



PCAA

Programme canadien d'adaptation agricole

Rapport final

Essais d'efficacité d'un nouveau produit biologique à base de *Beauveria bassiana* pour les plantes ornementales

Projet n°6582

Institut québécois du développement de l'horticulture ornementale (IQDHO)

Période couverte par le rapport : Octobre 2011 à mars 2013

Rédigé par

Émilie Lemaire, Suzanne Simard et Martin Trépanier
IQDHO

Rakesh Vunuum, Miron Teshler et Silvia Todorova
Anatis Bioprotection

Date de dépôt du rapport final : Mars 2013

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) s'est engagé à travailler avec des partenaires de l'industrie. Les opinions exprimées dans le présent document sont celles du demandeur et ne sont pas nécessairement partagées par AAC et le CDAQ.

Table des matières

1. Objectifs.....	5
1.1 Objectif général.....	5
1.2 Objectifs spécifiques.....	5
2 Essais d'efficacité du Bio-Ceres WP.....	6
2.1 Matériel et méthode.....	6
2.1.1 Matériel végétal.....	6
2.1.2 Description des traitements.....	7
2.1.3 Dispositif expérimental.....	8
2.1.4 Empotage et traitement de trempage.....	9
2.1.5 Entretien des cultures.....	9
2.1.6 Élevages et introductions d'insectes et d'acariens.....	9
2.1.7 Traitements foliaires.....	10
2.1.8 Dépistage.....	11
2.1.9 Évaluation de la phytotoxicité et autres dommages.....	13
2.1.10 Évaluation de la croissance des plants.....	13
2.1.11 Analyses statistiques.....	13
2.2 Résultats et discussion.....	13
2.2.1 Évaluation de l'efficacité du Bio-Ceres par trempage.....	13
2.2.2 Évaluation de l'efficacité du Bio-Ceres par application foliaire.....	14
2.2.3 Évaluation de la phytotoxicité et autres dommages.....	17
2.2.4 Évaluation de la croissance des plants.....	18
3 Évaluation de la toxicité de Bio-Ceres sur les auxiliaires.....	19
3.1 Toxicité directe sur les acariens prédateurs <i>Amblyseius californicus</i> et <i>Phytoseiulus persimilis</i>	19
3.1.1 Matériel et méthodes.....	19
3.1.2 Résultats.....	19
3.2 Persistance du pouvoir infectieux de la souche indigène de <i>Beauveria bassiana</i>	20
3.2.1 Matériel et méthodes.....	20
3.2.2 Résultats.....	21
3.2.3 Discussion.....	21
4 Diffusion des résultats.....	22
5 Conclusion.....	24
6 Sommaire des accomplissements du projet.....	25
Références.....	26
Annexe 1 : Température quotidienne.....	27
Annexe 2 : Humidité relative quotidienne.....	28

Liste des tableaux

Tableau 1: Sensibilité des 6 espèces végétales sélectionnées aux différents ravageurs.....	6
Tableau 2: Attribution des traitements selon les 3 espèces de vivaces et d'annuelles.....	7
Tableau 3 : Dates de réalisation des applications foliaires	11
Tableau 4 : Dates de dépistage	11
Tableau 5 : Évolution des populations de thrips sur <i>Dahlia</i> selon les différents traitements	15
Tableau 6 : Évolution des populations de thrips sur <i>Lysimachia</i> selon les différents traitements	16
Tableau 7 : Évolutions des populations de thrips sur <i>Lamium</i> selon les différents traitements ..	16
Tableau 8 : Qualité des plants de <i>Dahlia</i> et de <i>Fuchsia</i> selon les différents traitements.....	17
Tableau 9 : Effet de différentes concentrations de <i>B. bassiana</i> sur la mortalité d' <i>A. californicus</i>	20
Tableau 10 : Effet de différentes concentrations de <i>B. bassiana</i> sur la mortalité de <i>P. persimilis</i>	20
Tableau 11 : Persistance du pouvoir infectieux de <i>B. bassiana</i> sur <i>A. californicus</i> et <i>P. persimilis</i>	21

Liste des figures

Figure 1 : Plan du dispositif expérimental.....	8
Figure 2 : Dispositif avec placement de plants de poinsettias et d'aubergines	10
Figure 3 : Application foliaire	11
Figure 4 : Masse d'œufs de cochenilles en bordure de pot	14

1. Objectifs

1.1 *Objectif général*

Le but de ce projet est d'évaluer l'efficacité d'un nouvel insecticide biologique afin de le rendre disponible aux producteurs canadiens de plantes d'ornement en serre pour lutter contre les principaux insectes ravageurs nuisibles : thrips, tétranyques à deux points, pucerons, cochenilles et aleurodes, et qui soit à la fois efficace et complémentaire aux méthodes de lutte déjà en place et respectueux de l'environnement.

1.2 *Objectifs spécifiques*

- Évaluer l'efficacité du produit pour le contrôle des thrips, des aleurodes, des pucerons, des tétranyques à deux points et des cochenilles dans le but de l'obtention d'une homologation du produit pour les cultures ornementales en serre;
- Déterminer les taux de mortalité des insectes et acariens suite à l'utilisation du produit appliqué à différentes concentrations;
- Déterminer la concentration optimale pour l'utilisation contre les ravageurs;
- Comparer l'efficacité du produit au traitement insecticide conventionnel (BotaniGard WP);
- Étudier l'impact du produit sur certains auxiliaires utilisés en serre contre les insectes visés.

2 Essais d'efficacité du Bio-Ceres WP

2.1 Matériel et méthode

2.1.1 Matériel végétal

L'efficacité du produit a été évaluée sur trois espèces d'annuelles et trois espèces de vivaces, afin de recueillir les informations exigées par l'Agence de réglementation sur la lutte antiparasitaire (ARLA) pour l'homologation du produit pour l'ensemble des plantes annuelles et vivaces. Les espèces végétales ont été sélectionnées pour leur sensibilité aux cinq ravageurs visés par la présente étude afin de favoriser le développement de ces derniers. Le tableau 1 présente les espèces d'annuelles et de vivaces utilisées et leur sensibilité aux différents ravageurs.

Tableau 1: Sensibilité des 6 espèces végétales sélectionnées aux différents ravageurs.

		Tétranyques	Pucerons	Thrips	Aleurodes	Cochenilles
Annuelle	<i>Ipomea</i> 'Margarita'	x	x	x	x	
	<i>Dahlia</i> 'Hypnotica'	x	x	x	x	x
	<i>Fuchsia</i> 'Dark eyes'	x	x	x	x	x
Vivace	<i>Lysimachia nummularia</i>		x	x		
	<i>Lamium maculatum</i>					
	'Beacon Silver'	x	x	x		
	<i>Salvia nemorosa</i> 'Caradonna'	x	x	x		

2.1.2 Description des traitements

Pour chaque espèce, 6 traitements ont été comparés, soit un témoin négatif (eau), un témoin positif (BotaniGard WP), 2 doses de Bio-Ceres WP en application foliaire ainsi que ces 2 mêmes doses en trempage suivi par des applications foliaires. Selon l'espèce végétale, ces traitements d'applications foliaires ont été réalisés à des concentrations de 1, 2 ou 4 g/L de Bio-Ceres WP.. Le tableau 2 présente l'attribution des traitements selon les espèces végétales. La dose la plus élevée de BotaniGard WP recommandée (2,5 g/L) a été utilisée.

Tableau 2: Attribution des traitements selon les 3 espèces de vivaces et d'annuelles

Traitements	<i>Ipomea</i>	<i>Dahlia</i>	<i>Fuchsia</i>	<i>Lysimachia</i>	<i>Lamium</i>	<i>Salvia</i>
1 Témoin négatif T- (eau)	T-	T-	T-	T-	T-	T-
2 Témoin positif T+ (BotaniGard)	T+ (2,5 g)	T+ (2,5 g)	T+ (2,5 g)	T+ (2,5 g)	T+ (2,5 g)	T+ (2,5 g)
3 Bio-Ceres foliaire	1 g	1 g				1g
3 Bio-Ceres foliaire			2 g	2 g	2 g	
4 Bio-Ceres foliaire	4 g	4 g	4 g	4 g	4 g	4 g
5 Bio-Ceres en trempage et foliaire	1g	1g				1 g
5 Bio-Ceres en trempage et foliaire			2 g	2 g	2 g	
6 Bio-Ceres en trempage et foliaire	4 g	4 g	4 g	4 g	4 g	4 g

2.1.3 Dispositif expérimental

Pour chaque espèce végétale, trois expériences ont été réalisées simultanément, à des emplacements différents dans une serre FCI de l'ITA campus Saint-Hyacinthe. Chaque expérience comprenait 6 traitements et 4 répétitions disposés selon un plan en blocs complets aléatoires. Chaque unité expérimentale (UE) était constituée d'un plateau (2X5) contenant 5 plants placés en alternance (Figure 1). Il était prévu initialement que les expériences soient disposées dans deux serres, mais la seconde serre n'était plus disponible lorsque le projet a été initié.

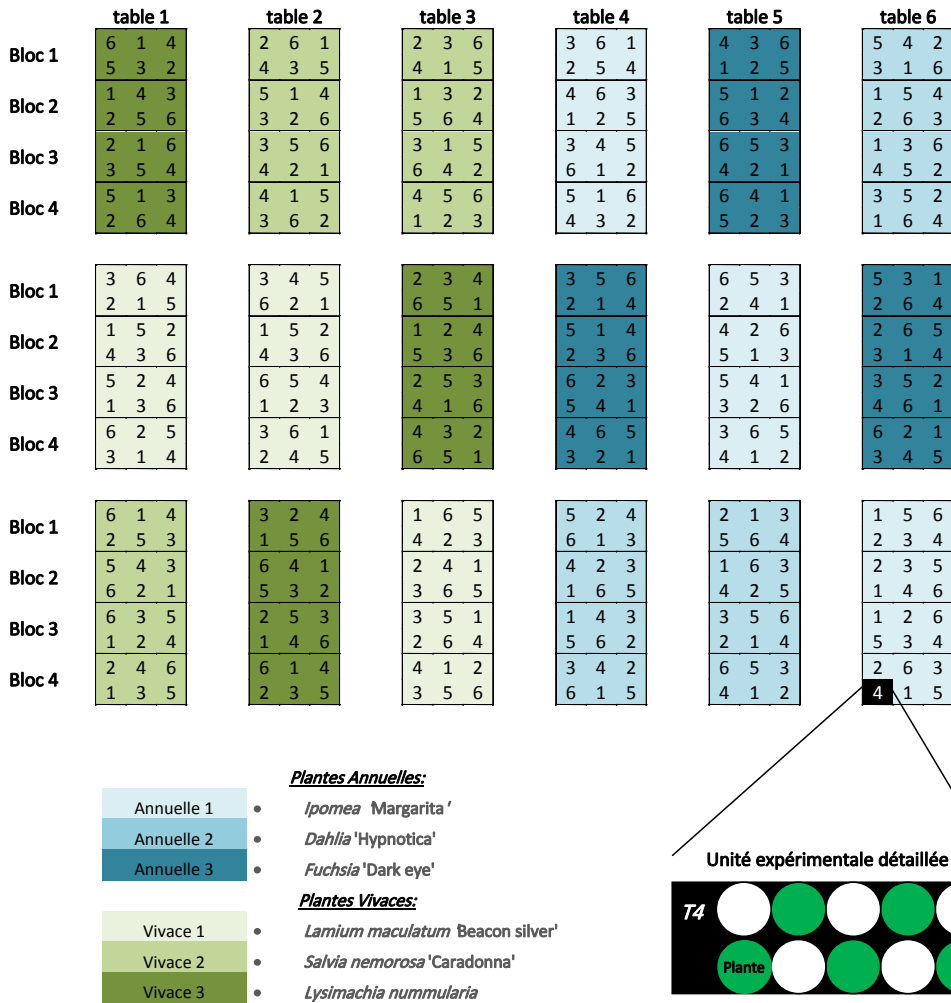


Figure 1 : Plan du dispositif expérimental

2.1.4 Empotage et traitement de trempage

Les traitements de trempage et l'empotage ont été réalisés le 7 mars 2012. Pour les traitements 1 à 4, 240 plants de chaque espèce, contenus dans des plateaux multicellules ont été trempés dans l'eau tiède. Seules les lysimaques n'ont pas été trempées dans l'eau puisque les plantules n'étaient pas suffisamment enracinées, le substrat étant déjà très humide et les mottes se défaisant facilement. Les plantules d'annuelles ont été repiquées en pots de 4 pouces et les vivaces en pots de 1 litre dans du terreau BM-6 provenant des Tourbières Berger Ltée. Cinq pots ont été placés par plateaux d'une capacité de 10 pots pour former une unité expérimentale (UE). Les plateaux ont été identifiés avec une étiquette de couleur correspondant à un traitement et disposés aléatoirement dans les blocs et les expériences sur les tables de la serre selon le dispositif préétabli.

Les plantules des traitements 5 et 6 ont été trempées dans une solution de Bio-Ceres à la concentration prédéterminée. Afin d'obtenir des solutions de trempage à 1 g/L, 2 g/L et 4 g/L, 10L d'eau tiède et 20 gouttes de surfactant ont d'abord été mis dans trois différents bacs. Ensuite, la poudre de Bio-Ceres a été ajoutée (20 g, 40 g ou 80 g) en mélangeant avec l'aide d'un bâton de bois et un autre 10 L d'eau a été ajouté pour un total de 20 L.

2.1.5 Entretien des cultures

Le pH et la salinité ont été mesurés régulièrement et la fertilisation ajustée afin de maintenir ces paramètres à un niveau optimal pour la croissance des plantes. Les plants ont été arrosés manuellement à l'aide d'une lance d'arrosage.

La gestion du climat a été ajusté par un système automatisé de contrôle de l'environnement de type Argus. Des cibles de températures adaptées pour l'ensemble des cultures ont été programmées. Les consignes de chauffage étaient de 18 °C de jour et 16 °C de nuit. La consigne de ventilation était à 20 °de jour et de nuit. Une humidité relative minimale de 50 % devait être maintenue dans la serre.

2.1.6 Élevages et introductions d'insectes et d'acariens

La serre n'ayant pas un long historique de production, des élevages des cinq ravageurs ciblés dans le présent projet ont été initiés 2 mois avant la mise en place du dispositif. Les tétranyques ont été élevés sur des plants de haricot, les aleurodes sur des plants de poinsettias et les pucerons sur des plants d'aubergines et de poivrons. Les thrips étaient initialement présents sur les plants d'aubergines, mais se sont rapidement dispersés sur les plants de poivrons et de haricots. Un élevage de cochenilles a été initié sur des tubercules de pomme de terre, mais sans grand succès. Suite à de nombreuses recherches, il a été possible de se procurer des plants infestés de cochenilles au Jardin botanique de Montréal.

Différentes approches d'introduction de ravageurs ont été réalisées pour tenter d'avoir une abondance suffisante et uniforme dans chaque UE avant le début des applications foliaires :

- Le 8 mars 2012, quatre plants de poinsettias infestés d'aleurodes (*Bemisia tabaci*) et 6 plants d'aubergines infestés de pucerons (*Myzus persicae*) et de thrips (*Frankliniella occidentalis*) ont été placés sur les tables. Des thrips étaient déjà présents sur les ipomées à la réception des plantules.



Figure 2 : Dispositif avec placement de plants de poinsettias et d'aubergines

- Le 16 mars, 2 cochenilles du stade L1 ou L2 ont été introduites sur le plant central de chaque plateau de dahlias.
- Le 23 mars, 2 pucerons ont été introduits à l'aide d'un pinceau sur trois plants par unité expérimentale puisqu'ils ne s'étaient pas encore bien dispersés dans la serre.
- Le 28 mars, pour toutes les espèces végétales, des tétranyques à deux points (*Tetranychus urticae*) ont été introduits sur deux plants par UE en déposant sur le feuillage un petit bout de feuille sur lequel il y avait cinq formes mobiles de tétranyques.
- Également, le 28 mars, des cochenilles ont été introduites sur le plant central des plateaux de dahlias et de fuchsias en déposant sur le feuillage un bout de feuille ou de tige où étaient présentes 2 cochenilles.

2.1.7 Traitements foliaires

Pour préparer la solution de pulvérisation, 1 litre d'eau était mis dans un contenant de plastique auquel étaient ajoutées des gouttes de surfactant (3 gouttes/L de solution) et la quantité nécessaire de la formulation de Bio-Ceres préalablement pesée à l'aide d'une balance. Le contenant était fermé et agité pour bien dissoudre le produit. Le mélange était ensuite transvasé dans le pulvérisateur et de l'eau était ajoutée pour obtenir le volume total de bouillie nécessaire. Le pulvérisateur était agité pour bien mélanger le produit avant la pulvérisation et constamment en cours de pulvérisation. Un pulvérisateur du modèle BP-4 de Dramm a été utilisé. Les pulvérisations ont été faites à la plus haute pression (140 PSI) à l'aide de la buse simple selon l'ordre suivant : eau, Bio-Ceres 1 g/L, Bio-Ceres 2 g/L, Bio-Ceres 4 g/L, BotaniGard 2,5 g/L. Le pulvérisateur était bien rincé à l'eau claire trois fois entre les différents produits.

Tous les plateaux d'un même traitement étaient déposés par terre entre les tables et la solution était pulvérisée des deux côtés des plateaux en maintenant la buse du pulvérisateur à une distance d'environ 15-20 cm. Les pulvérisations ont été faites de façon à bien couvrir le dessus et le dessous du feuillage pour assurer un bon contact entre le produit et les ravageurs. Le volume d'eau utilisé pour couvrir toutes les plantes de la serre (toutes les UE de tous les traitements) se situe approximativement entre 30 et 40 L par pulvérisation. Ce qui donne un volume approximatif de 3000 à 4000 L par hectare.



Figure 3 : Application foliaire

Le tableau 3 présente les dates de réalisation des applications foliaires. Une application par semaine a été faite pendant 5 semaines consécutives. Seule la première application a été faite lors de différentes journées sur les vivaces et les annuelles.

Tableau 3 : Dates de réalisation des applications foliaires

Traitements foliaires	Annuelles	Vivaces
1	2012-04-04	2012-04-06
2	2012-04-12	
3	2012-04-20	
4	2012-04-27	
5	2012-05-04	

2.1.8 Dépistage

Six dépistages ont été faits après l'introduction des insectes, soit un avant le premier traitement foliaire, un entre chaque traitement et un après le dernier traitement. Le tableau 4 présente la date de début des dépistages. Deux jours étaient nécessaires pour faire le dénombrement des ravageurs dans toutes les UE.

Tableau 4 : Dates de dépistage

Dépistage	Date
1	2012-04-03
2	2012-04-10
3	2012-04-17
4	2012-04-25
5	2012-05-01
6	2012-05-08

La présence de 5 ravageurs et de 6 espèces végétales à la fois dans le dispositif complexifiait le dépistage. En effet, il n'existe pas une méthode adaptée et rapide pour le dépistage de tous les stades des ravageurs présents. De plus, pour limiter l'interférence des uns sur les autres, les tétranyques, les pucerons et les cochenilles ont été introduits sur des plants différents. Les dépistages ont donc été faits sur 2 ou 3 plants, lorsque les cochenilles étaient présentes, par UE et différentes méthodes ont été utilisées selon le ravageur visé et l'espèce végétale. Le dépistage effectué sur les différentes espèces se détaille comme suit :

Lamium

Plant #1 : observations visuelles de 4 ou 5 feuilles à l'aide d'une loupe 16X pour dénombrer les stades immatures (larves, nymphes) et adultes de tétranyques, de pucerons, de thrips et d'aleurodes.

Plant #2 : Trois frappes du feuillage au-dessus d'une tablette blanche pour dénombrer les stades immatures et adultes de pucerons et de thrips et les aleurodes adultes.

Lysimachia

Plant #1 et 2 : observations visuelles de 3 ou 4 feuilles à l'aide d'une loupe 16X pour dénombrer les stades immatures (larves, nymphes) et adultes de tétranyques, de pucerons, de thrips et d'aleurodes. Il était difficile de faire des frappes pour cette espèce végétale.

Salvia

Plant #1 : observations visuelles de 4 feuilles à l'aide d'une loupe 16X pour dénombrer les stades immatures (larves, nymphes) et adultes de tétranyques, de pucerons, de thrips et d'aleurodes.

Plant #2 : Trois frappes du feuillage au-dessus d'une tablette blanche pour dénombrer les stades immatures et adultes de pucerons et de thrips et les aleurodes adultes.

Dahlia

Plant #1 : observations visuelles de 3 ou 4 feuilles à l'aide d'une loupe 16X pour dénombrer les stades immatures (larves, nymphes) et adultes de tétranyques, de pucerons, de thrips et d'aleurodes.

Plant #2 : Trois frappes du feuillage au-dessus d'une tablette blanche pour dénombrer les stades immatures et adultes de pucerons et de thrips et les aleurodes adultes.

Plant #3 : Observation du plant en entier pour dénombrer les cochenilles

Fuchsia

Plant #1 : observations visuelles de 3 ou 4 feuilles à l'aide d'une loupe 16X pour dénombrer les stades immatures (larves, nymphes) et adultes de tétranyques, de pucerons, de thrips et d'aleurodes.

Plant #2 : Trois frappes du feuillage au-dessus d'une tablette blanche pour dénombrer les stades immatures et adultes de pucerons et de thrips et les aleurodes adultes.

Plant #3 : Observation du plant en entier pour dénombrer les cochenilles

Ipomea

Plant #1 : observations visuelles de 3 ou 4 feuilles à l'aide d'une loupe 16X pour dénombrer les stades immatures (larves, nymphes) et adultes de tétranyques, de pucerons, de thrips et d'aleurodes.

Plant #2 : Trois frappes du feuillage au-dessus d'une tablette blanche pour dénombrer les stades immatures et adultes de pucerons et de thrips et les aleurodes adultes.

Le nombre de feuilles observées a été ajusté selon la densité de feuillage des plants. Puisqu'il était très difficile de faire un dénombrement exact des œufs de tétranyques et d'aleurodes à la loupe le dépistage de ce stade a été abandonné.

2.1.9 Évaluation de la phytotoxicité et autres dommages

À chaque dépistage, l'ensemble des plants était observé pour détecter des dommages s'apparentant à de la phytotoxicité. À la fin de l'expérimentation, le 8 mai, la qualité de 2 plants par unité expérimentale a été évaluée selon une cote de 1 à 5 correspondant au pourcentage du plant présentant des dommages:

- 1= 1 à 5 %
- 2= 6 à 25 %
- 3= 26 à 50 %
- 4= 51 à 75%
- 5= 76 à 100%

Les dommages n'ont pas été évalués indépendamment pour chaque ravageur. La cote attribuée englobe tous les dommages présents.

2.1.10 Évaluation de la croissance des plants

Afin d'évaluer l'effet des produits sur la croissance des plants, la hauteur et la largeur des plants ont été mesurées à la fin du projet. La mesure de hauteur a été prise entre le début de la tige à la surface du substrat et le point végétatif le plus haut. La mesure de largeur a été prise entre les points végétatifs les plus éloignés. Pour *Lysimachia*, la longueur de la plus longue tige a été utilisée comme mesure de croissance, le port de cette espèce ne permettait pas d'évaluer la taille en mesurant la hauteur et la largeur des plants. Pour *Salvia*, puisque la hauteur des plants était très variable à l'intérieur des unités expérimentales, il a été décidé de ne pas prendre cette mesure.

2.1.11 Analyses statistiques

Les analyses statistiques de toutes les données ont été réalisées à l'aide de la procédure 'MIXED' du logiciel SAS. Les différences entre les traitements ($p=0,05$) ont été déterminées à l'aide du test 'LSMEANS' comportant la modification de Tukey.

2.2 Résultats et discussion

2.2.1 Évaluation de l'efficacité du Bio-Ceres par trempage

Seuls des thrips étaient présents sur *Ipomea* à la réception des plantules. Ces dernières ont été trempées avant d'être distribuées dans les unités expérimentales et les populations avant trempage n'ont pas été évaluées. Pour bien mesurer l'effet des traitements de trempage, il aurait été préférable de dénombrer les ravageurs présents par unité expérimentale avant le trempage. Le 8 mars, des thrips, des aleurodes et des pucerons avaient commencé à se disperser dans la serre suite au placement des plants de poinsettia et d'aubergine infestés. Sur l'ensemble des 2 160 plants, seulement 15 pucerons, 7 thrips et 35 aleurodes ont été dénombrés. Le 15 mars les populations de ravageurs étaient toujours très faibles et distribuées de façon non uniforme dans les unités expérimentales. À cette date, les thrips et les pucerons se concentraient principalement sur *Ipomea*. Sur cette espèce, il a été observé que ces deux ravageurs étaient moins abondants dans le traitement de trempage à la concentration de 4g/L

que dans le témoin eau et le traitement de trempage à 1g/L. Toutefois, cette tendance n'est pas appuyée statistiquement.

2.2.2 Évaluation de l'efficacité du Bio-Ceres par application foliaire

Le travail avec du matériel vivant comporte de grandes difficultés. Le présent projet dans lequel cinq ravageurs devaient être établis sur 6 différentes espèces végétales était très ambitieux. Quelques problématiques hors de notre contrôle sont survenues et ont nui au bon déroulement du projet. La multiplication et la dispersion plus rapide des thrips dans la serre ont incité le début des pulvérisations avant que les autres ravageurs ne soient bien établis et distribués uniformément dans l'ensemble des unités expérimentales. En effet, malgré les introductions, les aleurodes, les cochenilles et les pucerons ne se sont pas bien établis et sont demeurés en très petite quantité dans tous les traitements, et ce, pour toute la durée du projet.

Pour les cochenilles, il a été observé que les adultes ne se sont pas multipliés sur les plants où elles ont été introduites. Des masses d'œufs ont été retrouvées sur le rebord des pots et même sous les pots, mais les jeunes larves ne sont pas remontées pour coloniser les plants. Dans cette situation, il n'a pas été possible d'évaluer l'efficacité des différents produits et concentration sur ce ravageur.



Figure 4 : Masse d'œufs de cochenilles en bordure de pot

Pour les aleurodes, nous avons laissé les adultes se disperser d'eux-mêmes dans la serre. Le fait que les œufs soient pondus en masse aléatoirement sur certains plants favorise le regroupement des larves et entraîne une forte variabilité lors de l'échantillonnage. La fréquence de dénombrement nul était très élevée pour ce ravageur. Il faut également mentionner que des parasitoïdes (*Eretmocerus emericus*) provenant probablement des serres voisines se sont introduits dans la serre peu de temps après la mise en place du dispositif. Ils ont donc contribué à maintenir les populations d'insectes basses dans tous les traitements. Pour cette raison, les résultats ne peuvent être interprétés.

Le même problème de parasitisme s'est produit pour les pucerons. Des individus de l'espèce *Aphidius colemani* se sont introduits dans la serre et des pucerons momifiés ont été retrouvés dans tous les traitements. La présence de parasitisme a nui au développement normal des populations. Les résultats obtenus suite aux dépistages ne peuvent donc pas être utilisés pour évaluer l'efficacité des différents traitements insecticides contre ce ravageur. Par contre, ceci permet de constater que le champignon entomopathogène, *B. bassiana*, semble avoir eu peu d'effet néfaste sur les 2 parasitoïdes.

Les tétranyques ne se sont pas bien établis sur toutes les espèces végétales. Sur *Salvia* et *Dahlia*, les densités étaient plus élevées, mais très variables dans un traitement d'une semaine à l'autre. Avec des populations évoluant en dents de scie, il n'est pas possible de déceler une tendance entre les traitements. Les tétranyques se développent en colonies non uniformément distribuées sur un même plant. La grande variabilité du nombre d'individus présents sur les feuilles sélectionnées aléatoirement pour le dépistage peut expliquer en partie les résultats obtenus.

Le thrips était l'insecte le plus abondant sur l'ensemble des espèces végétales. Les analyses statistiques démontrent quelques différences significatives entre le nombre de thrips dépisté dans les différents traitements à différentes dates. Notamment sur *Dahlia*, à partir du dépistage du 17 avril, la population de thrips a tendance à être plus élevée dans le traitement témoin que dans le traitement au Bio-Ceres (Tableau 5). Cette tendance se maintient jusqu'au 1^{er} mai où le nombre de thrips sur les plants traités au Bio-Ceres est significativement inférieur au témoin (eau). Par contre, lors du dernier dépistage, le 8 mai, les thrips ne sont plus les plus abondants dans le témoin, probablement dus à leur déplacement entre les plants.

Tableau 5 : Évolution des populations de thrips sur *Dahlia* selon les différents traitements

Traitement	Date					
	3 avril	10 avril	17 avril	25 avril	1 ^{er} mai	8 mai
1 Témoin négatif T- (eau)	1,8	1,6	1,7	3,8	11,5 a	13,4
2 Témoin positif T+ (BotaniGard) 2.5g/L	3,0	1,4	1,1	3,8	7,7 ab	12,9
3 Bio-Ceres foliaire (1 g/L)	1,8	1,5	1,2	2,3	4,4 bc	15,1
4 Bio-Ceres foliaire (4 g/L)	1,9	1,0	0,7	2,3	5,4 bc	13,6
5 Bio-Ceres en trempage et foliaire (1 g/L)	2,4	0,9	1,0	2,0	2,1 c	16,2
6 Bio-Ceres en trempage et foliaire (4 g/L)	1,5	2,1	0,7	1,4	3,1 bc	11,0
<i>P</i>	ns	ns	ns	ns	0,0036	ns

Les traitements ayant la même lettre ne sont pas significativement différents à $p=0,05$.

Sur *Lysimachia*, les thrips étaient plus abondants dans le témoin le 25 avril et le 1^{er} mai, mais dans ce cas également, cette tendance n'est pas maintenue en fin d'expérience (Tableau 6).

Tableau 6 : Évolution des populations de thrips sur *Lysimachia* selon les différents traitements

Traitement	Date					
	3 avril	10 avril	17 avril	25 avril	1 ^{er} mai	8 mai
1 Témoin négatif T- (eau)	0,3	0,3	0,8	2,3 a	0,8	0,2 ab
2 Témoin positif T+ (Botanigard) 2.5g/L	0,3	0,4	1,0	1,4 b	0,7	0,4 a
3 Bio-Ceres foliaire (2 g/L)	0,3	0,5	1,3	1,4 b	0,4	0,02 c
4 Bio-Ceres foliaire (4 g/L)	0,2	0,2	0,9	1,3 b	0,4	0,2 ab
5 Bio-Ceres en trempage et foliaire (2 g/L)	0,4	0,3	0,9	1,5 b	0,6	0,1 bc
6 Bio-Ceres en trempage et foliaire (4 g/L)	0,4	0,2	0,8	0,1 b	0,4	0,1 bc
<i>P</i>	ns	ns	ns	0,0805	ns	0,0077

Les traitements ayant la même lettre ne sont pas significativement différents à $p=0,05$.

Par contre, sur *Lamium* le 17 avril, il est noté que les thrips sont significativement plus abondants dans le traitement 5 et moins abondants dans le traitement 3 (Tableau 7). Pourtant, les plants de ces traitements ont été pulvérisés avec la même solution à la même concentration. Seul le trempage effectué en début de projet diffère entre ces traitements.

Tableau 7 : Évolutions des populations de thrips sur *Lamium* selon les différents traitements

Traitement	Date					
	3 avril	10 avril	17 avril	25 avril	1 ^{er} mai	8 mai
1 Témoin négatif T- (eau)	4,0	8,9	11,8	18,7 ab	22,5 ab	23,0
2 Témoin positif T+ (Botanigard) 2.5g/L	3,8	7,5	12,1	19,1 ab	26,5 a	26,5
3 Bio-Ceres foliaire (2 g/L)	3,1	6,1	9,9	10,7 c	22,2 ab	22,0
4 Bio-Ceres foliaire (4 g/L)	2,7	6,7	11,2	17,1 abc	19,4 ab	31,7
5 Bio-Ceres en trempage et foliaire (2 g/L)	3,5	8,2	13,9	21,4 a	29 a	31,9
6 Bio-Ceres en trempage et foliaire (4 g/L)	2,5	7,0	8,3	14,1 bc	13,9 b	21,2
<i>P</i>	ns	ns	ns	0,0799	0,072	ns

Les traitements ayant la même lettre ne sont pas significativement différents à $p=0,05$.

Le manque de constance des populations présentes dans un traitement d'une semaine à l'autre et entre les espèces végétales indique que des facteurs autres que l'efficacité des deux insecticides biologiques utilisés influencent les résultats obtenus. Dans le cas des thrips, l'explication la plus plausible est la trop grande proximité des UE recevant les différents traitements. Le dispositif avait été prévu pour 2 serres, mais puisqu'une seule était disponible les zones tampons entre les UE ont beaucoup été réduites. Suite au placement de 6 plants

d'aubergines, ce ravageur s'est répandu dans l'ensemble de la serre sans que de grands efforts d'introduction soient nécessaires. Cet insecte volant a certainement continué à se déplacer entre les UE tout au long du projet.

La température et l'humidité dans la serre étaient favorables au développement du champignon. La température minimale, maximale et moyenne quotidienne est présentée dans l'annexe 1. L'humidité relative minimale, maximale et moyenne quotidienne est présentée dans l'annexe 2.

2.2.3 Évaluation de la phytotoxicité et autres dommages

Aucun dommage associé à de la phytotoxicité n'a été observé suite au trempage des plantules dans la solution de Bio-Ceres ou à l'application foliaire de ce produit. Il en est de même pour le produit BotaniGard. Par contre, les deux produits tachaient le feuillage en laissant un film blanc à la surface. Toutefois, ces taches s'estompaient avec les arrosages.

Les analyses statistiques ne démontrent pas de différences significatives entre la qualité des plants en fonction des différents traitements pour *Ipomea*, *Lamium* et *Salvia*. La moyenne de cote pour ces trois espèces était respectivement de 4,44, 1,9 et 1,6. Ceci indique que pour *Ipomea* entre 50 et 75 % des feuilles avaient des dommages dus aux ravageurs et pour *Lamium* et *Salvia* entre 6 et 25 %. Pour *Fuchsia*, les analyses démontrent que les plants dans les traitements 3, 4 et 6 étaient de qualité supérieure à ceux du traitement 1 (Tableau 8). Tandis que pour *Dahlia*, les analyses démontrent que les plants dans les traitements 1 et 3 étaient de qualité supérieure à ceux du traitement 5 (Tableau 8). Pour ces deux espèces, moins de 50 % des avaient des dommages.

Tableau 8 : Qualité des plants de *Dahlia* et de *Fuchsia* selon les différents traitements

Traitement	<i>Fuchsia</i>	<i>Dahlia</i>
1 Témoin négatif T- (eau)	2,0 a	1,8 b
2 Témoin positif T+ (Botanigard) 2.5g/L	1,8 ab	2,3 ab
3 Bio-Ceres foliaire	1,5 b	1,9 b
4 Bio-Ceres foliaire	1,4 b	2,2 ab
5 Bio-Ceres en trempage et foliaire	1,6 ab	2,6 a
6 Bio-Ceres en trempage et foliaire	1,4 b	2,5 ab
<i>P</i>	0,0027	0,0069

Il n'est pas possible pour le moment d'expliquer pourquoi la qualité des plants de *Dahlia* est supérieure dans le témoin négatif (eau). Le thrips, le ravageur le plus abondant, qui a causé le plus de dommages étaient pourtant plus abondant dans ce traitement pendant 3 semaines consécutives.

Pour *Lysimachia*, la présence du virus INSV a rendu impossible l'évaluation des dommages associés aux ravageurs.

2.2.4 Évaluation de la croissance des plants

Les applications de Bio-Ceres et de BotaniGard n'ont pas affecté la croissance des plants; les analyses statistiques n'ont pas démontré que les plants dans les différents traitements étaient de taille significativement différente, et ce, pour toutes les espèces. À la fin du projet, la hauteur et la largeur moyenne des plants étaient respectivement de 10,8 cm et 45,1 cm pour *Lamium*, 14,1 cm et 27,4 cm pour *Dahlia*, 10,7cm et 33,8 cm pour *Ipomea*, et 12,8 cm et 37,5 cm pour *Fuchsia*. Pour *Salvia*, la largeur moyenne des plants était de 24,2 cm et finalement pour *Lysimachia*, la longueur moyenne des tiges était de 37,6 cm.

3 Évaluation de la toxicité de Bio-Ceres sur les auxiliaires

3.1 Toxicité directe sur les acariens prédateurs *Amblyseius californicus* et *Phytoseiulus persimilis*

3.1.1 Matériel et méthodes

L'effet de *Beauveria bassiana* (souche ANT-03) a été testé sur deux espèces d'acariens bénéfiques, soit *Amblyseius californicus* et *Phytoseiulus persimilis* fournis par Plant Products Co. (Brampton, ON). La toxicité de *B. bassiana* a été évaluée en utilisant 4 concentrations différentes de conidies en suspension dans l'eau: 1×10^7 , 2×10^7 , 4×10^7 , and 8×10^7 conidies/ml. Un traitement à l'eau distillée a servi de témoin. L'expérimentation a été effectuée dans des boîtes de Pétri (de 9 cm de diamètre). Afin de maintenir une aération suffisante, une ouverture de 1 cm de diamètre a été pratiquée dans la partie supérieure de chaque boîte et recouverte d'un filet très fin. Pour éviter que les acariens ne s'échappent, les bords intérieurs de la boîte de Pétri ont été enduits de vaseline. Dans chacune des boîtes, une feuille de haricot saine sur laquelle se trouvaient environ 20 tétranyques à deux points (des proies pour *A. californicus* et *P. persimilis*) a été placée sur une ouate humide. À l'aide d'un pinceau fin, 10 *A. californicus* et *P. persimilis* ont été introduits séparément dans chaque boîte. Pour chacune des 4 concentrations de *B. bassiana*, 3 répétitions (3 boîtes de Pétri) ont été utilisées. Au moyen d'un minipulvérisateur de 100 ml, les acariens prédateurs ont été vaporisés avec des spores de *B. bassiana* en suspension, en recouvrant la surface adaxiale totale des feuilles de haricot. Les boîtes de Pétri ont été scellées avec du Parafilm pour empêcher l'évasion d'acariens. Elles ont ensuite été placées dans une chambre de croissance (Convirox E-15) à 24 C, à 70 % HR et sous une photopériode de 16 heures. Le taux de mortalité des acariens a été évalué sous un microscope optique 24, 48, 72 et 96 h après la pulvérisation. Lorsque nécessaire, la ouate était mouillée à nouveau et des tétranyques à deux points étaient ajoutés dans la boîte de Pétri afin d'offrir une alimentation suffisante aux acariens prédateurs.

Le calcul de la DL_{50} de *B. bassiana* pour *A. californicus* et *P. persimilis* a été réalisé en utilisant la méthode d'analyse des probits (Finney, 1971). Les résultats ont été évalués en se servant de la formule d'Abbott qui permet d'obtenir les valeurs corrigées de la mortalité en fonction des échantillons traités et celle du témoin (non traité ou à l'eau distillée dans le cas présent).

Mortalité corrigée (%) = $(M_{\text{test}} - M_{\text{témoin}}) / (100 - M_{\text{témoin}}) \times 100$, où,

M_{test} = mortalité des échantillons du groupe test après le traitement;

$M_{\text{témoin}}$ = mortalité du groupe témoin.

3.1.2 Résultats

La mortalité de *A. californicus* (Tableau 9) et de *P. persimilis* (Tableau 10) était dépendante de la concentration de *B. bassiana*. La DL_{50} de *B. bassiana* pour *A. californicus* était de 1×10^7 conidies/ml alors que pour *P. persimilis*, elle était de $3,2 \times 10^7$ conidies/ml. *Phytoseiulus persimilis* s'est donc avéré moins vulnérable à *B. bassiana* que *A. californicus*. À la dose d'application recommandée de 1g/L de Bio-Ceres (i.e. 1×10^7 conidies/ml), la mortalité a atteint 67 % dans le cas de *A. californicus* et moins de 20% dans celui de *P. persimilis*.

Tableau 9 : Effet de différentes concentrations de *B. bassiana* sur la mortalité d'*A. californicus*

Concentration de <i>B. bassiana</i> (Conc)	Mortalité moyenne (%), valeurs corrigées sur le témoin, n=30		
	24h	48h	72h
1x10 ⁷	44	54	67
2x10 ⁷	47	67	83
4x10 ⁷	40	63	78
8x10 ⁷	37	88	83
Probit=-2.260+1.043*Log₁₀Conc	R²=0.749		DL₅₀ (48h)=1x10⁷ sp/ml

R² = coefficient de détermination

Tableau 10 : Effet de différentes concentrations de *B. bassiana* sur la mortalité de *P. persimilis*

Concentration de <i>B. bassiana</i> (Conc)	Mortalité moyenne (%), valeurs corrigées sur le témoin, n=30		
	24h	48h	72h
1x10 ⁷	0	11	20
2x10 ⁷	38	44	67
4x10 ⁷	42	56	67
8x10 ⁷	75	78	73
Probit=-10.760+2.100*Log₁₀Conc	R²=0.946		DL₅₀ (48h)=3.2x10⁷ sp/ml

R² = coefficient de détermination

3.2 Persistance du pouvoir infectieux de la souche indigène de *Beauveria bassiana*

3.2.1 Matériel et méthodes

La persistance du pouvoir infectieux de *Beauveria bassiana* (Souche ANT-03) a été testée sur deux espèces d'acariens prédateurs, *Amblyseius californicus* et *Phytoseiulus persimilis*, provenant de chez Plant Products Co. (Brampton, ON). Les tests ont été effectués 0, 24 et 72 h après la pulvérisation des conidies en suspension (4x10⁷ conidies/ml) avec comme témoin de l'eau distillée. L'expérimentation a été effectuée dans des boîtes de Pétri (de 9 cm de diamètre). Afin de maintenir une aération suffisante, une ouverture de 1 cm de diamètre a été pratiquée dans la partie supérieure de chaque boîte et recouverte d'un filet très fin. Pour éviter que les acariens ne s'échappent, les bords intérieurs de la boîte de Pétri ont été enduits de vaseline. Dans chacune des boîtes, une feuille de haricot saine sur laquelle se trouvaient environ 20 tétranyques à deux points (des proies pour *A. californicus* et *P. persimilis*) a été placée sur une ouate humide. Avec un minipulvérisateur, la suspension de *B. bassiana* a été ensuite vaporisée dans les boîtes de Pétri et sur les feuilles de haricots en veillant à ce que la surface foliaire adaxiale soit complètement couverte. À l'aide d'un pinceau fin, 10 *A. californicus* et *P. persimilis* ont été introduits séparément dans chaque boîte de Pétri 0, 24 et 72 h après que le produit pulvérisé ait séché. Les boîtes ont été scellées avec du Parafilm pour empêcher l'évasion d'acariens. Elles ont ensuite été placées dans une chambre de croissance (Convicon E-15) à 24 C, à 70 % HR et sous une photopériode de 16 h de lumière. Le taux de mortalité des acariens bénéfiques a été évalué sous un microscope optique 48 h après la pulvérisation.

Lorsque nécessaire, la ouate était mouillée à nouveau et des tétranyques à deux points étaient ajoutés dans la boîte de Pétri afin d'offrir une alimentation suffisante aux acariens prédateurs.

3.2.2 Résultats

Un temps d'attente de 72 h entre l'application de *B. bassiana* et l'introduction de *A. californicus* a donné lieu à une mortalité deux fois moindre, passant de 51,7% à 27,6% (Tableau 11). Une mortalité de 18,1 % a été observée quand *P. persimilis* était introduit tout de suite après que le produit pulvérisé ait séché. Finalement, un délai de 24 h -72 h entre l'application de *B. bassiana* et l'introduction d'acariens a mené à une mortalité de 11,1%.

Tableau 11 : Persistance du pouvoir infectieux de *B. bassiana* sur *A. californicus* et *P. persimilis*

Heures après le traitement	Mortalité moyenne (%), valeurs corrigées sur le témoin, n=30	
	<i>A. californicus</i>	<i>P. persimilis</i>
0	51.7	18.6
24	51.7	11.1
72	27.6	11.1

3.2.3 Discussion

Habituellement, les tests de toxicité menés en laboratoire entraînent un niveau de mortalité significativement supérieur qu'en conditions réelles en champ ou en serre alors que les facteurs abiotiques conjugués réduisent à la fois la viabilité et la virulence des organismes fongiques. Les principales limites des expériences réalisées en laboratoire sont les suivantes :

- A) La ventilation restreinte dans les boîtes de Pétri facilite la survie du produit;
- B) D'importants facteurs limitatifs tels que le rayonnement solaire et les variations de la température ambiante sont absents en conditions de laboratoire.

À titre d'exemple, le produit Naturalis-O (*B. bassiana*, souche JW-1, 2.3×10^7 sp/ml), en serre, a résulté en un taux d'infection moyen de *P. persimilis* de 7,9 % (Ludwig and Oetting 2001). Au même moment, l'application de Naturalis-O en laboratoire a mené à une mortalité de 100 % des acariens placés sur des feuilles végétales humides et de 42 % lorsque placés sur des feuilles sèches. (Ludwig and Oetting 2001). Les auteurs ont conclu que Naturalis-O aura probablement un effet minime sur la population d'acariens bénéfiques en serre.

La présente étude doit être perçue comme une indication préliminaire de la faible sensibilité de *A. californicus* et de *P. persimilis* aux conidies de *B. bassiana* (souche ANT-03). Des essais plus poussés en laboratoire ou en serre devront être menés afin de confirmer ces observations.

4 Diffusion des résultats

Activités prévues de l'ANNEXE A	Activités réalisées	Description (thème, titre, endroit, etc.)	Date de réalisation	Nombre de personnes rejointes	Visibilité accordée au PCAA (logo, mention)
Annnonce du projet et brève description après l'acceptation		Les Nouvelles de l'IQDHO, l'InfoFIHOQ (Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec), Brèves de Québec Vert	Non réalisée		
Article technique destiné aux producteurs et intervenants du milieu résumant le projet dans une revue spécialisée		Article de vulgarisation dans la revue spécialisée Québec vert	À venir	6000 copies par parution, Lectorat estimé à 12000	Ajout de la mention : La réalisation de ce projet a été rendue possible grâce au financement du CDAQ et d'AAC dans le cadre du programme PCAA
Compte rendu à la fin du projet		Les Nouvelles de l'IQDHO et l'InfoFIHOQ	À venir	Nouvelles de l'IQDHO – 300 InfoFIHOQ - 2000	Ajout de la mention : La réalisation de ce projet a été rendue possible grâce au financement du CDAQ et d'AAC dans le cadre du programme PCAA
Présentation des résultats du projet dans le cadre d'une des journées techniques de l'IQDHO		Journée des producteurs en lutte biologique	Non réalisée;		

Activités prévues de l'ANNEXE A	Activités réalisées	Description (thème, titre, endroit, etc.)	Date de réalisation	Nombre de personnes rejointes	Visibilité accordée au PCAA (logo, mention)
La diffusion sommaire des résultats se fera aussi via le réseau d'avertissements phytosanitaires en serre qui est déposé sur Agri Réseau			À venir	1 155 abonnés au RAP-Serres Agri-Réseau : Membres secteur horticulture ornementale serre : 1 160	Ajout de la mention : La réalisation de ce projet a été rendue possible grâce au financement du CDAQ et d'AAC dans le cadre du programme PCAA
La diffusion des résultats se fera via les services-conseils techniques de l'IQDHO			En continu	110 membres et clients serres et club agro	Mention verbale du financement AAC, CDAQ PCAA
Rédaction d'un article scientifique et publication dans une revue avec révision par les pairs		Journal of Integrated Pest Management (publié par Entomological Society of America)	Non réalisée Les résultats obtenus sont insuffisants pour être publiés dans une revue scientifique		

5 Conclusion

Le présent projet a permis qu'acquérir des connaissances sur l'insecticide biologique Bio-Ceres développé à base d'une souche indigène de *B. bassiana* par Anatis Bioprotection. Aucune des trois espèces d'annuelles et de vivaces n'a montré de dommages liés à de la phytotoxicité ou de retard de croissance suite aux traitements de trempage et aux applications foliaires réalisés aux différentes doses.

Les essais menés en laboratoire pour mesurer la sensibilité des acariens prédateurs *N. californicus* et *P. persimilis* ont conduit à des résultats intéressants. Il a été observé que *P. persimilis* est moins sensible que *A. californicus*. À la plus faible dose recommandée (1 g/L), la mortalité de *P. persimilis* était inférieure à 20 %, ce qui fait de Bio-Ceres un produit faiblement toxique pour ce prédateur. Pour cette même dose, la mortalité de *A. californicus* était trois fois plus élevée. Habituellement, les tests de toxicité menés en laboratoire entraînent un niveau de mortalité significativement supérieur qu'en conditions réelles en champ ou en serre. Des essais supplémentaires doivent être réalisés pour le confirmer, mais les résultats sont prometteurs pour que Bio-Ceres puisse être utilisé en combinaison avec les deux acariens prédateurs de tétranyques.

Des essais supplémentaires sont également nécessaires pour déterminer les doses optimales de Bio-Ceres et la méthode à utiliser pour lutter contre les principaux ravageurs en serre. Tel que mentionné précédemment, plusieurs problématiques en lien avec l'introduction, l'établissement et le déplacement des insectes ont nui à la réalisation du projet et à l'atteinte de certains objectifs.

Les recommandations découlant de ce projet visent la réalisation en soi du projet sur l'efficacité du Bio-Ceres. Les exigences de l'ARLA pour l'homologation du produit sur l'ensemble des vivaces et des annuelles, l'impossibilité d'utiliser 2 serres ou d'effectuer les essais sur 2 années a mené à un dispositif et un projet trop ambitieux où il était difficile de contrôler les variations externes aux traitements. Les essais devraient être repris en mettant en place de grandes zones tampons ou des barrières physiques pour limiter la migration des ravageurs entre les unités expérimentales. Il serait également préférable d'évaluer l'efficacité du produit sur un seul ravageur à la fois et sur un plus grand nombre de plants par unité expérimentale. Ceci favoriserait l'établissement du ravageur avant le début des pulvérisations et la diminution de la variabilité associée à l'échantillonnage.

Anatis Bioprotection et l'IQDHO désirent poursuivre leur collaboration afin d'atteindre les objectifs auxquels le présent projet n'a pas permis de répondre. Ceci permettrait à moyen terme de rendre disponible une nouvelle souche de *Beauveria bassiana* indigène efficace pour lutter contre les principaux ravageurs présents en serre ornementale, ne causant pas de phytotoxicité et compatible avec les auxiliaires utilisés.

6 Sommaire des accomplissements du projet

En horticulture ornementale, le seuil de tolérance pour les dommages causés par les organismes nuisibles est bas étant donné la qualité esthétique élevée du produit. En plus des préoccupations des consommateurs face à l'utilisation des pesticides de synthèse, des répercussions que ces derniers peuvent avoir sur la santé et l'environnement, le risque de développement de résistance des ravageurs est de plus en plus une réalité, ce qui accroît l'intérêt des producteurs à adopter des méthodes de lutte biologique. Dans la production de plantes ornementales en serre, considérant la grande diversité des cultures et des ravageurs qui y sont associés, il est difficile d'obtenir une méthode de lutte permettant de couvrir l'ensemble des problématiques retrouvées dans la serre. La mise en marché d'une nouvelle souche de *Beauveria bassiana* indigène efficace pour lutter contre les principaux ravageurs présents en serre ornementale, ne causant pas de phytotoxicité et compatible avec les auxiliaires utilisés en serre serait un atout pour les producteurs. C'est avec cet objectif que le présent projet a été mis de l'avant.

Afin de recueillir les informations nécessaires pour l'homologation d'un nouvel insecticide biologique (Bio-Ceres) développé par Anatis Bioprotection à base d'une souche indigène de *B. bassiana* pour l'ensemble des plantes annuelles et vivaces produites en serre, un essai d'efficacité du produit a été réalisé par l'IQDHO dans une serre FCI de l'ITA campus de Saint-Hyacinthe. L'efficacité du produit selon 2 modes d'application (trempage et foliaire) et 3 concentrations (1 g/L, 2 g/L et 4 g/L) a été évalué sur 3 espèces d'annuelles et 3 espèces de vivaces pour la répression de 5 ravageurs : tétranyques, pucerons, thrips, aleurodes et cochenilles. Anatis Bioprotection a effectué des tests de laboratoire pour évaluer la toxicité de cette souche sur deux prédateurs utilisés en serre : *Neoseiulus californicus* et *Phytoseiulus persimilis*.

Les résultats montrent que Bio-Ceres n'a causé aucune phytotoxicité et n'a pas affecté la croissance des plantes. Des résultats contraires limiteraient l'adoption de ce produit par les producteurs.

Différentes problématiques sont survenues au cours de la réalisation de ce projet : difficulté d'établissement des ravageurs, introduction inattendue d'un parasitoïde de pucerons et d'aleurodes dans la serre, zone tampon insuffisante pour limiter la migration des ravageurs volants du témoin négatif (eau) vers les autres traitements. Dans le présent projet, le BotaniGard WP, utilisé comme témoin positif, n'a pas eu d'effet répressif sur les cinq ravageurs ciblés. L'efficacité de cet insecticide biologique a pourtant déjà été démontrée. Des facteurs autres que l'efficacité des produits ont influencé les résultats. Des essais supplémentaires sont nécessaires pour déterminer les doses optimales de Bio-Ceres et la méthode à utiliser pour lutter contre les principaux ravageurs en serre. L'efficacité du Bio-Ceres a déjà été démontrée dans la production de légumes de serre. Anatis Bioprotection et l'IQDHO désirent poursuivre les démarches pour rendre disponible un nouveau produit aux producteurs québécois. Les résultats préliminaires obtenus en laboratoire démontrent que le nouveau produit est faiblement toxique pour les acariens prédateurs ciblés dans l'étude.

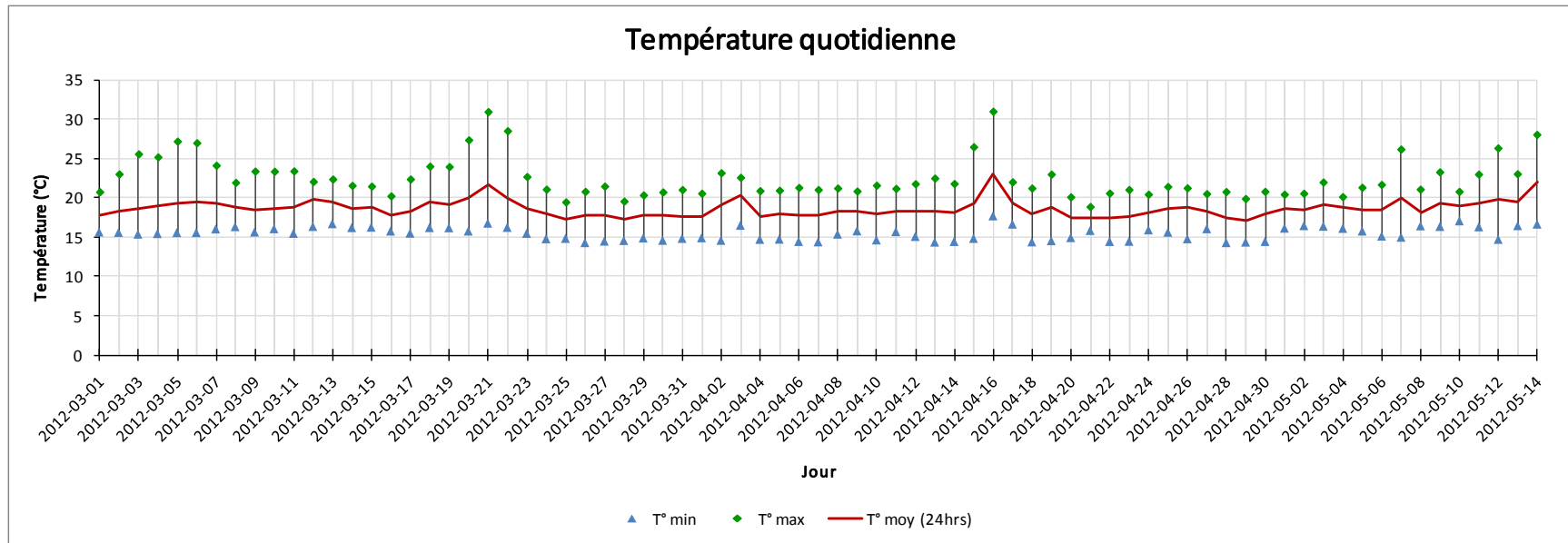
Références

Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.

Finney, D.J. (1971) Probit Analysis. 3rd Edition. Cambridge University Press, NY , 333 pp.

Ludvig, W.L. and R.D. Oetting (2001) Susceptibility to natural enemies to infection by *Beauveria bassiana*. Journal of Agricultural and Urban Entomology 18: 169-178.

Annexe 1 : Température quotidienne



Annexe 2 : Humidité relative quotidienne

