

Évaluation de l'efficacité de cinq biopesticides contre *Botrytis cinerea* dans la fraise

PROJET # PHYD 1-13-08

DURÉE DU PROJET : MAI 2013 / FÉVRIER 2015

RAPPORT FINAL

Réalisé par :
Catherine Thireau, agr.
Marianne Lefebvre, B.sc
Anne-Marie Fortier, M.sc.

DATE : Février 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 cinq biopesticides contre *Botrytis cinerea* dans la fraise

NUMÉRO DU PROJET : PHYD 1-13-08

RÉSUMÉ DU PROJET

La moisissure grise (*Botrytis cinerea*) est une problématique importante dans la culture de la fraise. Ce champignon aérien cause des dommages importants du début à la fin de la saison de croissance, que ce soit dans la fraise d'été ou la fraise à jour neutre. Les producteurs de fraises sont de plus en plus intéressés à recourir à de nouvelles alternatives biologiques. Le développement de nouvelles matières actives, combiné à l'adoption de pratiques culturales préventives, sont essentiels à l'avancement dans la lutte contre la moisissure grise et ce, tant en production conventionnelle que biologique. Au cours de ce projet, cinq biofongicides ont été mis à l'essai contre la moisissure grise dans une fraisière en rangs nattés de deuxième année de production.

Un seul biofongicide, le Milstop (bicarbonate de potassium), a été identifié comme efficace pour le contrôle de la moisissure grise dans la fraise conventionnelle, mais seulement lors de la première saison de l'essai. Aucun produit n'a présenté de diminution de l'incidence de la moisissure grise par rapport au témoin lors de la seconde année.

Les résultats mettent cependant en lumière un fait intéressant, bien que la différence avec le témoin non traité ne soit pas significative : l'efficacité de tous les biofongicides testés est équivalente à celle des fongicides chimiques couramment utilisés.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif principal de ce projet était de déterminer l'efficacité de cinq biofongicides pour lutter contre la moisissure grise (*Botrytis cinerea*) dans la fraise d'été. Certains biofongicides à l'essai peuvent également avoir un effet sur le blanc du fraisier (*Podosphaera aphanis*), et cet aspect a été pris en compte lors des évaluations de l'incidence du botrytis. Une évaluation de la phytotoxicité des produits a également été réalisée lors de chaque évaluation post-traitement et lors des récoltes.

L'essai a été réalisé en Montérégie-Est, au sein d'une entreprise avec un fort historique de moisissure grise. La première année, le site expérimental a été installé dans une fraisière en rangs nattés de variété Jewel de deuxième année de production. Puisque les fraisières ne sont pas conservées plus de deux années de production, le site a été déplacé lors de la seconde année dans un champ voisin identique au premier (variété Jewel, deuxième année de production).

Les traitements suivants ont été comparés :

- (1) Témoin non traité;
- (2) Traitement conventionnel :

- Bravo 500 (chlorothaliniol), 3.5 L/ha au printemps (stade 1^{ère} et 2^e feuilles déployées), puis Supra Captan 80 (captane) à 4.25 kg/ha (stade pleine floraison), puis Cantus WDG (boscalide) à 0.56 kg/ha et Switch 62.5 WG (cyprodinile + fludioxonil) à 0.975 kg/ha, en alternance aux 7 à 10 jours;
- (3) Milstop (bicarbonate de potassium) : 5.6 kg/ha aux 7 à 10 jours;
 - (4) Regalia Maxx (extrait de *Reynoutria sachalinensis*): 0,25% v/v aux 7 à 10 jours;
 - (5) Storox (peroxyde d'hydrogène): 100 ml dans 10 L d'eau aux 7 à 10 jours;
 - (6) Botector (*Aureobasidium pullulans* DSM 14940 et DSM 14941): 0.7 kg/ha aux 7 à 10 jours;
 - (7) AEF-1301 (extrait d'huile de pin) : 2,5 L/ha aux 7 à 10 jours;
 - (8) AEF-1315 (*Clonostachys rosae*) : 500g/ha aux 7 à 10 jours (saison 2014 seulement)

Le produit AEF-1315, à base de *Clonostachys rosae*, initialement prévu dans la liste des traitements n'a pu être testé en 2013, car la compagnie titulaire n'a pu obtenir le permis de recherche avant le début des applications. Il a été substitué par le produit AEF-1301 (extrait d'huile de pin). En 2014, le produit AEF-1315 a été ajouté au dispositif expérimental.

En 2013, le dispositif expérimental comprenait donc 7 traitements et 4 répétitions pour un total de 28 parcelles. En 2014, l'essai comptait 8 traitements répétés quatre fois, pour un total de 32 parcelles. Les parcelles ont été disposées les unes à la suite des autres, selon un plan en blocs complets aléatoires. Les parcelles mesuraient 4 rangs de large par 4 mètres de long, et une zone tampon d'un mètre a été respectée entre chaque parcelle. Toutes les données d'évaluations ont été prises sur les 2 rangs du centre de chaque parcelle, sur une distance de 2 mètres.

En 2013, sept applications ont été faites pour les traitements 2 à 7. En 2014, il y a eu cinq applications pour les traitements 2 à 7 et quatre pour le traitement 8 puisque le produit était non disponible tôt en saison (ANNEXE 1). Les applications ont débuté au début de la floraison et se sont répétées aux 7 à 10 jours, selon les conditions météorologiques. Toutes les applications ont été faites à une pression de 35 psi et un volume d'application de 1000 L/ha, à l'aide de buses de type TJ60-11005.

En 2013, une évaluation a été faite le 30 mai afin de quantifier les pertes encourues suite à une période de gel survenue pendant la floraison. Pour les deux années du projet, l'incidence du botrytis a quant à elle été évaluée 3 jours après chaque application à partir du stade 10% fruits verts. À chaque évaluation, dix hampes florales ont été sélectionnées au hasard sur chacun des deux rangs au centre de chaque parcelle. Le nombre total de fruits verts et de fruits rouges ont été notés pour chaque parcelle, ainsi que le nombre de fruits affectés par la moisissure grise. À la fin de l'essai, toutes les fraises ont été récoltées sur une distance d'un mètre linéaire sur les deux rangs du centre. Les rendements cumulatifs total et commercialisable en tonnes par hectare ont été calculés, ainsi que le pourcentage de fruits atteints de botrytis.

Les analyses statistiques ont été faites à l'aide du logiciel XLStat. Les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) afin de déterminer la présence de différences significatives entre les traitements et les moyennes ont ensuite été comparées avec le test de comparaisons multiples de Tukey. L'homogénéité des variances a été vérifiée à l'aide du test de Bartlett.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Au cours des deux saisons de l'étude, les conditions météorologiques ont été propices au développement de la maladie. Selon les données d'environnement Canada, les précipitations totales au mois de juin étaient très similaires (2013 : 152 mm et 2014 : 166 mm) mais il y a eu plus d'épisodes de fortes ondées (plus de 20mm) en 2014. Aussi, très peu de fruits affectés en pré-récolte ont été évalués lors de la première saison, alors que le pourcentage de fruits affectés lors de la deuxième saison était très élevé. Lors de la récolte, le pourcentage de fruits affectés était similaire pour les deux années de l'étude.

Saison 2013

Lors de l'évaluation du 30 mai, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements pour le nombre total de fleurs ($p=0,398$) et le pourcentage de fleurs affectées par le gel ($p=0,917$), donc les données ne sont pas présentées. En moyenne, 7,6% des fleurs ont été affectées dans chacune des parcelles.

Lors des différentes évaluations post-traitements, peu de fruits avec symptômes de botrytis ont été notés et les résultats ne démontrent aucune différence significative entre les traitements (tableau 1). Ce n'est qu'à l'évaluation du 8 juillet (réalisée après le début des récoltes) que le pourcentage de fruits affectés est plus élevé, comparativement aux autres dates d'évaluations. Aucune différence entre les traitements n'a été observée non plus pour le nombre de fruits verts et le nombre de fruits rouges donc les données ne sont pas présentées.

Tableau 1 : Pourcentage moyen de fruits affectés par le botrytis en fonction des dates d'évaluation, pour chacun des traitements (\pm erreur-type)*, saison 2013.

TRT	6 juin 2013 Évaluation 1	13 juin 2013 Évaluation 2	16 juin 2013 Évaluation 3	24 juin 2013 Évaluation 4	8 juillet 2013 Évaluation 5
1	1.0 \pm 0.4 a	1.4 \pm 0.6 a	0.2 \pm 0.2 a	0.2 \pm 0.2 a	3.1 \pm 1.6 a
2	1.3 \pm 0.8 a	0.8 \pm 0.5 a	0.0 \pm 0.0 a	0.5 \pm 0.4 a	1.8 \pm 1.8 a
3	0.0 \pm 0.0 a	1.3 \pm 0.8 a	0.0 \pm 0.0 a	0.2 \pm 0.2 a	2.6 \pm 0.9 a
4	0.0 \pm 0.0 a	0.4 \pm 0.4 a	0.0 \pm 0.0 a	0.2 \pm 0.2 a	2.1 \pm 1.1 a
5	0.3 \pm 0.3 a	1.6 \pm 1.3 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	2.3 \pm 1.0 a
6	0.00 \pm 0.00 a	0.8 \pm 0.6 a	0.0 \pm 0.0 a	0.2 \pm 0.2 a	5.1 \pm 2.1 a
7	0.4 \pm 0.4 a	1.3 \pm 0.4 a	0.2 \pm 0.2 a	0.2 \pm 0.2 a	5.3 \pm 1.8 a
	$p=0,155$	$p=0,796$	$p=0,455$	$p=0,761$	$p=0,522$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0.05$, test de Tukey)

Aucune différence significative n'a été décelée entre les traitements pour le rendement vendable ($p=0,219$; tableau 2) en tonnes par hectare. Les rendements obtenus dans le cadre de ce projet étaient représentatifs, et même supérieurs au rendement moyen publié par le CRAAQ (moyenne 2003 à 2011 : 7.2 t/ha pour la région de St-Hyacinthe).

Concernant le pourcentage de fruits atteints de moisissure grise, un des biofongicides à l'étude montre des résultats significativement différents ($p=0,012$) du témoin non traité (tableau 2). Il s'agit du Milstop, déjà homologué contre *Botrytis cinerea* dans la fraise aux États-Unis. Les résultats mettent également en lumière un fait intéressant, bien que la différence avec le témoin non traité ne soit pas significative : l'efficacité de tous les autres biofongicides testés (T4 à T7) est équivalente à celle des fongicides chimiques couramment utilisés (T2).

Tableau 2 : Pourcentage de fruits affectés par le botrytis à la récolte et rendement vendable en tonnes par hectare pour chacun des traitements (\pm erreur-type)*, saison 2013.

TRT	Pourcentage de fruits affectés	Rendement vendable (t/ha)
Témoin non traité (T1)	11.3 \pm 3.1 b	7.9 \pm 0.7 a
Témoin conventionnel (T2)	8.7 \pm 1.1 ab	11.2 \pm 1.5 a
Milstop (T3)	2.2 \pm 0.6 a	9.3 \pm 1.4 a
Regalia Maxx (T4)	4.5 \pm 0.5 ab	10.5 \pm 1.8 a
Storox (T5)	6.7 \pm 1.7 ab	10.0 \pm 0.7 a
Botector (T6)	6.8 \pm 1.1 ab	13.0 \pm 1.5 a
AEF-1301 (T7)	6.3 \pm 1.0 ab	10.0 \pm 2.2 a
	$p=0,012$	$p=0,219$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0.05$, test de Tukey)

Aucune phytotoxicité n'a été observée lors des évaluations post-traitement et lors des différentes évaluations à la récolte. Aucun symptôme de blanc du fraisier n'a été observé non plus sur le feuillage lors des évaluations. La région où se déroulait le projet n'est pas reconnue pour avoir une problématique en ce sens.

Saison 2014

La saison 2014 a été marquée par une forte pression de la moisissure grise. Aucun symptôme sur fruits n'a été remarqué lors de la première évaluation. Toutefois, une semaine plus tard, le pourcentage de fruits affectés par *B. cinerea* pouvait atteindre plus de 25%. Pour l'ensemble des dates d'évaluation, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements en ce qui a trait au nombre total de fruits par parcelle; ces données ne sont donc pas présentées ici. De même, aucun traitement ne s'est démarqué en ce qui concerne le pourcentage de fruits affectés par *B. cinerea* lors des différentes évaluations (tableau 3).

Tableau 3 : Pourcentage moyen de fruits affectés par le botrytis en fonction des dates d'évaluation, pour chacun des traitements (\pm erreur-type)*, saison 2014.

TRAITEMENT	10-juin-14 Évaluation 1	17-juin-14 Évaluation 2	24-juin-14 Évaluation 3	01-juil-14 Évaluation 4
Témoin non traité (T1)	0	2.2 \pm 1.0 a	18.8 \pm 0.9 a	3.4 \pm 1.7 a
Témoin conventionnel (T2)	0	18.5 \pm 2.1 a	17.4 \pm 1.1 a	1.5 \pm 0.3 a
Milstop (T3)	0	22.3 \pm 0.5 a	18.7 \pm 3.4 a	3.6 \pm 1.1 a
Regalia Maxx (T4)	0	15.4 \pm 0.6 a	18.6 \pm 2.2 a	6.1 \pm 1.4 a
Storox (T5)	0	21.1 \pm 2.1 a	17.9 \pm 1.0 a	3.2 \pm 2.0 a
Botector (T6)	0	18.1 \pm 2.5 a	14.0 \pm 1.6 a	2.0 \pm 0.9 a
AEF-1301 (T7)	0	28.1 \pm 7.6 a	17.0 \pm 3.0 a	3.9 \pm 1.1 a
AEF-1315 (T8)	0	20.9 \pm 2.0 a	20.3 \pm 4.0 a	4.9 \pm 0.8 a
		$p=0,265$	$p=0,721$	$p=0,263$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0.05$, test de Tukey)

En ce qui concerne les données recueillies lors de la récolte, aucune différence significative n'a été décelée entre les traitements pour le rendement vendable ($p=0,314$; tableau 4) en tonnes par hectare. En ce qui concerne les fruits affectés par la moisissure grise, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements ($p=0,934$). Une différence est notée entre certains traitements en ce qui a trait au pourcentage de fruits déclassés pour raison autre que le botrytis ($p=0,010$). La majorité des fruits dans cette catégorie étaient rejetés pour cause de calibre trop petit (fruits < 10 grammes). Le traitement 5 (Storox) comportait significativement plus de déclassés dans la catégorie « autres » que les traitements 4 (Regalia Maxx) et 7 (AEF-1301). Aussi, aucun des traitements ne se différencie du témoin non traité ni du témoin conventionnel.

Tableau 4 : Pourcentage de fruits affectés par le botrytis à la récolte et rendement vendable en tonnes par hectare pour chacun des traitements (\pm erreur-type)*, saison 2014.

TRAITEMENT	Rendement vendable (t/ha)	Pourcentage de fruits affectés par botrytis	Pourcentage de fruits déclassés pour autre raison
Témoin non traité (T1)	6.5 \pm 0.7 a	6.5 \pm 1.1 a	44.7 \pm 4.6 ab
Témoin conventionnel (T2)	5.5 \pm 0.8 a	5.4 \pm 0.5 a	49.7 \pm 1.5 ab
Milstop (T3)	6.5 \pm 1.3 a	6.9 \pm 1.9 a	47.5 \pm 2.7 ab
Regalia Maxx (T4)	6.6 \pm 1.1 a	5.7 \pm 1.2 a	39.0 \pm 4.3 b
Storox (T5)	5.2 \pm 0.4 a	6.0 \pm 1.0 a	54.8 \pm 1.8 a
Botector (T6)	6.4 \pm 0.8 a	5.6 \pm 1.6 a	48.4 \pm 4.2 ab
AEF-1301 (T7)	8.7 \pm 1.2 a	6.8 \pm 0.9 a	36.2 \pm 3.1 b
AEF-1315 (T8)	6.5 \pm 1.2 a	5.2 \pm 0.6 a	49.9 \pm 2.5 ab
	$p=0,314$	$p=0,934$	$p=0,010$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0.05$, test de Tukey)

Encore cette saison, aucune phytotoxicité n'a été observée lors des évaluations post-traitement et lors des différentes évaluations à la récolte. Aucun symptôme de blanc du fraisier n'a été observé non plus sur le feuillage lors des évaluations.

DISCUSSION ET APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Les résultats suggèrent que le biopesticide Milstop (bicarbonate de potassium), déjà homologué contre *Botrytis cinerea* dans la fraise aux États-Unis, pourrait avoir une bonne efficacité contre *Botrytis cinerea* dans la fraise. Cependant, ce résultat ne s'est pas répété la seconde année de l'étude. Ce résultat est peut-être explicable par le fait qu'entre le 11 et le 13 juin 2014, la région a connu une période de fortes précipitations. Cela a retardé la pulvérisation suivante, laissant donc un délai de 10 jours entre les deux applications. D'ailleurs, on remarque l'importante augmentation de l'incidence sur fruits suite à cet épisode (voir tableau 3, évaluation du 17 juin). Il serait donc intéressant d'effectuer davantage d'essais, par exemple en faisant varier la dose et le moment d'application.

On constate aussi que la régie conventionnelle (T2) ne s'est pas non plus démarqué du témoin non traité (T1), et ce pour les deux années de l'étude. Les fongicides chimiques couramment utilisés n'étaient donc pas plus efficaces que tous les biofongicides à l'étude. Il est donc pertinent de continuer à tester de nouvelles matières actives à faible risque, ainsi qu'à mettre de l'avant de nouvelles pratiques culturales préventives pour lutter contre *B. cinerea* dans la fraise, puisque le risque grandissant de développement de la résistance du champignon aux matières actives actuelles rend la lutte encore plus ardue pour les producteurs qui possèdent de moins en moins de moyens efficaces.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Catherine Thireau, agr.
Consortium PRISME
291 rue de la Coopérative
Sherrington, Québec
Canada, J0L 2N0
Tel. 450-454-3992
Fax. 450-454-5226
cthireau@prisme.ca

REMERCIEMENTS AUX 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 Prime-Vert. Nous tenons également à remercier l'entreprise le Verger du Père de la fraise Inc. pour nous avoir fourni les sites d'essais et pour leur implication dans le projet.

ANNEXE 1

Calendrier des opérations (2013)

Opération	Date
Installation du dispositif	7 mai
Application T2 (Bravo)	7 mai
Application T3 à T7	21 mai
Application T2 (Captan) à T7	27 mai
Évaluation des dommages de gel	30 mai
Application T2 (Cantus) à T7	3 juin
Application T2 (Switch) à T7	10 juin
Application T2 (Cantus) à T7	14 juin
Application T2 (Switch) à T7	21 juin
Application T2 (Cantus) à T7	1 ^{er} juillet
Évaluations de l'incidence du botrytis	6, 13, 16 et 24 juin 8 juillet
Récoltes	27 juin, 1 ^{er} , 4 et 11 juillet

Calendrier des opérations (2014)

Opération	Date
Installation du dispositif	8 mai
Application T2 (Bravo)	8 mai
Application T3 à T7	29 mai
Application T2 (Captan) à T8	6 juin
Application T2 (Cantus) à T8	16 juin
Application T2 (Switch) à T8	23 juin
Application T2 (Cantus) à T8	30 juin
Évaluations de l'incidence du botrytis	10, 17, 24 juin et 1 juillet
Récoltes	24, 27 juin, 1 ^{er} et 4 juillet

ANNEXE 2

Dispositif expérimental 2014:

	108 - T4		208 - T6		308 - T5		408 - T8	
	107 - T8		207 - T1		307 - T6		407 - T5	
	106 - T7		206 - T5		306 - T8		406 - T2	
	105 - T2		205 - T4		305 - T1		405 - T6	
	104 - T3		204 - T7		304 - T3		404 - T3	
	103 - T1		203 - T2		303 - T7		403 - T1	
	102 - T6		202 - T8		302 - T2		402 - T4	
1m								
4m	101 - T5		201 - T3		301 - T4		401 - T7	
	2 rangs	4 rangs	2 rangs	4 rangs	2 rangs	4 rangs	2 rangs	4 rangs

Figure 1. Dispositif expérimental 2014 montrant la randomisation des traitements

Dispositif expérimental 2013:

	107 - T7		207 - T1		307 - T7		407 - T5	
	106 - T6		206 - T4		306 - T5		406 - T2	
	105 - T4		205 - T6		305 - T3		405 - T7	
	104 - T2		204 - T5		304 - T4		404 - T6	
	103 - T1		203 - T3		303 - T2		403 - T1	
	102 - T5		202 - T2		302 - T6		402 - T3	
1m								
4m	101 - T3		201 - T7		301 - T1		401 - T4	
	2 rangs	4 rangs	2 rangs	4 rangs	2 rangs	4 rangs	2 rangs	4 rangs

Figure 2. Dispositif expérimental 2013 montrant la randomisation des traitements