

**Évaluation de l'efficacité de 3 bio-insecticides intégrés à quatre stratégies
d'intervention pour lutter contre la chrysomèle rayée du concombre
en régie de production biologique**

PSDAB 07-BIO-33



Par : Pierre Lafontaine¹, agr. Ph.D, Jacinthe Tremblay¹, biol. M.Sc.
et Sébastien Martinez¹, agr. M.sc.

¹CIEL-Centre de valorisation des plantes

Rapport final déposé le 18 décembre 2009 dans le cadre du
Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique
du Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec

TABLE DES MATIÈRES

1. BRÈVE DESCRIPTION DU PROJET	4
2. DÉROULEMENT DES TRAVAUX	6
3. RÉSULTATS	8
4. APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE	10
5. POINT DE CONTACT	11
6. PARTENAIRES FINANCIERS	11
7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	11
REMERCIEMENTS	11
ANNEXES	12

Tableau 1. Liste des traitements en 2008 (combinaison de trois insecticides biologiques et de quatre stratégies d'intervention)	4
Tableau 2. Liste des traitements en 2009 (sept insecticides biologiques)	5
Tableau 3. Résumé du déroulement des travaux durant la saison 2008	6
Tableau 4. Résumé du déroulement des travaux durant la saison 2009	7
Tableau 5. Traitements effectués dans la courge Butternut en 2008	13
Tableau 6. Traitements effectués dans la courge Buttercup en 2009	14
Tableau 7. Abondance moyenne de la chrysomèle rayée du concombre (nombre/parcelle) lors du dépistage en champ (basé sur le dépistage de 10 plants par parcelle) (Lavaltrie, 2008, courge Butternut)	15
Tableau 8. Abondance moyenne de la chrysomèle rayée du concombre (nombre/parcelle) lors du dépistage en champ (basé sur le dépistage de 10 plants par parcelle) (Lavaltrie, 2009, courge Buttercup)	16
Tableau 9. Pourcentage des plants portant des dommages de chrysomèle rayée du concombre (basé sur le dépistage de 10 plants par parcelle) (Lavaltrie, 2008, courge Butternut)	17
Tableau 10. Pourcentage des plants portant des dommages de chrysomèle rayée du concombre (basé sur le dépistage de 10 plants par parcelle) (Lavaltrie, 2009, courge Buttercup)	18
Tableau 11. Pourcentage des plants atteints par le flétrissement bactérien (basé sur le dépistage de 10 plants par parcelle) (Lavaltrie, 2008, courge Butternut)	19
Tableau 12. Pourcentage des plants atteints par le flétrissement bactérien (basé sur le dépistage de 10 plants par parcelle) (Lavaltrie, 2009, courge Buttercup)	20
Tableau 13. Rendements et dommages à la récolte dans la courge Butternut à Lavaltrie en 2008	21
Tableau 14. Rendements et dommages à la récolte dans la courge Buttercup à Lavaltrie en 2009	22

Figure 1.	Piège à chrysomèle, capsule de kairomone à base de fleurs de courge et appât empoisonné de la compagnie Pherocon®	5
Figure 2.	Flétrissement bactérien dû à la bactérie <i>Erwinia tracheiphila</i> dans la courge Buttercup (Lavaltrie, 17 septembre 2009)	10
Figure 3.	Abondance moyenne (\pm erreur-type) de la chrysomèle rayée du concombre lors du dépistage du 10 juillet 2008, précédant le premier traitement insecticide (courge Butternut 2008)	23
Figure 4.	Abondance moyenne (\pm erreur-type) de la chrysomèle rayée du concombre lors du dépistage du 12 août 2009, précédant le premier traitement insecticide (courge Buttercup, 2009)	24
Figure 5.	Dynamiques de population de la chrysomèle rayée du concombre selon les données issues du dépistage en champ (parcelles témoin seulement)	25

1. BRÈVE DESCRIPTION DU PROJET

Au Québec, la chrysomèle rayée du concombre (CRC), *Acalymma vittata*, est le plus important ravageur des cultures de cucurbitacées. En production biologique, l'absence d'insecticides biologiques homologués pour lutter contre ce ravageur entraîne des pertes de revenus importantes et constitue un frein au développement de la production. L'homologation d'insecticides biologiques constituerait l'ajout d'outils importants pour le développement de la culture des cucurbitacées biologiques au Québec. Le projet visait à évaluer l'efficacité et la phytotoxicité de différents produits pour lutter contre la chrysomèle rayée du concombre, en suivant différentes stratégies d'intervention. Les essais se sont déroulés sur un terrain en pré-certification biologique au CIEL-Centre de valorisation des plantes, à Lavaltrie (Lanaudière).

2008

La première année du projet, nous avons testé trois insecticides biologiques, le NeemAzal[®] (azadirachtine), le Pyganic[®] (pyrèthre naturelle) et le Entrust[®] (spinosad), à l'intérieur de quatre stratégies d'intervention (tableau 1); les détails sont indiqués au tableau 5 en annexe. Ces stratégies situaient les interventions phytosanitaires en fonction des seuils de CRC suivants: 0,5 CRC/plant, 1 CRC/plant, en présence de CRC et enfin, systématiquement 1 fois/semaine sans égard à la présence de la CRC, totalisant 12 traitements. Un témoin non-traité constituait le 13^e traitement. Ces traitements ont été répétés 4 fois (4 blocs) à l'intérieur d'un dispositif en blocs complets aléatoires, pour un total de 52 parcelles. Les variables à l'étude étaient : (1) le nombre de CRC sur 10 plants pris au hasard par parcelle; (2) la phytotoxicité ; (3) le % de plants portant des dommages; (4) le % de plants atteints par le flétrissement bactérien; (5) les rendements (nombre de fruits vendables, poids); (6) le % de fruits affectés et (7) le % de pertes de récolte. Les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) et à un test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test, au seuil de 5%, à l'aide du logiciel SAS (SAS Institute).

Tableau 1. Liste des traitements en 2008 (combinaison de trois insecticides biologiques et de quatre stratégies d'intervention).

Traitement #	Seuil d'intervention	Insecticides biologiques
1	0,5 CRC/plant	NeemAzal [®]
2	0,5 CRC/plant	Pyganic [®]
3	0,5 CRC/plant	Entrust [®]
4	1 CRC/plant	NeemAzal [®]
5	1 CRC/plant	Pyganic [®]
6	1 CRC/plant	Entrust [®]
7	Présence de CRC	NeemAzal [®]
8	Présence de CRC	Pyganic [®]
9	Présence de CRC	Entrust [®]
10	Selon l'étiquette (1 fois/semaine)	NeemAzal [®]
11	Selon l'étiquette (1 fois/semaine)	Pyganic [®]
12	Selon l'étiquette (1 fois/semaine)	Entrust [®]
13	Témoin non-traité	-

Nous avons également testé un piège à kairomone de la compagnie Pherocon[®] commercialisé aux États-Unis pour le dépistage de quatre espèces de chrysomèles. Ce piège (en plastique entièrement transparent) utilise une kairomone à base de fleurs de courge (leurre) et un appât empoisonné (figure 1). Il existe cinq différentes formulations de kairomone pour utilisation avec le piège, selon l'espèce de chrysomèle visée : la chrysomèle des racines du maïs de l'ouest (*Diabrotica virgifera virgifera*), la chrysomèle des racines du

maïs du Nord (*Diabrotica barberi*), la chrysomèle maculée du concombre (*Diabrotica undecimpunctata howardi*) et la chrysomèle des racines du maïs mexicaine (*Diabrotica virgifera zea*). Comme aucune formulation de kairomone n'existe spécifiquement pour la chrysomèle rayée du concombre, nous avons choisi de tester ici la kairomone la moins spécifique, soit la Pherocon® TR-CRW-W/N (TRE8391), utilisée pour le dépistage de populations mixtes de chrysomèles des racines du maïs de l'ouest et du nord. L'objectif était de vérifier si une corrélation existait entre les captures au champ et les captures dans le piège. Deux pièges ont été mis en place dans l'essai, conformément aux recommandations de la compagnie.



Figure 1. Piège à chrysomèle, capsule de kairomone à base de fleurs de courge et appât empoisonné de la compagnie Pherocon®.

2009

Le protocole du projet a été modifié en 2009. Puisque d'une part les populations de CRC n'ont pas atteint les seuils établis pour les traitements proposés en 2008 et que d'autre part, aucun résultat consistant n'a été obtenu pour aucune des variables étudiées, nous avons en 2009 testé des produits sans égard à un quelconque seuil d'intervention. Les produits à l'étude en 2008 ont été conservés dans le protocole et d'autres produits s'y sont ajoutés. En tout, 7 produits ont été évalués en 2009 et comparés à un témoin non-traité, pour un total de 8 traitements. Les insecticides biologiques testés étaient : NeemAzal® (azadirachtine), Azera® (pyréthre naturelle + azadirachtine), Entrust® (spinosad), Quassan® (extrait de *Quassia amara*), Botanigard® (*Beauveria bassiana* souche GHA 11,3 %), Surround® (kaolin) et MOI-205 (extrait de plante fabriqué par la compagnie Marrone Bio Innovations). La liste des traitements figure au tableau 2 (les détails sont indiqués au tableau 6 en annexe).

Tableau 2. Liste des traitements en 2009 (sept insecticides biologiques).

Traitement #	Insecticide biologique	Matière active
1	NeemAzal® 1.2 EC	azadirachtine 1,2 %
2	Azera® (MGK-2509)	pyréthrine 1,4 % + azadirachtine 1,2 %
3	Entrust® 80W	spinosad
4	Quassan®	extrait végétal de <i>Quassia amara</i> L. (Simaroubaceae)
5	Botanigard® ES	<i>Beauveria bassiana</i> souche GHA 11,3 %
6	Surround®	kaolin
7	MOI-205	Extrait de plante
8	Témoin non-traité	-

Ces traitements ont été répétés 4 fois (4 blocs) à l'intérieur d'un dispositif en blocs complets aléatoires, pour un total de 32 parcelles. Les variables étudiées étaient les mêmes qu'en 2008, et elles ont également été soumises à une analyse de variance (ANOVA) et à un test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test, au seuil de 5%, à l'aide du logiciel SAS (SAS Institute). Enfin, le piège à kairomone de la compagnie Pherocon® a de nouveau été évalué, toujours avec la même formulation de kairomone.

2. DÉROULEMENT DES TRAVAUX

2008

Le tableau 3 résume le déroulement des travaux durant la saison 2008. L'échéancier initialement fourni dans la demande de projet a été respecté.

Les populations de chrysomèles rayées du concombre n'ont pas été très importantes en 2008 dans l'ensemble des régions du Québec et ont fait leur apparition dans un laps de temps plus court que ce qu'on observe habituellement. Sur le site de l'essai, nous avons effectué une transplantation de plantules le 2 juin 2008. Comme les populations de chrysomèles ont tardé à s'établir, nous avons décidé de recommencer l'essai en établissant de nouvelles parcelles. Les parcelles furent cette fois semées. Une certaine quantité de plants de courge a été conservée afin d'accueillir des populations introduites de chrysomèles prélevées dans un autre secteur. L'introduction des chrysomèles fut réussie : les individus sont restés et la population s'est développée.

Les populations de CRC ont été plutôt faibles sur le site de l'essai en 2008. Les seuils de 0,5 CRC/plant et de 1 CRC/plant n'ont pas été atteints; les parcelles correspondant aux traitements 1 à 6 inclusivement (voir tableau 5 en annexe) n'ont donc jamais été traitées. Par contre, les traitements 7 à 12 ont été réalisés pendant quatre semaines consécutives. Les traitements ont commencé début juillet (soit environ 14 jours après le semis), alors que les plants étaient au stade 1 à 2 feuilles, et se sont poursuivis jusqu'à ce que les plants aient 6 feuilles ou plus (fin juillet). Les traitements ont donc été effectués lors de la période pendant laquelle les plants sont réputés être les plus sensibles à la CRC (0 à 5 feuilles), en fonction des stratégies d'intervention établies. Les décomptes des populations, le suivi des dommages et le suivi du flétrissement bactérien (tous évalués sur 10 plants/parcelle) ont été faits de la fin juin jusqu'à fin septembre. La récolte et l'évaluation des dommages ont eu lieu le 29 septembre 2008.

Tableau 3. Résumé du déroulement des travaux durant la saison 2008.

No	Étapes de réalisation	Date	
		Début	Fin
1	Planification et commande du matériel	Janvier 2008	Avril 2008
2	Implantation des parcelles	Mai 2008	Mai 2008
3	Dépistage (suivi des populations), traitements avec les insecticides biologiques, observation et notation des dommages et entretien de l'essai (fertilisation biologique, sarclage, irrigation)	Mai 2008	Septembre 2008
4	Récolte de l'essai	Fin septembre 2008	-
5	Compilations des données; structure des données pour les analyses sur le logiciel SAS; analyse des résultats	Septembre 2008	Fin octobre 2008
6	Interprétation des résultats et écriture du rapport d'étape	Octobre 2008	Novembre 2008
7	Remise au responsable du comité du rapport d'étape	Décembre 2008	-

2009

Culture-piège et introductions de chrysomèles rayées du concombre

Suite aux populations observées en 2008, des mesures supplémentaires ont été prises en 2009. Afin de favoriser la présence de populations élevées de CRC sur le site de l'essai, une culture-piège a été mise en place avant le début de l'essai proprement dit. Nous avons utilisé des semences biologiques de courge Buttercup (Burgess Strain); cette variété fait partie du groupe des *Cucurbita maxima*, réputées pour être de bonnes cultures-pièges (Cavanagh et Hazzard, 2005), car elles sont très attractives pour les CRC et peu sensibles au flétrissement bactérien. Les plants de la culture-piège ont été semés le 29 mai 2009 autour du site de l'essai, ainsi qu'entre les parcelles et entre les blocs. De plus, nous avons procédé à trois introductions de CRC (entre 100 et 250 individus à chaque introduction) après la levée des plantes-pièges mais avant le début des applications insecticides sur les plants de l'essai. Les CRC ont été récupérées chez des producteurs de la région avec des aspirateurs à bouche et relâchées sur le site de l'essai la journée même ou le lendemain.

Les plants de l'essai (également de la variété Buttercup) ont été semés le 16 juillet 2009. Lors de la levée (début août), les plants hâtifs de la culture-piège ont été retirés afin de favoriser la migration des CRC de la culture-piège vers les plants de l'essai. Le tableau 4 résume le déroulement des travaux durant la saison 2009.

Pièges à kairomone

Les pièges à kairomone ont été mis en place le 29 mai 2009 lors du semis de la culture-piège et relevés à chaque semaine. Aucune chrysomèle rayée du concombre n'a été capturée en juin. Au début juillet, les pièges ont été retirés temporairement afin de maximiser les chances d'établissement des chrysomèles introduites; ils ont été réinstallés vers la fin juillet, 2 semaines après que la dernière introduction ait été réalisée et relevés par la suite jusqu'à la récolte.

Tableau 4. Résumé du déroulement des travaux durant la saison 2009.

No	Étapes de réalisation	Date	
		Début	Fin
1	Planification et commande du matériel	Janvier 2009	Avril 2009
2	Préparation des parcelles, semis des plantes-pièges, installation des pièges à kairomone	Mai 2009	Mai 2009
3	Suivi des parcelles, relevé des pièges à kairomone, recherche de producteurs de cucurbitacées ayant des CRC au champ	Juin 2009	Juin 2009
4	Introduction de chrysomèles rayées du concombre, semis des plantes de l'essai, dépistage (suivi des populations), relevé des pièges à kairomone, traitements avec les insecticides biologiques, observation et notation des dommages et entretien de l'essai (fertilisation biologique, sarclage, irrigation)	Juillet 2009	Septembre 2009
5	Récolte de l'essai et évaluation des dommages	5 octobre 2009	-
6	Compilations des données; structure des données pour les analyses sur le logiciel SAS; analyse des résultats	Septembre 2009	Novembre 2009
7	Interprétation des résultats et écriture du rapport final	Novembre 2009	Décembre 2009
8	Remise au responsable du comité du rapport final	Décembre 2009	-

Traitements insecticides

Les traitements ont débuté vers la mi-août, après les introductions de chrysomèles; les plants étaient alors au stade 4-5 feuilles. Les traitements se sont poursuivis jusqu'à la mi-septembre (alors que les plants avaient plus de 10 feuilles). Les décomptes des populations sur les plants (sur 10 plants/parcelle), le suivi des dommages (sur 10 plants/parcelle et estimation pour l'ensemble de la parcelle) et le suivi du flétrissement bactérien (sur 10 plants/parcelle et estimation pour l'ensemble de la parcelle) ont été faits de la mi-août jusqu'à fin septembre. La récolte et l'évaluation des dommages ont eu lieu le 5 octobre 2009.

3. RÉSULTATS

2008

Populations de CRC dans les parcelles (décomptes) et pièges à kairomone

Les populations de CRC ont été faibles en 2008. Dans notre essai, l'abondance moyenne de la CRC oscillait entre 0 et 8 CRC/parcelle. Le dépistage effectué avant les traitements insecticides (10 juillet) montre une certaine variabilité dans l'abondance de la CRC entre les différentes parcelles (figure 3). Pour chaque dépistage effectué au cours de la saison 2008, l'abondance moyenne de la CRC n'était pas significativement différente entre les traitements (tableau 7). Le nombre de CRC retrouvées dans les parcelles témoins indique qu'il y a eu un pic d'abondance dans la semaine du 14 juillet 2008 (figure 5a). Les pièges à kairomone, relevés en parallèle au dépistage, ont capturé très peu de CRC. De plus, il est arrivé qu'aucune CRC ne soit retrouvée dans les pièges alors qu'elles étaient facilement visibles au champ en activité de vol, d'alimentation ou de reproduction. L'abondance de la CRC de nouveau augmenté vers la mi-août, mais n'a toujours pas dépassé le seuil de 0,5 CRC/plant.

Dommages

Les chrysomèles présentes ont causé certains dommages aux jeunes plants. En effet, au cours de la saison, le pourcentage de plants portant des dommages d'alimentation variait entre 0 et 57,5%. À chacun des temps, aucune différence significative entre les traitements (tableau 9) n'a été notée. Les moments où les pourcentages de plants endommagés étaient les plus élevés correspondent au pic d'abondance des populations de CRC notées lors du dépistage (semaine du 14 juillet) (figure 5a). Vers fin juillet/début août, certains dommages d'alimentation ont été notés sur les plants mais ces dommages étaient moins nombreux que sur les plants plus jeunes. Cela peut s'expliquer par le fait qu'à cette période, les plants de courge étaient en floraison et plusieurs CRC ont été vues à l'intérieur des fleurs, se nourrissant sur le pollen.

Flétrissement bactérien

Nous avons noté quelques légers symptômes de flétrissement bactérien sur les jeunes plants, mais il n'y a eu aucun plant entièrement flétri. Le pourcentage de plants affichant des symptômes de flétrissement bactérien n'était pas différent entre les traitements (tableau 11), à l'exception du 4 août où seuls les plants des parcelles correspondant aux traitements #2 et #13 ont montré des signes de flétrissement. Toutefois, comme il s'agit d'un événement isolé et que les différences entre les parcelles y sont essentiellement de l'ordre de « présence/absence », on ne peut conclure quant à l'effet des traitements sur l'incidence du flétrissement bactérien.

Rendements

Les traitements insecticides appliqués n'ont eu aucun impact sur les variables de rendement relevées à la récolte. Aucune différence n'a été notée quant au nombre et au poids des fruits produits, ni quant à la proportion de fruits commercialisables (tableau 13). La CRC n'a causé aucun dommage sur fruit qui soit

visible à la récolte. Aucun des produits testés n'a provoqué de phytotoxicité sur la courge Butternut en 2008.

2009

Populations de CRC dans les parcelles (décomptes) et pièges à kairomone

Les populations de chrysomèles rayées du concombre ont été plutôt faibles en 2009 dans l'ensemble des régions du Québec. Il semble même que les populations aient été plus faibles en 2009 qu'en 2008 (I. Couture, comm. pers.). Dans notre essai, malgré l'instauration de la culture-piège et les trois introductions de CRC, la population est demeurée peu nombreuse : pour l'ensemble de la saison, l'abondance moyenne de la CRC a oscillé entre 0 et 6,5 individus/parcelle (maximum de 4,5 individus/parcelle dans le témoin non-traité) (tableau 8, figure 5b). L'abondance de la CRC a été suivie dans les parcelles pendant 7 semaines, soit un décompte avant le début des applications insecticides et des décomptes hebdomadaires par la suite pendant 6 semaines. Le décompte fait avant le début des traitements (12 août) n'a démontré aucune différence significative quant à l'abondance de la CRC entre les différents traitements (tableau 8, figure 4). De même, pour chacun des décomptes subséquents, il n'y a eu aucune différence significative dans l'abondance de la CRC entre les traitements (tableau 8).

Tout comme en 2008, les pièges à kairomone ont été relevés en parallèle au dépistage. Les pièges ont capturé un total de 4 CRC pour l'ensemble de la saison. Nous avons à nouveau constaté que la CRC pouvait être présente dans les parcelles (en activité de vol, d'alimentation ou de reproduction), alors qu'aucun individu n'a été capturé dans les pièges.

Dommmages

Les chrysomèles présentes ont causé certains dommages aux jeunes plants; ces dommages consistaient essentiellement en de légères « grignotines » à la face inférieure des feuilles. Le pourcentage de plants portant des dommages d'alimentation était relativement élevé en début d'essai, variant entre 55 et 85% (tableau 10). Tout comme en 2008, les dommages d'alimentation sur les plants âgés ont été moins nombreux que sur les plants plus jeunes (autant dans le témoin non-traité que dans les autres parcelles).

Cela s'explique par le fait qu'en fin de saison, les premières feuilles des plants (attaquées par les chrysomèles) étaient entrées en sénescence. Les nouvelles feuilles ont subi moins d'attaques de la part des chrysomèles car à cette période, les plants de courge étaient en floraison et les chrysomèles dénombrées à partir de ce moment se retrouvaient majoritairement dans les fleurs, se nourrissant de pollen. Aucun des produits testés n'a réduit le pourcentage de dommages de chrysomèle, à aucun des dépistages (tableau 10).

Flétrissement bactérien

Au cours de la saison, certains plants ont été atteints de flétrissement bactérien (figure 2), dû à la bactérie *Erwinia tracheiphila*. La nature de la maladie a été confirmée par le Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ à Québec. Des 10 plants dépistés dans chaque parcelle, 20 % ou moins a été atteint de flétrissement bactérien; par contre, les estimations visuelles pour l'ensemble de la parcelle indiquent que le flétrissement a atteint moins de 5 % du feuillage. Le flétrissement est apparu lors de la floraison (soit au début septembre) et a été présent jusqu'à la fin de l'essai. Le pourcentage de plants atteints était similaire entre les différents traitements, et ce pour chacun des dépistages effectués (tableau 12).



Figure 2. Flétrissement bactérien dû à la bactérie *Erwinia tracheiphila* dans la courge Buttercup (Lavaltrie, 17 septembre 2009).

Rendements

Les symptômes observés au cours de la saison (dommages d'alimentation, flétrissement) n'ont pas été suffisamment importants pour entraîner d'impact sur le rendement. Il n'y a eu aucun dommage direct de consommation de chrysomèle rayée du concombre sur les fruits à la récolte. Aucun des produits testés n'a provoqué de phytotoxicité sur la courge Buttercup en 2009.

Notons qu'en raison de la présence de symptômes importants de gale sur deux fruits de fort calibre dans une parcelle traitée au MOI-205, ces fruits ont dû être déclassés et déclarés non commercialisables. Cette situation touchant un nombre restreint de plants et due au hasard est néanmoins ressortie significative à l'analyse statistique (tableau 14), mais nous ne croyons pas que le poids des fruits non commercialisables était réellement plus élevé dans les parcelles traitées au MOI-205.

4. APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Au cours des deux années de cet essai, des difficultés importantes ont été rencontrées. D'abord, en 2008 tout comme en 2009, les populations locales de chrysomèle rayée du concombre sont demeurées faibles sur le site d'essai tout comme pour le reste du Québec et ce, en dépit d'efforts importants pour améliorer la situation (introductions de chrysomèles, culture-piège). La faible abondance des populations a évidemment été un obstacle à une évaluation convenable des produits. Ensuite, la chrysomèle rayée du concombre est un insecte qui se déplace facilement au stade adulte et qui a tendance à fuir aussitôt qu'on

l'approche. Ce faisant, un individu rencontré dans une parcelle peut facilement se retrouver dans une autre parcelle dans un laps de temps très court, ce qui peut biaiser l'évaluation des populations.

Au terme des deux années d'essai, nous n'avons pu démontrer ni l'efficacité des produits contre la chrysomèle rayée du concombre, ni leur capacité à limiter les dommages de consommation et/ou l'incidence du flétrissement bactérien, en raison de la faible abondance des populations locales de chrysomèle. Il est à noter cependant qu'aucune phytotoxicité n'a été notée autant sur les plants de courge Butternut que sur les plants de courge Buttercup.

Les captures réalisées avec le piège à kairomone de la compagnie Pherocon[®] pendant les deux années dans notre essai ont été peu nombreuses et non reliées aux populations réelles dénombrées au dépistage des parcelles. Nous n'avons donc aucun élément qui indique que ce piège, tel qu'il a été testé (modèle original en plastique entièrement transparent, kairomone Pherocon[®] TR-CRW-W/N (TRE8391), appât) puisse être utilisé avec efficacité comme outil de dépistage de la chrysomèle rayée du concombre.

5. POINT DE CONTACT

Nom du responsable du projet : Pierre Lafontaine, agr. Ph.D.

Tél. : (450) 589-7313 # 223

Télécopieur : (450) 589-2245

Courriel : p.lafontaine@ciel-cvp.ca

6. PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique (PSDAB).

7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cavanagh A. et R. Hazzard. 2005. Perimeter trap cropping works in butternut squash. Vegetable Notes Vol.16:2, April 2005. <http://www.umassvegetable.org/newsletters/archive/2005/2005-04-01.pdf>.

REMERCIEMENTS

Le CIEL-Centre de valorisation des plantes tient à remercier Isabelle Couture, agronome au MAPAQ à la Direction régionale de la Montérégie-Est et conseillère en horticulture, pour l'aide apportée tout au long de ce projet. Nous remercions également les producteurs qui ont contribué au projet en nous donnant accès à leurs champs pour la récolte des chrysomèles rayées du concombre.

ANNEXES

Tableau 5. Traitements effectués dans la courge Butternut en 2008.

# Trait	Liste des traitements	Fabricant	Nb total d'applications	Intervalle entre les traitements	Dose d'application
1	Seuil 0,5 CRC/plant NeemAzal® 1.2 EC (azadirachtine 1,2%)	Pronatex	0	Atteindre le seuil et attendre 7 à 10 jours après traitement	2,00 L/ha
2	Seuil 0,5 CRC/plant Pyganic® 1,4% (pyrèthre naturelle)	McLaughlin Gormley King Company	0	Atteindre le seuil et attendre 7 jours après traitement	2,30 L/ha
3	Seuil 0,5 CRC/plant Entrust® 80W (spinosad 80%)	Dow AgroSciences Canada Inc.	0	Atteindre le seuil et attendre 7 à 10 jours après traitement	109 g/ha
4	Seuil 1 CRC/plant NeemAzal® 1.2 EC (azadirachtine 1,2%)	Pronatex	0	Atteindre le seuil et attendre 7 à 10 jours après traitement	2,00 L/ha
5	Seuil 1 CRC/plant Pyganic® 1,4% (pyrèthre naturelle)	McLaughlin Gormley King Company	0	Atteindre le seuil et attendre 7 jours après traitement	2,30 L/ha
6	Seuil 1 CRC/plant Entrust® 80W (spinosad 80%)	Dow AgroSciences Canada Inc.	0	Atteindre le seuil et attendre 7 à 10 jours après traitement	109 g/ha
7	Seuil Présence NeemAzal® 1.2 EC (azadirachtine 1,2%)	Pronatex	4	Atteindre le seuil et attendre 7 à 10 jours après traitement	2,00 L/ha
8	Seuil Présence Pyganic® 1,4% (pyrèthre naturelle)	McLaughlin Gormley King Company	4	Atteindre le seuil et attendre 7 jours après traitement	2,30 L/ha
9	Seuil Présence Entrust® 80W (spinosad 80%)	Dow AgroSciences Canada Inc.	4	Atteindre le seuil et attendre 7 à 10 jours après traitement	109 g/ha
10	Systématique NeemAzal® 1.2 EC (azadirachtine 1,2%)	Pronatex	4	Systématique tous les 7 à 10 jours	2,00 L/ha
11	Systématique Pyganic® 1,4% (pyrèthre naturelle)	McLaughlin Gormley King Company	4	Systématique tous les 7 jours	2,30 L/ha
12	Systématique Entrust® 80W (spinosad 80%)	Dow AgroSciences Canada Inc.	4	Systématique tous les 7 à 10 jours	109 g/ha
13	Témoin non-traité	-	-	-	-

Tableau 6. Traitements effectués dans la courge Buttercup en 2009.

# Trait	Liste des traitements	Fabricant	Nb total d'applications	Intervalle entre les traitements	Dose d'application
1	NeemAzal [®] 1.2 EC (azadirachtine 1,2%)	Pronatex	6	Aux 7 jours	2,00 L/ha
2	Azera [®] = MGK-2509 (1,4% pyrèthrine + 1,2% azadirachtine)	McLaughlin Gormley King Company	6	Aux 7 jours	2,33 L/ha
3	Entrust [®] 80W (spinosad 80%)	Dow AgroSciences Canada Inc.	6	Aux 7 jours	100 g/ha
4	Quassan (extrait de <i>Quassia amara</i> L. (Simaroubaceae))	Bio-Agrar- Counsel GmbH	6	Aux 7 jours	4,00 L/ha
5	Botanigard [®] ES (<i>Beauveria bassiana</i> souche GHA 11,3%)	Laverlam International Corporation	6	Aux 7 jours	2,50 L/ha
6	Surround [®] (kaolin)	Tessengerlo Kerley Inc.	6	1^{ère} application (avant l'infestation d'adultes)	25 kg/500 L d'eau
				2^e application 3 jours après la 1 ^{ère} application	12,5 kg/500 L d'eau
				3^e application 5-7 jours après la 2 ^e application	12,5 kg/500 L d'eau
				4^e application 5-7 jours après la 3 ^e application	12,5 kg/500 L d'eau
				5^e application 5-7 jours après la 4 ^e application	12,5 kg/500 L d'eau
				6^e application 5-7 jours après la 5 ^e application	12,5 kg/500 L d'eau
7	MOI-205	Marrone Bio Innovations	6	Aux 7 jours	18 L/ha
8	Témoin non-traité	-	-	-	-

Tableau 7. Abondance moyenne de la chrysomèle rayée du concombre (nombre/parcelle) lors du dépistage en champ (basé sur le dépistage de 10 plants par parcelle) (Lavaltrie, 2008, courge Butternut).

# trait	Traitement	Temps 1 10 juillet	Temps 2 14 juillet	Temps 3 16 juillet	Temps 4 21 juillet	Temps 5 23 juillet	Temps 6 28 juillet	Temps 7 30 juillet	Temps 8 4 août
1	Seuil de 0,5 CRC/plant - NeemAzal®	0,50 a	1,75 a	0,00 a	0,25 a	1,00 a	0,25 a	0,00 a	0,50 a
2	Seuil de 0,5 CRC/plant - Pyganic®	1,00 a	0,75 a	8,00 a	1,25 a	0,00 a	0,25 a	0,75 a	0,00 a
3	Seuil de 0,5 CRC/plant - Entrust®	0,50 a	0,50 a	2,00 a	1,25 a	1,00 a	0,00 a	0,25 a	0,75 a
4	Seuil de 1 CRC/plant - NeemAzal®	2,00 a	0,00 a	3,50 a	1,75 a	0,00 a	0,50 a	0,25 a	0,25 a
5	Seuil de 1 CRC/plant - Pyganic®	1,75 a	0,00 a	3,00 a	0,50 a	0,25 a	0,00 a	0,00 a	0,25 a
6	Seuil de 1 CRC/plant - Entrust®	1,00 a	0,50 a	5,50 a	0,00 a	0,25 a	0,75 a	0,25 a	0,00 a
7	Seuil de présence - NeemAzal®	0,00 a	0,00 a	1,50 a	0,00 a	0,50 a	0,00 a	0,25 a	0,25 a
8	Seuil de présence - Pyganic®	0,75 a	1,25 a	3,75 a	0,00 a	0,00 a	0,50 a	0,25 a	0,25 a
9	Seuil de présence - Entrust®	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,25 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,50 a
10	Systématique - NeemAzal®	1,25 a	0,50 a	3,00 a	2,00 a	1,00 a	0,25 a	0,00 a	0,25 a
11	Systématique - Pyganic®	1,00 a	0,50 a	1,25 a	1,25 a	0,25 a	0,50 a	0,50 a	0,00 a
12	Systématique - Entrust®	1,25 a	0,00 a	2,00 a	0,25 a	0,25 a	0,00 a	0,25 a	1,00 a
13	Témoin non-traité	1,75 a	2,25 a	4,00 a	1,25 a	0,25 a	0,25 a	0,00 a	0,00 a
Valeur de <i>P</i>		0,5344	0,0726	0,5944	0,4065	0,6453	0,6415	0,2015	0,4496

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test ($\alpha = 0,05$).

Tableau 8. Abondance moyenne de la chrysomèle rayée du concombre (nombre/parcelle) lors du dépistage en champ (basé sur le dépistage de 10 plants par parcelle) (Lavaltrie, 2009, courge Buttercup).

# trait	Traitement	Temps 1 12 août	Temps 2 18 août	Temps 3 26 août	Temps 4 4 sept	Temps 5 9 sept	Temps 6 17 sept	Temps 7 24 sept
1	NeemAzal [®]	3,00 a	3,50 a	1,50 a	1,75 a	0,75 a	0,00 a	0,50 a
2	Azera [®]	2,50 a	2,50 a	4,25 a	2,75 a	0,75 a	0,25 a	0,00 a
3	Entrust [®] 80W	3,75 a	2,50 a	2,25 a	1,75 a	1,25 a	0,00 a	0,00 a
4	Quassan	2,50 a	1,75 a	2,75 a	2,75 a	0,50 a	0,00 a	0,00 a
5	Botanigard [®] ES	2,00 a	2,75 a	3,25 a	2,50 a	1,75 a	0,50 a	0,75 a
6	Surround [®]	2,00 a	1,25 a	2,75 a	2,50 a	0,25 a	0,00 a	0,00 a
7	MOI-205	3,00 a	6,50 a	1,75 a	3,00 a	2,00 a	0,00 a	0,50 a
8	Témoin non-traité	4,50 a	1,75 a	2,25 a	2,75 a	0,75 a	0,25 a	0,25 a
Valeur de <i>P</i>		0,6661	0,1340	0,7158	0,8549	0,2034	0,2839	0,1480

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test ($\alpha = 0,05$).

Tableau 9. Pourcentage des plants portant des dommages de chrysomèle rayée du concombre (basé sur le dépistage de 10 plants par parcelle) (Lavaltrie, 2008, courge Butternut).

# trait	Traitement	Temps 1 10 juillet	Temps 2 14 juillet	Temps 3 16 juillet	Temps 4 21 juillet	Temps 5 23 juillet	Temps 6 28 juillet	Temps 7 30 juillet	Temps 8 4 août
1	Seuil de 0,5 CRC/plant - NeemAzal®	20,00 a	40,00 a	32,50 a	37,50 a	30,00 a	17,50 a	10,00 a	0,00 a
2	Seuil de 0,5 CRC/plant - Pyganic®	35,00 a	32,50 a	52,50 a	37,50 a	32,50 a	10,00 a	5,00 a	7,50 a
3	Seuil de 0,5 CRC/plant - Entrust®	17,50 a	47,50 a	52,50 a	47,50 a	37,50 a	22,50 a	22,50 a	2,50 a
4	Seuil de 1 CRC/plant - NeemAzal®	25,00 a	52,50 a	47,50 a	35,00 a	42,50 a	12,50 a	17,50 a	2,50 a
5	Seuil de 1 CRC/plant - Pyganic®	37,50 a	37,50 a	47,50 a	37,50 a	37,50 a	25,00 a	12,50 a	2,50 a
6	Seuil de 1 CRC/plant - Entrust®	30,00 a	42,50 a	40,00 a	40,00 a	25,00 a	10,00 a	22,50 a	7,50 a
7	Seuil de présence - NeemAzal®	25,00 a	37,50 a	35,00 a	27,50 a	30,00 a	10,00 a	12,50 a	0,00 a
8	Seuil de présence - Pyganic®	20,00 a	52,50 a	42,50 a	57,50 a	32,50 a	7,50 a	17,50 a	0,00 a
9	Seuil de présence - Entrust®	25,00 a	32,50 a	27,50 a	35,00 a	25,00 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
10	Systématique - NeemAzal®	30,00 a	57,50 a	55,00 a	45,00 a	27,50 a	5,00 a	22,50 a	5,00 a
11	Systématique - Pyganic®	15,00 a	47,50 a	42,50 a	35,00 a	30,00 a	22,50 a	17,50 a	2,50 a
12	Systématique - Entrust®	27,50 a	45,00 a	45,00 a	52,50 a	50,00 a	15,00 a	15,00 a	5,00 a
13	Témoin non-traité	20,00 a	52,50 a	50,00 a	37,50 a	37,50 a	7,50 a	20,00 a	5,00 a
Valeur de <i>P</i>		0,7745	0,5157	0,3006	0,2707	0,3406	0,3399	0,3967	0,7008

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test ($\alpha = 0,05$).

Tableau 10. Pourcentage des plants portant des dommages de chrysomèle rayée du concombre (basé sur le dépistage de 10 plants par parcelle) (Lavaltrie, 2009, courge Buttercup).

# trait	Traitement	Temps 1 12 août	Temps 2 18 août	Temps 3 26 août	Temps 4 4 sept	Temps 5 9 sept	Temps 6 17 sept	Temps 7 24 sept
1	NeemAzal [®]	62,50 a	75,00 a	80,00 a	40,00 a	10,00 a	2,50 a	12,50 a
2	Azera [®]	70,00 a	70,00 a	77,50 a	37,50 a	7,50 a	2,50 a	2,50 a
3	Entrust [®] 80W	67,50 a	85,00 a	72,50 a	35,00 a	7,50 a	2,50 a	5,00 a
4	Quassan	65,00 a	75,00 a	70,00 a	30,00 a	0,00 a	5,00 a	2,50 a
5	Botanigard [®] ES	67,50 a	70,00 a	67,50 a	32,50 a	5,00 a	2,50 a	7,50 a
6	Surround [®]	57,50 a	72,50 a	65,00 a	27,50 a	32,50 a	17,50 a	10,00 a
7	MOI-205	55,00 a	85,00 a	70,00 a	32,50 a	7,50 a	0,00 a	7,50 a
8	Témoin non-traité	70,00 a	80,00 a	75,00 a	47,50 a	2,50 a	5,00 a	0,00 a
Valeur de <i>P</i>		0,8745	0,4879	0,9430	0,7709	0,4059	0,0546	0,7359

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test ($\alpha = 0,05$).

Tableau 11. Pourcentage des plants atteints par le flétrissement bactérien (basé sur le dépistage de 10 plants par parcelle) (Lavaltrie, 2008, courge Butternut).

# trait	Traitement	Temps 1 10 juillet	Temps 2 14 juillet	Temps 3 16 juillet	Temps 4 21 juillet	Temps 5 23 juillet	Temps 6 28 juillet	Temps 7 30 juillet	Temps 8 4 août
1	Seuil de 0,5 CRC/plant - NeemAzal®	0,00 a	7,50 a	3,25 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	2,50 a	0,00 b
2	Seuil de 0,5 CRC/plant - Pyganic®	0,00 a	0,00 a	5,25 a	0,00 a	0,00 a	5,00 a	5,00 a	7,50 a
3	Seuil de 0,5 CRC/plant - Entrust®	0,00 a	5,00 a	5,25 a	2,50 a	0,00 a	0,00 a	2,50 a	0,00 b
4	Seuil de 1 CRC/plant - NeemAzal®	0,00 a	2,50 a	4,75 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b
5	Seuil de 1 CRC/plant - Pyganic®	2,50 a	7,50 a	4,75 a	5,00 a	5,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b
6	Seuil de 1 CRC/plant - Entrust®	0,00 a	0,00 a	4,00 a	5,00 a	0,00 a	2,50 a	0,00 a	0,00 b
7	Seuil de présence - NeemAzal®	2,50 a	7,50 a	3,50 a	0,00 a	0,00 a	5,00 a	5,00 a	0,00 b
8	Seuil de présence - Pyganic®	0,00 a	0,00 a	4,25 a	2,50 a	0,00 a	2,50 a	0,00 a	0,00 b
9	Seuil de présence - Entrust®	0,00 a	2,50 a	2,75 a	2,50 a	2,50 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b
10	Systématique - NeemAzal®	0,00 a	2,50 a	5,50 a	5,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b
11	Systématique - Pyganic®	0,00 a	5,00 a	4,25 a	5,00 a	0,00 a	5,00 a	5,00 a	0,00 b
12	Systématique - Entrust®	0,00 a	5,00 a	4,50 a	2,50 a	0,00 a	2,50 a	2,50 a	0,00 b
13	Témoin non-traité	0,00 a	7,50 a	5,00 a	5,00 a	2,50 a	2,50 a	2,50 a	2,50 ab
Valeur de P		0,4685	0,7025	0,3006	0,8135	0,0953	0,5989	0,5989	0,0367

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test ($\alpha = 0,05$).

Tableau 12. Pourcentage des plants atteints par le flétrissement bactérien (basé sur le dépistage de 10 plants par parcelle) (Lavaltrie, 2009, courge Buttercup).

# trait	Traitement	Temps 1 12 août	Temps 2 18 août	Temps 3 26 août	Temps 4 4 sept	Temps 5 9 sept	Temps 6 17 sept	Temps 7 24 sept
1	NeemAzal [®]	0,00	0,00	0,00	2,50 a	0,00 a	0,00 a	5,00 a
2	Azera [®]	0,00	0,00	0,00	10,00 a	2,50 a	7,50 a	2,50 a
3	Entrust [®] 80W	0,00	0,00	0,00	5,00 a	2,50 a	2,50 a	5,00 a
4	Quassan	0,00	0,00	0,00	5,00 a	2,50 a	2,50 a	10,00 a
5	Botanigard [®] ES	0,00	0,00	0,00	0,00 a	0,00 a	0,00 a	2,50 a
6	Surround [®]	0,00	0,00	0,00	7,50 a	5,00 a	20,00 a	15,00 a
7	MOI-205	0,00	0,00	0,00	5,00 a	0,00 a	0,00 a	2,50 a
8	Témoin non-traité	0,00	0,00	0,00	2,50 a	2,50 a	10,00 a	15,00 a
Valeur de <i>P</i>		-	-	-	0,8463	0,8612	0,1368	0,2813

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test ($\alpha = 0,05$).

Tableau 13. Rendements et dommages à la récolte dans la courge Butternut à Lavaltrie en 2008.

# trait	Traitement	Nb total fruits/ ha	% de fruits commercialisables	% de fruits non commercialisables	Poids des fruits commercialisables (kg/parcelle)	Poids des fruits commercialisables (kg/ha)
1	Seuil de 0,5 CRC/plant - NeemAzal®	15 208 a	70,03 a	29,97 a	8,73 a	7 270 a
2	Seuil de 0,5 CRC/plant - Pyganic®	16 875 a	73,49 a	26,51 a	16,15 a	13 454 a
3	Seuil de 0,5 CRC/plant - Entrust®	15 625 a	64,03 a	35,97 a	11,37 a	9 475 a
4	Seuil de 1 CRC/plant - NeemAzal®	17 292 a	80,10 a	19,90 a	12,09 a	10 070 a
5	Seuil de 1 CRC/plant - Pyganic®	17 083 a	76,34 a	23,66 a	11,86 a	9 879 a
6	Seuil de 1 CRC/plant - Entrust®	16 042 a	69,93 a	30,07 a	9,47 a	7 891 a
7	Seuil de présence - NeemAzal®	15 417 a	80,85 a	19,15 a	11,95 a	9 954 a
8	Seuil de présence - Pyganic®	16 250 a	71,45 a	28,55 a	12,17 a	10 141 a
9	Seuil de présence - Entrust®	15 208 a	73,27 a	26,73 a	10,85 a	9 041 a
10	Systématique - NeemAzal®	17 708 a	72,06 a	27,94 a	14,20 a	11 833 a
11	Systématique - Pyganic®	20 000 a	76,71 a	23,29 a	14,43 a	12 025 a
12	Systématique - Entrust®	18 750 a	78,35 a	21,65 a	16,19 a	13 489 a
13	Témoin non-traité	16 042 a	87,00 a	13,00 a	13,98 a	11 650 a
Valeur de <i>P</i>		0,9354	0,5070	0,5070	0,8271	0,8271

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test ($\alpha = 0,05$)

Tableau 14. Rendements et dommages à la récolte dans la courge Buttercup à Lavaltrie en 2009.

# trait	Traitement	Nb total fruits/ ha	% de fruits commercialisables	Poids total des fruits commercialisables (kg/ha)	% de fruits non commercialisables	Poids total des fruits non commercialisables (kg/ha)
1	NeemAzal®	33 333 a	48,01 a	8 665,28 a	51,99 a	1 426,39 b
2	Azera®	31 111 a	41,02 a	9 494,44 a	58,98 a	1 825,00 b
3	Entrust® 80W	30 278 a	38,17 a	7 587,50 a	61,83 a	1 866,67 b
4	Quassan	31 528 a	40,27 a	7 687,50 a	59,73 a	1 690,28 b
5	Botanigard® ES	29 306 a	50,61 a	9 197,22 a	49,39 a	1 561,11 b
6	Surround®	28 194 a	49,13 a	9 065,28 a	50,87 a	1 563,89 b
7	MOI-205	34 815 a	40,19 a	8 977,78 a	59,81 a	2 718,52 a
8	Témoin non-traité	33 194 a	42,21 a	9 023,61 a	57,79 a	1 761,11 b
Valeur de <i>P</i>		0,9046	0,5825	0,9788	0,5825	0,0154

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test ($\alpha = 0,05$).

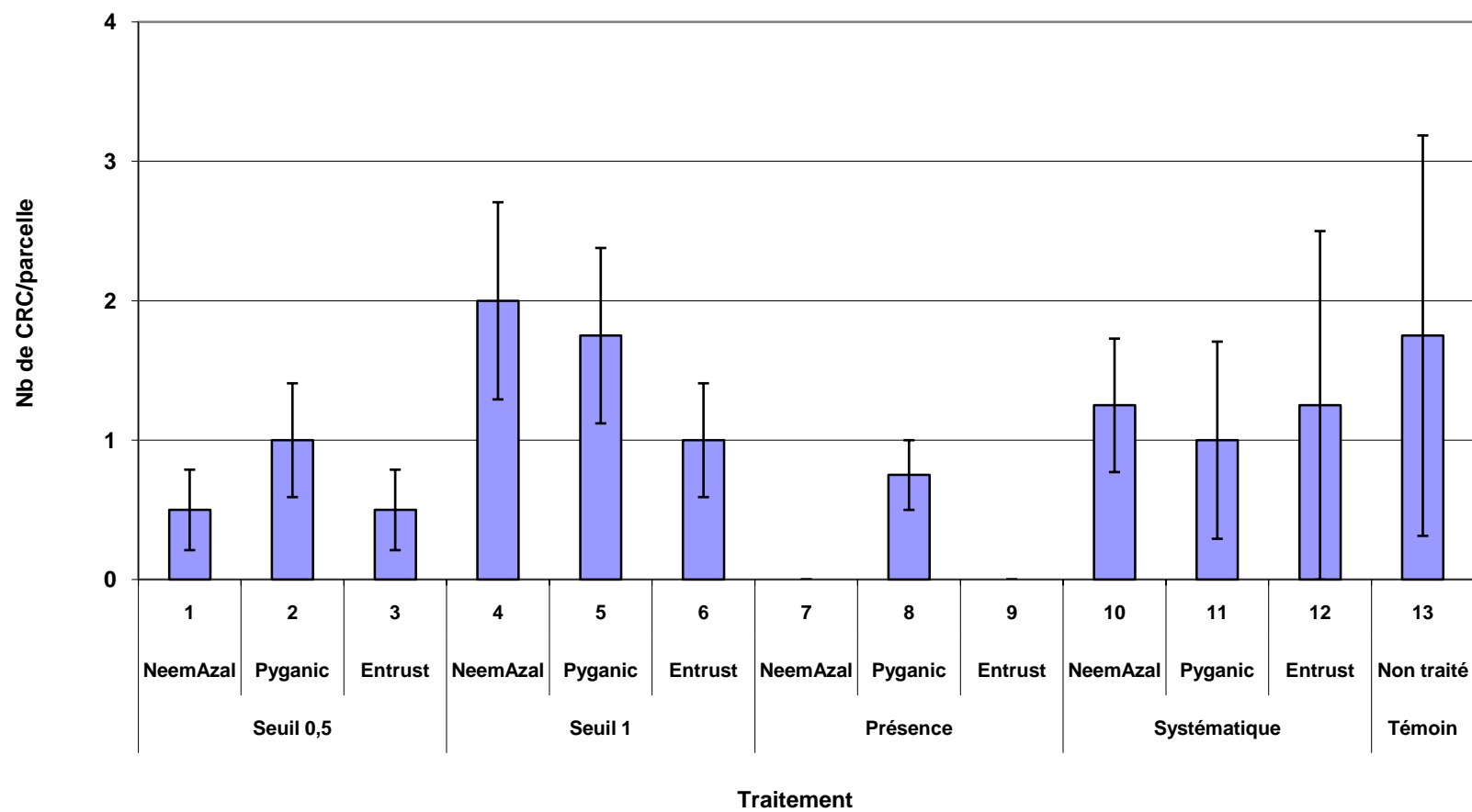


Figure 3. Abondance moyenne (\pm erreur-type) de la chrysomèle rayée du concombre lors du dépistage du 10 juillet 2008, précédant le premier traitement insecticide (courge Butternut 2008).

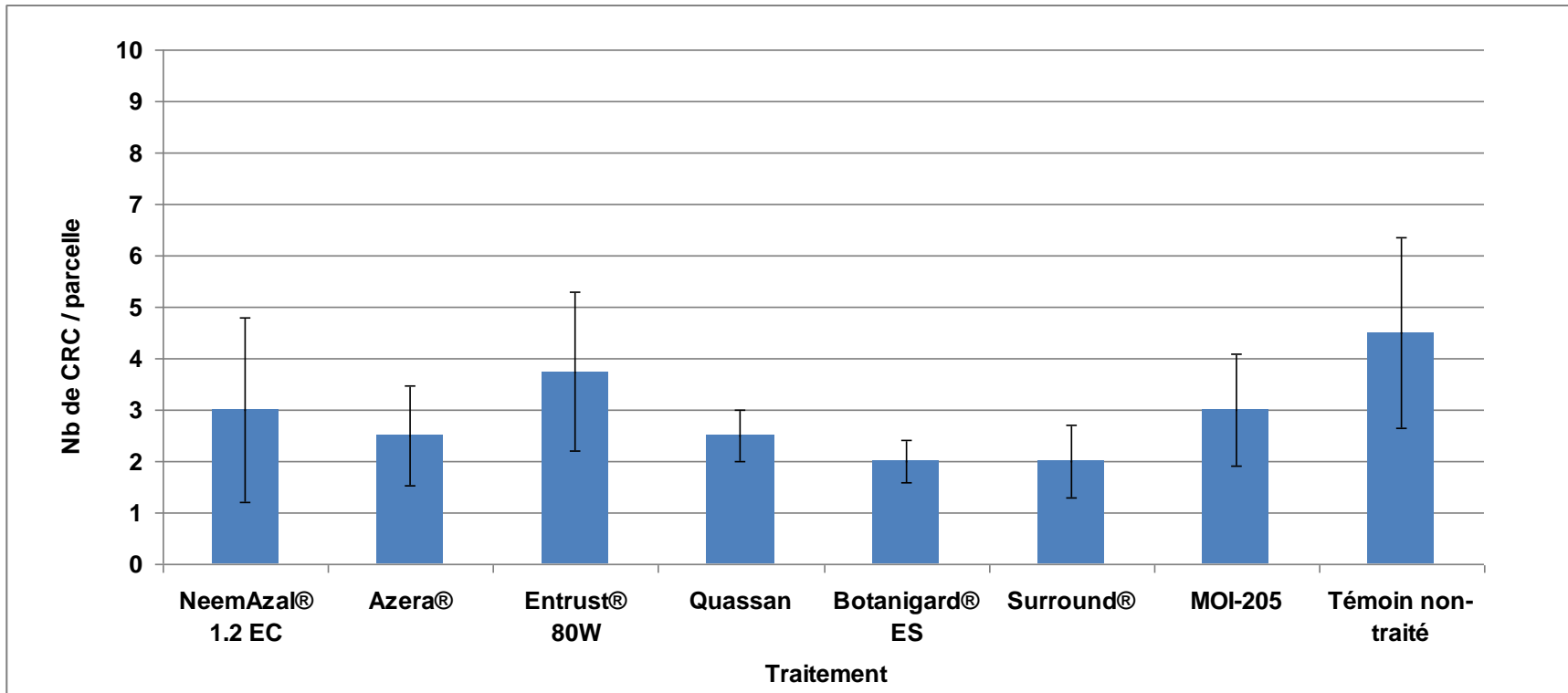
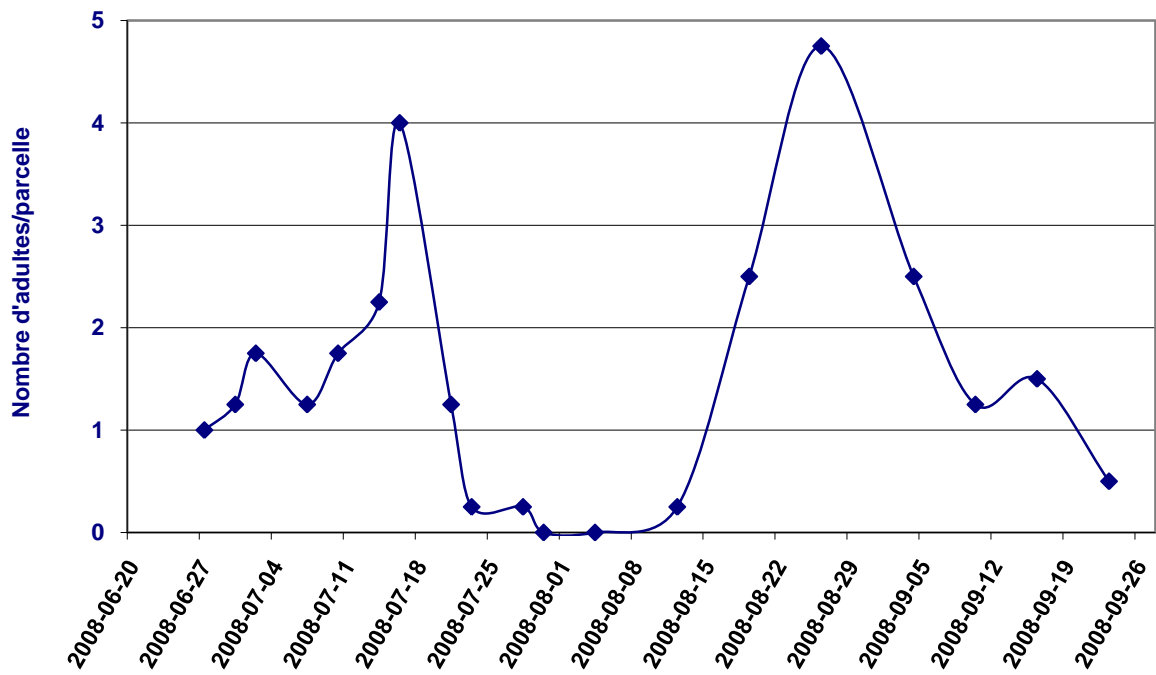


Figure 4. Abondance moyenne (\pm erreur-type) de la chrysome rayée du concombre lors du dépistage du 12 août 2009, précédant le premier traitement insecticide (courge Buttercup, 2009).

a) 2008 (course Butternut)



b) 2009 (course Buttercup)

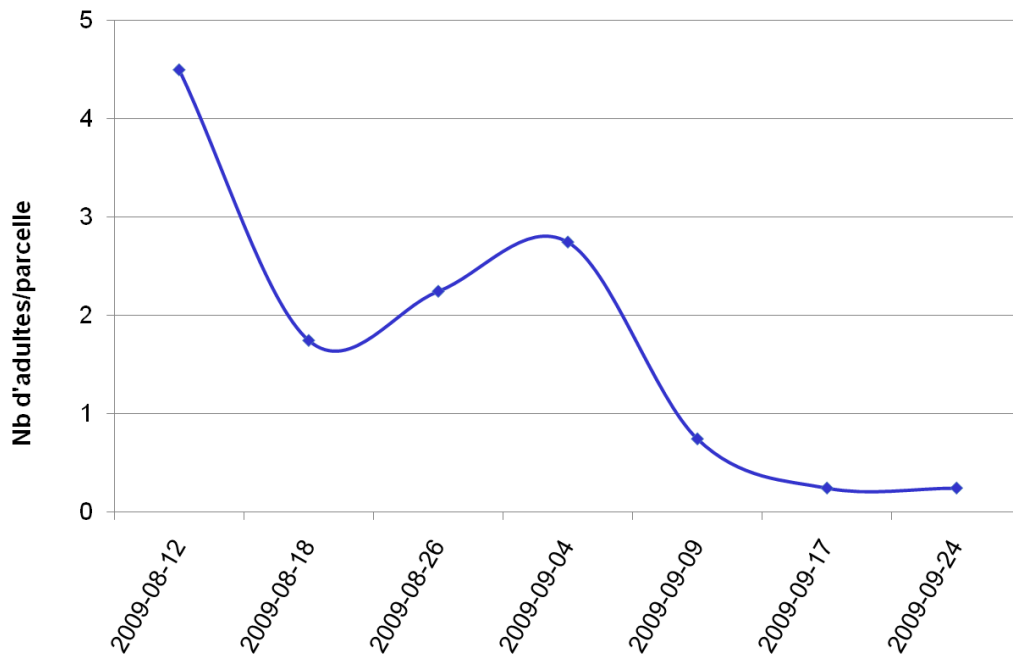


Figure 5. Dynamiques de population de la chrysomèle rayée du concomre selon les données issues du dépistage en champ (parcelles témoin seulement).