au 19 août 2009. Aux trois premières dates d'observation (23 juillet, 30 juillet et 6 août), de 0 à 11 chenilles (toutes espèces confondues) au total ont été observées par date. Aucune analyse n'a donc été faite pour ces dates. Pour les deux autres périodes d'observation (13 et 19 août), aucune différence significative n'a été observée entre les traitements ($ANOVA_{13 \text{ août}} : P = 0,7090$; $ANOVA_{19 \text{ août}} : P = 0,9549$).

Autres ravageurs – Altises, pucerons, thrips

En 2007, les résultats indiquent qu'il y a des différences entre les traitements au 12 juillet en ce qui concerne les altises et les pucerons (tableau 14). Pour les altises, la proportion de plants porteurs était significativement inférieure dans le traitement *Filet agronomique* que dans le traitement *Neem Azam*. Pour les pucerons, le pourcentage de plants porteurs était inférieur dans le traitement *Filet agronomique* que dans les traitements *Organic Liquid #4*, *Entrust + Neem Azal* et *Entrust + Organic Liquid #4*.

Tableau 14. Pourcentage (%) de plants porteurs d'altises, de pucerons et de thrips au site de Sainte-Anne-des-Plaines au cours de la saison 2007 en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	4 juillet			12 juillet			1 août		
	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips
<i>Entrust - dépistage</i>	3,33 ± 3,33 (a)	43,33 ± 18,56 (a)	50,00 ± 10,00 (a)	23,33 ± 3,33 (ab)	36,67 ± 17,64 (ab)	33,33 ± 13,33 (a)	10,00 ± 5,77 (a)	20,00 ± 10,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Entrust 7-10 jours</i>	10,00 ± 10,00 (a)	56,67 ± 12,02 (a)	36,67 ± 8,82 (a)	23,33 ± 3,33 (ab)	36,67 ± 3,33 (ab)	40,00 ± 5,77 (a)	13,33 ± 8,82 (a)	26,67 ± 6,67 (a)	6,67 ± 3,33 (a)
<i>Neem Azal</i>	20,00 ± 5,77 (a)	43,33 ± 3,33 (a)	30,00 ± 5,77 (a)	66,67 ± 3,33 (b)	36,67 ± 13,33 (ab)	30,00 ± 17,32 (a)	16,67 ± 6,67 (a)	16,67 ± 12,02 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Organic Liquid #4</i>	10,00 ± 10,00 (a)	36,67 ± 20,28 (a)	33,33 ± 20,28 (a)	46,67 ± 26,03 (ab)	56,67 ± 8,82 (b)	33,33 ± 8,82 (a)	30,00 ± 15,28 (a)	26,67 ± 14,53 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Entrust + Neem Azal</i>	16,67 ± 3,33 (a)	66,67 ± 13,33 (a)	66,67 ± 3,33 (a)	23,33 ± 6,67 (ab)	53,33 ± 16,67 (b)	43,33 ± 3,33 (a)	6,67 ± 3,33 (a)	16,67 ± 3,33 (a)	6,67 ± 3,33 (a)
<i>Entrust + Org. Liq. #4</i>	6,67 ± 6,67 (a)	46,67 ± 14,53 (a)	20,00 ± 10,00 (a)	53,33 ± 12,02 (ab)	43,33 ± 3,33 (b)	26,67 ± 3,33 (a)	13,33 ± 3,33 (a)	36,67 ± 3,33 (a)	6,67 ± 6,67 (a)
<i>Filet</i>	0,00 ± 0,00 (a)	13,33 ± 8,82 (a)	26,67 ± 8,82 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	26,67 ± 3,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	53,33 ± 29,06 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Témoin</i>	23,33 ± 6,67 (a)	43,33 ± 8,82 (a)	50,00 ± 11,55 (a)	26,67 ± 6,67 (ab)	53,33 ± 6,67 (b)	40,00 ± 15,28 (a)	26,67 ± 3,33 (a)	50,00 ± 11,55 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>(Welch) ANOVA</i>	P = 0,0937	P = 0,1630	P = 0,2327	P = 0,0007	P = 0,0103	P = 0,9181	P = 0,2023	P = 0,3332	P = 0,1686

Au 25 août 2008, au site de Sainte-Anne-des-Plaines, il y avait significativement moins de pucerons dans le traitement *Filet agronomique* que dans le traitement *Champ* (tableau 15). Il y avait aussi une différence dans le nombre d'altises au 11 juillet, mais les différences étaient faibles. Au site de Laval (tableau 16), il n'y avait pas de différence significative entre les traitements.

Tableau 15. Pourcentage (%) de plants porteurs d'altises, de pucerons et de thrips au site de Sainte-Anne-des-Plaines au cours de la saison 2008 en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	11 juillet			4 août			25 août		
	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips
<i>Entrust – dépistage</i>	0,00 ± 0,00 (a)	10,00 ± 10,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	10,00 ± 10,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	16,67 ± 12,02 (ab)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Entrust – 7-10 jours</i>	6,67 ± 3,33 (b)	10,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	10,00 ± 10,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	26,67 ± 12,02 (ab)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Neem Azal</i>	0,00 ± 0,00 (a)	6,67 ± 3,33 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	6,67 ± 3,33 (a)	20,00 ± 10,00 (ab)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Champ</i>	0,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	16,67 ± 8,82 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	50,00 ± 5,77 (b)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Entrust + Champ comb</i>	0,00 ± 0,00 (a)	23,33 ± 13,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	13,33 ± 6,67 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	40,00 ± 5,77 (ab)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Entrust + Champ altn</i>	0,00 ± 0,00 (a)	16,67 ± 3,33 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	6,67 ± 3,33 (a)	10,00 ± 5,77 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	40,00 ± 10,00 (ab)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Filet agronomique</i>	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Témoin</i>	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	10,00 ± 5,77 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	33,33 ± 8,92 (ab)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>(Welch) ANOVA</i>	P = 0,0131	P = 0,0350	P = 0,7167	P = 0,7295	P = 0,5130	P = 0,6000	P = 0,5040	P = 0,0452	NIL

Tableau 16. Pourcentage (%) de plants porteurs d'altises, de pucerons et de thrips au site de Laval au cours de la saison 2008 en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	4 juillet			31 juillet			21 août		
	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips
<i>Entrust – dépistage</i>	10,00 ± 5,77 (a)	16,67 ± 6,67 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	40,00 ± 17,32 (a)	0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	13,33 ± 8,82 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Entrust – 7-10 jours</i>	6,67 ± 6,67 (a)	46,67 ± 21,86 (a)	6,67 ± 3,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	26,67 ± 14,53 (a)	0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	23,33 ± 8,82 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Neem Azal</i>	13,33 ± 6,67 (a)	26,67 ± 6,67 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	16,67 ± 12,02 (a)	0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	23,33 ± 8,82 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Champ</i>	23,33 ± 3,33 (a)	30,00 ± 5,77 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	6,67 ± 3,33 (a)	50,00 ± 20,82 (a)	0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	63,33 ± 14,53 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Entrust + Champ comb</i>	16,67 ± 6,67 (a)	20,00 ± 11,55 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	46,67 ± 21,86 (a)	0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	46,67 ± 6,67 (a)	3,33 ± 3,33 (a)
<i>Entrust + Champ altn</i>	6,67 ± 6,67 (a)	20,00 ± 15,28 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	43,33 ± 18,56 (a)	0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	46,67 ± 18,56 (a)	3,33 ± 3,33 (a)
<i>Filet agronomique</i>	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	26,67 ± 21,86 (a)	0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	46,67 ± 29,06 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Témoin</i>	23,33 ± 12,02 (a)	20,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	33,33 ± 8,82 (a)	0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	23,33 ± 13,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>(Welch) ANOVA</i>	P = 0,2196	P = 0,0828	P = 0,2289	P = 0,2289	P = 0,7414	NIL	P = 0,6615	P = 0,3415	P = 0,5588

En 2009, il n'y avait pas de différence dans la proportion de plants porteurs d'altises, de pucerons ou de thrips (tableaux 17 et 18).

Tableau 17. Pourcentage (%) de plants porteurs d'altises, de pucerons et de thrips au site de Sainte-Anne-des-Plaines au cours de la saison 2009 en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Le nombre ne démontrent pas de différence significative (Tukey : P > 0,05).									
Traitement	17 juillet			30 juillet			13 août		
	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips
Entrust – dépistage	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	33,33 ± 13,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	26,67 ± 17,64 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
Entrust – 7-10 jours	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	66,67 ± 6,67 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
Champ (dose maximale)	0,00 ± 0,00 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	33,33 ± 24,04 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	20,00 ± 0,00 (a)	6,67 ± 6,67 (a)
Champ (demi-dose)	0,00 ± 0,00 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	60,00 ± 20,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	13,33 ± 13,33 (a)	33,33 ± 13,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
Entrust + Champ comb	0,00 ± 0,00 (a)	13,33 ± 6,67 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	73,33 ± 17,64 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	13,33 ± 13,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
Entrust + Champ altn	0,00 ± 0,00 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	40,00 ± 20,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	33,33 ± 6,67 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
Filet agronomique	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	33,33 ± 13,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	33,33 ± 24,08 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
Témoin	0,00 ± 0,00 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	60,00 ± 20,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	13,33 ± 13,33 (a)	20,00 ± 20,00 (a)
(Welch) ANOVA	NIL	P=0,5307	P=0,4706	P= 0,4706	P=0,5108	P=0,4706	P=0,4706	P=0,6368	P=0,6000

Tableau 18. Pourcentage (%) de plants porteurs d'altises, de pucerons et de thrips au site de Laval au cours de la saison 2009 en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (Tukey : $P > 0,05$).

Traitement	23 juillet			6 août			19 août		
	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips
<i>Entrust – dépistage</i>	0,00 ± 0,00	26,67 ± 17,64 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	46,67 ± 13,33 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	26,67 ± 17,64 (a)	0,00 ± 0,00
<i>Entrust – 7-10 jours</i>	0,00 ± 0,00	26,67 ± 17,64 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	66,67 ± 17,64 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	66,67 ± 17,64 (a)	0,00 ± 0,00
<i>Champ (dose maximale)</i>	0,00 ± 0,00	20,00 ± 11,55 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	73,33 ± 13,33 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	53,33 ± 17,64 (a)	0,00 ± 0,00
<i>Champ (demi-dose)</i>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	60,00 ± 11,55 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	73,33 ± 26,67 (a)	0,00 ± 0,00
<i>Entrust + Champ comb</i>	0,00 ± 0,00	33,33 ± 33,33 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	53,33 ± 24,04 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	73,33 ± 17,64 (a)	0,00 ± 0,00
<i>Entrust + Champ altn</i>	0,00 ± 0,00	13,33 ± 13,33 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	53,33 ± 13,33 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	86,87 ± 6,67 (a)	0,00 ± 0,00
<i>Filet agronomique</i>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	73,33 ± 13,33 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	66,67 ± 13,33 (a)	0,00 ± 0,00
<i>Témoin</i>	0,00 ± 0,00	33,33 ± 13,33 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	60,00 ± 20,00 (a)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	66,67 ± 17,64 (a)	0,00 ± 0,00
<i>(Welch) ANOVA</i>	NIL	P=0,5584	NIL	NIL	P=0,2299	NIL	NIL	P=0,3647	NIL

Autres ravageurs – Delia spp.

En 2007 et 2008, aucun suivi des œufs de *Delia* spp. n'a été effectué. En 2009, le suivi des œufs de *Delia* spp. a été effectué du 7 juillet au 13 août au site de Sainte-Anne-des-Plaines. Puisque seulement 1 à 17 œufs ont été observés au total par date, aucune analyse statistique n'a été effectuée pour ce site. Au site de Laval (tableau 19), le suivi a été effectué du 23 juillet au 19 août. Au cours des deux premières périodes d'observation (23 et 30 juillet) de 0-2 œufs ont été observés par date et aucune analyse statistique n'a été effectuée. Au cours de la troisième période d'observation (6 août), aucune différence n'a été observée entre les traitements (*ANOVA* : $P = 0,4355$). Au 13 août, aucune différence n'a été observée, mais cette absence de différence était marginale (*Welch ANOVA* : $P = 0,0529$). Enfin, au 19 août, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements (*ANOVA* : $P = 0,0941$). Au 13 et au 19 août, aucun œuf de *Delia* spp. n'a été trouvé sous les filets.

Tableau 19. Nombre moyen d'œufs de *Delia* spp. par plant au site de Laval en 2009 en fonction des différents traitements. Dans une colonne, une lettre semblable indique que les valeurs ne sont pas statistiquement différentes (Tukey : $P > 0,05$).

Traitement	6 août	13 août	19 août
<i>Entrust – dépistage</i>	0,00 ± 0,00 (a)	2,33 ± 1,77 (a)	1,93 ± 0,52 (a)
<i>Entrust – 7-10 jours</i>	0,13 ± 0,13 (a)	0,80 ± 0,50 (a)	1,87 ± 0,87 (a)
<i>Champ (dose maximale)</i>	0,47 ± 0,47 (a)	0,87 ± 0,24 (a)	5,87 ± 3,70 (a)
<i>Champ (demi-dose)</i>	0,07 ± 0,07 (a)	0,60 ± 0,31 (a)	7,47 ± 2,27 (a)
<i>Entrust + Champ comb</i>	0,00 ± 0,00 (a)	0,87 ± 0,44 (a)	6,47 ± 1,67 (a)
<i>Entrust + Champ altn</i>	0,67 ± 0,48 (a)	5,53 ± 2,18 (a)	5,13 ± 2,85 (a)
<i>Filet agronomique</i>	0,07 ± 0,07 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Témoin</i>	0,80 ± 0,61 (a)	0,73 ± 0,33 (a)	1,73 ± 0,41 (a)

Volet 2 – Impact d'une clôture de toile tissée sur la cécidomyie du chou-fleur et sur les autres ravageurs des crucifères

Capture d'adultes

Les nombres moyens d'adultes capturés par pièges sont présentés au tableau 20. Globalement, le nombre d'adultes capturés dans les parcelles clôturées était inférieur de 56,74% (2007) et 63,44% (2008) au nombre d'adultes capturés à l'extérieur des parcelles..

Tableau 20. Nombre moyen d'adultes de cécidomyies du chou-fleur capturés par pièges au cours d'une saison pour des pièges situés à l'intérieur et à l'extérieur des clôtures de toile tissée (données cumulant les résultats de tous les sites).

Année	Intérieur des clôtures	Extérieurs des clôtures
2007	69	159,5
2008	109,67	300

En 2007, il n'y avait que trois pièges (deux à l'extérieur des parcelles clôturées et un à l'intérieur des parcelles clôturées), disposés sur un seul site. Une analyse statistique ne peut donc être effectuée pour comparer le nombre de captures à l'intérieur et à l'extérieur des parcelles clôturées. En 2008, le nombre total de captures a été beaucoup plus important à Sainte-Anne-des-Plaines (1216 adultes) qu'à Laval (13 adultes). Les données de Laval n'ont donc pas été analysées. Toutes les données de Sainte-Anne-des-Plaines ont été analysées à l'aide d'*ANOVA* par soucis de simplicité. Les résultats indiquent qu'il y avait significativement plus de captures dans les pièges situés à l'extérieur des clôtures que dans les pièges situés dans celles-ci (*ANOVA* : $P < 0,05$) au cours de 5 dates d'observation (11 juillet, 11 août, 18 août, 28 août et 2 septembre). Les captures relevées au cours de ces 5 dates correspondent à 67,7% des captures totales au site de Sainte-Anne-des-Plaines.

Plants commercialisables

En 2007, la proportion de plants commercialisables était supérieur dans le traitement *Entrust + Organic Liquid #4* que dans le traitement témoin dans les parcelles clôturées (Tableau 21).

Tableau 21. Nombre de plants récoltés au cours de la saison 2007 dans les parcelles clôturées et proportion de plants commercialisables parmi ceux-ci, en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$). À titre indicatif, les données des parcelles correspondantes non clôturées sont données dans les colonnes de droite.

Traitement	Parcelles clôturées		Correspondant non clôturé	
	Nb total de plants récoltés	Proportion de plants commercialisables (%)	Nb total de plants récoltés	Proportion de plants commercialisables (%)
<i>Entrust + Organic Liquid #4</i>	60	80,00 ± 5,77 (a)	34	44,58 ± 2,92
<i>Entrust – dépistage</i>	60	73,33 ± 4,41 (ab)	46	33,89 ± 13,28
<i>Entrust + Neem Azal</i>	60	68,33 ± 7,26 (ab)	44	66,67 ± 8,33
<i>Témoin</i>	60	61,67 ± 10,93 (b)	35	19,58 ± 6,94

Au site de Sainte-Anne-des-Plaines, le trop faible nombre de plant récolté n'a pas permis d'analyse entre les traitements clôturés (Tableau 22). En 2008, au site de Laval, presque tous les plants étaient commercialisables. Aucune analyse statistique n'a donc été effectuée pour comparer ces données.

Tableau 22. Nombre de plants récoltés au cours de la saison 2008 dans les parcelles clôturées du site de Sainte-Anne-des-Plaines et proportion de plants commercialisables parmi ceux-ci, en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$). À titre indicatif, les données des parcelles correspondantes non clôturées sont données dans les colonnes de droite.

Traitement	Parcelles clôturées		Correspondant non clôturé	
	Nb total de plants récoltés	Proportion de plants commercialisables (%)	Nb total de plants récoltés	Proportion de plants commercialisables (%)
<i>Entrust + Champ comb</i>	4	100	12	14,29 ± 14,29
<i>Entrust + Champ altn</i>	20	100	21	92,11 ± 7,89
<i>Entrust – dépistage</i>	2	50,00	25	11,36 ± 11,36
<i>Témoin</i>	0		13	15,38

Cœur avorté

En 2007, le pourcentage de cœurs avortés a été évalué de façon approximative sur l'ensemble des parcelles (i.e sur tous les plants des 4 rangs composant la parcelle). Les analyses ont donc été faites sur ces estimations. Les résultats indiquent qu'il n'y a pas de différence entre les traitements de la parcelle clôturée (Tableau 23).

Tableau 23. Moyenne des estimations de pourcentage de brocolis avec cœurs avortés au cours de la saison 2007 en fonction des traitements expérimentaux dans les parcelles clôturées. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$). À titre indicatif, les données des parcelles correspondantes non clôturées sont données dans les colonnes de droite.

Traitement	Pourcentage de brocolis avec cœurs avortés	
	Parcelles clôturées	Parcelles non clôturées
<i>Entrust + Organic Liquid #4</i>	$3,33 \pm 1,67$ (a)	$53,33 \pm 6,67$
<i>Entrust – dépistage</i>	$11,67 \pm 9,28$ (a)	$43,33 \pm 12,02$
<i>Entrust + Neem Azal</i>	$6,67 \pm 1,67$ (a)	$50,00 \pm 20,82$
<i>Témoin</i>	$11,67 \pm 4,41$ (a)	$56,67 \pm 3,33$

En 2008, au site de Laval, aucun plant avec cœur avorté n'a été observé. Les données ne sont donc pas présentées. À Sainte-Anne-des-Plaines, il n'y avait pas de différences significatives entre les traitements des parcelles clôturées (Tableau 24).

Tableau 24. Pourcentage de plants avec cœur avorté en 2008 au site de Sainte-Anne-des-Plaines en fonction des traitements et de la présence ou non d'une clôture. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (Tukey : $P > 0,05$). À titre indicatif, les données des parcelles correspondantes non clôturées sont données dans les colonnes de droite.

Traitement	Pourcentage de brocolis avec cœurs avortés	
	Parcelles clôturées	Parcelles non clôturées
<i>Témoin</i>	10,18 ± 2,68 % (a)	40,60 ± 7,49 %
<i>Entrust + Champ comb</i>	1,78 ± 0,89 % (a)	4,32 ± 2,27 %
<i>Entrust + Champ altn</i>	2,50 ± 1,44 % (a)	0,79 ± 0,79 %
<i>Entrust - dépistage</i>	8,61 ± 0,82 % (a)	9,78 ± 1,88 %

Poids des têtes de brocoli

En 2007, le poids de tous les plants récoltés a été pris (i.e. aucune distinction n'a été faite entre le poids des plants commercialisables et le poids des plants non commercialisables). Aussi, une seule donnée de poids a été prise sur l'ensemble des plants récoltés dans une parcelle pour une date donnée. De plus, la balance utilisée indiquait une valeur de 0 (zéro) pour les poids inférieur à 0,1 kg. Les résultats indiquent que le poids des têtes de brocoli était significativement supérieur dans les parcelles clôturées du traitement *Entrust - dépistage* que dans les parcelles clôturées du traitement *Témoin*.

Tableau 25. Poids (g) des plants en 2007 au site de Sainte-Anne-des-Plaines dans les parcelles clôturées en fonction des traitements. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (Tukey : $P > 0,05$). À titre indicatif, les données des parcelles correspondantes non clôturées sont données dans les colonnes de droite.

Traitement	Poids des brocolis (g)	
	Parcelles clôturées	Parcelles non clôturées
<i>Entrust + Organic Liquid #4</i>	338,33 ± 13,64 (ab)	250,00 ± 0,00
<i>Entrust - dépistage</i>	345,00 ± 18,93 (a)	350,00 ± 77,67
<i>Entrust + Neem Azal</i>	291,67 ± 16,41 (ab)	345,00 ± 89,77
<i>Témoin</i>	270,00 ± 11,55 (b)	277,91 ± 34,80

En 2008, les données de récoltes au site de Sainte-Anne-des-Plaines sont trop insuffisantes pour permettre une analyse statistique. À Laval (tableau 26), les résultats indiquent qu'il n'y avait pas de différences significative dans le poids des têtes de brocoli entre les traitements des parcelles clôturées ($P > 0,05$).

Tableau 26. Poids (g) des plants en 2008 au site de Laval dans les parcelles clôturées en fonction des traitements. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$). À titre indicatif, les données des parcelles correspondantes non clôturées sont données dans les colonnes de droite.

Traitement	Poids des brocolis (g)	
	Parcelles clôturées	Parcelles non clôturées
<i>Entrust + Champ altn</i>	103,92 ± 3,92 (a)	146,85 ± 5,48
<i>Entrust + Champ comb</i>	148,24 ± 24,08 (a)	164,80 ± 3,09
<i>Entrust - dépistage</i>	132,45 ± 7,23 (a)	151,75 ± 16,47
<i>Témoin</i>	119,44 ± 2,78 (a)	137,97 ± 16,53

Autres ravageurs – Lépidoptères

En 2007, le nombre total de lépidoptères a été comparé entre les traitements des parcelles clôturées. Les analyses indiquent qu'il n'y a une différences significatives au 1^{er} août (Tableau 27; $P = 0,0238$). Il y avait significativement plus de chenilles dans le traitement *Témoin* que dans le traitement *Entrust + Organic Liquid #4*.

Tableau 27. Nombre total de lépidoptères observés par parcelle au 1^{er} août 2007 au site de Sainte-Anne-des-Plaines dans les parcelles clôturées en fonction des traitements. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$). À titre indicatif, les données des parcelles correspondantes non clôturées sont données dans les colonnes de droite.

Traitement	Nombre de lépidoptères	
	Parcelles clôturées	Parcelles non clôturées
<i>Entrust + Organic Liquid #4</i>	9,67 ± 0,88 (a)	15,33 ± 2,03
<i>Entrust – dépistage</i>	20,00 ± 0,58 (ab)	23,67 ± 1,76
<i>Entrust + Neem Azal</i>	13,67 ± 3,76 (ab)	16,00 ± 3,06
<i>Témoin</i>	30,67 ± 4,48 (b)	47,33 ± 19,03

En 2008, le nombre total de lépidoptères a été comparé entre les traitements des parcelles clôturées. Au site de Sainte-Anne-des-Plaines, les résultats indiquent qu'il y a une différence significative le 4 août (Tableau 28; $P = 0,0048$) et au 25 août (Tableau 29; $P = 0,0002$). Au site de Laval, il n'y avait pas de différence significative entre les traitements des parcelles clôturées.

Tableau 28. Nombre total de lépidoptères observés par parcelle au 4 août 2008 au site de Sainte-Anne-des-Plaines dans les parcelles clôturées en fonction des traitements. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$). À titre indicatif, les données des parcelles correspondantes non clôturées sont données dans les colonnes de droite.

Traitement	Nombre de lépidoptères	
	Parcelles clôturées	Parcelles non clôturées
<i>Entrust + Champ altn</i>	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00
<i>Entrust + Champ comb</i>	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00
<i>Entrust - dépistage</i>	0,33 ± 0,33 (a)	1,33 ± 1,33
<i>Témoin</i>	4,33 ± 1,20 (b)	2,33 ± 1,45

Tableau 29. Nombre total de lépidoptères observés par parcelle au 25 août 2008 au site de Sainte-Anne-des-Plaines dans les parcelles clôturées en fonction des traitements. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$). À titre indicatif, les données des parcelles correspondantes non clôturées sont données dans les colonnes de droite.

Traitement	Nombre de lépidoptères	
	Parcelles clôturées	Parcelles non clôturées
<i>Entrust + Champ altn</i>	5,33 ± 3,84 (a)	4,33 ± 2,60
<i>Entrust + Champ comb</i>	12,33 ± 3,18 (a)	9,00 ± 4,51
<i>Entrust - dépistage</i>	29,33 ± 3,84 (c)	19,33 ± 4,48
<i>Témoin</i>	20,67 ± 6,23 (b)	18,00 ± 10,50

Autres ravageurs – Altises, pucerons, thrips

Au 4 juillet 2007, le nombre de plants porteurs de thrips était significativement supérieur dans le traitement *Témoin* que dans les traitements *Entrust + Neem Azal*, *Entrust + Organic Liquid #4* (tableau 30). Il n'y avait pas de différences significatives pour toutes les autres observation.

Tableau 30. Pourcentage (%) de plants porteurs d'altises, de pucerons et de thrips au site de Sainte-Anne-des-Plaines au cours de la saison 2007 dans les parcelles clôturées en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	4 juillet			12 juillet			1 août		
	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips
<i>Entrust - dépistage</i>	3,33 ± 3,33 (a)	63,33 ± 3,33 (a)	56,67 ± 8,82 (ab)	3,33 ± 3,33 (a)	10,00 ± 5,77 (a)	40,00 ± 5,77 (a)	6,67 ± 3,33 ()	16,67 ± 12,02 ()	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Entrust + Neem Azal</i>	6,67 ± 6,67 (a)	53,33 ± 14,53 (a)	40,00 ± 15,28 (b)	10,00 ± 5,77 (a)	20,00 ± 5,77 (a)	20,00 ± 11,55 (a)	10,00 ± 10,00 ()	13,33 ± 13,33 ()	3,33 ± 3,33 (a)
<i>Entrust + Org. Liq. #4</i>	0,00 ± 0,00 (a)	53,33 ± 8,82 (a)	43,33 ± 8,82 (b)	20,00 ± 11,55 (a)	26,67 ± 17,64 (a)	13,33 ± 3,33 (a)	13,33 ± 13,33 ()	3,33 ± 3,33 ()	6,67 ± 6,67 (a)
<i>Témoin</i>	0,00 ± 0,00 (a)	60,00 ± 5,77 (a)	83,33 ± 3,33 (a)	6,67 ± 3,33 (a)	16,67 ± 3,33 (a)	43,33 ± 3,33 (a)	6,67 ± 6,67 ()	13,33 ± 8,82 ()	3,33 ± 3,33 (a)
(Welch) ANOVA	P = 0,4547	P = 0,8390	P = 0,0236	P = 0,6869	P = 0,1200	P = 0,1299	P = 0,7828	P = 0,8698	P = 0,7974

En 2008, au site de Sainte-Anne-des-Plaines, il n'y avait généralement pas de différence entre les traitements (tableau 31). Au site de Laval, il n'y avait de différence entre les traitements (tableau 32).

Tableau 31. Pourcentage (%) de plants porteurs d'altises, de pucerons et de thrips au site de Sainte-Anne-des-Plaines dans les parcelles clôturées au cours de la saison 2008 en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	11 juillet			4 août			25 août		
	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips
<i>Entrust – dépistage</i>	0,00 ± 0,00 (a)	10,00 ± 5,77 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	0,00 ± 0,00 ()	6,67 ± 3,33 ()	0,00 ± 0,00 ()	3,33 ± 3,33 (a)	23,33 ± 13,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Entrust + Champ comb</i>	0,00 ± 0,00 (a)	13,33 ± 3,33 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	0,00 ± 0,00 ()	6,67 ± 3,33 ()	3,33 ± 3,33 ()	6,67 ± 6,67 (a)	76,67 ± 12,02 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Entrust + Champ altn</i>	0,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 ()	3,33 ± 3,33 ()	0,00 ± 0,00 ()	0,00 ± 0,00 (a)	63,33 ± 3,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
<i>Témoin</i>	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	6,67 ± 3,33 ()	6,67 ± 3,33 ()	0,00 ± 0,00 ()	3,33 ± 3,33 (a)	26,67 ± 14,53 (a)	0,00 ± 0,00 (a)
(Welch) ANOVA	NIL	P = 0,0273	P = 0,8022	P = 0,1889	P = 0,8022	P = 0,4547	P = 0,7721	P = 0,0908	NIL

Tableau 32. Pourcentage (%) de plants porteurs d'altises, de pucerons et de thrips au site de Laval dans les parcelles clôturées au cours de la saison 2008 en fonction des traitements expérimentaux. Dans une colonne, les données suivies d'une lettre semblable ne démontrent pas de différence significative (*Tukey* : $P > 0,05$).

Traitement	11 juillet			4 août			25 août		
	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips	Altises	Pucerons	Thrips
<i>Entrust – dépistage</i>	0,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	66,67 ± 6,67 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	26,67 ± 14,53 ()	6,67 ± 6,67 ()
<i>Entrust + Champ comb</i>	10,00 ± 10,00 (a)	10,00 ± 5,77 (a)	6,67 ± 3,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	80,00 ± 15,28 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	40,00 ± 15,28 ()	0,00 ± 0,00 ()
<i>Entrust + Champ altn</i>	0,00 ± 0,00 (a)	6,67 ± 3,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	53,33 ± 26,67 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	66,67 ± 24,04 ()	3,33 ± 3,33 ()
<i>Témoin</i>	3,33 ± 3,33 (a)	6,67 ± 6,67 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	46,67 ± 18,56 (a)	3,33 ± 3,33 (a)	0,00 ± 0,00 (a)	20,00 ± 20,00 ()	3,33 ± 3,33 ()
<i>(Welch) ANOVA</i>	P = 0,6268	P = 0,7213	P = 0,1889	P = 0,4547	P = 0,1783	P = 0,4547	NIL	P = 0,2485	P = 0,7721

Température sous les filets / dans l'enceinte des clôtures

La température moyenne à 14h00 a été comparée entre les traitements pour la période du 2 juillet au 22 septembre 2008 du 23 juillet au 1^{er} octobre 2009. Une *MANOVA* pour mesures répétées a été effectuée, suivi d'analyses de contrastes pour chaque pair. L'interaction entre le temps et le traitement n'a pas été pris en compte. Aussi, en 2008, une date a du être exclue de l'analyse (créant ainsi un écart différent entre deux mesures consécutives) à cause d'une donnée manquante. Les analyses ont été effectuées sur les données ordonnées en rangs (*ranked averaged*).

En 2008, les résultats indiquent qu'il y a une différence significative entre les traitements (Tableau 33; *MANOVA*_{traitement} : $P = 0,0219$). Globalement, la température à 14h00 est plus élevée sous le filet agronomique que dans les deux autres traitements. Il n'y a pas de différences significatives entre le traitement *Témoin* et *Clôture*. Les températures moyennes pour la saison sont présentées au tableau 36.

En 2009, les résultats indiquent qu'il y a une différence significative entre les traitements (Tableau 33; *MANOVA*_{traitement} : $P = 0,0272$). Globalement, la température à 14h00 est plus élevée sous le filet agronomique que dans le traitement témoin.

Tableau 33. Température moyenne à 14h00 dans chacun des traitements pour la période du 2 juillet au 22 septembre 2008 et 23 juillet au 1er octobre 2009. Dans une ligne, les données suivie d'une lettre semblable indique une absence de différence significative entre celles-ci ($P > 0,05$).

Année	Clôtures	Filet	Témoin
2008	28,63 ± 0,30 (b)	29,76 ± 0,34 (a)	28,10 ± 0,31 (b)
2009		28,29 ± 0,41 (a)	26,91 ± 0,38 (b)

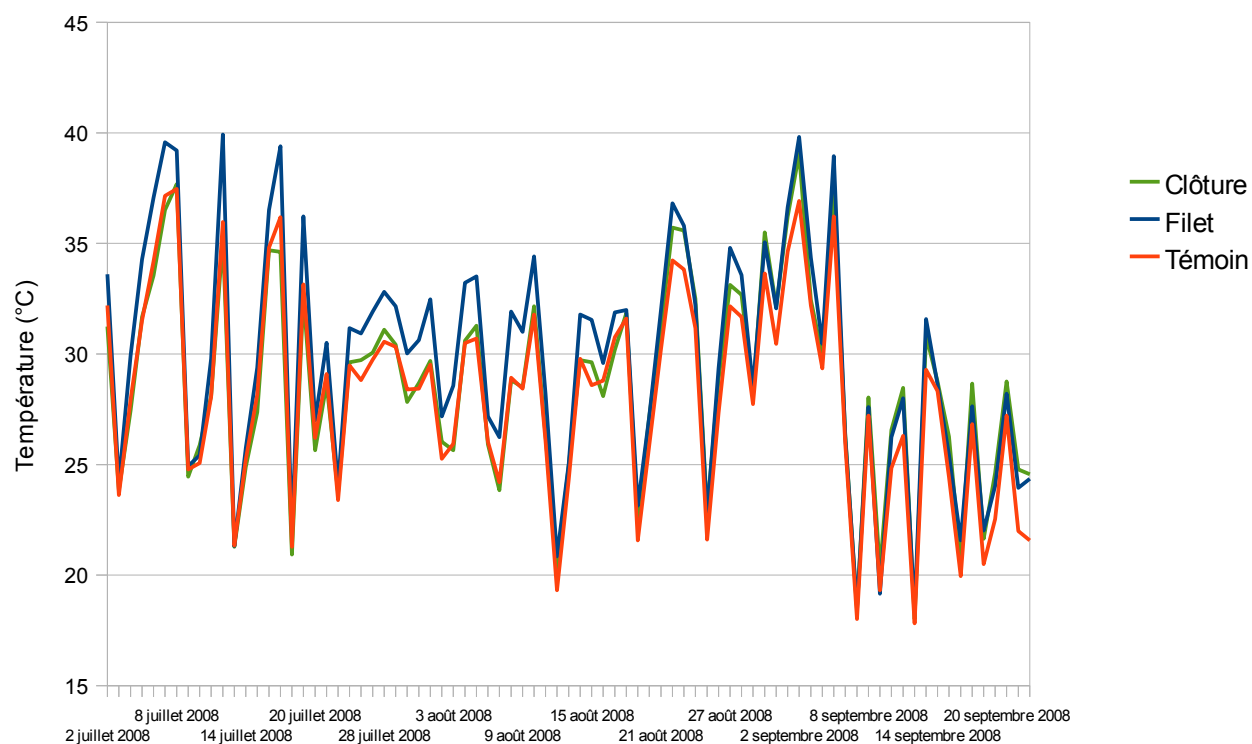


Figure 4. Température moyenne à 14h00 à chacune des date d'observation de la saison 2008, en fonction des traitements expérimentaux.

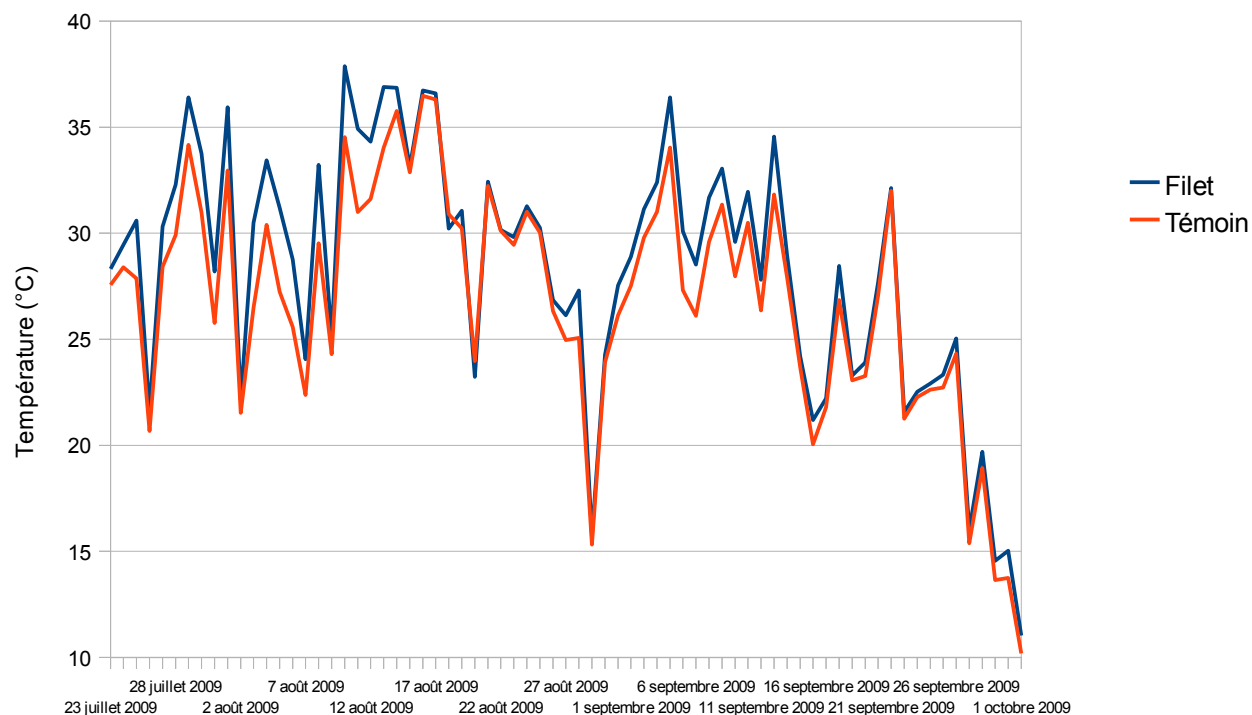


Figure 5. Température moyenne à 14h00 à chacune des date d'observation de la saison 2009, en fonction des traitements expérimentaux.

Suivi des populations d'adultes hors des sites expérimentaux

Au cours de la saison 2007, deux adultes ont été capturés au site de piégeage du secteur de Sainte-Scholastique (du 2 juillet au 24 septembre), alors que quatre adultes ont été capturés à celui du secteur de Saint-Canut (du 25 juin au 24 septembre). En 2008 et 2009, aucun adulte de cécidomyie du chou-fleur n'a été formellement identifié dans les pièges situés dans les secteurs de Saint-Canut et de Sainte-Scholastique.

Discussion

Les objectifs de cette étude étaient (1) d'évaluer l'impact de trois insecticides biologiques (biopesticides) à base d'*azadirachtine*, d'*huile de neem* et de *spinosad* sur la cécidomyie du chou-fleur et sur les dommages occasionnés par celle-ci, (2) d'évaluer deux méthodes de lutte physique, soit une clôture de toile tissée et un filet agronomique, sur la cécidomyie du chou-fleur et sur les dommages occasionnés par celle-ci et (3) de déterminer l'effet combiné des biopesticides et des moyen de lutte physique sur la cécidomyie du chou-fleur et sur les dommages occasionnés par celle-ci. De plus, l'impact de ces traitements sur les autres ravageurs importants (*Delia* spp., chenilles défoliatrices, etc.) des crucifères a été déterminé.

En ce qui concernent les bioinsecticides, les résultats indiquent que les effets ont été variables en fonction des années ou des facteurs mesurée. Lorsque la proportion de plants commercialisables est pris en considération, l'alternance d'*Entrust* et de *Neem* (*Entrust + Neem*) et l'*Organic Liquid #4* ont données les meilleurs résultats en 2007, alors que l'alternance d'*Entrust* et de *Champ* (*Entrust + Champ altn*) et le *Champ* seul ont eu tendance à donner les meilleurs résultats en 2008 et 2009. Dans les parcelles clôturées, la proportion de plants commercialisables était supérieure dans le traitement *Entrust + Organic Liquid # 4* que dans le traitement *Témoin* en 2007. Lorsque le pourcentage de plants au cœur avorté est pris en considération, l'*Organic Liquid #4* était le traitement qui avait tendance à donner les meilleurs résultats en 2007 (bien que les différences n'étaient pas significatives). En 2008, tous les bioinsecticides ont diminué la proportion de plants avec cœur avorté par rapport au traitement témoin : la proportion la plus faible a été observée avec l'alternance d'*Entrust* et de *Champ* (*Entrust + Champ altn*). Enfin, lorsque le poids des brocolis commercialisables est pris en considération, il n'y avait pas de différence entre les bioinsecticides et le traitement témoin dans les parcelles non clôturées. Dans les parcelles clôturées, le poids des plants du traitement *Entrust - dépistage* était supérieur à celui des plants du traitement *Témoin* en 2007.

Pour les autres ravageurs du brocoli, une seule différence significative a été observé dans les parcelles non clôturées : le nombre de chenilles défoliatrices était significativement inférieur dans les traitements où l'*Entrust* était appliqué aux 7-10 jours au 1er août 2007. Les bioinsecticides n'avaient

généralement pas d'impact sur les populations d'altises, de pucerons, de thrips et de *Delia* spp. dans les parcelles non clôturées. Différentes tendances ont été observées, mais le faible nombre de réplication pourrait expliquer l'absence de différence significative. Dans les parcelles clôturées, le nombre de chenilles défoliatrices était inférieur dans le traitement *Entrust + Organic Liquid #4* que dans le traitement *Témoin* en 2007. Aussi, les traitements *Entrust + Champ altn* et *Entrust + Champ comb* ont montré une influence significative sur les chenilles défoliatrices par rapport au témoin à Sainte-Anne-des-Plaines en 2008. Enfin, toujours dans les parcelles clôturées, au 4 juillet 2007, la proportion de plants porteurs d'altises était supérieure dans le traitement *Témoin* que dans les traitements *Entrust + Neem* et *Entrust + Organic Liquid #4*.

De manière générale, lorsque la proportion de plants commercialisables ou la proportion de plants avec cœur avorté sont considérées, le filet agronomique est le traitement qui a donné les résultats les plus intéressants pour le contrôle des cécidomyies du chou-fleur (que les résultats soient significatifs ou qu'il ne s'agisse que de tendance). En 2007, la proportion de plants commercialisables était supérieure dans le traitement *Filet agronomique* que dans tous les autres traitements. En 2008 et 2009, cette proportion démontrait une tendance à être plus élevée dans le traitement *Filet agronomique* que dans le traitement *Témoin*, mais il ne s'agissait que de tendance. Le filet a aussi eu une incidence sur la proportion de plants avec cœur avorté. En 2007 et 2008, la proportion de plants avec cœur avorté était statistiquement inférieure sous le filet que dans plusieurs autres traitements.

Cependant, cet essai démontre qu'une attention devrait être portée à l'effet possible du filet agronomique sur le poids des plants de brocoli. Au site de Laval, en 2009, où la pression des ravageurs était faible, le poids des plants dans les parcelles avec un filet agronomique était significativement inférieur au traitement témoin. Cette différence n'a cependant pas été observée au site de Sainte-Anne-des-Plaines en 2009, ni à aucun des deux sites en 2008. En 2007, aucune différence significative n'a été observée, mais la moyenne de poids la plus faible a été enregistrée dans les traitements avec filet agronomique.

Les résultats de cette expérience ne permettent pas de déterminer les causes pouvant expliquer la diminution potentielle du poids des plants de brocoli sous les filets. Cependant, deux pistes pourraient être envisagée. Premièrement, bien que cela n'ait pas été mesuré, il est possible que la quantité de lumière atteignant les plants soit inférieure sous les filets que dans les autres traitements, diminuant ainsi la photosynthèse des plants. Deuxièmement, les résultats de cette expérience démontrent que la température à 14h00 est significativement supérieure sous les filets que dans les autres traitements. Or, il est connu que le rendement et la qualité des crucifères peuvent être affectés par les températures élevées.

En 2007, les chenilles défoliatrices était significativement moins nombreuses sous les filets que dans le traitement témoin au 12 juillet. Aucune autre différence dans le nombre de chenilles n'a cependant été observée pour entre les traitements avec filets et les autres traitements pour les années 2008 et 2009. Il est a noter que, en 2008, des chenilles ont été observées sur les transplants, introduisant ainsi les ravageurs à l'intérieur des filets au début de l'essai. Aussi, il est possible que le filet ait agit comme un écran protecteur contre la pluie, diminuant ainsi l'effet négatif de celle-ci sur les chenilles.

Le filet a aussi parfois montrer un impact sur les autres ravageurs. Le 12 juillet 2009, la proportion de plants porteurs d'altises était inférieure dans le traitement *Filet agronomique* que dans le traitement *Neem Azal*. Aussi, au 7 juillet 2007, la proportion de plants porteurs de pucerons était significativement inférieure dans le traitement Filet agronomique quand dans certains autres traitements (dont le témoin) et au 28 août 2008, la proportion de plants porteurs de pucerons était significativement inférieure dans le traitement Filet agronomique quand dans le traitement Neem Azal à Sainte-Anne-des-Plaines.

La clôture de toile tissée a démontré un effet intéressant sur les populations d'adultes. En 2007 et 2008, le nombre de captures était inférieur à l'intérieur qu'à l'extérieur des clôtures et ces différences ont été significatives au cours de 5 dates d'observation à Sainte-Anne-des-Plaines en 2008. En ce qui concerne les dommages, le dispositif expérimental ne permettait pas de comparer statistiquement les parcelles clôturées des non clôturées. Cependant, les tendances montrent que la proportion de plants commercialisables semble supérieure à l'intérieur des clôtures et la proportion de plants avec cœur

avorté semble supérieur à l'extérieur des clôtures. En 2008, la température moyenne à 14h00 n'était pas significativement supérieure dans les parcelles clôturées que dans les parcelles témoins, mais était significativement inférieure à celle des parcelles avec filet agronomique.

Pour les autres ravageurs, les tendances indiquent que le nombre de plants porteurs d'altises semble inférieur dans les parcelles clôturées que dans les parcelles non clôturées. Par contre, pour les thrips, le contraire semble être observé. En ce qui concerne les pucerons, les résultats observés sont contradictoires (le nombre de plants porteurs est parfois supérieur à l'intérieur des clôtures, parfois à l'extérieur).

En 2008, une analyse économique des coûts des différents traitements a été effectuée. Il a été estimé que le coût à l'hectare du filet agronomique était d'environ 10 000 \$ (pouvant être amorti sur 2 ans). En ce qui concerne la clôture, des coûts de 29 123 \$ / ha ont été estimés (pouvant être amorti sur 5 ans) pour l'acquisition des clôtures, à quoi pourraient s'ajouter des coûts de main d'œuvre (environ 882 \$ / ha). Ainsi, malgré les avantages intéressants que ces deux méthodes de lutte physique peuvent représenter, le coût actuel associé à leur utilisation doit aussi être pris en compte.

Remerciements

Ce projet a été réalisé grâce à un appui financier du *Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec* (MAPAQ), dans le cadre du *Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique* (PSDAB). Ce projet a été réalisé grâce à la participation active du personnel du *Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel* (CRAM), notamment Karine Dubé et Stefano Campagnaro. Le CRAM tient à remercier Sophie Guimont, agr. (*Agro Protection des Laurentides inc.*), pour la réalisation des essais au cours de la saison 2007. Le CRAM remercie aussi la *Ferme G. Ouimet et Fils* (site de réalisation des essais de Laval en 2008 et 2009), la *Ferme François Lauzon* (site de réalisation des essais de Ste-Anne-des-Plaines en 2008), *Les Serres Michel Jetté et Réjeanne Huot* (site de dépistage à St-Canut). Le CRAM remercie aussi Marcel Brosseau (*Pronatex*) pour avoir fourni le produit NeemAzal et Richard Lasker (*Brabant Research Inc.*) pour le Champ. Lucie Caron, agr.,

Danielle Roy, agr., Christine Villeneuve (MAPAQ) et Guy Boivin (*Agriculture et Agroalimentaire Canada*) ont participé à l'élaboration du protocole. Un gros merci à Lucie Caron, agr., Daniel Lalonde, agr., André Boucher et Daniel Turmel (MAPAQ) pour le support lors de la mise en place du site. Le CRAM est supporté par des subventions de la *Conférence régionale des élus des Laurentides* et du *Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec* (MAPAQ).

Références bibliographiques

Barnes, H.F. 1946. Gall midges of economic importance, vol. I: gall midges of root and vegetable crops. Crosby, Lockwood & Son, London, United Kingdom.

Corlay, F. & Boivin, G. 2008. Seasonal development of an invasive exotic species, *Contarinia nasturtii* (Diptera: Cecidomyiidae), in Quebec. Environmental Entomology 37: 907-913.

Corlay, F., Boivin, G. & Bélair, G. 2007. Efficiency of natural enemies against the swede midge *Contarinia nasturtii* (Diptera: Cecidomyiidae), a new invasive species in North America. Biological Control 43: 195-201.

Hallett, R.H. & Heal, J.D. 2001. First Nearctic record of the swede midge, *Contarinia nasturtii* (Kieffer) (Diptera: Cecidomyiidae), a pest of cruciferous crops in Europe. The Canadian Entomologist 133: 713-715.

Olfert, O., Hallett, R., Weiss, R.M., Soroka, J. & Goodfellow, S. 2006. Potential distribution and relative abundance of swede midge, *Contarinia nasturtii*, an invasive pest in Canada. Entomologia Experimentalis et Applicata 120: 221–228.

Readshaw, J.L. 1966. The ecology of the swede midge, *Contarinia nasturtii* (Kieff) (Diptera, Cecidomyiidae). I. Life history and influence of temperature and moisture on development. Bull. Entomol. Res. 56: 685-700.

Readshaw, J.L. 1968. Damage to swedes by the swede midge, *Contarinia nasturtii* (Kieff.) and a possible method of cultural control. Bulletin of Entomological Research. 58: 25-29.

SAS INSTITUTE 2001: *JMP IN®*, Version 4. *Start Statistics: a Guide to Statistics and Data Analyses Using JMP® and JMP IN® Software*. Duxbury, Pacific Grove, California, 656 pp.

Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. Annual Review of Entomology 35: 271-297.

Sparks, T.C., Thompson, G.D., Kirst, H A., Hertlein, M.B., Larson, L.L., Worden, T.V. & Thibault, S.T. 1998. Biological activity of the spinosyns, new fermentation derived insect control agents, on tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. Journal of Economic Entomology 91: 1277-1283.

Stokes, B.M. 1953. Biological investigations into the validity of *Contarinia* species living on the Cruciferae, with special reference to the swede midge, *Contarinia nasturtii* (Kieffer). The Annals of Applied Biology 40: 726–741.

Villeneuve, C. 2005. La cécidomyie du chou-fleur, une menace pour les crucifères bios. Ministère des pêcheries et alimentation du Québec.

Wu, Q.-J., Zhao, J.-Z., Taylor, A.G. & Shelton, A.M. 2006. Evaluation of insecticides and application methods against *Contarinia nasturtii* (Diptera: Cecidomyiidae), a new invasive insect pest in the United States. Journal of Economic Entomology 99: 117-122.

Wyss, E. & Daniel, C. 2004. Attaques en rase-mottes dans les cultures maraîchères biologiques suisses. Bioactualité 2: 22-23.