

**ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DE BIOPESTICIDES ET PESTICIDES
À RISQUE RÉDUIT POUR LE CONTRÔLE
DES ALTISES DANS LE CHOU CHINOIS PÉ-TSAI ET LE BOK CHOY**

PHYD-1-13-06

DURÉE DU PROJET : AVRIL 2013 / MARS 2015

RAPPORT FINAL

Réalisé par :
Anne-Marie Fortier, Phytodata Inc.

JANVIER 2015

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DE BIOPESTICIDES ET PESTICIDES À RISQUE RÉDUIT POUR LE CONTRÔLE DES ALTISES DANS LE CHOU CHINOIS PÉ-TSAI ET LE BOK CHOY

PHYD-1-13-06

RÉSUMÉ DU PROJET

Les altises (Coleoptera : Chrysomelidae) sont de petits coléoptères phytophages. Au Québec, les 2 espèces principales s'attaquant aux crucifères sont l'altise des crucifères, *Phyllotreta cruciferae* et l'altise des navets, *Phyllotreta striolata*. Les dommages sont causés principalement par les adultes, qui se nourrissent sur le feuillage, leur donnant une apparence criblée de petits trous. Les jeunes plants sont particulièrement sensibles puisque les blessures foliaires accélèrent les pertes d'eau et réduisent la surface foliaire, ce qui peut causer des retards de croissance. Dans les cas extrêmes, les altises peuvent complètement détruire les cotylédons et les premières feuilles. Peu de matières actives sont homologuées au Canada pour lutter contre les altises dans les crucifères, en particulier dans certaines cultures comme le chou chinois, où seuls le carbaryl (Sevin) et le spinosad (Entrust) étaient disponibles au moment où le projet a débuté. Le carbaryl est hautement toxique pour plusieurs organismes non ciblés, et l'Entrust est efficace à environ 65 % contre les altises (Michel Tremblay, comm. pers.). Le projet a permis d'évaluer l'efficacité de différentes matières actives à risque réduit pour le contrôle des altises dans le chou chinois et le bok choy en sol organique.

MÉTHODOLOGIE

Deux sites par année ont été réalisés en sol organique en Montérégie-Ouest dans les cultures de chou chinois pé-tsaï (nappa, groupe 5A) et bok choy (groupe 5 B). Le dispositif expérimental comprenait 10 traitements et 4 répétitions, pour un total de 40 parcelles disposées selon un plan en blocs complets aléatoires. Chaque parcelle mesurait quatre rangs de large par huit mètres de long (environ 19 m^{in 2 s} pour le chou chinois et 15 m^{in 2 s} pour le bok choy). Les traitements suivants ont été comparés :

- 1) Témoin non traité
- 2) Exirel 100 SE (cyantraniliprole) à 1L/ha
- 3) Scorpion 35 SL (dinotefuran) à 500 ml/ha
- 4) Bio-Cérés WB (*Beauveria bassiana*) à 6 g/L
- 5) Delegate WG (spinétorame) à 200 g/ha
- 6) Assail 70 WP (acétamipride) à 86 g/ha
- 7) Coragen (chlorantraniliprole) à 250 ml/ha
- 8) Pure Spray™ Green Spray Oil 13 E (huile minérale) à 10 L/ha
- 9) Entrust 80W (spinosad) à 109 g/ha
- 10) AEF-1103 (azadirachtine) à 1,17 L/ha.

Tous les produits ont été pulvérisés dès l'observation des altises, et les pulvérisations ont été répétées aux 6-10 jours (voir calendrier des opérations en annexe). Les applications ont été faites à un volume de 500 L/ha à l'aide d'un pulvérisateur à CO₂ équipé de buses de type TwinJet 8005 VS. À partir du stade début pomaison, les applications ont été réalisées à un volume de 1000 L/ha dans le chou chinois. Le traitement 8 (Pure Spray) a été appliqué au taux de 10 L/ha en 2013 et en solution à 1 % en 2014 (5 à 10 L/ha).

Une évaluation a été faite entre chaque application sur 10 plants choisis aléatoirement sur les deux rangs du centre de chacune des parcelles. Le nombre d'altises adultes a été compté, et le nombre total par parcelle a été comparé. Le nombre d'altises à tête rouge a également été noté pendant l'essai, mais vu leur faible nombre, les données pour cette espèce ne sont pas présentées. Un indice de sévérité de 0 à 3 correspondant au pourcentage de défoliation a été attribué sur les cinq plus jeunes feuilles par plant, pour un total de 50 feuilles par parcelle (0 = aucun dommage; 1 = <10 % de défoliation; 2 = 10-25 % de défoliation et 3 = > 25 % de défoliation). Pour les analyses, un indice de sévérité moyen compris entre 0 et 10 a été calculé pour chaque parcelle selon l'équation suivante :

$$IS = \frac{((Nb\ Ind.1*0.25) + (Nb\ Ind.2*0.5) + (Nb\ Ind.3*1))*10}{nombre\ de\ feuilles\ observées}$$

En 2014, en plus des indices de sévérité, le nombre de trous d'alimentation a été compté sur la 4^e plus jeune feuille mature de chacun des dix plants évalués par parcelle. Finalement, une évaluation visuelle de la phytotoxicité a été faite à chaque évaluation à l'aide d'une échelle de 0-100 %. À maturité, tous les plants ont été récoltés sur les 2 rangs du centre de chaque parcelle sur une longueur de 4 mètres (8 m total) et les rendements totaux et commercialisables en tonnes par hectare ont été estimés. Le pourcentage de plants rejetés en raison d'un niveau intolérable (plusieurs trous visibles sur la partie commercialisable) de dommages d'altises a également été comparé. Dans le site de chou chinois en 2014, le pourcentage de dommages de mouches et de dommages de chenilles dans chaque parcelle a également été compilé. Les analyses statistiques ont été faites à l'aide du logiciel XLStat. Les moyennes ont été comparées avec le test de comparaisons multiples de Tukey lorsque l'ANOVA montrait des différences significatives entre les traitements. L'homogénéité des variances a été vérifiée à l'aide du test de Bartlett.

RÉSULTATS

Site 1 (chou chinois) - 2013

Des différences significatives ont été observées entre les traitements pour le nombre d'altises à partir de l'évaluation du 15 juillet, suite à la 2^e application (tableau 1). À cette date, le traitement 3 (Scorpion) et le traitement 5 (Delegate) avaient significativement moins d'altises que le traitement 7 (Coragen). Le 25 juillet, aucune différence n'a été détectée entre les traitements. La présence d'une grande quantité de rosée lors de l'évaluation a probablement affecté les comptages d'insectes. Le 1^{er} août, l'analyse de variances n'était pas significative au seuil de signification de 5 % ($p=0,056$). Toutefois, c'est dans le traitement 3 (Scorpion) que l'on retrouvait le plus faible nombre d'altises. Lors des deux dernières évaluations, le 12 et le 21 août, c'est toujours dans les parcelles traitées avec Scorpion qu'étaient observés les décomptes d'altises les plus faibles, comparativement aux parcelles non traitées, et aux parcelles traitées avec Bio-Cérès, Delegate (21 août), Coragen (21 août), Pure Spray (21 août) et AEF-1103.

Tableau 1 : Nombre moyen d'altises pour chacune des dates d'évaluation et chacun des traitements (\pm erreur-type) dans le site 1*

TRT	2 juillet	8 juillet	15 juillet	25 juillet	1 août	12 août	21 août
1	0,2 \pm 0,2 a	4,5 \pm 0,6 a	9,5 \pm 3,4 ab	2,0 \pm 1,1 a	7,5 \pm 3,4 a	32,5 \pm 3,4 a	71,7 \pm 7,2 a
2	0,5 \pm 0,5 a	1,2 \pm 0,7 a	4,2 \pm 1,3 ab	1,2 \pm 0,6 a	2,5 \pm 1,5 a	18,5 \pm 8,1 ab	47,2 \pm 10,9 ab
3	0,2 \pm 0,2 a	2,2 \pm 0,6 a	2,2 \pm 1,3 b	2,5 \pm 1,3 a	1,2 \pm 0,7 a	8,5 \pm 3,7 b	17,2 \pm 4,5 b
4	1,2 \pm 0,9 a	5,5 \pm 1,4 a	10,2 \pm 3,0 ab	1,5 \pm 0,6 a	5,7 \pm 2,2 a	30,7 \pm 7,9 a	72,0 \pm 12,6 a
5	0,5 \pm 0,5 a	1,2 \pm 0,2 a	2,5 \pm 1,2 b	0,7 \pm 0,5 a	4,5 \pm 2,2 a	28,5 \pm 8,3 ab	60,2 \pm 5,3 a
6	1,5 \pm 0,6 a	4,2 \pm 1,1 a	7,2 \pm 2,0 ab	1,5 \pm 0,6 a	6,2 \pm 0,6 a	19,5 \pm 6,4 ab	49,5 \pm 7,5 ab
7	0,5 \pm 0,3 a	1,5 \pm 0,6 a	13,2 \pm 4,6 a	1,2 \pm 0,9 a	8,7 \pm 3,4 a	27,0 \pm 10,4 ab	80,7 \pm 8,3 a
8	0,2 \pm 0,2 a	4,0 \pm 2,7 a	7,2 \pm 0,6 ab	1,0 \pm 0,4 a	6,5 \pm 2,5 a	25,2 \pm 9,7 ab	70,7 \pm 12,1 a
9	0,2 \pm 0,2 a	2,0 \pm 0,7 a	3,0 \pm 1,1 ab	0,5 \pm 0,3 a	3,2 \pm 1,3 a	20,2 \pm 8,1 ab	49,7 \pm 7,9 ab
10	0,2 \pm 0,2 a	4,5 \pm 1,3 a	12,7 \pm 3,0 ab	2,2 \pm 1,0 a	10,5 \pm 4,0 a	31,7 \pm 4,7 a	70,7 \pm 11,7 a
	$p=0,565$	$p=0,159$	$p=0,005$	$p=0,441$	$p=0,056$	$p=0,015$	$p<0,0001$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, test de Tukey)

Concernant l'indice de sévérité moyen calculé par parcelle, des différences ont été décelées entre les traitements dès la première évaluation post-traitement (tableau 2). Pour la plupart des dates d'évaluation, l'indice de sévérité le plus faible a été observé dans les parcelles traitées avec Exirel (T2). À la dernière évaluation, l'indice de sévérité dans ce traitement était significativement plus faible que dans tous les autres traitements, hormis le témoin commercial Entrust (T9). Ces résultats semblent contradictoires à ceux obtenus lors des comptages d'altises, où c'est le Scorpion (T3) qui donnait les meilleurs résultats. Toutefois, nous avons observé que les altises des parcelles traitées avec Exirel (T2) se déplaçaient très peu, ce qui a probablement induit un biais dans l'analyse des résultats puisque tous les adultes encore vivants étaient comptabilisés lors des évaluations. Les insecticides de la classe des diamides anthraniliques, dont fait partie l'Exirel, agissent sur le système nerveux des insectes (récepteurs de ryanodine) et les paralysent. Les insectes affectés cessent rapidement de s'alimenter et meurent au bout de quelques jours.

Tableau 2 : Indice moyen de sévérité pour chacune des dates d'évaluation et chacun des traitements (\pm erreur-type) dans le site 1*

TRT	2 juillet	8 juillet	15 juillet	25 juillet	1 août	12 août	21 août
1	1,5 \pm 0,3 a	3,0 \pm 0,1 abc	2,2 \pm 0,3 ab	1,2 \pm 0,2 a	1,5 \pm 0,5 a	2,3 \pm 0,1 a	2,9 \pm 0,2 a
2	1,7 \pm 0,1 a	2,5 \pm 0,1 bc	1,4 \pm 0,2 b	0,9 \pm 0,2 a	0,5 \pm 0,2 b	1,4 \pm 0,4 b	1,7 \pm 0,3 b
3	1,7 \pm 0,3 a	2,4 \pm 0,1 bc	1,5 \pm 0,2 ab	1,0 \pm 0,1 a	0,9 \pm 0,3 ab	2,0 \pm 0,1 ab	2,5 \pm 0,2 a
4	1,4 \pm 0,2 a	3,3 \pm 0,2 a	2,4 \pm 0,5 ab	1,1 \pm 0,1 a	1,2 \pm 0,4 ab	2,2 \pm 0,2 a	2,6 \pm 0,0 a
5	1,7 \pm 0,2 a	2,5 \pm 0,1 bc	1,8 \pm 0,2 ab	0,9 \pm 0,2 a	1,1 \pm 0,4 ab	2,3 \pm 0,0 a	2,5 \pm 0,0 a
6	1,5 \pm 0,1 a	2,7 \pm 0,2 abc	1,9 \pm 0,2 ab	1,1 \pm 0,3 a	1,5 \pm 0,3 a	2,5 \pm 0,1 a	3,0 \pm 0,2 a
7	1,2 \pm 0,3 a	2,9 \pm 0,1 abc	2,6 \pm 0,3 a	1,1 \pm 0,2 a	1,3 \pm 0,5 ab	2,4 \pm 0,1 a	2,8 \pm 0,1 a
8	1,9 \pm 0,2 a	3,1 \pm 0,1 ab	2,0 \pm 0,2 ab	1,1 \pm 0,1 a	1,0 \pm 0,3 ab	2,3 \pm 0,0 a	2,7 \pm 0,1 a
9	1,2 \pm 0,2 a	2,3 \pm 0,1 c	2,2 \pm 0,1 ab	1,1 \pm 0,2 a	1,1 \pm 0,4 ab	2,1 \pm 0,1 ab	2,3 \pm 0,2 ab
10	1,4 \pm 0,3 a	3,3 \pm 0,3 a	2,0 \pm 0,4 ab	1,2 \pm 0,1 a	1,1 \pm 0,4 ab	1,9 \pm 0,2 ab	2,5 \pm 0,0 a
	$p=0,606$	$p<0,0001$	$p=0,024$	$p=0,884$	$p=0,028$	$p=0,001$	$p=0,001$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, test de Tukey)

Aucune différence significative entre les traitements n'a été observée pour le rendement commercialisable ($p=0,932$) en tonnes par hectare (tableau 3). Par contre, le pourcentage de

la récolte rejetée en raison de dommages intolérables causés par les altises était significativement plus faible ($p=0,003$) dans les parcelles traitées avec Exirel (T2), Scorpion (T3), Delegate (T5), Assail (T6), Entrust (T9) et AEF-1103 (T10) en comparaison aux parcelles traitées avec Coragen (T7).

Toutefois, les résultats de ce site doivent être interprétés avec un bémol puisque les rendements n'étaient pas représentatifs. Il a été observé en cours d'essai que près de la moitié du site (parcelles 107 à 110; 206 à 210; 306 à 310; 407 à 410) présentait des retards de croissance causés par une diminution de l'épaisseur de la couche de terre organique dans cette section du champ. La majorité des plants récoltés dans ces parcelles n'ont pas atteint la maturité, et le rendement commercialisable a donc grandement été affecté.

Tableau 3 : Rendement commercialisable en tonnes par hectare et pourcentage de plants rejetés dû aux dommages d'altises dans le site 1 pour chacun des traitements (\pm erreur-type)*.

TRT	Rendement vendable (t/ha)	% dommages
T1	19,2 \pm 7,7 a	28,8 \pm 15,3 ab
T2	26,8 \pm 10,7 a	0,0 \pm 0,0 b
T3	30,0 \pm 8,7 a	0,0 \pm 0,0 b
T4	14,0 \pm 8,4 a	17,4 \pm 9,3 ab
T5	31,9 \pm 14,3 a	0,0 \pm 0,0 b
T6	24,3 \pm 8,8 a	11,8 \pm 5,2 b
T7	13,3 \pm 9,1 a	64,1 \pm 17,7 a
T8	25,9 \pm 6,4 a	16,0 \pm 4,4 ab
T9	14,9 \pm 12,7 a	1,6 \pm 1,6 b
T10	24,4 \pm 13,8 a	15,6 \pm 15,6 b
	$p=0,932$	$p=0,003$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, test de Tukey)

Site 2 (bok choy) – 2013

Dans le deuxième site, des différences significatives entre les traitements pour le nombre d'altises ont été observées seulement lors de l'évaluation du 23 juillet ($p<0,0001$), où plus d'altises ont été dénombrées dans les parcelles traitées avec Assail (T6) par rapport à tous les traitements, sauf Delegate (T5) et Entrust (T9) (tableau 4).

Pour la sévérité des dommages, des différences ont été observées le 8 et le 15 juillet seulement, suite aux applications 1 et 2 (tableau 5). Le 8 juillet, significativement moins de dommages ont été observés dans le traitement 2 (Exirel) par rapport aux parcelles témoins et aux parcelles traitées avec Pure Spray (T8). Le 15 juillet, c'est toujours dans le traitement 2 que le niveau de dommages était le plus faible, comparativement au T1 (témoin), T6 (Assail), T7 (Coragen) et T8 (Pure Spray).

Tableau 4 : Nombre moyen d'altises pour chacune des dates d'évaluation et chacun des traitements (\pm erreur-type) dans le site 2*

TRT	2 juillet	8 juillet	15 juillet	23 juillet	30 juillet
1	0,5 \pm 0,5 a	5,0 \pm 2,4 a	10,7 \pm 4,0 a	1,2 \pm 0,7 c	3,7 \pm 1,6 a
2	0,0 \pm 0,0 a	2,2 \pm 1,3 a	5,5 \pm 3,2 a	3,5 \pm 1,0 abc	4,5 \pm 3,0 a
3	0,0 \pm 0,0 a	2,5 \pm 0,3 a	5,7 \pm 3,3 a	1,5 \pm 0,3 c	0,0 \pm 0,0 a
4	1,0 \pm 0,0 a	5,2 \pm 2,5 a	10,5 \pm 4,2 a	1,2 \pm 0,5 c	4,2 \pm 1,3 a
5	0,5 \pm 0,3 a	2,0 \pm 0,9 a	9,0 \pm 2,0 a	3,5 \pm 1,7 abc	3,0 \pm 1,7 a
6	0,0 \pm 0,0 a	1,5 \pm 1,0 a	9,2 \pm 3,2 a	7,7 \pm 1,9 a	4,0 \pm 0,8 a
7	0,7 \pm 0,2 a	2,0 \pm 1,2 a	12,0 \pm 3,5 a	2,7 \pm 2,1 bc	8,7 \pm 5,6 a
8	1,0 \pm 1,0 a	4,7 \pm 2,9 a	5,7 \pm 2,0 a	2,5 \pm 0,9 bc	5,2 \pm 2,5 a
9	0,5 \pm 0,3 a	2,5 \pm 0,9 a	7,7 \pm 5,8 a	7,0 \pm 1,0 ab	3,3 \pm 2,1 a
10	1,5 \pm 0,9 a	2,2 \pm 0,7 a	10,2 \pm 2,8 a	1,7 \pm 0,7 bc	6,2 \pm 2,4 a
	$p=0,391$	$p=0,518$	$p=0,662$	$p<0,0001$	$p=0,288$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, test de Tukey)

Tableau 5 : Indice moyen de sévérité pour chacune des dates d'évaluation et chacun des traitements (\pm erreur-type) dans le site 2*

TRT	2 juillet	8 juillet	15 juillet	23 juillet	30 juillet
1	1,6 \pm 0,1 a	3,1 \pm 0,3 a	3,4 \pm 0,2 a	2,3 \pm 0,2 a	1,8 \pm 0,2 a
2	1,5 \pm 0,2 a	2,4 \pm 0,2 b	2,0 \pm 0,2 b	1,8 \pm 0,2 a	1,5 \pm 0,4 a
3	1,6 \pm 0,2 a	2,8 \pm 0,2 ab	2,4 \pm 0,1 ab	2,3 \pm 0,2 a	2,0 \pm 0,3 a
4	1,4 \pm 0,2 a	3,0 \pm 0,3 ab	3,0 \pm 0,1 ab	2,2 \pm 0,1 a	1,9 \pm 0,4 a
5	1,7 \pm 0,2 a	2,7 \pm 0,2 ab	2,4 \pm 0,3 ab	1,9 \pm 0,1 a	1,5 \pm 0,2 a
6	1,2 \pm 0,3 a	2,9 \pm 0,1 ab	3,0 \pm 0,1a	2,4 \pm 0,1 a	1,9 \pm 0,3 a
7	1,6 \pm 0,1 a	3,0 \pm 0,2 ab	3,1 \pm 0,2 a	2,3 \pm 0,3 a	2,0 \pm 0,2 a
8	1,7 \pm 0,1 a	3,1 \pm 0,3 a	3,1 \pm 0,1 a	2,0 \pm 0,1 a	1,6 \pm 0,3 a
9	1,3 \pm 0,2 a	2,7 \pm 0,2 ab	2,8 \pm 0,6 ab	2,2 \pm 0,2 a	1,9 \pm 0,4 a
10	1,8 \pm 0,3 a	3,0 \pm 0,2 ab	2,8 \pm 0,0 ab	2,1 \pm 0,3 a	1,6 \pm 0,4 a
	$p=0,652$	$p=0,021$	$p=0,002$	$p=0,419$	$p=0,593$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, test de Tukey)

Comme dans le site de chou chinois, le rendement de certaines parcelles a été affecté par les caractéristiques du terrain, mais de façon moins marquée. Le tableau 6 présente le rendement total et commercialisable, et le pourcentage de dommages obtenus en éliminant les parcelles avec $\geq 30\%$ de plants immatures (parcelles 102, 108, 109, 110 et 206 à 210). Une seule répétition a été éliminée pour la plupart des traitements, sauf le T9 (2 répétitions éliminées) et le T1, où aucune parcelle n'a été supprimée des analyses. Des différences significatives ont été détectées ($p=0,026$) par l'analyse de variances pour le rendement commercialisable. Toutefois, comme le test de comparaisons multiples de Tukey ne décelait pas de différence entre les traitements, le test LSD de Fisher a été utilisé pour comparer les moyennes pour cette variable (tableau 6). Le rendement était significativement plus élevé dans les parcelles traitées avec Exirel (T2) et Pure Spray (T8), comparativement à ceux obtenus dans les traitements 1 (témoin), 3 (Scorpion) et 6 (Assail). Les traitements 5 (Delegate) et 9 (Entrust) étaient également significativement différents du traitement 6. Des différences entre les traitements ont aussi été observées pour le pourcentage de plants rejetés à la récolte ($p=0,001$), qui était significativement plus élevé dans les traitements 1 (témoin), 3 (Scorpion) et 6 (Assail) par rapport aux parcelles traitées avec Exirel (T2). Les traitements 5 et 9 (Delegate et Entrust) ont également moins de rejets que le témoin non traité (tableau 6).

Tableau 6 : Rendement total et rendement commercialisable en tonnes par hectare, et pourcentage de plants rejetés dû aux dommages d'altises dans le site 2 pour chacun des traitements (\pm erreur-type)*

TRT	Rendement total (t/ha)	Rendement vendable (t/ha)	% dommages
T1	34,0 \pm 5,5 a	16,3 \pm 6,6 bc	56,8 \pm 15,5 a
T2	45,4 \pm 4,3 a	38,0 \pm 5,3 a	0,0 \pm 0,0 d
T3	39,7 \pm 1,8 a	18,5 \pm 3,3 bc	36,8 \pm 5,8 abc
T4	39,5 \pm 5,0 a	28,4 \pm 7,1 abc	17,2 \pm 6,5 abcd
T5	40,0 \pm 3,2 a	31,4 \pm 4,0 ab	7,0 \pm 3,6 cd
T6	33,1 \pm 1,9 a	9,8 \pm 4,9 c	57,2 \pm 17,8 ab
T7	44,5 \pm 1,6 a	25,8 \pm 4,7 abc	35,2 \pm 11,9 abcd
T8	46,3 \pm 2,4 a	41,2 \pm 2,5 a	1,3 \pm 1,3 bcd
T9	37,9 \pm 3,3 a	26,6 \pm 2,1 ab	12,0 \pm 12,0 cd
T10	41,0 \pm 6,6 a	29,5 \pm 10,2 abc	20,2 \pm 12,8 abcd
	$p=0,477$	$p=0,026$	$p=0,001$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, test LSD de Fisher pour le rendement vendable et test de Tukey pour le rendement total et le % dommages)

Site 3 (chou chinois) – 2014

Des différences significatives entre les traitements ($p=0,025$) ont été observées pour le nombre de trous d'alimentation sur la 4^e plus jeune feuille pour l'évaluation du 6 août (tableau 7). Moins de lésions ont été dénombrées dans les traitements 2 (Exirel) et 9 (Entrust) par rapport au traitement 6 (Assail). Pour l'évaluation du 30 juillet, l'ANOVA était significative, mais le test de comparaison multiple de Tukey n'a pas décelé de différences entre les traitements. Aucune différence entre les traitements n'a été observée pour le nombre d'altises par parcelle et l'indice de sévérité moyen, donc les données pour ces deux paramètres ne sont pas présentées.

Tableau 7 : Nombre moyen de trous d'alimentation sur la 4^e plus jeune feuille mature pour chacune des dates d'évaluation et chacun des traitements (\pm erreur-type) dans le site 3*

TRT	14 juillet	23 juillet	30 juillet	6 août	12 août	21 août
1	0,8 \pm 0,2 a	23,1 \pm 1,3 a	5,20 \pm 1,3 a	2,6 \pm 0,8 ab	2,1 \pm 0,3 a	5,5 \pm 0,3 a
2	0,6 \pm 0,3 a	12,4 \pm 1,6 a	2,7 \pm 1,3 a	1,5 \pm 0,6 b	1,9 \pm 0,6 a	3,2 \pm 0,7 a
3	1,1 \pm 0,6 a	14,6 \pm 2,6 a	2,0 \pm 0,8 a	2,2 \pm 0,5 ab	2,9 \pm 0,9 a	4,5 \pm 0,9 a
4	0,9 \pm 0,3 a	19,1 \pm 7,0 a	5,5 \pm 1,6 a	3,3 \pm 1,1 ab	2,3 \pm 1,0 a	4,4 \pm 1,0 a
5	0,6 \pm 0,2 a	12,8 \pm 2,1 a	1,7 \pm 0,4 a	2,1 \pm 0,7 ab	2,2 \pm 0,9 a	4,2 \pm 1,4 a
6	0,5 \pm 0,3 a	13,5 \pm 1,6 a	2,3 \pm 0,7 a	5,2 \pm 1,2 a	3,9 \pm 1,0 a	9,1 \pm 2,6 a
7	0,1 \pm 0,1 a	24,3 \pm 4,2 a	6,2 \pm 1,2 a	1,8 \pm 0,9 ab	3,3 \pm 1,9 a	4,9 \pm 1,5 a
8	1,5 \pm 1,1 a	19,1 \pm 2,2 a	4,7 \pm 1,0 a	2,6 \pm 0,6 ab	3,7 \pm 0,8 a	4,2 \pm 0,2 a
9	0,9 \pm 0,3 a	11,0 \pm 1,9 a	2,5 \pm 0,3 a	0,5 \pm 0,3 b	1,4 \pm 0,2 a	2,9 \pm 0,6 a
10	0,3 \pm 0,3 a	19,1 \pm 3,7 a	4,7 \pm 1,8 a	2,2 \pm 0,6 ab	2,4 \pm 0,9 a	4,0 \pm 0,7 a
	$p=0,227$	$p=0,105$	$p=0,023$	$p=0,025$	$p=0,567$	$p=0,078$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, test de Tukey)

À la récolte, des différences entre les traitements ont été observées pour le rendement total en tonnes par hectare ($p=0,029$), qui était supérieur dans le T7 (Coragen) en comparaison au témoin non traité (T1) (tableau 8). Aucune différence n'a été décelée pour le rendement commercialisable ($p=0,151$), même s'il était près du double dans les parcelles traitées avec Exirel (T2), Coragen (T7) et Entrust (T9) en comparaison aux parcelles témoins. Très peu de dommages d'altises ont été observés à la récolte dans ce site (seulement deux plants rejetés). Toutefois, plusieurs plants avec dommages de mouches ou de chenilles ont été observés et le pourcentage de perte relié à chacun a été comparé. Aucune différence entre les traitements n'a été décelée pour les dommages de mouches ($p=0,375$), ou pour ceux occasionnés par les chenilles ($p=0,133$). Dans le tableau 8, la dernière colonne présente le pourcentage de dommages associé aux dommages d'insectes (altises + mouches + chenilles). Très peu de dommages ont été observés dans les parcelles traitées avec Exirel (T2), Bio-Cérés (T4), Coragen (T7), Entrust (T9) et AEF (T10) en comparaison aux parcelles témoins (T1) et celles traitées avec Scorpion (T3), Assail (T6) et Pure Spray (T8), mais la différence n'est pas significative au seuil de signification de 5 % ($p=0,088$). Le nombre de plants rejetés en raison de différentes maladies était très élevé dans ce site (24 à 51 %), mais aucune différence entre les traitements n'a été décelée ($p=0,599$).

Tableau 8 : Rendement total et rendement commercialisable en tonnes par hectare et pourcentage de plants rejetés dû aux dommages d'insectes dans le site 3 pour chacun des traitements (\pm erreur-type)*

TRT	Rendement total (t/ha)	Rendement vendable (t/ha)	% dommages insectes
T1	43,9 \pm 4,7 b	24,9 \pm 6,0 a	12,8 \pm 6,6 a
T2	68,1 \pm 5,8 ab	45,7 \pm 8,4 a	5,0 \pm 3,4 a
T3	58,6 \pm 2,8 ab	29,8 \pm 10,0 a	15,6 \pm 4,7 a
T4	52,4 \pm 5,4 ab	37,4 \pm 6,8 a	2,1 \pm 2,1 a
T5	59,1 \pm 2,2 ab	38,7 \pm 5,4 a	7,0 \pm 2,7 a
T6	52,6 \pm 6,5 ab	25,5 \pm 11,2 a	19,2 \pm 6,6 a
T7	68,7 \pm 6,4 a	49,3 \pm 7,0 a	5,3 \pm 3,2 a
T8	47,9 \pm 6,6 ab	25,3 \pm 4,7 a	12,4 \pm 7,9 a
T9	56,4 \pm 3,6 ab	49,0 \pm 5,1 a	0,0 \pm 0,0 a
T10	51,9 \pm 3,3 ab	38,1 \pm 5,9 a	5,8 \pm 5,8 a
	$p=0,029$	$p=0,153$	$p=0,088$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, test de Tukey)

Site 4 (bok choy) – 2014

Des différences significatives entre les traitements ont été observées pour le nombre de trous d'alimentation pour les évaluations du 29 juillet ($p=0,006$) et du 4 août ($p<0,0001$), suite à la 2^e et 3^e application respectivement (tableau 9). Moins de dommages ont été observés le 29 juillet dans les parcelles traitées avec Exirel (T2) par rapport, notamment, au témoin non traité, et moins de dommages ont été observés le 4 août dans les parcelles traitées avec Exirel (T2), Scorpion (T3) et Entrust (T9).

Tableau 9 : Nombre moyen de trous d'alimentation sur la 4^e plus jeune feuille mature pour chacune des dates d'évaluation et chacun des traitements (\pm erreur-type) dans le site 4*

TRT	21 juillet	29 juillet	4 août	11 août
1	25,5 \pm 5,3 a	39,1 \pm 3,1 a	9,8 \pm 1,4 a	3,3 \pm 0,5 a
2	25,3 \pm 4,8 a	18,3 \pm 5,3 b	2,5 \pm 0,7 c	1,4 \pm 0,3 a
3	16,3 \pm 1,3 a	31,5 \pm 4,1 ab	3,2 \pm 0,8 bc	3,1 \pm 0,7 a
4	19,9 \pm 7,3 a	30,6 \pm 3,9 ab	7,2 \pm 1,1 abc	3,0 \pm 0,5 a
5	21,2 \pm 1,2 a	30,8 \pm 3,9 ab	7,1 \pm 1,0 abc	2,3 \pm 0,5 a
6	22,5 \pm 3,8 a	35,8 \pm 4,0 a	7,5 \pm 1,3 ab	4,2 \pm 1,1 a
7	26,9 \pm 4,8 a	23,1 \pm 4,3 ab	5,9 \pm 0,8 abc	4,5 \pm 1,4 a
8	26,2 \pm 5,6 a	38,4 \pm 4,7 a	7,8 \pm 1,6 ab	3,4 \pm 0,9 a
9	21,3 \pm 2,6 a	35,5 \pm 4,6 a	4,8 \pm 0,6 bc	1,8 \pm 0,3 a
10	24,4 \pm 7,1 a	32,0 \pm 0,9 ab	5,9 \pm 0,6 abc	3,5 \pm 1,4 a
	$p=0,386$	$p=0,006$	$p<0,0001$	$p=0,124$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, test de Tukey)

Des différences significatives pour l'indice de sévérité moyen ont été décelées pour chacune des évaluations post-traitements (tableau 10). Après la 1^{re} application, l'indice de sévérité était significativement plus faible dans les parcelles traitées avec Exirel, Scorpion et Entrust par rapport au témoin non traité, alors que pour les évaluations subséquentes, seul le T2 (Exirel) avait un niveau de dommage plus faible sur les cinq plus jeunes feuilles matures. Aucune différence significative entre les traitements n'a été observée pour le nombre total d'altises par parcelle, donc les données ne sont pas présentées.

Tableau 10 : Indice moyen de sévérité pour chacune des dates d'évaluation et chacun des traitements (\pm erreur-type) dans le site 4*

TRT	14 juillet	21 juillet	29 juillet	4 août	11 août
1	3,8 \pm 0,5 a	8,0 \pm 0,6 a	6,2 \pm 0,7 a	5,0 \pm 1,2 a	2,5 \pm 0,1 ab
2	4,5 \pm 0,5 a	4,9 \pm 0,6 c	3,1 \pm 0,5 b	2,5 \pm 0,1 b	2,1 \pm 0,1 b
3	3,4 \pm 0,7 a	5,7 \pm 0,7 bc	4,5 \pm 0,5 ab	3,8 \pm 0,6 ab	2,4 \pm 0,1 ab
4	4,4 \pm 0,6 a	6,4 \pm 1,2 abc	4,8 \pm 0,4 ab	3,9 \pm 0,7 ab	2,4 \pm 0,2 ab
5	4,0 \pm 0,6 a	6,7 \pm 0,6 abc	5,2 \pm 0,6 ab	4,2 \pm 0,9 ab	2,3 \pm 0,1 ab
6	3,5 \pm 0,5 a	6,4 \pm 0,5 abc	5,9 \pm 0,6 a	4,1 \pm 0,6 ab	2,6 \pm 0,3 a
7	4,2 \pm 0,8 a	6,6 \pm 0,6 abc	4,4 \pm 0,6 ab	3,7 \pm 0,7 ab	2,4 \pm 0,2 ab
8	4,1 \pm 1,0 a	7,5 \pm 0,5 ab	6,8 \pm 0,9 a	4,7 \pm 1,0 a	2,5 \pm 0,2 ab
9	4,0 \pm 0,8 a	5,8 \pm 0,2 bc	5,4 \pm 0,9 ab	4,0 \pm 1,0 ab	2,2 \pm 0,1 ab
10	4,2 \pm 0,7 a	7,1 \pm 0,9 ab	5,1 \pm 0,6 ab	4,1 \pm 0,7 ab	2,5 \pm 0,2 ab
	$p=0,723$	$p=0,002$	$p=0,002$	$p=0,012$	$p=0,024$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, test de Tukey)

À la récolte, des différences significatives ont été observées pour le rendement commercialisable en tonnes par hectare ($p=0,003$), qui était significativement plus élevé dans les parcelles traitées avec Exirel par rapport aux parcelles non traitées et aux parcelles traitées avec Delegate (T5), Assail (T6) et Pure Spray (T8) (tableau 11). Dans ce site, les dommages d'altises à la récolte étaient importants (17 à 69 %). Une proportion plus faible des plants ($p=0,002$) a été rejetée à la récolte dans le T2 (Exirel) en raison de dommages d'altises, en comparaison au T1 (témoin non traité), T4 (Bio-Cérès) et T6 (Assail).

Tableau 11 : Rendement total et rendement commercialisable en tonnes par hectare et pourcentage de plants rejetés dû aux dommages d'altises dans le site 4 pour chacun des traitements (\pm erreur-type)*

TRT	Rendement total (t/ha)	Rendement vendable (t/ha)	% dommages altises
T1	40,7 \pm 1,9 a	10,4 \pm 2,1 b	68,9 \pm 7,0 a
T2	55,1 \pm 3,4 a	39,3 \pm 3,4 a	17,4 \pm 5,3 b
T3	48,7 \pm 3,1 a	27,2 \pm 9,2 ab	27,7 \pm 12,9 ab
T4	49,8 \pm 2,3 a	15,9 \pm 3,6 ab	68,1 \pm 7,4 a
T5	46,2 \pm 5,3 a	13,8 \pm 7,6 b	53,8 \pm 10,0 ab
T6	47,8 \pm 3,3 a	12,3 \pm 4,1 b	63,8 \pm 8,0 a
T7	51,3 \pm 2,4 a	15,7 \pm 3,9 ab	60,7 \pm 6,6 ab
T8	44,9 \pm 4,9 a	13,8 \pm 7,0 b	59,5 \pm 13,0 ab
T9	47,1 \pm 1,7 a	28,2 \pm 3,2 ab	27,3 \pm 7,4 ab
T10	46,4 \pm 2,5 a	21,9 \pm 7,0 ab	40,6 \pm 18,2 ab
	$p=0,169$	$p=0,003$	$p=0,002$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, test de Tukey)

CONCLUSION

Le projet a permis de mettre en évidence l'efficacité de l'insecticide Exirel (cyantraniliprole) pour le contrôle des altises des crucifères et du navet (*Phyllotreta cruciferae* et *P. striolata*) dans les cultures de chou chinois et de bok choy. En effet, Exirel, tout comme le standard commercial Entrust (spinosad) a eu des effets significatifs sur les dommages dans les quatre sites réalisés en 2013 et 2014. Exirel a d'ailleurs été homologué en août 2013 pour le contrôle, notamment des altises dans les légumes du genre *Brassica* (groupe de cultures 5). Le Delegate (spinétorame) a également permis une réduction significative des dommages dans les deux sites réalisés en 2013.

De façon générale, plus de produits ont permis de contrôler les dommages d'altises de façon adéquate dans la culture de chou chinois, où un niveau plus élevé de dommages peut être toléré à la récolte, puisque la pomme est la partie commercialisable. En 2013, en plus d'Exirel, Delegate et Entrust, les parcelles traitées avec Scorpion (dinotéfuran), Assail (acétamipride) et AEF-1103 (azadirachtine) avaient moins de pertes liées aux dommages d'altises que les parcelles traitées avec Coragen (chlorantraniliprole). En 2014, très peu de dommages d'altises ont été observés à la récolte dans le chou chinois, mais les parcelles traitées avec Exirel, Bio-Cérès (*Beauveria bassiana*), Delegate, Coragen, Entrust et AEF-1103 avaient un faible niveau de dommages d'insectes en comparaison des parcelles témoins et celles traitées avec Scorpion et Assail.

Finalement, aucun dommage relié à l'application des produits testés n'a été observé durant l'essai. Donc, aucune perte de rendement ou diminution de la qualité de la culture ne peut être attribuée à l'application des produits.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Anne-Marie Fortier
Compagnie de recherche Phytodata Inc.
291 rue de la Coopérative
Sherrington J0L 2N0
450-454-3992 poste 34
514-809-4263
afortier@phytodata.ca

PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé en vertu du programme Prime-Vert, sous-volet 11.1, et bénéficie d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation en soutien de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture. Nous tenons également à remercier Les Fermes Hotte & Van Winden Inc. pour nous avoir fourni les sites d'essai et pour leur implication dans le projet.

ANNEXE(S)

Calendrier des opérations :

Opération	Site 1 (chou chinois) - 2013	Site 2 (bok choy) - 2013	Site 3 (chou chinois) - 2014	Site 4 (bok choy) - 2014
Transplantation	27 juin	27 juin	10 juillet	10 juillet
Évaluation pré-traitement	2 juillet	2 juillet	14 juillet	14 juillet
Applications	5, 12, 16*, 22 et 29 juillet 7 et 15 août	5, 11, 16*, 19 et 26 juillet	17 et 25 juillet 1, 7 et 19 août	16, 24 et 30 juillet 6 août
Évaluations	8, 15 et 25 juillet 1, 12 et 21 août	8, 15, 23 et 30 juillet	23 et 30 juillet 6, 12 et 21 août	21 et 29 juillet 4 et 11 août
Récolte	22 août	2 août	29 août	12 août

Le 16 juillet 2013, seuls les traitements 4 et 10 ont été appliqués