

Rapport final réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert,
sous-volet 11.1 – Appui à la Stratégie phytosanitaire
québécoise en agriculture

**TITRE DU PROJET : ÉVALUATION DE STRATÉGIES DE LUTTE
CONTRE L'ANTHRACNOSE DANS LE BLEUET EN CORYMBE**

NUMÉRO DU PROJET : FERT-1-11-1580

Réalisé par :
Christian Lacroix¹, agronome
Jacinthe Drouin², agronome
Laurence Hamel², technicienne agricole

DATE : 13 janvier 2014

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.

¹ MAPAQ, 675, route Cameron, Bureau 100, Sainte-Marie (Québec), G6E 3V7

² Fertior, 1741, rue Saint-Georges, Saint-Bernard (Québec), G0S 2G0

Évaluation de stratégies de lutte contre l'antracnose dans le bleuet en corymbe

Jacinthe Drouin, Laurence Hamel et Christian Lacroix

Durée : 04/2012 – 01/2014

FAITS SAILLANTS (résumé du projet)

Le projet vise principalement à évaluer l'efficacité de différentes stratégies d'utilisation des fongicides (nombre et moment des pulvérisations) sur l'incidence de l'antracnose à la récolte. Également, l'effet de l'intervalle de récolte et de la réfrigération post-récolte des fruits a été sommairement évalué. Autant en 2012 qu'en 2013, la présence importante de la maladie dans les bleuetières a permis de mettre en évidence des différences significatives entre les éléments étudiés.

Stratégies de pulvérisation des fongicides : de façon générale, plus les pulvérisations sont nombreuses, plus l'incidence de l'antracnose à la récolte est faible. Le meilleur contrôle de l'antracnose est obtenu lorsque les pulvérisations sont faites régulièrement, de la floraison jusqu'à la mi-récolte environ. Des stratégies avec moins de pulvérisations permettent également de réduire significativement l'incidence de l'antracnose. Seules les stratégies basées sur l'utilisation d'un biofongicide ou sur le début des pulvérisations à l'apparition des premiers signes de la maladie n'ont pas permis de réduire significativement l'incidence de l'antracnose.

Intervalles de récolte : selon les résultats du projet, plus l'intervalle entre les récoltes est court, plus l'incidence de l'antracnose est faible. Ainsi, l'incidence de l'antracnose à la récolte est significativement plus faible à un intervalle de récolte de 5 jours (0,2 %) comparativement à un intervalle de 15 jours (1,0 %).

Réfrigération des fruits à la récolte : 5 jours après la récolte, l'incidence de l'antracnose sur des fruits entreposés en chambre froide (6,2 %) est significativement plus faible comparativement aux fruits non réfrigérés (29,0 %).

OBJECTIFS

Les objectifs de ce projet de deux ans étaient de :

- d'évaluer quelles stratégies d'application de fongicides permettent de réduire significativement l'incidence de l'antracnose;
- d'évaluer une stratégie de lutte avec le biofongicide *Serenade max*;
- d'évaluer une stratégie de lutte dont les interventions phytosanitaires débutent à l'apparition des signes de la maladie (exsudat orange), donc des interventions basées sur du dépistage au champ conformément aux principes de la gestion intégrée des ennemis des cultures;
- d'évaluer sommairement quel est l'effet de l'intervalle de récolte sur l'incidence de l'antracnose;
- d'évaluer sommairement quel est l'effet de l'entreposage réfrigéré des fruits sur l'incidence de l'antracnose.

MÉTHODOLOGIE

Évaluation des stratégies d'application des fongicides

L'infection des fruits par l'antracnose peut survenir à tout moment entre la floraison et la récolte. Cependant, ce n'est qu'à partir du mûrissement des fruits que le champignon va croître et que les signes de la maladie seront visibles (croissance du mycélium – exsudat orange). Tous les stades phénologiques du bleuetier ne sont pas également sensibles pour le développement de l'antracnose. Par ordre d'importance, les stades critiques pour le développement de l'antracnose sont :

- 1- de la floraison à la nouaison (infection des fleurs et des fruits);
- 2- de la véraison à la récolte (infection des fruits et croissance du mycélium);
- 3- fruits verts (infection des fruits).

Les stratégies de pulvérisation des fongicides ciblent donc les stades critiques du bleuetier (tableau 1) selon le dispositif expérimental présenté aux annexes A et B.

Tableau 1 : Stades de pulvérisation des fongicides en fonction des stratégies à l'étude

Stratégie de pulvérisation	Floraison à nouaison	Fruits verts	Véraison	Fruits mûrs (récolte)
S1 Aucune pulvérisation				
S2 Apparition des signes de la maladie (exsudat orange) à mi-récolte				√
S3 Floraison à nouaison	√			
S4 Floraison à nouaison + véraison à mi-récolte (biofongicide)	√		√	√
S5 Floraison à nouaison + véraison à mi-récolte (conventionnel)	√		√	√
S6 Floraison à véraison (aucune intervention pendant récolte)	√	√	√	
S7 Floraison à mi-récolte	√	√	√	√

Interventions phytosanitaires : Tous les produits retenus sont homologués pour un usage dans la culture du bleuet en corymbe. À l'exception de la stratégie au biofongicide *Serenade max*, toutes les stratégies visaient à réduire le risque de développement de résistance par une alternance des matières actives. Pour les stratégies nécessitant des pulvérisations près ou pendant la période de récolte, les fongicides à délai avant récolte (DAR) court ont été privilégiés. Le calendrier des interventions phytosanitaires ainsi que le choix des fongicides et des équipements de pulvérisation sont présentés à l'annexe C.

Stades phénologiques et données météorologiques : à partir du stade « départ de végétation », une à deux visites par semaine ont été réalisées afin de noter le **stade de la culture**, de détecter la présence ou non de **signes de la maladie** et de faire le suivi des applications de fongicides. En cours de projet, les données climatiques (**température et humidité relative**) ont été enregistrées toutes les heures à l'aide de sondes HOBO disposées dans les parcelles. Les données recueillies ont servi à évaluer les périodes d'infection des fruits et de croissance du mycélium (exsudat orangé) (annexes D et E).

Cueillette et triage des fruits : la récolte des fruits a été effectuée en plusieurs cueillettes successives (annexe F). Lors de chacune des cueillettes, tous les fruits à maturité étaient cueillis, comptés, pesés, triés en fonction de la présence de signes visibles d'antracnose (présence d'exsudat orange) pour finalement être placés en entrepôt non réfrigéré. Cinq

jours plus tard, les fruits étaient de nouveau triés en fonction de l'apparition de nouveaux signes visibles d'antracnose. Le résultat des cueillettes permet d'avoir des rendements en fruit pour chacune des stratégies ainsi que le pourcentage de fruits atteints par l'antracnose.

Évaluation de l'effet de l'intervalle de récolte

L'effet de l'intervalle de récolte sur l'incidence de l'antracnose a été évalué lors de la 2^e année du projet (saison 2013). L'incidence de l'antracnose a été évaluée pour 3 intervalles de récolte (5, 10 et 15 jours) selon le dispositif expérimental présenté à l'annexe G. La cueillette et le triage des fruits ont été réalisés de la même façon que pour l'essai sur les stratégies de pulvérisation.

Évaluation de l'effet du refroidissement des fruits

L'effet du refroidissement des fruits sur l'incidence de l'antracnose a été évalué sommairement lors de la 2^e année du projet (saison 2013). Un total de vingt-quatre échantillons de fruits (24 casseaux) ont été récoltés au hasard parmi les fruits restant sur les plants en fin de récolte dans les parcelles S2 (annexe B). Les fruits sont donc issus de plants ayant reçu des applications équivalentes de fongicides en cours de saison.

Refroidissement des fruits : immédiatement après la récolte, les échantillons ont été entreposés comme suit :

- douze échantillons (casseaux) entreposés dans l'entrepôt du producteur, sans refroidissement, à une température variant approximativement entre 20 °C et 25 °C;
- douze échantillons (casseaux) entreposés dans la chambre froide du producteur (température contrôlée et fixée à 4 °C).

La cueillette et le triage des fruits ont été réalisés de la même façon que pour l'essai sur les stratégies de pulvérisation.

Enfin, il est à noter que les mesures de prophylaxie qui suivent ont été mises en place lors de la cueillette et du classement des fruits de plants différents (pour tous les essais du projet) :

- rinçage des mains dans une eau savonneuse entre chaque plant;
- triage des fruits sur un papier essuie-tout « neuf » pour chacun des plants

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE OU POUR LA DISCIPLINE

Autant en 2012 qu'en 2013, les conditions météorologiques ont favorisé le développement de l'antracnose dans les parcelles (annexes D et E), ce qui a permis de mettre en évidence des différences significatives en fonction des stratégies évaluées.

Tableau 2 : Incidence de l'antracnose en fonction des applications de fongicides

Période d'intervention des fongicides		Nombre de pulvérisations		% des fruits avec antracnose (g/100g)			
				(à la récolte)		(5 jours après récolte)	
		2012	2013	2012	2013	2012	2013
S1	Aucune intervention	0	0	6,5 a	6,8 a	20,3 a	38,0 ab
S2	Apparition des signes de la maladie (exsudat orange)	2	2	2,9 ab	8,0 a	9,7 bc	47,6 a
S3	Floraison à nouaison	-	3	-	3,8 b	-	30,4 bc
S4	Floraison à nouaison + véraison à récolte (biofongicide)	6	-	5,3 a	-	16,1 ab	-
S5	Floraison à nouaison + véraison à récolte (conventionnel)	6	6	1,2 b	3,0 b	4,7 c	21,8 c
S6	Floraison à véraison (aucune intervention pendant récolte)	-	8	-	1,0 c	-	12,5 d
S7	Floraison à mi-récolte	8	10	0,1 c	0,6 c	0,3 d	6,0 e

Note 1 : pour une même colonne, les résultats identifiés avec au moins une même lettre ne sont pas statistiquement différents.

Note 2 : les résultats en caractères gras sont significativement différents de la stratégie sans aucune intervention (S1)

Selon les résultats de l'étude, il est possible de réduire l'incidence de l'antracnose à la récolte avec aussi peu que 3 pulvérisations bien ciblées (S3). Toutefois, plus les pulvérisations sont nombreuses, meilleur sera le contrôle de l'antracnose. À noter que l'antracnose a connu un développement parfois spectaculaire en post-récolte. Ainsi, les pertes supplémentaires occasionnées par l'antracnose après 5 jours d'entreposage (sans refroidissement) sont généralement inacceptables (incidence > 5 %) pour la majorité des stratégies évaluées. Pour les 2 années d'essais, seule la stratégie S7 (pulvérisations régulières de la floraison à la récolte) permet de réduire l'incidence de l'antracnose à un niveau acceptable même en post-récolte (entre 0,3 et 6,0 %) (tableau 2).

Le projet n'a pas permis de démontrer clairement une réduction significative de l'antracnose à la récolte par l'utilisation du biofongicide *Serenade max* (S4) ou par l'utilisation du dépistage des premiers signes de la maladie (exsudat orange) comme signal du début des pulvérisations (S2).

Plusieurs stratégies d'application de fongicides permettent de réduire significativement l'incidence de l'antracnose à la récolte par rapport au témoin. Ces stratégies sont (en ordre d'efficacité) :

1. (S7) pulvérisations régulières de la floraison jusqu'à la mi-récolte;
2. (S6) pulvérisations régulières de la floraison à la véraison (aucune pulvérisation pendant la récolte);
3. (S5) pulvérisations régulières de la floraison à la nouaison et reprise des pulvérisations régulières de la véraison jusqu'à la mi-récolte (aucune pulvérisation au stade *fruit vert*);
4. (S3) pulvérisations régulières de la floraison à la nouaison (aucune pulvérisation après la nouaison).

Tableau 3 : Autres éléments de comparaison en fonction des applications de fongicides

Stratégie	Saison 2012					Saison 2013				
	Pulvérisations		Risque (santé et environs.)		Marge ³	Pulvérisations		Risque (santé et environs.)		Marge ³
	Nombre	Coût/ha	IRE/ha	IRS/ha	\$/ha	Nombre	Coût/ha	IRE/ha	IRS/ha	\$/ha
S1	0	0	0	0	22 394	0	0	0	0	44 430
S2	2	443	282	141	22 813	2	272	282	141	43 568
S3	-	-	-	-	-	3	493	188	252	45 353
S4	6	1471	6	n.d.	21 211	-	-	-	-	-
S5	6	1149	359	344	22 514	6	1051	471	471	45 210
S6	-	-	-	-	-	8	1305	499	1326	45 914
S7	8	1660	598	3010	22 267	10	1577	781	1467	45 804
Annexe	H	H	C	C	H	I	I	C	C	I

Le risque pour la santé et l'environnement augmente avec le nombre de pulvérisations (sauf biofongicide *serenade max*). (tableau 3)

Aussi, d'un point de vue uniquement économique, les coûts associés à l'achat des fongicides et à leur application ne sont pas, à notre avis, suffisamment importants pour ne pas les utiliser. La marge bénéficiaire partielle est approximativement de ± 1000 \$/ha entre les stratégies en tenant compte exclusivement du coût des fongicides et de leur application (tableau 3). Si l'on tenait compte des coûts associés au triage des fruits avec anthracnose ou à la perte de réputation du produit pour un producteur qui tolérerait l'anthracnose, alors la marge bénéficiaire partielle deviendrait fort probablement à l'avantage des stratégies avec un nombre élevé d'applications de fongicides (tableau 3).

Tableau 4 : Incidence de l'anthracnose en fonction de l'intervalle de récolte (saison 2013)

Intervalle de récolte	Pulvérisations en cours de saison	% des fruits avec anthracnose (g/100g)	
		À la récolte	5 jours après récolte
Jours	Nombre		
5	5	0,2 b	1,8 b
10	5	0,4 ab	2,5 b
15	5	1,0 a	7,2 a

Note 1 : les résultats associés à une même lettre (a et/ou b) ne sont pas significativement différents entre eux

Note 2 : les résultats en caractères gras sont significativement différents de l'intervalle de récolte de 15 jours.

L'utilisation des fongicides n'est pas le seul moyen de lutte contre l'anthracnose. Par exemple, plus les fruits mûrissent longuement sur les plants, plus le risque qu'ils soient atteints par l'anthracnose est élevé. Les résultats obtenus viennent corroborer cette hypothèse puisque l'incidence de l'anthracnose est significativement plus élevée à un intervalle entre les récoltes de 15 jours comparativement à un intervalle de 5 jours (tableau 4).

³ Marge partielle calculée à partir des ventes brutes de bleuets commercialisables (fruits sans anthracnose au moment de la récolte et avant entreposage) moins les coûts associés à l'achat de fongicides et à leur application. (consulter les annexes H et I pour des détails supplémentaires)

Tableau 5 : Incidence de l'antracnose avec et sans refroidissement des fruits (saison 2013)

Refroidissement des fruits	Pulvérisations en cours de saison	% des fruits avec antracnose (g/100g)	
	Nombre	À la récolte	5 jours après récolte
Fruits non réfrigérés entreposés entre 20 °C et 25 °C après la récolte	2	2,3 a	29,0 a
Fruits réfrigérés entreposés à 4 °C après la récolte	2	3,0 a	6,2 b

Note 1 : les résultats associés à une même lettre (a et/ou b) ne sont pas significativement différents entre eux

Finalement, l'entreposage des fruits dans une chambre froide, immédiatement après la récolte, permet de réduire significativement le développement de l'antracnose. Ainsi, 5 jours après la récolte, l'incidence de l'antracnose est significativement moindre (6,2 %) chez un échantillon de fruits réfrigérés comparativement à un échantillon de fruits laissé à la température de la pièce (29,0 %) (tableau 5).

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

L'antracnose est une maladie en progression dans la culture du bleuët en corymbe au Québec. Les résultats de ce projet mettent en lumière des stratégies de lutte efficaces, concrètes et facilement applicables pour les producteurs. Le projet a permis de démontrer que :

- l'utilisation de fongicides permet de réduire l'incidence de l'antracnose;
- différentes combinaisons du nombre et du moment des pulvérisations peuvent permettre de réduire l'incidence de l'antracnose. Toutefois, plus les pulvérisations sont nombreuses, meilleur sera le contrôle de l'antracnose;
- la réduction de l'intervalle de récolte permet de réduire l'incidence de l'antracnose;
- l'entreposage des fruits en chambre froide permet de limiter le développement post-récolte de l'antracnose.

Dans le cas où un producteur serait aux prises avec une problématique majeure d'antracnose, il serait justifié d'adopter temporairement une stratégie avec un nombre élevé de pulvérisations (S5, S6 ou S7) afin de réduire autant que possible l'incidence de la maladie. Dans le cas d'une problématique d'antracnose moins importante, une stratégie avec moins de pulvérisations ou sans pulvérisation en période de récolte devrait être envisagée (S3 ou S6). Dans tous les cas, les producteurs doivent se questionner et demeurer judicieux sur la gestion de leur récolte, notamment l'intervalle de récolte. Il est clair que les producteurs qui laissent mûrir longuement leurs fruits sur les plants afin qu'ils soient plus sucrés vont en même temps favoriser le développement de l'antracnose. Enfin, il est important pour les producteurs de réfrigérer leurs fruits immédiatement après la récolte. Dans le cas des bleuëtières pratiquant l'autocueillette, le producteur devrait informer sa clientèle sur l'importance de réfrigérer ou de congeler les fruits le plus rapidement possible.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Nom des responsables du projet : Jacinthe Drouin, Laurence Hamel et Frédéric Bolduc,
FERTIOR

Téléphone : 418-475-4475

Courriel : fertior@fertior.com

OU

Nom : Christian Lacroix, MAPAQ

Téléphone : 418-386-8116 poste 1536

Courriel : christian.lacroix@mapaq.gouv.qc.ca

AUTRES TRAVAUX OU RÉFÉRENCES SUR LE MÊME SUJET

WHARTON, Phillip et Annemiek SHILDER. « Blueberry Fruit Rot Identification Guide », *Michigan Blueberry Facts*, Extension Bulletin W-2847, Michigan State University, mai 2003.

MILES, Timothy et Annemiek SHILDER. « Anthracnose Fruit Rot (Ripe Rot) », *Michigan Blueberry Facts*, Extension Bulletin E-3039, Michigan State University, juillet 2008.

CARUSO, Frank L. et Donald C. RAMSDELL. *Compendium of Blueberry and Cranberry Diseases*, APS Press, 1995, 87 p.

PAVLIS, Gary C. « *The Blueberry Bulletin* », *Rutgers New Jersey Agricultural Experiment Station*, Bulletins du 21 mars 2011 au 20 août 2012.

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Nous tenons à remercier les personnes suivantes pour leur implication et leur soutien dans la réalisation de ce projet :

Carl Boivin, IRDA

Michèle Grenier, statisticienne, IRDA

Denis Giroux et Renaud Trudel-Boisclair, Réseau de lutte intégrée Bellechasse

Alain Marcoux, Junior Marcoux et Sylvie Ferland, Ferme Marland inc.

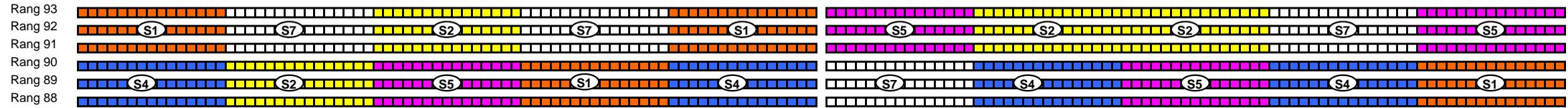
Jean-Yves Goulet, Bleuetière Goulet

Tous les cueilleurs et trieurs de bleuets qui ont été trop nombreux pour être nommés ici

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, sous volet 11.1-Appui à la stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture.



ANNEXE A - DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL de la saison 2012 (Ferme Marland inc.)



□ Chaque petit carreau = 1 plant de bleuet

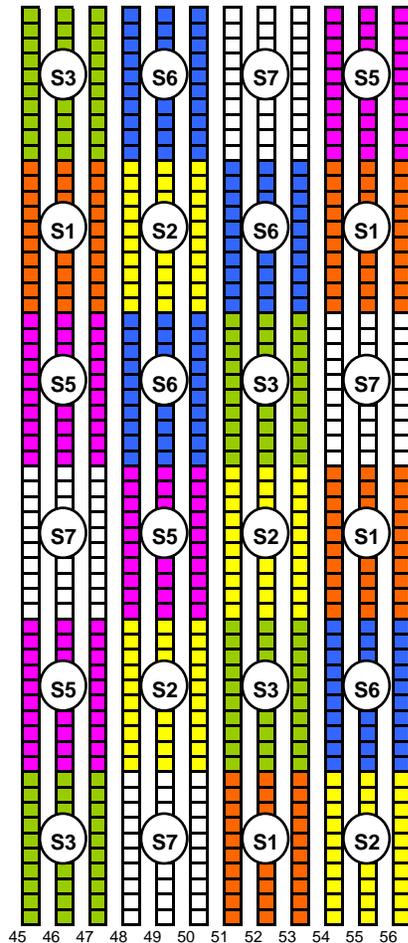
○ Les zones encerclées représentent les plants dont les bleuets seront récoltés pour évaluation de la présence/absence de l'antracnose (3 plants/parcelle)

Légende des couleurs

- Stratégie 1 : aucune pulvérisation
- Stratégie 2 : apparition des signes de la maladie (exsudat orange) à mi-récolte
- Stratégie 4 : floraison à nouaison + véraison à mi-récolte (biofongicide *Serenade max*)
- Stratégie 5 : floraison à nouaison + véraison à mi-récolte (fongicides conventionnels)
- Stratégie 7 : floraison à mi-récolte

La première année du projet (2012) a été entièrement réalisée à la Ferme Marland inc. de Sainte-Marie de Beauce. Les données ont été recueillies pour 5 traitements (S1, S2, S4, S5 et S7) ayant chacun 4 réplicats pour un total de 20 parcelles (900 plants – 0,40 ha). Chacune des parcelles correspond à 45 plants répartis sur une superficie d'environ 200m². Tous les plants sont d'un même cultivar (Patriot) et du même âge (implantation 2007).

ANNEXE B - DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL de la saison 2013 (Bleuetière Goulet)



- Chaque petit carreau = 1 plant de bleuet
- Les zones encadrées représentent les plants dont les bleuets seront récoltés

L'essai est réalisé dans une bleuetière commerciale. Douze rangs (numérotés 45 à 56) de 60 plants (total 720 plants) sont inclus dans le dispositif expérimental. Les parcelles expérimentales sont réparties selon un plan entièrement aléatoire. Les 6 stratégies seront répétées 4 fois pour un total de 24 parcelles expérimentales. Chacune des parcelles est constituée de 30 plants (3 sections de rangs côte-à-côte de 10 plants par section de rang). L'espacement entre les rangs est de 3,93m et l'espacement entre les plants est de 1,19m pour une superficie de 4,68m² par plant (140m² par parcelle). L'incidence de l'anthracnose sera évaluée sur 3 plants situés sur le rangs central de chacune des parcelles (zones encadrées sur le schéma ci-contre). Tous les plants sont d'un même cultivar (Patriot) et du même âge.

Légende des couleurs

- Stratégie 1 : aucune pulvérisation
- Stratégie 2 : apparition des signes de la maladie (exsudat orange) à mi-récolte
- Stratégie 3 : floraison à nouaison
- Stratégie 5 : floraison à nouaison + véraison à mi-récolte (fongicides conventionnels)
- Stratégie 6 : floraison à véraison (aucune intervention pendant récolte)
- Stratégie 7 : floraison à mi-récolte

Distribution aléatoire des parcelles (random.org)

ANNEXE C - Calendrier des interventions phytosanitaires et choix des fongicides

Saison 2012 - Ferme Marland inc.

Date	2012-05-23	2012-06-01	2012-06-08	2012-06-15	2012-06-24	2012-07-01	2012-07-10	2012-07-20	2012-07-31	Nombre de pulvérisations	Risque santé et environnement pour chacune des stratégies	
Stade	Début floraison	Chute des corolles	Nouaison	Fruit vert	Fruit vert	Véraison	Véraison	Véraison	Récolte		IRE/ha	IRS/ha
Stratégie 1										0	0	0
Stratégie 2								Pristine WG	Switch 62.5 WG	2	282	141
Stratégie 4	Serenade Max	Serenade Max	Serenade Max				Serenade Max	Serenade Max	Serenade Max	6	6	n.d.
Stratégie 5	Cabrio EG	Aliette WDG					Aliette WDG	Pristine WG	Switch 62.5 WG	5	359	344
Stratégie 7	Cabrio EG	Aliette WDG		Allegro 500F	Switch 62.5 WG	Captan Supra 80	Aliette WDG	Pristine WG	Switch 62.5 WG	8	598	3010

Saison 2013 - Bleuetière Goulet

Date	2013-05-17	2013-05-28	2013-06-06	2013-06-18	2013-06-26	2013-07-04	2013-07-09	2013-07-20	2013-07-30	2013-08-12	Nombre de pulvérisations
Stade	Début floraison	Floraison	Chute des corolles	Fin nouaison	Fruit vert	Fruit vert	Fruit vert	Véraison	Apparition symptômes	Milieu récolte	
Stratégie 1											0
Stratégie 2									Pristine WG	Switch 62.5 WG	2
Stratégie 3	Cabrio EG	Aliette WDG	QUASH 560 G								3
Stratégie 5	Cabrio EG	Aliette WDG	QUASH 560 G					Aliette WDG	Pristine WG	Switch 62.5 WG	6
Stratégie 6	Cabrio EG	Aliette WDG	QUASH 560 G	Switch 62.5 WG	Captan Supra 80	Switch 62.5 WG	Captan Supra 80	Aliette WDG			8
Stratégie 7	Cabrio EG	Aliette WDG	QUASH 560 G	Switch 62.5 WG	Captan Supra 80	Switch 62.5 WG	Captan Supra 80	Aliette WDG	Pristine WG	Switch 62.5 WG	10

À noter que tous les fongicides appliqués sont homologués dans le bleuët en corymbe. Les matières actives sont alternées entre les différentes pulvérisations (à l'exception de la stratégie S4).

Groupes chimiques des fongicides retenus :

Cabrio EG : **11**, Aliette WDG : **33**, Allegro 500 F : **29**, Quash 560 G : **3**, Switch 62.5 WG : **9 et 12**, Captan Supra 80 : **M**, Pristine WG : **11 et 7**

Décisions prises en cours d'essais lors de la saison 2013 :

- abandon de la stratégie S4 et de l'utilisation de biofongicide Serenade max en raison du manque d'efficacité observé en 2012
- substitution du fongicide Allegro 500 F (IRS très élevé) par le fongicide à moindre risque Quash

Dans tous les cas, les interventions ont été réalisées par le producteur avec des pulvérisateurs récents :

- Ferme Marland inc. : **modèle Carrarospray ATF 800 acheté neuf en 2011**
- Bleuetière Goulet : **modèle Nobili Octopuss 43600-08P acheté neuf en 2011**

ANNEXE D - Données météo et périodes d'infections et de croissance du mycélium d'antracnose

Durée des infections en fonction de la température et de la période de mouillure - Saison 2012

Mois	Mai																														
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Infections																															
Stade																								F	F	F	F	F	F	F	F

Mois	Juin																													
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Infections																														
Stade	C	C	C	C	C	C	N	N	N	N	N	N	N	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	M	M	M

Mois	Juillet																														
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Infections																															
Stade	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	R	R	R	R	R

Mois	Août																														
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Infections																															
Stade	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

Légende des couleurs

	Un traitement peut avoir été effectué (selon la stratégie)
	Aucune infection
	durée d'infection faible (1-6 heures d'infections)
	durée d'infection moyenne (7-12 heures d'infection)
	durée d'infection élevée (13 heures et +)

Stades

F	Floraison
C	Chute des corolles
N	Nouaison
V	Fruits verts
M	Mûrissement (véraison)
R	Récolte

Conditions pour les heures propices aux infections :

- T°C >= 15 et <= 27
- période de mouillure (HR >= 85%) >= 12 heures consécutives

Période de croissance mycélium en fonction de la température - Saison 2012

Mois	Mai																														
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Crois. myc.																															
Stade																															

Mois	Juin																														
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Crois. myc.																															
Stade	C	C	C	C	C	C	N	N	N	N	N	N	N	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	M	M	M	

Mois	Juillet																														
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Crois. myc.																															
Stade	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	R	R	R	R	R

Mois	Août																														
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Crois. myc.																															
Stade	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

Légende des couleurs

	Un traitement peut avoir été effectué (selon la stratégie)
	Aucune croissance du mycélium
	croissance faible du mycélium (1-6 h de crois.)
	croissance moyenne du mycélium (7-12 h de crois.)
	croissance élevée du mycélium (13 h et + de crois.)

Stades

F	Floraison
C	Chute des corolles
N	Nouaison
V	Fruits verts
M	Mûrissement (véraison)
R	Récolte

Conditions pour les heures propices à la croissance du mycélium :

- T°C >= 20 et <= 27

Note : la croissance du mycélium sur les fruits est réputée survenir uniquement sur des fruits mûrs ou en mûrissement.

ANNEXE E - Données météo et périodes d'infections et de croissance du mycélium d'antracnose

Infections 2013 - Bleuetière Goulet

Mois	Mai																															
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Infections																																
Stade																											F	F	F	F	F	F

Mois	Juin																														
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Infections																															
Stade	F	F	F	F	C	C	C	C	C	N	N	N	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	

Mois	Juillet																															
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Infections																																
Stade	V	V	V	V	V	V	V	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	

Mois	Août																															
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Infections																																
Stade	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	

Légende des couleurs

	Un traitement peut avoir été effectué (selon la stratégie)
	Aucune infection
	durée d'infection faible (1-6 heures d'infections)
	durée d'infection moyenne (7-12 heures d'infection)
	durée d'infection élevée (13 heures et +)

Stades

F	Floraison
C	Chute des corolles
N	Nouaison
V	Fruits verts
M	Mûrissement (véraison)
R	Récolte

Conditions pour les heures propices aux infections :

- T°C >= 15 et <= 27
- période de mouillure (HR >= 85%) >= 12 heures consécutives

Croissance du mycélium 2013 - Bleuetière Goulet

Mois	Mai																														
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Crois. myc.																															
Stade																											F	F	F	F	F

Mois	Juin																													
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Crois. myc.	11	8	6	0	0	4	0	0	0	7	0	0	10	9	6	0	1	4	7	10	13	7	9	11	11	0	0	0	3	12
Stade	F	F	F	F	C	C	C	C	C	N	N	N	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V

Mois	Juillet																														
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Crois. myc.																															
Stade	V	V	V	V	V	V	V	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	

Mois	Août																														
Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Crois. myc.																															
Stade	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

Légende des couleurs

	Un traitement peut avoir été effectué (selon la stratégie)
	Aucune croissance du mycélium
	croissance faible du mycélium (1-6 h de crois.)
	croissance moyenne du mycélium (7-12 h de crois.)
	croissance élevée du mycélium (13 h et + de crois.)

Stades

F	Floraison
C	Chute des corolles
N	Nouaison
V	Fruits verts
M	Mûrissement (véraison)
R	Récolte

Conditions pour les heures propices à la croissance du mycélium :

- T°C >= 20 et <= 27

Note : la croissance du mycélium sur les fruits est réputée survenir uniquement sur des fruits mûrs ou en mûrissement.

ANNEXE F - Date des cueillettes

Volet "Évaluation des stratégies d'application des fongicides"

Cueillette	Saison 2012 (Ferme Marland inc.)	Saison 2013 (Bleuetière Goulet)
1	27-juil	07-août
2	07-août	21-août
3	23-août	---

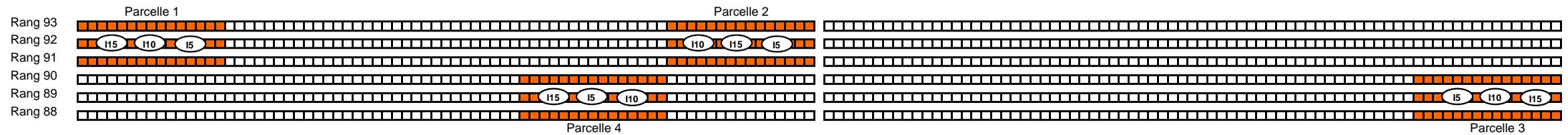
Volet "Effet de l'intervalle de récolte"

Intervalle de récolte	Saison 2013 (Ferme Marland inc.)								
	30-juil	05-août	09-août	14-août	19-août	23-août	28-août	03-sept	09-sept
5 jours	√	√	√	√	√	√	√	√	√
10 jours		√		√		√		√	
15 jours			√			√			√

Volet "Effet de la réfrigération des fruits"

Traitement	Saison 2013 (Bleuetière Goulet)
Fruits non réfrigérés	30-août
Fruits réfrigérés	30-août

ANNEXE G - DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL pour l'évaluation de l'effet de l'intervalle entre les récoltes sur l'incidence de l'antracnose (saison 2013)



□ Chaque petit carreau = 1 plant de bleuet

○ Les zones encerclées représentent les plants dont les bleuets seront récoltés pour évaluation de la présence/absence de l'antracnose (3 plants/parcelle)

Légende des stratégies

- I5 Bleuets récoltés à un intervalle de 5 jours
- I10 Bleuets récoltés à un intervalle de 10 jours
- I15 Bleuets récoltés à un intervalle de 15 jours

En 2013, les parcelles sont localisées à la Ferme Marland inc. sur le site de la première année d'essai du projet en 2012. Les plants inclus dans les parcelles ont été sélectionnés dans les anciennes parcelles témoins 2012 (S1) qui étaient significativement infestées par l'antracnose et qui n'avaient reçu aucune application de fongicides lors de la saison 2012. Les données ont été recueillies pour 3 traitements (I5, I10 et I15) ayant chacun 4 réplicats pour un total de 12 parcelles de 45 plants (180 plants – 0,08 ha).

À noter que lors de la saison 2013, des interventions phytosanitaires ont été réalisées dans les parcelles. Les interventions phytosanitaires réalisées étaient les mêmes dans toutes les parcelles. Le calendrier des interventions phytosanitaires réalisées en 2013 est le suivant :

- 21 mai - stade début floraison - Cabrio EG 1,0 kg/ha
- 27 mai - stade floraison - Switch 62.5 WG 850 g/ha
- 29 juin - stade début véraison - Pristine WG 1,6 kg/ha
- 17 juillet - stade véraison - Aliette WDG 5,5 kg/ha
- 3 août - stade début récolte - Switch 62.5 WG 800 g/ha

ANNEXE H - Coûts et marges (saison 2012)

Coûts, IRE/ha et IRS/ha des fongicides retenus pour le projet

Fongicide	Total unité	Prix unitaire payé (2012)	Dose producteur	Coût fongicide/application	IRE/ha	IRS/ha
Cabrio EG	2,27 kg	286,65 \$	1,00 kg/ha	126,28 \$/ha	75	47
Aliette WDG	2,26 kg	114,00 \$	5,50 kg/ha	277,43 \$/ha	1	78
Allegro 500F	10 litres	1056,98 \$	2,24 l/ha	236,76 \$/ha	84	2168
Switch 62.5 WG	794 g	170,34 \$	875,00 g/ha	187,72 \$/ha	146	45
Captan Supra 80	5 kg	136,12 \$	2,25 kg/ha	61,25 \$/ha	9	453
Pristine WG	2,83 kg	421,96 \$	1,60 kg/ha	238,56 \$/ha	136	96
Serenade Max	5,44 kg	286,25 \$	4,50 kg/ha	236,79 \$/ha	1	n.d.

Note : IRE/ha et IRS/ha obtenus selon IRPeQ Express au 31 janvier 2013 (pulvérisateur à jets portés ou pneumatique latéral ou en hauteur)

Coût des fongicides et des pulvérisations par hectare

Date	Coût des fongicides (\$/ha)									Nombre de pulvérisations	Coût de pulvérisation ¹ (\$/ha)	Coût total fongicides et pulvérisations
	2012-05-23	2012-06-01	2012-06-08	2012-06-15	2012-06-24	2012-07-01	2012-07-10	2012-07-20	2012-07-31			
Stratégie 1										0	0,00	0,00
Stratégie 2								238,56	187,72	2	16,65	442,93
Stratégie 4	236,79	236,79	236,79				236,79	236,79	236,79	6	49,96	1470,68
Stratégie 5	126,28	277,43					277,43	238,56	187,72	5	41,63	1149,06
Stratégie 7	126,28	277,43		236,76	187,72	61,25	277,43	238,56	187,72	8	66,61	1659,77

¹ Ce coût est estimé à 8,33\$/ha/application (selon AGDEX 855/829 - CRAAQ). Pour chacune des stratégies, le coût de pulvérisation est évalué à 8,33\$/application x le nombre d'applications.

Évaluation de la marge bénéficiaire partielle (revenus bruts des fruits sans anthracnose - coût des fongicides - coût des pulvérisations) à la récolte

	Rendement moyen (lbs/plant)	Prix bleuets (\$/lb)	Densité plantation (plants/ha)	Rendement brut (kg/ha)	Incidence anthracnose % (g/100g)	Rendement net (kg/ha)	Revenus bruts	Coût total fongicides et pulvérisations	Marge partielle
								\$/ha	
Stratégie 1	4,75	2,25	2241	4839	6,5	4524	22394	0,00	22394
Stratégie 2	4,75	2,25	2241	4839	2,9	4698	23256	442,93	22813
Stratégie 4	4,75	2,25	2241	4839	5,3	4582	22681	1470,68	21211
Stratégie 5	4,75	2,25	2241	4839	1,2	4780	23663	1149,06	22514
Stratégie 7	4,75	2,25	2241	4839	0,1	4834	23927	1659,77	22267

Évaluation de la marge bénéficiaire partielle (revenus bruts des fruits sans anthracnose - coût des fongicides - coût des pulvérisations) 5 jours après récolte

	Rendement moyen (lbs/plant)	Prix bleuets (\$/lb)	Densité plantation (plants/ha)	Rendement brut (kg/ha)	Incidence anthracnose % (g/100g)	Rendement net (kg/ha)	Revenus bruts	Coût total fongicides et pulvérisations	Marge partielle
								\$/ha	
Stratégie 1	4,75	2,25	2241	4839	20,3	3856	19089	0,00	19089
Stratégie 2	4,75	2,25	2241	4839	9,7	4369	21627	442,93	21185
Stratégie 4	4,75	2,25	2241	4839	16,1	4060	20095	1470,68	18624
Stratégie 5	4,75	2,25	2241	4839	4,7	4611	22825	1149,06	21676
Stratégie 7	4,75	2,25	2241	4839	0,3	4824	23879	1659,77	22219

ANNEXE I - Coûts et marges (saison 2013)

Coûts, IRE/ha et IRS/ha des fongicides retenus pour le projet

Fongicide	Total unité	Prix unitaire payé (2013)	Dose producteur	Coût fongicide/application	IRE/ha	IRS/ha
Cabrio EG	2,27 kg	313,63 \$	1,00 kg/ha	138,16 \$/ha	75	47
Aliette WDG	2,26 kg	112,50 \$	5,60 kg/ha	278,76 \$/ha	1	78
Switch 62.5 WG	794 g	169,61 \$	875,00 g/ha	186,91 \$/ha	146	45
Captan Supra 80	5,00 kg	131,58 \$	2,25 kg/ha	59,21 \$/ha	9	453
Pristine WG	2,83 kg	450,78 \$	1,60 kg/ha	254,86 \$/ha	136	96
QUASH 560 G	560 g	158,16 \$	180,00 g/ha	50,84 \$/ha	112	127

Note : IRE/ha et IRS/ha obtenus selon IRPeQ Express au 31 janvier 2013 (pulvérisateur à jets portés ou pneumatique latéral ou en hauteur)

Coût des fongicides et des pulvérisations par hectare

Date	Coût des fongicides (\$/ha)										Nombre de pulvérisations	Coût de pulvérisation ¹ (\$/ha)	Coût total fongicides et pulvérisations (\$/ha)	
	2013-05-17	2013-05-28	2013-06-06	2013-06-18	2013-06-26	2013-07-04	2013-07-09	2013-07-20	2013-07-30	2013-08-12				
Stratégie 1												0	0,00	0,00
Stratégie 2									254,86	186,91		2	16,66	271,52
Stratégie 3	138,16	278,76	50,84									3	24,99	492,75
Stratégie 5	138,16	278,76	50,84					278,76	254,86	186,91		6	49,98	1051,36
Stratégie 6	138,16	278,76	50,84	186,91	59,21	186,91	59,21	278,76				8	66,64	1305,41
Stratégie 7	138,16	278,76	50,84	186,91	59,21	186,91	59,21	278,76	254,86	186,91		10	83,30	1576,93

¹ Ce coût est estimé à 8,33\$/ha/application (selon AGDEX 855/829 - CRAAQ).

Évaluation de la marge bénéficiaire partielle (revenus bruts des fruits sans anthracnose - coût des fongicides - coût des pulvérisations) à la récolte

	Rendement moyen (lbs/plant)	Prix bleuets (\$/lb)	Densité plantation (plants/ha)	Rendement brut (kg/ha)	Incidence anthracnose % (g/100g)	Rendement net (kg/ha)	Revenus bruts	Coût total fongicides et pulvérisations	Marge partielle
							\$/ha		
Stratégie 1	9,91	2,25	2138	9631	6,80	8976	44430	0,00	44430
Stratégie 2	9,91	2,25	2138	9631	8,04	8856	43839	271,52	43568
Stratégie 3	9,91	2,25	2138	9631	3,83	9262	45846	492,75	45353
Stratégie 5	9,91	2,25	2138	9631	2,96	9346	46261	1051,36	45210
Stratégie 6	9,91	2,25	2138	9631	0,95	9539	47219	1305,41	45914
Stratégie 7	9,91	2,25	2138	9631	0,61	9572	47381	1576,93	45804

Évaluation de la marge bénéficiaire partielle (revenus bruts des fruits sans anthracnose - coût des fongicides - coût des pulvérisations) 5 jours après récolte

	Rendement moyen (lbs/plant)	Prix bleuets (\$/lb)	Densité plantation (plants/ha)	Rendement brut (kg/ha)	Incidence anthracnose % (g/100g)	Rendement net (kg/ha)	Revenus bruts	Coût total fongicides et pulvérisations	Marge partielle
							\$/ha		
Stratégie 1	9,91	2,25	2138	9631	38,03	5968	29542	0,00	29542
Stratégie 2	9,91	2,25	2138	9631	47,58	5048	24990	271,52	24718
Stratégie 3	9,91	2,25	2138	9631	30,40	6703	33180	492,75	32687
Stratégie 5	9,91	2,25	2138	9631	21,81	7530	37275	1051,36	36223
Stratégie 6	9,91	2,25	2138	9631	12,45	8432	41737	1305,41	40431
Stratégie 7	9,91	2,25	2138	9631	6,02	9051	44802	1576,93	43225