

2013

Élaboration d'une stratégie de lutte intégrée contre la pourriture sclérotique (*Monilinia vaccinii-corymbosi*) dans le bleuet en corymbe, en régie biologique (12-INNO3-10)



Par :

André Carrier, agr., M.Sc., MAPAQ

Laurence Hamel, t.a., FERTIOR

Jonathan Roy, agr. MAPAQ

20/12/2013

Table des Matières

Table des Matières.....	2
Liste des figures	4
Liste des photos	5
Liste des tableaux.....	6
Résumé	7
Brève description du projet	9
Problématique et revue de littérature.....	10
Site de l'essai.....	14
1. Évaluer la combinaison de divers traitements fongicides, acceptés en régie biologique, sur les infections primaires et secondaires de la pourriture sclérotique.....	15
1.1 Traitements expérimentaux.....	15
1.2 Déroulement des travaux	16
1.2.1 Interventions phytosanitaires.....	16
1.2.2 Suivi des stades phénologiques	17
1.2.3 Suivi de la température, de l'humidité relative et de la pluviométrie.....	17
1.3 Évaluation des traitements	18
1.3.1 Application du chaux soufrée au sol	19
1.4 Résultats de l'essai sur les infections primaires et secondaires de la pourriture sclérotique	20
1.4.1 Résultats de l'évaluation des infections primaires (pousses infectées)	20
1.4.2 Discussions et recommandations	22
1.5 Résultats de l'évaluation des infections secondaires (bleuets momifiés)	23
1.5.1 Évaluation du diamètre moyen des bleuets verts infectés par rapport aux bleuets sains.	23
1.5.1.1. Diamètre moyen des bleuets verts infectés par rapport aux bleuets sains.	23
1.5.2 Récolte des bleuets commercialisables, non-commercialisables et momifiés.....	25
1.5.2.1 Poids des bleuets commercialisables par traitement.....	26
1.5.2.2 Poids des bleuets non commercialisable par traitement	26
1.5.2.3 Poids des bleuets momifiés par traitement.....	26
1.5.3 Discussions et recommandations	30

Évaluation économique.....	32
2. Valider l'efficacité de la récolte des bleuets momifiés par aspiration à l'aide d'un aspirateur à feuille commercial	34
2.1 Évaluation des traitements	34
2.2 Le déroulement des travaux.....	35
2.3 Résultats	39
2.4 Évaluation économique.....	40
2.5 Discussions et recommandations.....	41
Remerciements	42
Références.....	43
<i>Annexe 1 : Plan de ferme.....</i>	45
<i>Annexe 2: Données de température et pluviométrie pour la saison 2013 provenant de la station météo de Scott (CQ5x)</i>	46
<i>Annexe 3 : Dates d'application, produits appliqués, doses, volumes et coûts à l'hectare pour les parcelles ayant reçu les traitements Fet P.</i>	52
<i>Annexe 4: Stades des apothèces et stades phénologiques des plants de bleuet en corymbe</i>	53
<i>Annexe 5 : Degré de sévérité des infections primaires de la pourriture sclérotique en fonction des données d'humidité relative (%),et de températures (°C) relevés à l'aide d'une sonde de marque HOBO pour la période d'infections primaires (période du 2 mai au 19 mai).</i>	54
<i>Annexe 6 : Degré de sévérité des infections secondaires de la pourriture sclérotique en fonction des données d'humidité relative (%),et de températures (°C) relevés à l'aide d'une sonde de marque HOBO pour la période d'infections secondaire (période du 20 mai au 15 juin).</i>	55
<i>Annexe 7 : Degré de sévérité des infections de la pourriture sclérotique en fonction des précipitations et des traitements des parcelles «F» (période du 2 mai au 14 juin).....</i>	56
<i>Annexe 8: Degré de sévérité des infections de la pourriture sclérotique en fonction des précipitations et des traitements du producteur "P" (période du 6 mai au 14 juin).....</i>	57
<i>Annexe 9 : Degré de sévérité des infections de la pourriture sclérotique en fonction de la période de mouillure et de la température moyenne lors de la période d'infection (adapté de Paul Hilderbrand., Agriculture Canada, Nouvelle-Écosse)</i>	58

Liste des figures

FIGURE 1 : CYCLE DE LA POURRITURE SCLÉROTIQUE. ADAPTÉ DE SCHILDER, WHARTON ET MILES, 2008.	11
FIGURE 2 : NOMBRE MOYEN DE POUSSES INFECTÉES PAR PARCELLE, PAR LA POURRITURE SCLÉROTIQUE, EN FONCTION DE DIFFÉRENTES STRATÉGIES DE TRAITEMENT.....	20

Liste des photos

PHOTOS 1: NOUVELLES POUSSES INFECTÉES PAR LA POURRITURE SCLÉROTIQUE. B) COMPTAGE ET RÉCOLTE DES POUSSES INFECTÉES PAR PARCELLES.....	18
PHOTOS 2 : CERTAINES APOTHÈCES PRÉSENTENT UN ASPECT BLANCHÂTRE PARTICULIER QUI POURRAIT LAISSEZ CROIRE QU'ELLES ONT SUBI UNE DESSICCATION PAR LE GEL OU PAR AUTRE CHOSE.....	19
PHOTOS 3 : GRAPPE DE BLEUETS VERTS : A) BLEUETS AVANT LA COUPE TRANSVERSALE. B) MÊME GRAPPE MONTRANT LES BLEUETS COUPÉS DE FAÇON TRANSVERSALE	23
PHOTOS 4: LES BLEUETS INFECTÉS PRENNENT UNE COULEUR CARACTÉRISTIQUE ROSE-SAUMON (A) ET TOMBENT RAPIDEMENT AU SOL (B) AVANT LA VÉRAISON DES BLEUETS SAINS.....	25
PHOTOS 5 : RÂTEAUX ESSAYÉS, TONDEUSE DU PRODUCTEUR ET WEED BADGER EN ACTION.....	35
PHOTOS 6 : BLEUETS ENFONCÉS DANS LE SOL SUITE AU PASSAGE DU WEED BADGER.....	36
PHOTOS 7: CHARGEUR À DÉBRIS DE MARQUE BILLY GOAT MODÈLE DL 1301H ET RÉSULTATS DU PASSAGE.....	37
PHOTOS 8 : ESSAI DE SOUFFLEUR ET DE CHARGEUR À DÉBRIS SUR PAILLIS DE BRAN DE SCIE APRÈS LA RÉCOLTE.....	38
PHOTOS 9: PARCELLE OCCUPÉE PAR 2 POULES PENDANT 36 HEURES : AVANT – APRÈS.....	39

Liste des tableaux

TABLEAU 1: POUSSES INFECTÉES : NOMBRE ET RÉCOLTE PAR PARCELLE ET EN FONCTION DES TRAITEMENTS.	21
TABLEAU 2 : ÉVALUATION DU DIAMÈTRE DES BLEUETS VERTS (NON-MATURES) VERSUS LES NON-INFECTÉS.	24
TABLEAU 3: DONNÉES RECUEILLIES LORS DES RÉCOLTES DES BLEUETS (POIDS DES BLEUETS COMMERCIALISABLES)	27
TABLEAU 4: DONNÉES RECUEILLIES LORS DES RÉCOLTES DES BLEUETS (POIDS DES BLEUETS NON-COMMERCIALISABLES)	28
TABLEAU 5: DONNÉES RECUEILLIES LORS DES RÉCOLTES DES BLEUETS (POIDS DES BLEUETS MOMIFIÉS)	29
TABLEAU 6: ESTIMATION DU NOMBRE DE BLEUETS MOMIFIÉS.....	33
TABLEAU 7 : ÉVALUATION DES COÛTS DU RAMASSAGE DES BLEUETS MOMIFIÉS AVEC UN SOUFFLEUR ET UN CHARGEUR À DÉBRIS40	

Résumé

L'objectif du projet était d'explorer différentes stratégies de lutte intégrée contre la pourriture sclérotique causée par *Monilinia vaccinii-corymbosi*; une maladie causant des dommages importants dans les bleuetières biologiques.

Stratégies retenues:

- 1- application de traitements fongicides préventifs contre les infections primaires et secondaires ;
- 2- lutte mécanique par aspiration des bleuets momifiés.

Première stratégie

L'essai consistait en 12 parcelles de 5 plants chacune du cultivar Patriot (réputé sensible à la pourriture sclérotique), dans une bleuetière certifiée biologique et ayant un historique de pourriture sclérotique.

Le traitement T (pour témoin) n'a reçu aucun pesticide.

Le traitement F désigne notre essai : application de chaux soufrée (1 fois) et de Regalia Maxx (5 fois).

Le traitement P représente les traitements faits par le producteur : chaux soufrée (2 fois), chaux cuivrée (bouillie bordelaise, 1 fois) et du Serenade Max (1 fois).

Nos résultats indiquent une diminution de l'infection primaire (pousses végétatives) dans F de 65% par rapport au témoin. La diminution des infections secondaires (infection des fruits) est moindre de 48% par rapport au témoin.

Tout cela va dans le bon sens, mais au final à la récolte, les parcelles témoins ont tout de même donné des rendements commercialisables équivalents voir plus élevés à ceux des parcelles traitées F et P. Il est toutefois possible que les plants des parcelles témoins aient un potentiel productif plus grand que ceux des autres parcelles. De plus, nous savons qu'à au moins deux reprises, nos parcelles ont été récoltées par erreur par des cueilleurs engagés par le producteur.

Le coût des pesticides utilisés (2 002\$/ha dans F) auraient compensés les gains réalisés cette année.

Les traitements devront être intensifiés lors des périodes d'infection et une plus grande efficacité des pulvérisations de fongicides devra être regardée.

Deuxième stratégie

L'utilisation d'un chargeur à débris commercial (marque Billy Goat, modèle DL1301H) permet de ramasser de façon satisfaisante les bleuets tombés au sol (momies, anthracnose, drosophile) lorsque les plants sont sur paillis de bran de scie. La méthode est d'autant plus efficace lorsque les momies sous les plants sont soufflées à l'aide d'un souffleur à feuilles ajouté d'un râteau et ramenées en andain. Toutefois, la récolte par aspiration des momies sur paillis de copeaux de bois demeure insatisfaisante.

Nous avons aussi testé la récolte des fruits laissés au sol par des poules pondeuses. Cette méthode s'est avérée très intéressante pour des producteurs ayant de petites parcelles et possédant une cage amovible.

Élaboration d'une stratégie de lutte intégrée contre la pourriture sclérotique (*Monilinia vaccinii-corymbosi*) dans le bleuet en corymbe en régie biologique.

No projet : 12-INNO3-10

Rapport final réalisé dans le cadre du programme Innovbio-Volet 3.

Nom du demandeur : Coop de fertilisation organique FERTIOR

Date prévue de fin de projet : 15 novembre 2013

Brève description du projet

L'objectif du projet était d'explorer différentes stratégies de lutte intégrée contre la pourriture sclérotique causée par *Monilinia vaccinii-corymbosi*; une maladie qui cause des dommages importants dans les bleuetières biologiques.

Les stratégies qui ont été retenues sont la lutte mécanique par aspiration des bleuets momifiés et l'application de traitements fongicides préventifs contre les infections primaires et secondaires.

Cet objectif a été séparé en deux volets :

1. Vérifier l'efficacité de la combinaison du polysulfure de calcium (lime sulphur) et du biofungicide Regalia Maxx sur les infections primaires et secondaires de la pourriture sclérotique.
2. Valider l'efficacité de la récolte des bleuets momifiés à l'aide d'un chargeur commercial à débris et d'un souffleur à feuilles.

Problématique et revue de littérature

La pourriture sclérotique est une maladie causée par le champignon *Monilinia vaccinii-corymbosi*, qui cause des dommages importants dans la culture du bleuet en corymbe et du bleuet nain en régie biologique au Québec. En Chaudière-Appalaches, la majorité des entreprises qui cultivent le bleuet en corymbe en régie biologique et conventionnelle sont aux prises avec cette problématique. Cela est en partie dû au fait de la popularité du cultivar Patriot, réputé pour être sensible à cette maladie.

L'infection secondaire des fruits causée par *Monilinia vaccinii-corymbosi* cause des dommages qui affectent directement le rendement, car les bleuets affectés ne sont plus commercialisables. Les pertes occasionnées peuvent être substantielles, allant jusqu'à 57 % de la récolte (Schilder et al., 2006).

L'infection des grappes de fleurs peut résulter en une diminution de rendement de l'ordre de 80% (Cline, 2003). Toutefois, les pertes causées par les infections primaires des bourgeons à feuilles sont plus difficiles à évaluer, car elles affectent aussi la production de l'année suivante. Une sévère infection primaire des pousses annuelles peut diminuer le nombre de fruits produits, leur poids (Maust et al. 1999) ainsi que leur diamètre, en diminuant la production et l'allocation des photosynthétats aux fruits en développement (Hildebrand, 1991).

L'agent pathogène de la pourriture sclérotique a tissé au cours de son existence des liens étroits avec son hôte et la compréhension de son cycle vital s'avère essentielle afin d'effectuer une lutte intégrée.

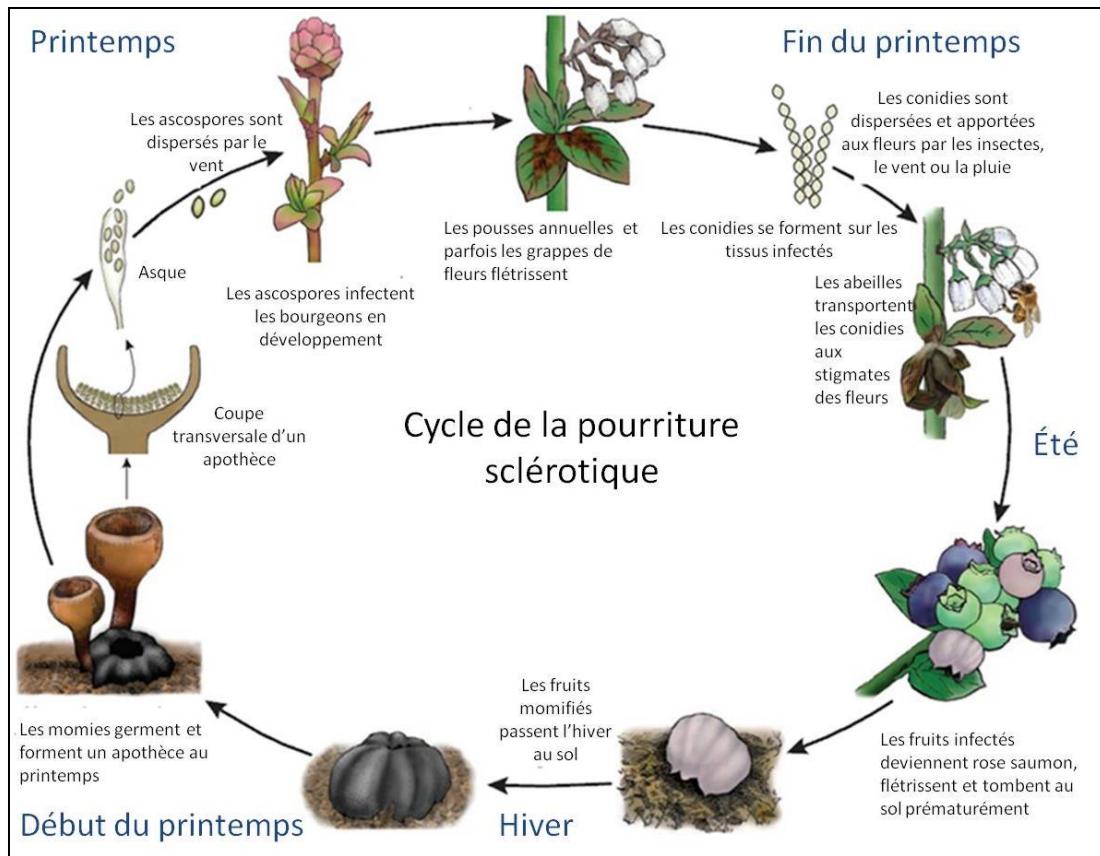


Figure 1 : Cycle de la pourriture sclérotique. Adapté de Schilder, Wharton et Miles, 2008.

En effet, tôt au printemps, les ascospores éjectées par les apothèces (petits champignons en forme de trompette), provenant de la germination des pseudosclérotes (momies) hivernants, sont transportées par le vent et infectent les tissus verts des bourgeons à feuilles et à fruits.

Ces tissus infectés produisent par la suite un deuxième type de spores appelées conidies. Les conidies, provenant des tissus infectés, sont dispersées par le vent et la pluie et transportées jusqu'aux stigmates des fleurs avec l'aide des pollinisateurs. L'hyphe résultant de la germination de la conidie descend dans le style de la fleur et colonise les loges des ovaires du fruit en croissance. Durant la maturation, l'hyphe migre dans le mésocarpe du fruit. C'est alors que le pseudoscléroto (momie) se forme. Les fruits infectés mûrissent précocement en prenant une couleur rose anormale et tombent rapidement au sol. À l'intérieur du fruit se trouve une structure dure qui ressemble à une petite citrouille. Cette structure, appelée pseudoscléroto, permet au champignon de passer l'hiver sous nos conditions. Au printemps, une structure en forme de trompette de quelques millimètres, appelée apothète, émerge du pseudoscléroto et produit des ascospores. Et le cycle continue!

À la lumière de ces informations, les stratégies de lutte pour diminuer l'infection doivent :

1. Protéger les tissus verts des infections primaires par les ascospores;
2. Protéger le stigmate de la fleur des infections secondaires par les conidies;
3. Diminuer l'inoculum primaire (pseudosclérotes) au printemps ou à l'automne.

À ce jour, les fongicides homologués et disponibles en régie biologique au Québec sont le Serenade Max d'AgraQuest inc. et le Actinovate sp. L'agent actif du Serenade Max est un *Bacillus subtilis* souche QST 713. Cette bactérie interfère contre le champignon de la pourriture sclérotique en produisant des composés antibiotiques. Serenade peut être utilisé pour protéger à la fois les bourgeons et les fleurs contre la pourriture sclérotique dans le bleuet en corymbe. Ce produit a fait l'objet d'essais dans le premier volet de ce projet (2012). Pour ce qui est du Actinovate sp., l'agent actif est le *streptomyces lydicus* souche WYEC 108. Ce champignon antagoniste produit un composé antibactérien inhibant la croissance du pathogène. (Sage pesticides, 2013). Finalement, nous avons testé le Regalia Maxx à base de la plante nommée *Reynoutria sachalinensis* qui a pour effet de déclencher les mécanismes de défense naturelle des plantes pour lutter contre certaines maladies. Ce produit est, encore à ce jour, non-homologué dans la culture du bleuet en corymbe. Il est toutefois utilisé dans les cultures des cucurbitacées, des tomates, des raisins et des fraises en champ et en serre. Il est à noter que nous avons obtenu une autorisation spéciale de la part de l'ARLA pour tester ce produit, car nous le faisions sur une petite superficie et que les fruits récoltés sur ces parcelles n'étaient pas utilisés à des fins commerciales.

1. Protéger les tissus verts des infections primaires par les ascospores et
2. Protéger le stigmate de la fleur des infections secondaires par les conidies

Pour protéger les jeunes pousses et les fleurs, nous avons choisi d'effectuer des applications de Regalia Maxx sur les plants afin de tenter de stimuler leurs défenses naturelles contre les pathogènes. Comme ce produit agit davantage comme un protectant que comme un curatif, nous sommes conscients que les moments d'application devront obligatoirement aller de pair avec les périodes susceptibles d'infections.

3. Diminuer l'inoculum primaire (pseudosclérotes) au printemps et à l'automne

Moyens mécaniques : La récolte des bleuets momifiés a été effectuée à l'automne à l'aide d'un chargeur à débris commercial (marque Billy Goat, modèle DL1301H) précédé d'un passage d'un souffleur à feuilles. Cette dernière opération avait pour but de pousser les momies prises à la surface du paillis et dans les branches à la base des plants vers le côté du rang. Ainsi, la bouche du chargeur pouvait passer sur une bande de bleuets plutôt que davantage sur le paillis. Nous évitions donc l'aspiration abusive de bran de scie.

Nous avons aussi essayé de mettre en andain les momies tombées sous les plants, à l'aide d'un balais Weed Badger, pour ensuite les aspirer avec notre chargeur à débris.

Moyens chimiques : Au printemps, nous avons effectué une application de chaux soufrée au sol pour tenter de brûler les apothèces fraîches et sur les plants dormants comme opération de nettoyage des spores restants.

Site de l'essai

Les parcelles expérimentales ont été mises en place à la Bleuetière L'Orme Bleu située à Saint-Isidore, dans la région de la Chaudière-Appalaches. Le propriétaire est M. Guy Tardif et il est assisté de sa conjointe Mme Élise Fortin.

La bleuetière, qui est certifiée biologique par Québec Vrai, a été implantée en 2006. Elle est composée de 2700 plants sur une superficie d'environ un hectare.

Règle générale, la productivité est bonne et même très bonne pour une bleuetière somme toute assez jeune. La plantation comporte plusieurs cultivars, toutefois le cultivar Patriot est majoritaire. Ce cultivar est réputé pour être particulièrement sensible à la pourriture sclérotique et effectivement, la bleuetière en est affectée passablement.

La bleuetière est irriguée avec une ligne de goutte-à-goutte, qui est enfouie sous le paillis de copeaux de bois.

La fertilité est moyenne à élevée pour les éléments majeurs et mineurs, sauf pour le bore qui est bas. Le pH est de 5,6 ce qui est légèrement élevé, mais caractéristique des bleuetières biologiques. Le site est en pente légère orientée nord-ouest. Non loin au bas de la bleuetière, coule la rivière le Bras. Vous trouverez un plan de ferme à l'annexe 1.

Selon les cartes pédologiques de la région, le sol de la bleuetière est composé de deux séries de sol : 60% de la série Neubois et 40% de la série Le Bras, qui sont tous deux des loams sableux. Le drainage est bon en haut de la bleuetière, mais un peu moins bon en bas de pente, ce qui correspond à la définition de la série Le Bras, qui occupe les berges et les vallées des cours d'eau.

Le sous-sol de la série Le Bras est un loam argileux et le drainage est considéré comme imparfait. La topographie est légèrement déprimée. Une fois drainés, ces sols peuvent être considérés parmi les meilleurs du comté pour la grande culture et l'industrie laitière. Toutefois, il faut accorder une attention particulière à l'amélioration de la fertilité et à la prévention de l'érosion. Généralement, les sols cultivés de cette série ont un horizon (Ah) de 12 cm de loam sableux à loam légèrement humifère brun gris foncé. La teneur en matière organique est très élevée et la réaction est neutre. (Pageau, 1975)

La texture des sols Neubois varie de loam sableux à loam. Le matériau originel est composé de sédiments marins argileux. Ces sols, de par leur topographie accidentée (terrasses ondulées et vallonnées) sont exposés à l'érosion, surtout sur les rives des cours d'eau. Les sols Neubois sont propices à l'agriculture, toutefois, il y a lieu de surveiller l'érosion dans les zones vallonnées. Pour augmenter la fertilité de ces sols, il faut procéder à l'addition d'amendements calcaires et d'engrais chimiques appropriés. (Pageau, 1975)

1. Évaluer la combinaison de divers traitements fongicides, acceptés en régie biologique, sur les infections primaires et secondaires de la pourriture sclérotique

1.1 Traitements expérimentaux

L'essai a été monté avec 12 parcelles de 5 plants de la variété Patriot. Les données sont recueillies pour trois traitements ayant chacun quatre (4) réplicats.

- T** Le traitement T (pour témoin) n'a reçu aucun traitement. Quatre parcelles de 5 plants furent protégées à l'aide de couvertures de plastique dès le printemps contre les applications de fongicides du producteur et furent choisies pour relever les données T1 à T4.
- F** Le traitement F représente le traitement expérimental. Il consiste en l'application de chaux soufrée (lime sulphur) et de Regalia. Quatre parcelles de 5 plants furent protégées à l'aide de couvertures de plastique dès le printemps contre les applications de fongicides du producteur, et furent choisies pour relever les données F1 à F4.
- P** Le traitement P (pour producteur) est appliqué à l'ensemble de la plantation, sauf pour les parcelles des traitements T et F. Il représente le traitement que le producteur a effectué comme stratégie en prévention des infections. Il implique l'application de chaux soufrée (lime sulphur), de bouillie bordelaise et de Serenade Max. Quatre parcelles de 5 plants de la plantation furent choisies pour relever les données P1 à P4.

1.2 Déroulement des travaux

1.2.1 Interventions phytosanitaires

Les traitements ont été effectués au printemps, soit du 1^{er} mai au 4 juin 2013. Les applications phytosanitaires effectuées sur les parcelles F ont été effectuées avec un pulvérisateur à dos Stihl, Modèle BR 420 Magnum, alors que les applications des parcelles P ont été effectuées avec le pulvérisateur à rampes modifiées en «U» inversé de l'exploitant de la bleuetière. Les interventions phytosanitaires ont été effectuées en respectant les doses recommandées sur les étiquettes des produits.

La prise de décision concernant les moments d'application a été effectuée en fonction d'une évaluation du risque d'infection, qui était basée sur les stades phénologiques des plants et des apothèces (annexe 4), ainsi que sur la météo (température, humidité, pluviométrie) et les prévisions météorologiques.

Au total, 6 traitements ont été effectués dans les parcelles F, dont 1 application de chaux soufrée et 5 applications de Regalia Maxx. Les parcelles P, quant à elles, ont reçu 4 applications au total, dont 2 applications de chaux soufrée, 1 application de bouillie bordelaise et 1 application de Serenade.

Vous trouverez plus d'informations sur les traitements, les moments d'application, les doses, les volumes de bouillie appliquée et les coûts à l'annexe 3. De plus, il est important de mentionner que lors du deuxième traitement de Regalia Maxx, nous avons observé que les plants de la parcelle F1 présentaient des signes de phytotoxicité. Peut-être la première application de ce produit aurait-elle causé ce symptôme. L'étiquette du produit ne mentionne aucune mise en garde à ce sujet. Par contre, elle dit que c'est un concentré liquide qui doit être dilué dans l'eau.

La procédure de fabrication du mélange dit aussi :

- a) mettre de l'eau dans le réservoir et démarrer l'agitation
- b) mettre le Regalia Maxx
- c) maintenir constamment l'agitation pendant le traitement

Notre appareil avait la faiblesse de ne pas avoir de mécanisme d'agitation. Cela a pu causer le problème observé. Nous avons cependant réglé le cas en préparant la bouillie dans une chaudière et en la versant ensuite dans le réservoir de l'appareil.

1.2.2 Suivi des stades phénologiques

Les stades phénologiques des plants et des apothèces ont été déterminés avec le guide de l'Université du Michigan (Schilder et al. 2008) et les photos des apothèces provenant de l'article d'Annemiek Schilder (Warton et Schilder, 2005) sont présentées à l'annexe 4.

Dans cet article, ils ont déterminé que les apothèces commencent à éjecter des spores lorsque leur diamètre se situe autour de 1 à 2 mm. Toutefois, une grande quantité de spores n'est produite qu'à partir d'un diamètre de 4 à 6 mm. Vous trouverez un aperçu des stades des bourgeons et des apothèces pour la période du 1^{er} mai au 4 juin 2013 à la photo 1 et le relevé des stades à l'annexe 4.

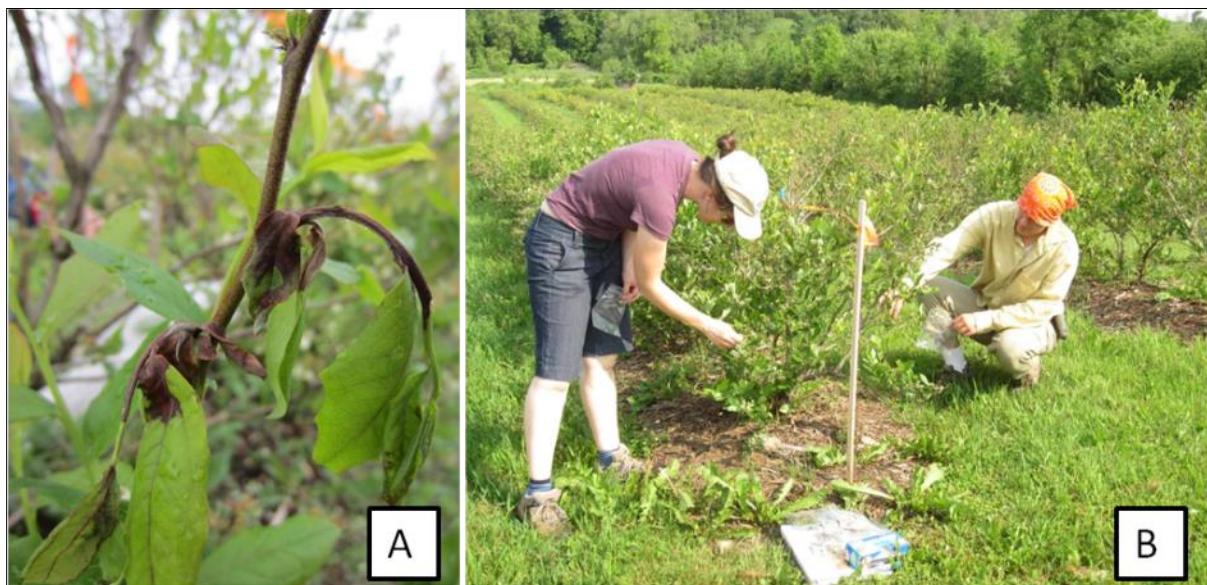
1.2.3 Suivi de la température, de l'humidité relative et de la pluviométrie

Nous avons pris des relevés de la température et de l'humidité relative avec une sonde HOBO Pro v2 Temp/RH onset placée sur le rang, près des parcelles du projet. La sonde était placée à environ 30 cm du sol et était recouverte d'une demi-chaudière blanche pour éviter les rayons directs du soleil. Après vérification des données sur Agrométéo, nous pouvons penser que notre demi-chaudière a probablement créé un léger effet de serre sur notre sonde HOBO. Les données sur la pluviométrie recueillies par Agrométéo sont plus précises que les nôtres grâce à leur suivi rigoureux. Les précipitations ont été relevées à l'aide d'un pluviomètre installé à côté de la sonde HOBO. Ces données nous ont servi à évaluer si nos traitements étaient délavés par la pluie.

1.3 Évaluation des traitements

La stratégie d'évaluation des traitements consistait à mesurer le pourcentage d'infection des parcelles par la pourriture sclérotique par rapport à la parcelle témoin. Cela a été effectué à l'aide de méthodes quantitatives aux périodes suivantes :

1. Au printemps : dénombrement des pousses infectées par parcelle (infections primaires).
2. Au stade fruit vert env. 1 cm : nous avons évalué le diamètre des fruits infectés par la pourriture sclérotique.
3. De la véraison à la fin de la récolte des fruits : poids total des bleuets momifiés (infections secondaires), poids total de bleuets commercialisables et non commercialisables par parcelle.



Photos 1: Nouvelles pousses infectées par la pourriture sclérotique. B) Comptage et récolte des pousses infectées par parcelle.

1.3.1 Application de chaux soufrée au sol

Bien que nous ayons appliqué volontairement la chaux soufrée au sol tôt au printemps dans l'intention de «brûler» les apothèces, nous n'avons pas été en mesure de vérifier son efficacité, faute d'un protocole approprié d'évaluation de l'effet desséchant du produit sur les apothèces en plein champ.

Nous avons identifié plusieurs apothèces par parcelle et sommes retournés faire l'observation de leur état suite au traitement de chaux soufrée. Toutefois, il est très difficile après coup de savoir pourquoi les apothèces ont séché. Ont-elles séché naturellement? Par le gel? Par le soleil? Par les produits appliqués?



Photos 2 : Certaines apothèces présentent un aspect blanchâtre particulier qui pourrait laisser croire qu'elles ont subi une dessiccation par le gel ou par autre chose.

Toutefois, nous continuons de penser que l'application de chaux soufrée ou de bouillie bordelaise au sol pourrait être une façon intéressante pour brûler les apothèces. Il faudrait toutefois être en mesure de tester leur efficacité à l'aide d'un protocole approprié.

1.4 Résultats de l'essai sur les infections primaires et secondaires de la pourriture sclérotique

1.4.1 Résultats de l'évaluation des infections primaires (pousses infectées)

Le nombre de pousses infectées a été relevé une fois par semaine du 10 juin au 2 juillet 2013. Les pousses infectées étaient retirées des parcelles pour ne pas être comptées deux fois. Nous avons effectué le décompte des pousses flétries ayant des symptômes caractéristiques de la pourriture sclérotique, ainsi que des grappes de fleurs fanées. Celles-ci peuvent d'ailleurs être confondues avec une infection causée par *Botrytis*. Toutefois, il est possible d'identifier les grappes de fleurs infectées par la pourriture sclérotique en observant les spores grises sur les pédicelles (Schilder et al, 2008).

Premier traitement : parcelles témoins (T) : Comme prévu, le nombre de pousses infectées a été plus élevé dans les parcelles témoins, avec une moyenne de 718 pousses infectées par parcelle.

Deuxième traitement : application de chaux soufrée et de Regalia Maxx(F) : Le dénombrement des pousses infectées semble démontrer une diminution moyenne de 65 % des infections par rapport aux parcelles témoins, avec une moyenne de pousses infectées par parcelle de 250.

Troisième traitement : régie du producteur (application de chaux soufrée, de Serenade et de bouillie bordelaise) (P) : Le dénombrement des pousses infectées semble démontrer une diminution moyenne de 64.5 % des infections par rapport aux parcelles témoins, avec une moyenne de pousses infectées par parcelle de 255.

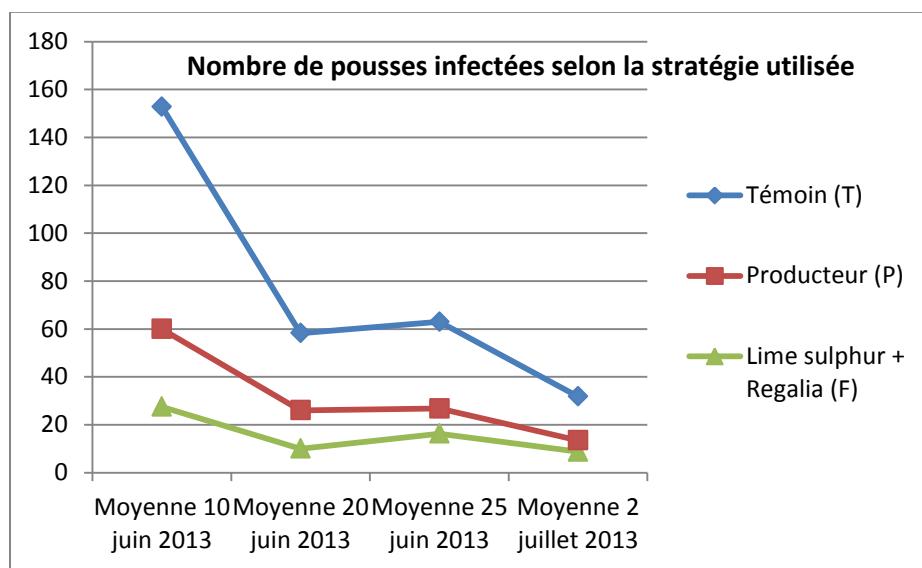


Figure 2 : Nombre moyen de pousses infectées par parcelle, par la pourriture sclérotique, en fonction de différentes stratégies de traitement.

Tableau 1: Pousses infectées : nombre et récolte par parcelle et en fonction des traitements

Dénombrement des pousses infectées							
	10-juin-13	20-juin-13	25-juin-13	02-juil-13	Total par parcelle	Moyenne/p arcelle	Grand total
Témoin #1	76	12	14	10	112	179,5	718
Témoin #2	101	27	54	23	205		
Témoin #3	83	37	28	21	169		
Témoin #4	111	53	49	19	232		
Producteur #1	26	15	10	10	61	63,75	255
Producteur #2	37	16	12	6	71		
Producteur #3	32	19	10	2	63		
Producteur #4	35	14	10	1	60		
Regalia #1	21	9	23	11	64	62,5	250
Regalia #2	10	5	5	4	24		
Regalia #3	25	6	19	5	55		
Regalia #4	54	20	18	15	107		

1.4.2 Discussions et recommandations

Le traitement effectué avec la chaux soufrée, la bouillie bordelaise et le Serenade Max, soit le traitement P, a permis de diminuer de 64,5% (voir tableau 2) le nombre total de pousses infectées par rapport au témoin non traité (T). Le traitement demeure relativement stable tout au long de la saison, le nombre de pousses infectées demeure inférieur toujours dans les mêmes proportions par rapport au témoin. De plus, le tableau de l'annexe 7 nous permet de constater que les traitements du producteur ont été efficaces malgré leur effet davantage curatif que protectant.

Bien que les nombreuses interventions semblent avoir diminué le nombre d'infections de plus de la moitié, nous sommes loin de l'efficacité traditionnelle des fongicides utilisés en régie conventionnelle, qui sont généralement supérieurs à 80% d'efficacité.

Par contre, en ce qui concerne la littérature en régie biologique, les traitements effectués avec le Serenade seulement permettent de diminuer les infections primaires de 32 à 56 %, alors qu'avec la chaux soufrée seulement, les infections diminuent de 39 à 82% par rapport au témoin. Nous pouvons donc considérer que nos résultats se situent assez bien par rapport à la littérature.

Pour ce qui est du traitement combiné de Chaux soufrée et de Regalia Maxx (Traitement F), nous avons obtenu des résultats semblables à ceux de la régie du producteur, soit une réduction moyenne de 65% des pousses infectées. De plus, comme nous pouvons le constater à l'aide du tableau de l'annexe 7, nos traitements visant à protéger les tissus verts ont été effectués aux bons moments, soit juste avant une période d'infection importante.

Finalement, comme nous indique le tableau de l'annexe 5, nous avons eu deux périodes à risque d'infections sévères soit du 9 au 12 mai et du 15 au 17 mai. Grâce aux travaux de M. Hilderbrand (annexe 9), nous pouvons déterminer l'intensité des risques d'infection à l'aide des données d'humidité relative et de température enregistrées par la sonde HOBO.

1.5 Résultats de l'évaluation des infections secondaires (bleuets momifiés)

1.5.1 Évaluation du diamètre moyen des bleuets verts infectés par rapport aux bleuets sains

À partir de la fin juin et début juillet, il était possible d'observer les bleuets infectés avant qu'ils ne prennent la couleur caractéristique rose-saumon en les sectionnant en deux sur l'axe horizontal. Ainsi, nous pouvions observer le développement du mycélium, qui prend la forme d'une étoile ou une fleur blanche au centre du fruit. En sectionnant des bleuets, nous avons observé que ce sont généralement les plus gros fruits de la grappe qui sont les plus infectés, donc les premières fleurs (voir photo 4).

Nous avons voulu vérifier quantitativement cette tendance observée. Nous avons donc récolté une centaine de bleuets verts en moyenne par parcelle. Nous avons mesuré leur diamètre à l'aide d'un vernier et les avons sectionnés pour valider la présence ou non de mycélium.

1.5.1.1. Diamètre moyen des bleuets verts infectés par rapport aux bleuets sains.

Les résultats présentés dans le tableau 2 montrent qu'en général les bleuets infectés semblent plus gros avec un diamètre moyen de 1,16 cm, comparativement aux bleuets non infectés, qui ont une moyenne de 0,95 cm.



Photos 3 : Grappe de bleuets verts : A) Bleuets avant la coupe transversale. B) Même grappe montrant les bleuets coupés de façon transversale

Tableau 2 : Évaluation du diamètre des bleuets verts (non-matures) versus les non-infectés.

Parcelle	Bleuets total	Bleuets infectés	Pourcentage d'infection	Pourcentage d'infection moyen	Diamètre moyen bleuets infectés (cm)	Diamètre moyen bleuets non infectés (cm)
T1	100	6	6%	7%	1,23	0,96
T2	100	9	9%		1,18	0,97
T3	100	10	10%		1,21	0,97
T4	100	3	3%		1,10	0,99
P1	100	3	3%	9%	1,20	0,97
P2	100	12	12%		1,17	0,99
P3	100	8	8%		1,11	0,96
P4	100	13	13%		1,09	1.02
F1	100	2	2%	5,5%	1,13	0,89
F2	100	4	4%		1,10	0,88
F3	100	9	9%		1,19	0,95
F4	100	7	7%		1,16	0,91
Moyenne					1,16	0,95

1.5.2 Récolte des bleuets commercialisables, non-commercialisables et momifiés

La récolte principale des bleuets momifiés s'est déroulée le 31 juillet 2013 où nous avons récolté entre 90 et 546 g de bleuets momifiés par parcelle. Cela représente plus de 95% de tous les bleuets momifiés de la saison car, suite à cette récolte, les valeurs par parcelle n'ont pas dépassé 12 g.



Photos 4: Les bleuets infectés prennent une couleur caractéristique rose-saumon (A) et tombent rapidement au sol (B) avant la véraison des bleuets sains.

Par la suite, les récoltes de bleuets commercialisables, non-commercialisables et momifiés se sont déroulées du 6 août au 4 septembre 2013. Lors des cueillettes, les bleuets ont été mis séparément dans des contenants pour la pesée.

Nous avons considéré comme bleuets non-commercialisables :

- les bleuets atteints par d'autres maladies que la pourriture sclérotique;
- les bleuets endommagés;
- les bleuets, mûrs ou non, qui étaient tombés au sol.

Vous retrouverez les données recueillies lors des récoltes des bleuets commercialisables, non-commercialisables et momifiés au tableau 3.

1.5.2.1 Poids des bleuets commercialisables par traitement

Les rendements moyens par traitement se ressemblent, allant de 21.6 Kg à 25.7 Kg par parcelle, ce qui correspond à un rendement commercialisable moyen par plant aux alentours de 3 à 5 Kg (voir tableau 3).

En regardant la moyenne de rendement pour les parcelles témoins (T), nous pourrions interpréter que ces parcelles ont produit un peu plus que les parcelles traitées (F et P).

Toutefois, il est à noter que 3 plants ont été récoltés par erreur dans une des parcelles F lors des cueillettes effectuées par les cueilleurs du producteur. Comme notre producteur engage plusieurs cueilleurs en plus de l'auto-cueillette, il est fort possible que d'autres erreurs se soient produites en cours de récolte. Malgré les méthodes utilisées pour bien identifier les parcelles d'essais, ces erreurs peuvent arriver lors d'essais à la ferme.

1.5.2.2 Poids des bleuets non commercialisables par traitement

En ce qui concerne le poids des bleuets non commercialisables, nous pouvons constater que les parcelles témoins en contenaient moins que les deux autres traitements. (Tableau 4) Nous pouvons difficilement identifier les raisons.

1.5.2.3 Poids des bleuets momifiés par traitement

Si nous comparons les poids de bleuets momifiés par traitement, nous pouvons observer une diminution de 48 % de fruits momifiés pour les parcelles ayant reçu le traitement F et une diminution de 3.6 % pour les parcelles ayant reçu le traitement P. (Tableau 5)

En comparant la proportion de bleuets momifiés sur la production totale, nous obtenons 0.7 % de bleuets momifiés pour le traitement F, 1.24 % pour le traitement P et 1.18 % pour le traitement T. Donc, les résultats suite aux traitements ne sont pas significativement différents.

Tableau 3: Données recueillies lors des récoltes des bleuets (poids des bleuets commercialisables)

Traitement	Poids des bleuets commercialisables en grammes (g), pour des parcelles de 5 plants					Somme	Moyenne
	31-juil-13	06-août-13	13-août-13	20-août-13	04-sept-13		
Témoin (T)	6024	8185	7174	3173	564	25120	25797,5
	5596	6105	5898	2225	641	20465	
	7084	8437	7943	3080	1154	27698	
	7579	9890	8267	3633	538	29907	
Producteur (P)	8600	12349	9340	3751	847	34887	23232,75
	5363	3278	2189	631	190	11651	
	7653	6908	5764	3024	1364	24713	
	7552	4674	6700	2274	480	21680	
Regalia (F)	5348	8955	7311	1967	1171	24752	21599,25
	3816	3890	4020	3802	535	16063	
	3719	6759	8357	4610	2060	25505	
	3059	6679	7070	2959	310	20077	

Tableau 4: Données recueillies lors des récoltes des bleuets (poids des bleuets non-commercialisables)

Traitement	Poids des bleuets non-commercialisables en grammes (g), pour des parcelles de 5 plants					Somme	Moyenne
	31-juil-13	06-août-13	13-août-13	20-août-13	04-sept-13		
Témoin (T)	121	91	126	40	135	513	884,75
	161	167	141	155	324	948	
	126	97	225	80	529	1057	
	285	143	181	158	254	1021	
Producteur (P)	575	141	233	129	905	1983	1388,5
	432	51	55	66	155	759	
	331	237	125	250	882	1825	
	260	114	192	43	378	987	
Regalia (F)	225	204	133	255	1084	1901	1134,5
	190	73	93	97	146	599	
	186	62	104	106	967	1425	
	89	72	153	123	176	613	

Tableau 5: Données recueillies lors des récoltes des bleuets (poids des bleuets momifiés)

Traitement	Poids des bleuets momifiés en grammes (g), pour des parcelles de 5 plants					Somme	Moyenne
	31-juil-13	06-août-13	13-août-13	20-août-13	04-sept-13		
Témoin (T)	289	9	4	1	0	303	315,75
	194	3	3	0	0	200	
	321	5	1	1	1	329	
	413	12	5	1	0	431	
Producteur (P)	301	3	1	0	0	305	304,25
	157	3	2	0	0	162	
	179	12	1	1	1	194	
	546	8	1	1	0	556	
Regalia (F)	112	6	7	1	0	126	164
	90	3	2	1	0	96	
	176	3	4	1	0	184	
	245	3	1	1	0	250	

1.5.3 Discussions et recommandations

Nos résultats, qui correspondent à une diminution de 3 % des fruits momifiés dans les parcelles P par rapport au traitement témoin, sont inférieurs à ceux retrouvés dans la littérature qui sont de l'ordre de 45 % à 58 % pour des biopesticides (Sherm et Krewer, 2008; Schilder, Hancock et Hanson. 2006). Par contre, dans les parcelles F, on remarque une diminution de 48 % de bleuets momifiés, ce qui correspond davantage à la littérature.

Toutefois, peu importe le traitement, les parcelles ont produit une quantité semblable de bleuets. Il ne semble pas y avoir eu de gain de rendement de bleuets commercialisables suite aux traitements fongicides, et ce, malgré le fait que la quantité de bleuets momifiés a diminué. Nous avons encore du mal à comprendre ce qui augmente la quantité de bleuets non-commercialisables dans les parcelles traitées. Il faudrait peut-être classifier les bleuets non commercialisables en séparant les fruits atteints par d'autres maladies (beaucoup d'antracnose cette année) et ceux tombés au sol. Peut-être pourrions-nous faire une corrélation entre les produits utilisés et les bleuets malades.

Augmenter le nombre de traitements durant la période de floraison :

Nous pouvons constater que plusieurs millimètres de pluie sont tombés entre nos traitements au Regalia Maxx. Nous pouvons donc supposer que nos traitements ont été délavés. En effet, entre le 20 et le 26 mai, 73 mm de pluie sont tombés.

Ce sont les fleurs nouvellement écloses qui sont le plus sensibles à l'infection par *Monilinia vaccinii-corymbosii*. Plus la fleur est âgée, moins elle est susceptible à l'infection. Les fleurs sont susceptibles à l'infection dans les 3 jours suivant leur ouverture (Nguigi et al., 2002). La fenêtre d'intervention est donc courte pour chaque fleur ouverte. Si on considère que la floraison s'échelonne sur 7 à 14 jours (Lareault et Urbain, 2008), cela exige d'effectuer des traitements de protection régulièrement durant toute cette période pour protéger chaque fleur. Par exemple, la fréquence d'application recommandée aux 7 à 10 jours pourrait être augmentée à deux fois par semaine durant la période de floraison.

Dans notre cas, si nous considérons que la période de floraison s'est échelonnée du 20 mai au 10 juin, nos interventions auraient alors été trop espacées pour protéger adéquatement chaque fleur nouvellement éclos. Nous sommes intervenus aux 8 jours du 19 mai au 4 juin.

Optimiser les conditions d'application de l'agent biologique :

Cibler plus efficacement le stigmate des fleurs en ayant une meilleure pulvérisation. En effet, l'orientation des fleurs vers le bas rend plus difficile l'atteinte de la cible avec le produit. La figure 4 illustre bien l'anatomie particulière de la fleur de bleuet. À cet effet, utiliser un pulvérisateur à jet porté qui utilise de l'air pour amener le produit à la cible permettrait peut-être d'améliorer l'efficacité des traitements.

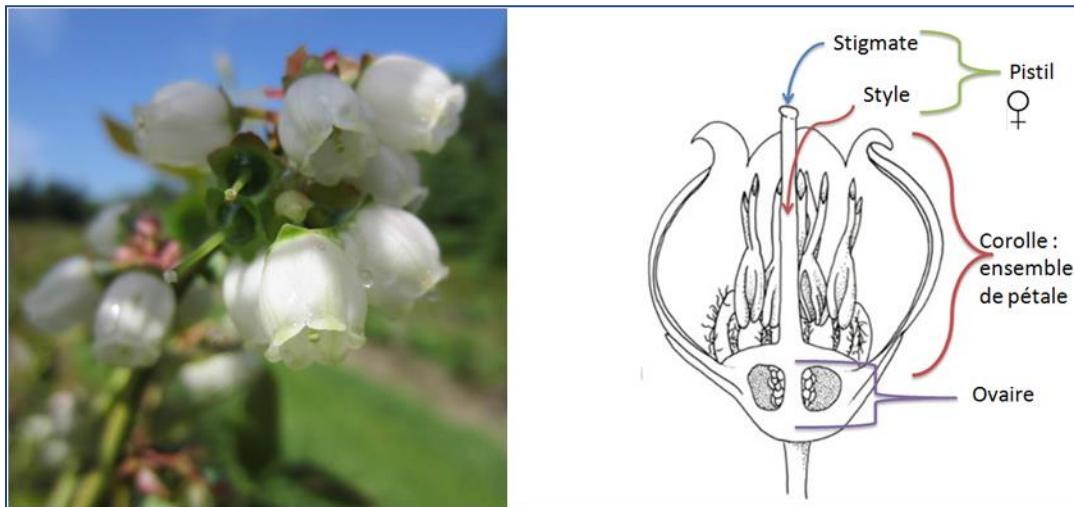


Figure 3: Fleur de bleuet et sa dissection. Schéma adapté de De Pass, 2012

Évaluation économique

Est-ce qu'un aussi grand nombre d'interventions, ça valait le coup?

Nos traitements ont coûté 2 002\$/ha, seulement pour les pesticides. Mais avec un prix de vente de 6,61 \$/Kg (3 \$/lb) pour les bleuets biologiques, cela ne prendrait qu'une augmentation de 302.87 Kg/ha de bleuets pour compenser le coût des pesticides appliqués.

Ci bas, nous faisons l'exercice d'estimer les pertes de rendement des bleuets momifiés dans la parcelle témoin.

Ce tableau est une estimation, mais démontre néanmoins que l'ensemble des parcelles T aurait produit 2 424 bleuets momifiés, ce qui équivaudrait à une perte de 3.636 kg en fruits commercialisables pour 20 plants. Si toute la plantation d'environ 2 700 plants/ha n'était pas traitée, telle qu'à l'image des parcelles T, ce serait 490.86 Kg de bleuets perdus à 6,61 \$/Kg (3 \$/lb), soit une perte brute de 3 240 \$/ha. De plus, si nous faisons la moyenne des témoins sur 2 ans (données tirées de la première année du projet à la saison 2012), nous remarquons que les augmentations de revenus pourraient atteindre 8 639\$. La combinaison de traitements est donc économiquement avantageuse pour les producteurs.

Calcul de perte de revenu si un bleuet momifié était plutôt un bleuet commercialisable.

$2\,424 \text{ momies} \times 1\,500 \text{ mg/1 bleuet sain} \times 1 \text{ kg}/10^3 \text{ g} = 3.636 \text{ kg de bleuets commercialisables;}$

$3.636 \text{ kg de bleuets} \times 2700 \text{ plants / 20 plants} = 490.86 \text{ kg de bleuets commercialisables/ha;}$

$490.86 \text{ Kg de bleuets commercialisables} \times 3 \text{ $/lb bleuets commercialisables} \times 2,2 \text{ lb/kg} = 3\,240\text{ $}.$

Calcul de perte de revenu si un bleuet momifié était plutôt un bleuet commercialisable. (Moyenne sur 2 ans-2012-2013)

$6\,464 \text{ momies (Moyenne de 2012 et 2013 : } (10\,504 + 2\,424)/2 \text{)} \times 1\,500 \text{ mg/1 bleuet sain} \times 1 \text{ kg}/10^3 \text{ g}$
 $= 9.696 \text{ kg de bleuets commercialisables;}$

$9.696 \text{ kg de bleuets} \times 2700 \text{ plants / 20 plants} = 1308.96 \text{ kg de bleuets commercialisables/ha;}$

$1308.96 \text{ Kg de bleuets commercialisables} \times 3 \text{ $/lb bleuets commercialisables} \times 2,2 \text{ lb/kg} = 8\,639\text{ $.}$

Tableau 6: Estimation du nombre de bleuets momifiés

Traitement	Estimation du nombre de bleuets momifiés à partir du poids moyen					Somme	Moyenne
	31-juil-13	06-août-13	13-août-13	20-août-13	04-sept-13		
Témoin	576	18	8	2	0	604	629
	386	6	6	0	0	398	
	639	10	2	2	2	655	
	823	24	10	2	0	859	
Producteur	600	6	2	0	0	608	606
	313	6	4	0	0	323	
	357	24	2	2	2	386	
	1088	16	2	2	0	1108	
Regalia	223	12	14	2	0	251	327
	179	6	4	2	0	191	
	351	6	8	2	0	367	
	488	6	2	2	0	498	

2. Valider l'efficacité de la récolte des bleuets momifiés par aspiration à l'aide d'un aspirateur à feuille commercial

Une façon de diminuer les infections par la pourriture sclérotique est de diminuer l'inoculum primaire. L'objectif de ce volet était de rassembler les bleuets momifiés en andain et de les récolter par aspiration à l'aide d'un chargeur à débris commercial. Nous voulions valider l'efficacité et la faisabilité de cette méthode dans les conditions rencontrées en bleuetière. Nous avons aussi testé une méthode plus loufoque, mais ô combien efficace : les poules pondeuses!

2.1 Évaluation des traitements

Nous avons préféré utiliser une méthode qualitative plutôt que quantitative dans l'évaluation des résultats. Comme une évaluation davantage scientifique aurait demandé un protocole bien étayé ainsi qu'un énorme investissement de main d'œuvre, nous avons préféré effectuer quelques essais en prenant des photos avant et après le passage. Ainsi, il est tout à fait possible de constater l'efficacité ou non des passages.

2.2 Le déroulement des travaux

Nous avons d'abord effectué des essais à l'aide d'un Weed badger muni d'une brosse. L'idée était de rassembler les bleuets momifiés tombés au sol en un andain. Il serait alors plus facile de les ramasser par aspiration. Avant de passer le balais-brosse du Weed badger, il fallait tondre très court le gazon près du paillis de copeaux pour avoir une meilleure force d'aspiration au moment de passer l'aspirateur Billy Goat.



Photos 5 : Râteaux essayés, tondeuse du producteur et Weed badger en action.

Toutefois, nous n'avions pas prévu que la roue arrière du tracteur enfoncerait les bleuets dans le sol, les rendant très difficiles à aspirer. De plus, nous pouvions constater qu'il restait encore plusieurs bleuets sous les plants après le passage du Weed badger.



Photos 6 : Bleuets enfoncés dans le sol suite au passage du Weed badger.

L'entreprise « Équipements Benoît Bilodeau » nous a prêté pendant plus d'une semaine un appareil de marque Billy Goat, modèle DL 1301H, chargeur de débris avec une force d'aspiration de plus de 2100 pieds cube par minute. (Photo 6).



Chargeur à débris de marque
Billy Goat modèle DL 1301H



Chargeur à débris en action



Bleuets au sol avant le passage du
chargeur à débris



Résultats du passage du chargeur à débris

Photos 7 : Chargeur à débris de marque Billy Goat modèle DL 1301H et résultats du passage.

Nous avons alors essayé de dégager les bleuets sous les plants avec de petits râteaux déjà utilisés par les propriétaires de la ferme « Jardinier Huard ». Puis nous avons essayé de souffler les bleuets momifiés vers l'autre côté du rang à l'aide d'un souffleur à dos/pulvérisateur de marque STIHL, modèle BR 420. Nous avions aussi fixé sur le souffleur à dos, avec du ruban adhésif, un petit râteau pour aider à déloger les bleuets pris dans le paillis et dans les branches des plants.

Souffleur électrique plus léger et tout aussi efficace



Bleuets au sol après le passage du souffleur à dos STIHL

Souffleur à dos/pulvérisateur de marque STIHL, modèle BR 420



Bec d'aspiration fabriqué sur mesure pour le chargeur à débris

Photos 8 : Essai de souffleur et de chargeur à débris sur paillis de bran de scie après la récolte.

Aussi, nous avons fait fabriquer un bec d'aspiration plus large, mais nous croyons qu'il ne change pas beaucoup la rapidité de l'opération. La photo montre que la sortie de la soufflerie se fait dans les airs. Par contre, dans la pratique, il faudra fabriquer une petite voiture fermée dans laquelle les bleuets seraient soufflés. Une fois la voiture remplie, on doit aller la vider loin de la bleuetière.

Finalement, nous avons effectué un petit essai maison avec l'aide de quelques poules pondeuses de notre producteur. Nous avons laissé 2 poules pendant 36 heures sur la superficie d'une parcelle d'essai soit 5 plants (environ 5 mètres de long). Le résultat est étonnant!



Photos 9: Parcelle occupée par 2 poules pendant 36 heures : Avant – Après.

2.3 Résultats

-La mise en andain des bleuets momifiés à l'aide du balai brosse Weed badger n'est pas satisfaisante. En plus de laisser des bleuets, le passage de la roue du tracteur les enfonce dans le sol les rendant ainsi inatteignables par l'aspiration.

-Le râtelage sous les plants à l'aide de plusieurs types de râteaux différents n'est soit pas satisfaisant, soit trop coûteux en main d'œuvre pour justifier l'opération.

-La mise en andain des momies sur paillis de bran de scie s'effectue de manière très efficace par le souffleur à dos/pulvérisateur de marque STIHL, modèle BR 420 ajouté d'un petit râteau. D'autres types de souffleurs peuvent aussi faire l'affaire. Par contre, nos essais sur paillis de copeaux de bois n'ont pas été concluants.

-L'aspiration des bleuets au sol avec le chargeur à débris de marque Billy Goat, modèle DL 130 H est très efficace. Nous avons chiffré l'aspiration des bleuets à 90% ce qui contribue grandement à la réduction de l'inoculum dans la bleuetière, à condition bien sûr d'aller porter les bleuets aspirés loin de la bleuetière.

-Sur une plus petite échelle, l'utilisation de poules pondeuses pourrait être un bon moyen de ramasser les bleuets momifiés au sol à condition de pouvoir déplacer leur enclos dans le champ. Un poulailler mobile pourrait être utilisé.

2.4 Évaluation économique

Nous avons pris des mesures sur le temps de travail nécessaire pour effectuer le nettoyage. Voici les données pour un acre ou environ 1000 plants :

- Râtelier les bleuets manuellement au petit râteau des 2 côtés du rang : 7 heures et il reste des bleuets entre les branches;
- Souffler les bleuets des 2 côtés avec le souffleur à dos : 3,5 heures (donc, la moitié moins long que pour le râtelage);
- Ramasser les bleuets avec le gros aspirateur (requiert 2 personnes) : 5 heures.

Donc, si on additionne le temps pour souffler les bleuets et pour les aspirer (3,5 heures + 5 heures X 2 personnes), cela représente 13,5 heures. Toutefois, le temps requis pour aller vider la voiture pleine n'est pas compris. Au salaire minimum de 10,10\$/heure, nous arrivons à un coût d'environ 140\$/acre ou 350\$/hectare.

Tableau 7 : Évaluation des coûts du ramassage des bleuets momifiés avec un souffleur et un chargeur à débris

Achat d'équipement	Montant
Souffleur à dos	700\$*
Chargeur à débris	3 000 \$
Transformation d'une voiture pour la rendre «fermée»	300 \$
Total par année	270\$ **
Coûts d'opération (soufflage et ramassage)	
Main d'œuvre	350 \$
Frais d'opération de la machinerie: essence, entretien, etc.	25\$/ha
TOTAL par année sur 15 ans	645 \$

* Il en existe des moins chers

** Si on applique une durée de vie de 15 ans à ces équipements

À un prix de 3\$ la livre, cela ne prend que 215 livres (\approx 100 Kg) par hectare de gain pour que cette opération soit rentable. Si un hectare peut produire 17 500 livres de bleuets, chaque perte de 1% représente 175 livres. Une réduction de seulement 2 % des pertes peut donc compenser les dépenses encourues.

2.5 Discussions et recommandations

Nos essais ont permis de démontrer qu'il existe des équipements (souffleur à dos, chargeur à débris) et des méthodes pour ramasser les bleuets tombés au sol sur un paillis de bran de scie. Les équipements utilisés pourraient être achetés par un groupe de producteurs afin de partager les coûts.

Il est difficile de quantifier la réduction de l'inoculum grâce au ramassage des bleuets momifiés par aspiration. Toutefois, comme le prouve nos photos, nous croyons qu'au moins 90% des fruits au sol sont aspirés. Ainsi, nous croyons qu'il s'agit d'une opération incontournable pour réduire la quantité de bleuets momifiés et donc, de l'inoculum.

De plus, avec l'intensification de la pression d'autres maladies, comme l'anthracnose, et de d'autres ravageurs, comme la drosophile, nous croyons qu'il sera impératif de ramasser la majorité des fruits laissés au sol afin de conserver un champ en bon état sanitaire.

Remerciements

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, dans le cadre du Programme Innovbio.

Merci bien spécial à M. Guy Tardif et à Mme Élyse Fortin, propriétaires de la bleuetière avec qui ce fut un plaisir de collaborer.

- Colombe Cliche-Ricard, agronome

De FERTIOR :

- Émilie Larivière, technologue agricole
- Jenny Lehoux, technologue agricole
- Marie-Josée Cyr, agronome
- Jacinthe Drouin, agronome
- Dominique Fiset, agronome
- Julie Dufour, agronome
- Marie-Christine Gauvreau, agronome
- Frédéric Bolduc, agronome

Du MAPAQ :

-Myriam Turgeon, stagiaire

Merci à l'entreprise « Équipements Benoît Bilodeau » de Lévis, spécialement M. Richard Anctil, et à la compagnie «Pro-Power Canada inc.» d'Ontario, spécialement à M. Ryan MacDonald, pour le prêt de l'aspirateur commercial.

Merci aux entreprises «Jardinier Huard», «Ferme Marland» et «Agridor» chez qui ont été effectués les différents essais de chargeur à débris.

Références

- Anco, D. J. et M. A. Ellis. 2011. Mummy berry of blueberry. Fact sheet, Agriculture and Natural Resources. The Ohio State University Extension, OH, États-Unis. <http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/3000/pdf/3200.pdf> (page consultée le 15 novembre 2012).
- Cline, W. O. 2003. Harvest Update. NorthCarolina Cooperative Extension Service. N.C.Blueberry News 8:1-2 , cité dans Schilder, A.M., J.F. Hancock, and E.J. Hanson. 2006. An integrated approach to disease control in blueberries in Michigan. Acta Hort. 715:481-488.
- Dedej, S., Delaplane K.S, Scherm, H. 2004. Effectiveness of honey bees in delivering the biocontrol agent *Bacillus subtilis* to blueberry flowers to suppress mummy berry diseases. Biol. Control 31, 422-427.
- De Pass, R. 2012. July is a month for sun, firework, and blueberries. Lesson Planet. <http://www.lessonplanet.com/article/calendar/july-is-a-month-for-sun-fireworks-and-blueberries> (page consultée le 15 novembre 2012).
- Hildebrand, P. D., and Braun, P. G. 1991. Factors affecting infection of lowbush blueberry by ascospores of *Monilinia vaccinii-corymbosi*. Can. J. Plant Pathol. 13:232-240.
- Maust, B. E., Williamson, J. G., and Darnell, R L. 1999. Flower bud density affects vegetative and fruit development in field-grown southern highbush blueberry. HortScience 34:607-610, cite dans Schilder, A.M., J.F. Hancock, and E.J. Hanson. 2006. An integrated approach to disease control in blueberries in Michigan. Acta Hort. 715:481-488.
- Milholland, 1974, R.D. 1974. Factors affecting apothecium development of *Monilinia vaccinii-corymbosi*, from mummified highbush blueberry fruit. Phytopathology 64: 296-300.
- Miller chemical & fertilizer corporation. 2011. Nu Film P®. Hanover, PA, État-Unis. <http://www.cdms.net/LDat/ld79G001.pdf> (page consultée le 15 novembre 2012).
- Marrone Bio Innovations, Inc. 2011. Regalia®. Davis, CA, États-Unis. <http://www.groworganic.com/media/pdfs/pfm1200-b.pdf> (page consultée le 15 novembre 2012).
- NCAT (National center for appropriate technology). 2011. Biorationals : ecological pest management database. Butte, MT, États-Unis. https://attra.ncat.org/attra-pub/biorationals/search_results.php?pestType=Disease&pestName=Monilinia+vaccinii-corymbosi&actingredients=&tradeName=&Submit+Search=Submit+Search (page consultée le 2 juin 2012).
- Ngugi, H. K, Scherm H, et NeSmith D. S., 2002. Distribution of Pseudosclerotia of *Monilinia vaccinii-corymbosi* and Risk of Apothecial Emergence Following Mechanical Cultivation. The American Phytopathological Society. 92 (3) 877-883.
- Pageau, E. 1975. Étude pédologique du comté de Dorchester, Division des sols, Direction générale de la recherche et de l'enseignement, Agriculture Québec, 94 p.
- Schilder, A.C. Isaacs R., Hanson E., Cline E. 2008. A pocket guide to IPM scouting in highbush blueberries. Michigan State University Extension, BulletinE-2928. 141 p.

Schilder, A.C. Wharton, P., et Miles, T. 2008. Mummy Berry. Michigan Blueberry Facts. Extension Bulletin E-2846, Michigan State University.

Schilder A. C. et Grube B, 2006, Monitoring and control of mummy berry in blueberries, University of New Hampshire Cooperative Extension. [En ligne] <http://extension.unh.edu/agric/agpmp/Pubs/MummyB.pdf>. Consulté le 20 janvier 2012.

Schilder, A.C., Hancock J.F. et Hanson E. J., 2006. An integrated approach to disease control in blueberries in Michigan. Acta Hort. 715:481-488.

Scherm, H. et Krewer, G. 2008. Disease management in organic Rabbiteye blueberries. International Journal of Fruit Science, Vol. 8 (1-2).

Scherm, H., A. T. Savelle et S. E. Law. 2006. Effect of electrostatic spray parameters on the viability of two bacterial biocontrol agents and their deposition on blueberry flower stamas. Biocontrol Sci. Techn. 17(3):285-293. <http://www.comitedearandanos.cl/pdf/3.9.201010.35.25.pdf> (page consultée le 15 novembre 2012).

Scherm, H., H. K. Ngugi, A. T. Savelle et J. R. Edwards. 2004. Biological control of infection of blueberry flowers caused by *Monilinia vaccinii-corymbosi*. Biolog. Control 29(2):199-206. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964403001543> (page consultée le 15 novembre 2012).

Scherm, H. et R. D. Stanaland. 2001. Evaluation of fungicide timing strategies for control of mummy berry disease of rabbiteye blueberry in Georgia. Small Fruits Review 1:69-81. http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J301v01n03_07 (page consultée le 15 novembre 2012).

Steurbaut, W. 1993. Adjuvants for use with foliar fungicides. Pestic. Sci. 38(2-3):85-91. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.2780380204/pdf> (page consultée le 15 novembre 2012).

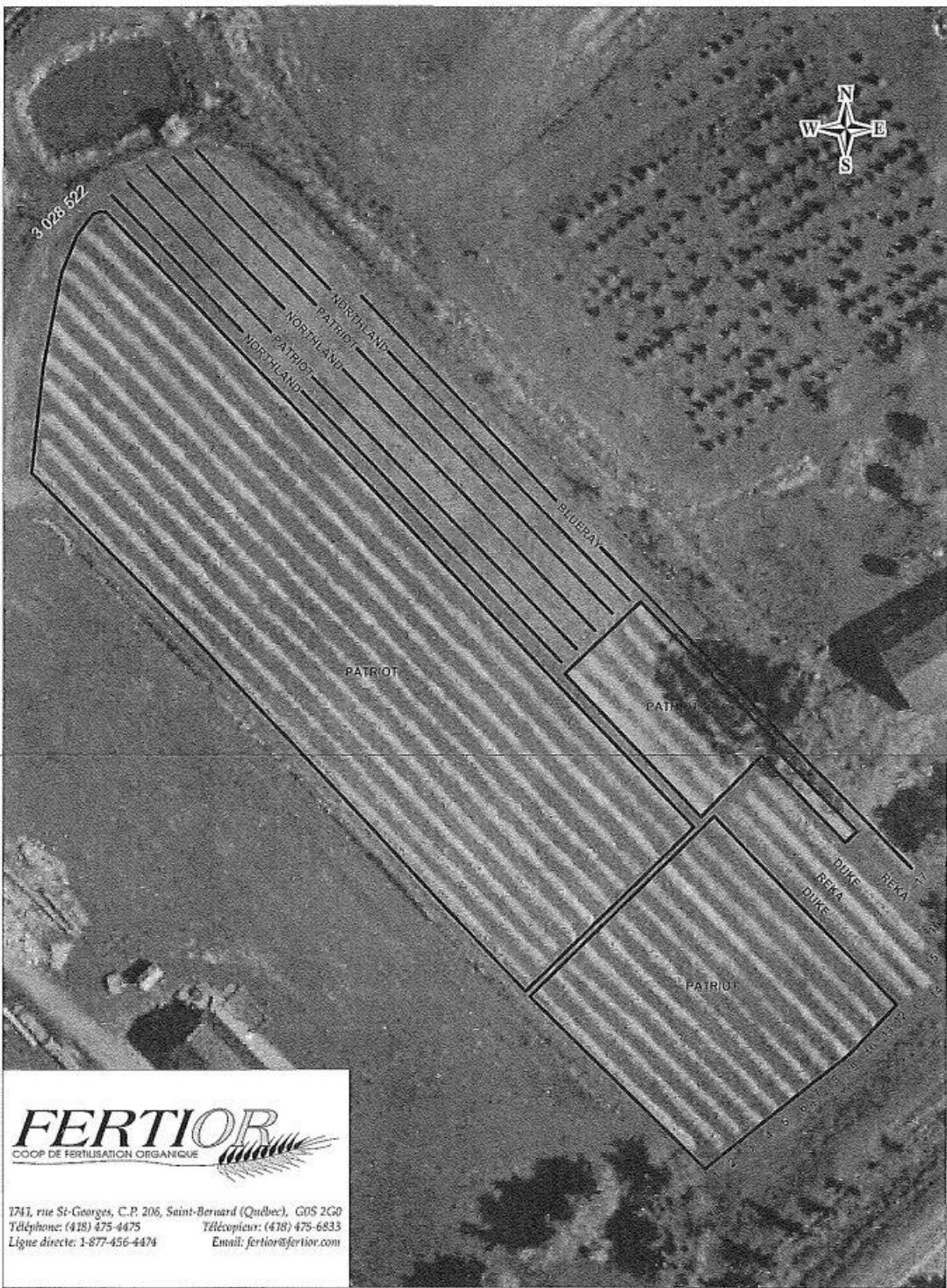
Thorton, H.A., Savelle, A.T., et Scherm, H. 2008. Evaluating a diverse panel of biocontrol agents against infection of blueberry flowers by *Monilinia vaccinii-corymbosi*. Biocontrol Science and Technology. Vol 18, No. 4, 391-407.

Teasdale, C. 2009. Disease Management in Organic Blueberries. Project report to the BC Blueberry Council and the Certified Organic Association of BC Organic Sector Development Program. E.S. Cropconsult Ltd.

United Agri Products Canada Inc. 2011. Le dépliant de chaux soufrée. Dorchester, ON, Canada. http://www.uap.ca/francais/products/documents/LimeSulphurFNov22_2011_000.pdf (page consultée le 15 novembre 2012).

Lareault, M et Urbain L., 2008, La culture du bleuet en corymbe. CRAAQ éd., 72 pages. Wharton P.S et Schilder, A.C. 2005. Effect of temperature on apothecial longevity and ascospore discharge by apothecia of *Monilinia vaccinii-corymbosi*. Plant Dis. 89: 397-403.

Annexe 1 : Plan de ferme



Annexe 2: Données de température et pluviométrie pour la saison 2013 provenant de la station météo de Scott (CQ5x)

Date	Scott (CQ5X)									
	Tmoy (°C)	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Précip. (mm)	Précip. (1er avril)	Dj (5) (1er avril)	Dj (5) (1er avril)	UTM (période)	UTM (25 mai)	
15-mars	-8.0	-12.9	-3.0	1.0	~	0.0	~	~	~	
16-mars	-8.1	-11.2	-5.0	0.0	~	0.0	~	~	~	
17-mars	-10.0	-12.0	-8.0	0.0	~	0.0	~	~	~	
18-mars	-9.7	-16.4	-3.0	0.0	~	0.0	~	~	~	
19-mars	-7.5	-10.0	-5.0	11.0	~	0.0	~	~	~	
20-mars	-5.0	-7.0	-3.0	6.3	~	0.0	~	~	~	
21-mars	-3.0	-6.0	0.0	1.0	~	0.0	~	~	~	
22-mars	-5.2	-12.0	1.5	2.0	~	0.0	~	~	~	
23-mars	-0.6	-5.0	3.8	0.0	~	0.0	~	~	~	
24-mars	2.5	-2.0	7.1	0.0	~	0.0	~	~	~	
25-mars	0.5	-3.0	4.0	0.0	~	0.0	~	~	~	
26-mars	1.5	-4.0	7.0	0.0	~	0.0	~	~	~	
27-mars	1.0	-2.0	4.0	1.4	~	0.0	~	~	~	
28-mars	2.5	-2.0	7.0	0.0	~	0.0	~	~	~	
29-mars	5.5	2.0	9.0	0.0	~	0.5	~	~	~	
30-mars	1.9	-3.1	7.0	0.0	~	0.0	~	~	~	
31-mars	4.0	-4.0	12.0	0.0	~	0.0	~	~	~	
01-avr	4.2	1.3	7.0	5.8	5.8	0.0	0.0	~	~	
02-avr	-7.0	-9.0	-5.0	2.0	7.8	0.0	0.0	~	~	
03-avr	-5.0	-9.0	-1.0	0.0	7.8	0.0	0.0	~	~	
04-avr	-1.0	-7.0	5.0	8.6	16.4	0.0	0.0	~	~	
05-avr	2.0	0.0	4.0	1.8	18.2	0.0	0.0	~	~	
06-avr	-4.5	-8.0	-1.0	0.0	18.2	0.0	0.0	~	~	
07-avr	2.0	-6.0	10.0	1.8	20.0	0.0	0.0	~	~	
08-avr	4.5	2.5	6.5	1.0	21.0	0.0	0.0	~	~	
09-avr	1.5	-2.0	5.0	5.6	26.6	0.0	0.0	~	~	
10-avr	6.0	2.0	10.0	0.0	26.6	1.0	1.0	~	~	
11-avr	0.8	-2.5	4.0	0.0	26.6	0.0	1.0	~	~	
12-avr	-1.5	-7.0	4.0	13.0	39.6	0.0	1.0	~	~	
13-avr	1.0	-1.0	3.0	7.0	46.6	0.0	1.0	~	~	
14-avr	3.5	1.0	6.0	2.2	48.8	0.0	1.0	~	~	
15-avr	6.0	0.0	12.0	0.0	48.8	1.0	2.0	~	~	

Scott (CQ5X)										
Date	Tmoy	Tmin	Tmax	Précip.	Précip.	Dj (5)	Dj (5)	UTM	UTM	
	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)	(1er avril)		(1er avril)	(période)	(25 mai)	
16-avr	6.5	2.0	11.0	6.4	55.2	1.5	3.5	~	~	
17-avr	7.0	3.0	11.0	0.0	55.2	2.0	5.5	~	~	
18-avr	6.5	-3.0	16.0	1.6	56.8	1.5	7.0	~	~	
19-avr	15.0	6.0	24.0	6.2	63.0	10.0	17.0	~	~	
20-avr	6.0	2.0	10.0	0.0	63.0	1.0	18.0	~	~	
21-avr	1.0	-3.0	5.0	0.0	63.0	0.0	18.0	~	~	
22-avr	4.2	-5.0	13.5	0.0	63.0	0.0	18.0	~	~	
23-avr	7.5	0.0	15.0	0.0	63.0	2.5	20.5	~	~	
24-avr	12.5	4.0	21.0	2.8	65.8	7.5	28.0	~	~	
25-avr	7.5	4.0	11.0	0.0	65.8	2.5	30.5	~	~	
26-avr	4.5	-4.0	13.0	0.0	65.8	0.0	30.5	~	~	
27-avr	6.0	-3.0	15.0	0.0	65.8	1.0	31.5	~	~	
28-avr	10.0	0.0	20.0	0.0	65.8	5.0	36.5	~	~	
29-avr	14.1	5.2	23.0	0.0	65.8	9.1	45.6	~	~	
30-avr	13.5	4.0	23.0	0.0	65.8	8.5	54.1	~	~	
01-mai	14.0	4.0	24.0	0.0	65.8	9.0	63.1	~	~	
02-mai	10.0	4.0	16.0	0.0	65.8	5.0	68.1	~	~	
03-mai	9.5	0.0	19.0	0.0	65.8	4.5	72.6	~	~	
04-mai	14.1	3.1	25.0	0.0	65.8	9.1	81.6	~	~	
05-mai	17.1	7.1	27.0	0.0	65.8	12.1	93.7	~	~	
06-mai	18.7	9.9	27.5	0.0	65.8	13.7	107.4	~	~	
07-mai	18.2	8.5	28.0	0.0	65.8	13.2	120.6	~	~	
08-mai	18.6	7.2	30.0	1.0	66.8	13.6	134.2	~	~	
09-mai	18.2	14.0	22.5	11.8	78.6	13.2	147.5	~	~	
10-mai	15.0	11.0	19.0	19.4	98.0	10.0	157.5	~	~	
11-mai	14.4	10.0	18.9	18.2	116.2	9.4	166.9	~	~	
12-mai	11.5	8.0	15.0	0.0	116.2	6.5	173.4	~	~	
13-mai	6.5	3.0	10.0	0.0	116.2	1.5	174.9	~	~	
14-mai	6.5	0.0	13.0	0.0	116.2	1.5	176.4	~	~	
15-mai	8.0	0.0	16.0	2.8	119.0	3.0	179.4	~	~	
16-mai	11.0	8.0	14.0	6.6	125.6	6.0	185.4	~	~	
17-mai	10.6	5.1	16.0	0.0	125.6	5.6	191.0	~	~	
18-mai	10.5	4.0	17.0	0.0	125.6	5.5	196.5	~	~	
19-mai	12.0	2.0	22.0	16.8	142.4	7.0	203.5	~	~	
20-mai	15.0	10.0	20.0	2.0	144.4	10.0	213.5	~	~	
21-mai	14.2	10.0	18.5	10.2	154.6	9.2	222.8	~	~	
22-mai	14.5	10.0	19.0	5.2	159.8	9.5	232.2	~	~	

Scott (CQ5X)										
Date	Tmoy (°C)	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Précip. (mm)	Précip. (1er avril)	Dj (5) (1er avril)	Dj (5) (période)	UTM	UTM (25 mai)	
23-mai	17.0	12.0	22.0	25.2	185.0	12.0	244.2	~	~	
24-mai	9.0	8.0	10.0	13.4	198.4	4.0	248.2	3.2	3.2	
25-mai	5.0	4.1	6.0	28.0	226.4	0.0	248.3	0.0	3.2	
26-mai	6.5	3.0	10.0	1.0	227.4	1.5	249.8	0.0	3.2	
27-mai	10.5	3.0	18.0	0.0	227.4	5.5	255.3	10.6	13.9	
28-mai	12.0	2.0	22.0	0.0	227.4	7.0	262.3	13.9	27.8	
29-mai	13.5	7.0	20.0	10.0	237.4	8.5	270.8	14.8	42.6	
30-mai	19.9	14.7	25.0	5.6	243.0	14.9	285.7	24.8	67.4	
31-mai	22.8	16.5	29.0	0.0	243.0	17.8	303.4	27.4	94.8	
01-juin	19.6	14.3	25.0	7.8	250.8	14.6	318.1	24.4	119.2	
02-juin	16.1	11.0	21.2	1.6	252.4	11.1	329.2	19.3	138.5	
03-juin	16.0	12.0	20.0	0.0	252.4	11.0	340.2	19.3	157.8	
04-juin	12.5	8.0	17.0	0.0	252.4	7.5	347.7	12.8	170.6	
05-juin	11.5	5.0	18.0	0.0	252.4	6.5	354.2	11.2	181.8	
06-juin	12.5	5.0	20.0	4.8	257.2	7.5	361.7	13.0	194.8	
07-juin	14.5	11.0	18.0	8.8	266.0	9.5	371.2	16.6	211.4	
08-juin	11.5	10.0	13.0	2.4	268.4	6.5	377.7	9.7	221.0	
09-juin	13.0	10.0	16.0	0.4	268.8	8.0	385.7	13.5	234.5	
10-juin	15.5	6.0	25.0	0.0	268.8	10.5	396.2	17.0	251.5	
11-juin	14.0	13.0	15.0	22.0	290.8	9.0	405.2	15.0	266.5	
12-juin	15.0	12.0	18.0	1.4	292.2	10.0	415.2	17.5	284.0	
13-juin	16.0	10.0	22.0	0.0	292.2	11.0	426.2	19.0	303.0	
14-juin	16.5	8.0	25.0	0.0	292.2	11.5	437.7	18.8	321.7	
15-juin	14.6	7.2	22.0	1.0	293.2	9.6	447.3	16.5	338.2	
16-juin	11.0	6.0	16.0	20.0	313.2	6.0	453.3	9.9	348.1	
17-juin	15.0	10.0	20.0	2.2	315.4	10.0	463.3	17.5	365.6	
18-juin	13.5	7.0	20.0	2.6	318.0	8.5	471.8	14.8	380.4	
19-juin	12.5	4.0	21.0	0.0	318.0	7.5	479.3	13.2	393.6	
20-juin	16.0	9.0	23.0	0.0	318.0	11.0	490.3	18.7	412.3	
21-juin	19.0	13.0	25.0	2.8	320.8	14.0	504.3	23.3	435.6	
22-juin	18.0	13.0	23.0	1.0	321.8	13.0	517.2	22.3	457.9	
23-juin	19.0	13.0	25.0	0.0	321.8	14.0	531.2	23.3	481.1	

Scott (CQ5X)									
Date	Tmoy (°C)	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Précip. (mm)	Précip. (1er avril)	Dj (5) (1er avril)	Dj (5) (période)	UTM (25 mai)	
24-juin	23.0	18.0	28.0	0.0	321.8	18.0	549.2	28.6	509.7
25-juin	25.0	20.0	30.0	0.0	321.8	20.0	569.2	30.5	540.3
26-juin	13.3	10.0	16.6	20.8	342.6	8.3	577.5	14.2	554.5
27-juin	13.0	11.0	15.0	2.2	344.8	8.0	585.5	13.2	567.7
28-juin	11.0	10.0	12.0	23.1	367.9	6.0	591.5	8.2	575.9
29-juin	14.0	10.0	18.0	1.8	369.7	9.0	600.5	15.7	591.5
30-juin	17.5	11.0	24.0	0.0	369.7	12.5	613.0	21.0	612.6
01-juil	19.0	13.0	25.0	0.0	369.7	14.0	627.0	23.3	635.8
02-juil	16.0	13.0	19.0	0.0	369.7	11.0	638.0	19.3	655.2
03-juil	20.5	15.0	26.0	0.0	369.7	15.5	653.5	25.4	680.6
04-juil	24.0	17.0	31.0	7.0	376.7	19.0	672.5	27.8	708.4
05-juil	24.5	20.0	29.0	0.0	376.7	19.5	692.0	30.5	738.9
06-juil	25.0	21.0	29.0	0.0	376.7	20.0	712.0	31.4	770.3
07-juil	23.8	20.0	27.5	0.0	376.7	18.8	730.8	30.3	800.6
08-juil	19.5	15.0	24.0	0.0	376.7	14.5	745.3	24.6	825.2
09-juil	21.0	16.0	26.0	0.0	376.7	16.0	761.3	26.3	851.6
10-juil	23.5	19.0	28.0	5.6	382.3	18.5	779.8	29.5	881.1
11-juil	21.0	18.0	24.0	0.0	382.3	16.0	795.8	27.3	908.4
12-juil	17.0	9.0	25.0	0.0	382.3	12.0	807.8	19.7	928.0
13-juil	20.5	11.0	30.0	0.0	382.3	15.5	823.3	22.4	950.5
14-juil	23.0	15.0	31.0	0.0	382.3	18.0	841.3	26.0	976.5
15-juil	25.9	19.3	32.5	0.0	382.3	20.9	862.2	29.6	1006.1
16-juil	25.5	20.0	31.0	0.0	382.3	20.5	882.7	30.5	1036.6
17-juil	26.0	19.0	33.0	18.5	400.8	21.0	903.7	29.2	1065.8
18-juil	22.5	18.0	27.0	30.0	430.8	17.5	921.2	28.4	1094.2
19-juil	24.5	20.0	29.0	28.4	459.2	19.5	940.7	30.5	1124.7
20-juil	23.5	20.0	27.0	3.6	462.8	18.5	959.2	30.2	1154.9
21-juil	14.6	9.0	20.2	0.0	462.8	9.6	968.8	16.8	1171.7
22-juil	17.0	9.0	25.0	0.0	462.8	12.0	980.8	19.7	1191.3
23-juil	19.5	15.0	24.0	20.2	483.0	14.5	995.3	24.6	1215.9
24-juil	16.0	14.0	18.0	0.0	483.0	11.0	1006.3	19.3	1235.2
25-juil	14.0	7.0	21.0	0.0	483.0	9.0	1015.3	15.6	1250.8

Scott (CQ5X)										
Date	Tmoy	Tmin	Tmax	Précip.	Précip.	Dj (5)	Dj (5)	UTM	UTM	
	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)	(1er avril)		(1er avril)	(période)	(25 mai)	
26-juil	15.5	10.0	21.0	0.0	483.0	10.5	1025.8	18.3	1269.1	
27-juil	18.5	12.0	25.0	0.0	483.0	13.5	1039.3	22.4	1291.4	
28-juil	21.5	16.0	27.0	10.4	493.4	16.5	1055.8	26.6	1318.0	
29-juil	22.0	18.0	26.0	0.0	493.4	17.0	1072.8	28.1	1346.2	
30-juil	19.5	15.0	24.0	2.4	495.8	14.5	1087.3	24.6	1370.8	
31-juil	19.0	12.0	26.0	0.0	495.8	14.0	1101.3	22.7	1393.5	
01-août	22.6	16.1	29.0	7.4	503.2	17.6	1118.8	27.0	1420.5	
02-août	21.0	18.0	24.0	14.0	517.2	16.0	1134.8	27.3	1447.8	
03-août	18.0	15.0	21.0	5.2	522.4	13.0	1147.8	22.8	1470.6	
04-août	18.0	14.0	22.0	3.6	526.0	13.0	1160.8	22.6	1493.2	
05-août	15.0	10.0	20.0	0.0	526.0	10.0	1170.8	17.5	1510.7	
06-août	18.5	12.0	25.0	0.0	526.0	13.5	1184.3	22.4	1533.0	
07-août	19.5	12.0	27.0	12.2	538.2	14.5	1198.8	23.0	1556.0	
08-août	20.5	16.0	25.0	13.8	552.0	15.5	1214.3	26.0	1582.0	
09-août	21.0	18.0	24.0	6.2	558.2	16.0	1230.3	27.3	1609.3	
10-août	18.0	15.0	21.0	0.0	558.2	13.0	1243.3	22.8	1632.1	
11-août	18.0	12.0	24.0	0.0	558.2	13.0	1256.3	21.9	1654.0	
12-août	19.5	15.0	24.0	2.4	560.6	14.5	1270.8	24.6	1678.6	
13-août	16.5	14.0	19.0	7.8	568.4	11.5	1282.3	20.2	1698.8	
14-août	14.5	11.0	18.0	0.2	568.6	9.5	1291.8	16.6	1715.4	
15-août	16.0	10.0	22.0	9.8	578.4	11.0	1302.8	19.0	1734.4	
16-août	17.0	12.0	22.0	3.8	582.2	12.0	1314.8	20.8	1755.2	
17-août	15.0	8.0	22.0	0.0	582.2	10.0	1324.8	17.2	1772.3	
18-août	18.0	10.0	26.0	0.0	582.2	13.0	1337.8	20.9	1793.3	
19-août	22.0	17.0	27.0	0.0	582.2	17.0	1354.8	27.5	1820.8	
20-août	23.1	19.0	27.2	0.0	582.2	18.1	1372.9	29.4	1850.1	
21-août	23.0	17.0	29.0	8.6	590.8	18.0	1390.9	27.8	1877.9	
22-août	21.0	19.0	23.0	18.7	609.5	16.0	1406.9	27.7	1905.6	
23-août	16.5	12.0	21.0	0.0	609.5	11.5	1418.4	20.1	1925.7	
24-août	15.5	7.0	24.0	0.0	609.5	10.5	1428.9	17.4	1943.1	
25-août	16.5	9.0	24.0	1.2	610.7	11.5	1440.4	19.2	1962.3	
26-août	18.5	15.0	22.0	8.6	619.3	13.5	1453.9	23.5	1985.8	

Scott (CQ5X)										
Date	Tmoy (°C)	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Précip. (mm)	Précip. (1er avril)	Dj (5) (1er avril)	Dj (5) (période)	UTM	UTM (25 mai)	
27-août	22.0	17.0	27.0	0.0	619.3	17.0	1470.9	27.5	2013.3	
28-août	21.0	17.0	25.0	9.6	628.9	16.0	1486.9	26.9	2040.2	
29-août	15.5	13.0	18.0	1.4	630.3	10.5	1497.4	18.4	2058.5	
30-août	14.5	9.0	20.0	3.0	633.3	9.5	1506.9	16.6	2075.1	
31-août	20.0	17.0	23.0	0.0	633.3	15.0	1521.9	25.9	2101.0	
01-sept	18.5	15.0	22.0	0.0	633.3	13.5	1535.4	23.5	2124.5	
02-sept	15.5	13.0	18.0	30.5	663.8	10.5	1545.9	18.4	2142.9	
03-sept	16.5	11.0	22.0	0.0	663.8	11.5	1557.4	19.9	2162.7	
04-sept	17.0	14.0	20.0	0.0	663.8	12.0	1569.4	21.1	2183.8	
05-sept	11.0	7.0	15.0	0.0	663.8	6.0	1575.4	9.6	2193.4	
06-sept	11.6	4.1	19.0	0.0	663.8	6.6	1582.0	11.6	2205.0	
07-sept	17.0	13.0	21.0	5.6	669.4	12.0	1594.0	21.0	2226.0	
08-sept	11.5	9.0	14.0	0.0	669.4	6.5	1600.5	10.1	2236.1	
09-sept	11.1	4.2	18.0	0.0	669.4	6.1	1606.6	10.6	2246.8	
10-sept	16.3	12.0	20.6	3.2	672.6	11.3	1617.9	19.8	2266.5	
11-sept	21.5	15.0	28.0	15.2	687.8	16.5	1634.4	25.9	2292.4	
12-sept	19.0	17.0	21.0	9.0	696.8	14.0	1648.4	24.6	2317.0	
13-sept	16.0	14.0	18.0	4.4	701.2	11.0	1659.4	19.3	2336.3	
14-sept	11.5	10.0	13.0	4.1	705.3	6.5	1665.9	9.7	2345.9	
15-sept	13.0	8.0	18.0	7.2	712.5	8.0	1673.9	13.9	2359.8	
16-sept	9.0	7.0	11.0	0.0	712.5	4.0	1677.9	4.0	2363.8	
17-sept	9.5	2.0	17.0	0.0	712.5	4.5	1682.4	9.6	2373.4	
18-sept	13.4	7.0	19.9	0.0	712.5	8.4	1690.8	14.7	2388.1	
19-sept	14.5	6.0	23.0	0.0	712.5	9.5	1700.3	16.0	2404.1	
20-sept	14.5	11.0	18.0	0.0	712.5	9.5	1709.8	16.6	2420.6	
21-sept	16.5	7.0	26.0	11.7	724.2	11.5	1721.3	18.2	2438.9	
22-sept	13.0	10.0	16.0	2.7	726.9	8.0	1729.3	~	~	
23-sept	8.5	5.0	12.0	0.0	726.9	3.5	1732.8	~	~	
24-sept	8.5	5.0	12.0	1.0	727.9	3.5	1736.3	~	~	
25-sept	10.0	6.0	14.0	0.0	727.9	5.0	1741.3	~	~	
26-sept	10.5	6.0	15.0	0.0	727.9	5.5	1746.8	~	~	
27-sept	13.5	6.0	21.0	0.0	727.9	8.5	1755.3	~	~	
28-sept	14.5	6.0	23.0	0.0	727.9	9.5	1764.8	~	~	
29-sept	14.5	6.0	23.0	0.0	727.9	9.5	1774.3	~	~	
30-sept	15.0	7.0	23.0	0.0	727.9	10.0	1784.3	~	~	
	13.0	-16.4	33.0	750.6		1784.9		2439.5		
Moyenne	Extrême	Extrême	Cumul		Cumul		Cumul			

Annexe 3 : Dates d'application, produits appliqués, doses, volumes et coûts à l'hectare pour les parcelles ayant reçu les traitements Fet P

TRAITEMENT F

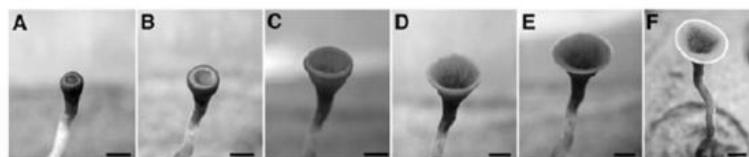
<i>Date application</i>	<i>Produit appliqué</i>	<i>Dose*</i> (L/ha)	<i>Volume de bouille</i> (L/ha) et	<i>coût /ha (\$)</i>
1 ^{er} mai	Chaux soufrée culture et au sol	50 l/ha	1500	450
8 mai	Regalia Maxx	3.75 l/ha	1500	310.50
14 mai	Regalia Maxx	3.75 l/ha	1500	310.50
19 mai	Regalia Maxx	3.75 l/ha	1500	310.50
27 mai	Regalia Maxx	3.75 l/ha	1500	310.50
4 juin	Regalia Maxx	3.75 l/ha	1500	310.50
<i>TOTAL</i>				2002.50

TRAITEMENT P

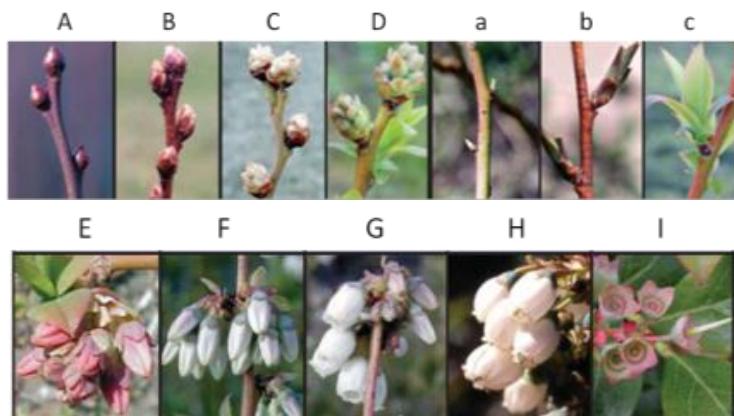
<i>Date application</i>	<i>Produit appliqué</i>	<i>Dose</i> (L ou Kg/ha)	<i>Volume de bouille à</i> <i>l'hectare</i> (L/ha)
28 avril	Chaux soufrée	18L	730L
6 mai	Chaux soufrée	18L	730L
15 mai	Bouillie Bordelaise	5.48 -5.48 ¹	730L
20 mai	Serenade Max	6.9 kg	730L

¹ La bouillie bordelaise était composée de 3 Kg de chaux hydratée, 3 Kg de sulfate de cuivre dans 454L d'eau.

Annexe 4: Stades des apothèces et stades phénologiques des plants de bleuets en corymbe



Stades des apothèces (source : Wharton et Schilder. 2005)



Stades des plants, adapté du guide : A Pocket Guide to IPM Scouting in Highbush Blueberries, Michigan State University Extension, 2008)

Suivi des stades des apothèces et des stades phénologiques des plants de bleuets au cours de la saison 2013.

Calendrier des traitements					
Date	Stade du bourgeon à fruits	Stade du bourgeon à feuilles	Sensibilité des bourgeons aux infections (oui/non)	Présence d'apothèces	Niveau d'émission des spores
01-mai	gonflement	pointe verte	non	pas d'observation	faible
08-mai	bouton serré	pointe verte/ déroulement	oui	Ceux observés sont secs	faible
14-mai	début floraison	Déployé (3-4 feuilles)	oui	Oui, de toutes tailles	moyen
19-mai	début floraison	Déployé (5-6 feuilles)	oui	Oui	moyen
27-mai	mi-floraison	Quelques infections primaires	oui	pas d'observation	
04-juin	mi-floraison	Avancé	oui	pas d'observation	

Annexe 5 : Degré de sévérité des infections primaires de la pourriture sclérotique en fonction des données d'humidité relative (%), et de températures (°C) relevées à l'aide d'une sonde de marque HOBO pour la période d'infections primaires (période du 2 mai au 19 mai)

Date	Période de mouillure (heure) HR>85%	Humidité relative moyenne durant la période de mouillure (%)	Température moyenne durant l'infection (°C)	Gravité de l'infection	Émission abondante de spores par les apothèces (estimé en fonction du stade)	Stade sensible des plants
2 mai 2013	2,5	87,1	9,5	Nulle	Non	Non
3 mai 2013	8,5	92,1	3,0	Nulle	Non	Non
4 mai 2013	8	91,9	3,2	Nulle	Non	Non
5 mai 2013	3,5	90,9	4,1	Nulle	Oui	Oui
6 mai 2013	4	90,8	6,1	Nulle	Oui	Oui
7 mai 2013	2	86,4	5,9	Nulle	Oui	Oui
8 mai 2013	2	87	7,0	Nulle	Oui	Oui
9 mai 2013	6	91,7	16,0	Forte	Oui	Oui
10 mai 2013	11	94,5	12,7	Forte	Oui	Oui
11 mai 2013	24	96,3	9,0	Forte	Oui	Oui
12 mai 2013	9	94,3	9,9	Forte	Oui	Oui
13 mai 2013	2,5	87	3,5	Nulle	Oui	Oui
14 mai 2013	10,5	92	0,9	Faible	Oui	Oui
15 mai 2013	11,5	93,9	1,4	Modérée	Oui	Oui
16 mai 2013	23	93,2	9,6	Forte	Oui	Oui
17 mai 2013	9	95,2	6,0	Forte	Oui	Oui
18 mai 2013	8	93,9	5,6	Faible	Oui	Oui
19 mai 2013	6,5	90,1	5,0	Faible	Oui	Oui

Annexe 6 : Degré de sévérité des infections secondaires de la pourriture sclérotique en fonction des données d'humidité relative (%) et de températures (°C) relevées à l'aide d'une sonde de marque HOBO pour la période d'infections secondaires (période du 20 mai au 15 juin).

Date	Période de mouillure (heure) HR>85%	Humidité relative moyenne durant la période de mouillure (%)	Température moyenne durant l'infection (°C)	Gravité de l'infection	Stade sensible des plants
20 mai 2013	15	95,3	12,4	Forte	Oui
21 mai 2013	17	94,7	11,2	Forte	Oui
22 mai 2013	24	94,7	12,6	Forte	Oui
23 mai 2013	24	94,9	16,5	Forte	Oui
24 mai 2013	24	97,4	9,3	Forte	Oui
25 mai 2013	23,5	93,5	5,8	Forte	Oui
26 mai 2013	20,5	92,7	6,1	Forte	Oui
27 mai 2013	11	92,3	4,4	Modérée	Oui
28 mai 2013	11,5	94	4,0	Modérée	Oui
29 mai 2013	17	95	10,3	Forte	Oui
30 mai 2013	14,5	95,9	15,6	Forte	Oui
31 mai 2013	14,5	94,8	18,7	Forte	Oui
1 juin 2013	18,5	93,3	15,0	Forte	Oui
2 juin 2013	24	96,6	11,7	Forte	Oui
3 juin 2013	11	96,7	11,9	Forte	Oui
4 juin 2013	3,5	86,1	10,1	Nulle	Oui
5 juin 2013	8,5	91,4	5,5	Modérée	Oui
6 juin 2013	10	93,1	6,6	Forte	Oui
7 juin 2013	13	94,4	13,0	Forte	Oui
8 juin 2013	24	95,3	12,0	Forte	Oui
9 juin 2013	24	95,4	11,9	Forte	Oui
10 juin 2013	13	96,3	9,1	Forte	Oui
11 juin 2013	24	95,2	14,3	Forte	Oui
12 juin 2013	18	95,1	13,9	Forte	Oui
13 juin 2013	11,5	95,6	10,9	Forte	Oui
14 juin 2013	8,5	95,3	8,4	Forte	Oui
15 juin 2013	1,5	89	10,1	Nulle	Oui

Annexe 7 : Degré de sévérité des infections de la pourriture sclérotique en fonction des précipitations et des traitements des parcelles «F» (période du 2 mai au 14 juin).

Date	Précipitations selon agrométéo station Scott	Gravité de l'infection	Émission abondante de spores par les apothèces (estimé en fonction du stade)	Stade sensible des plants	Traitements
2 mai 2013	0	Nulle	Non	Non	Lime sulphur
3 mai 2013	0	Nulle	Non	Non	
4 mai 2013	0	Nulle	Non	Non	
5 mai 2013	0	Nulle	Oui	Oui	
6 mai 2013	0	Nulle	Oui	Oui	
7 mai 2013	0	Nulle	Oui	Oui	
8 mai 2013	1	Nulle	Oui	Oui	
9 mai 2013	11,8	Forte	Oui	Oui	Regalia Maxx
10 mai 2013	19,4	Forte	Oui	Oui	
11 mai 2013	18,2	Forte	Oui	Oui	
12 mai 2013	0	Forte	Oui	Oui	
13 mai 2013	0	Nulle	Oui	Oui	
14 mai 2013	0	Faible	Oui	Oui	
15 mai 2013	2,8	Modérée	Oui	Oui	
16 mai 2013	6,6	Forte	Oui	Oui	Regalia Maxx
17 mai 2013	0,0	Forte	Oui	Oui	
18 mai 2013	0,0	Faible	Oui	Oui	
19 mai 2013	16,8	Faible	Oui	Oui	
20 mai 2013	2,0	Forte	Non	Oui	
21 mai 2013	10,2	Forte	Non	Oui	
22 mai 2013	5,2	Forte	Non	Oui	
23 mai 2013	25,2	Forte	Non	Oui	Regalia Maxx
24 mai 2013	13,4	Forte	Non	Oui	
25 mai 2013	28,0	Forte	Non	Oui	
26 mai 2013	1,0	Forte	Non	Oui	
27 mai 2013	0,0	Modérée	Non	Oui	
28 mai 2013	0,0	Modérée	Non	Oui	
29 mai 2013	10,0	Forte	Non	Oui	
30 mai 2013	5,6	Forte	Non	Oui	Regalia Maxx
31 mai 2013	0,0	Forte	Non	Oui	
1 juin 2013	7,8	Forte	Non	Oui	
2 juin 2013	1,6	Forte	Non	Oui	
3 juin 2013	0,0	Forte	Non	Oui	
4 juin 2013	0,0	Nulle	Non	Oui	
5 juin 2013	0,0	Modérée	Non	Oui	
6 juin 2013	4,8	Forte	Non	Oui	Regalia Maxx
7 juin 2013	8,8	Forte	Non	Oui	
8 juin 2013	2,4	Forte	Non	Oui	
9 juin 2013	0,4	Forte	Non	Oui	
10 juin 2013	0,0	Forte	Non	Oui	
11 juin 2013	22,0	Forte	Non	Oui	
12 juin 2013	1,4	Forte	Non	Oui	
13 juin 2013	0,0	Forte	Non	Oui	
14 juin 2013	0,0	Forte	Non	Oui	

Annexe 8 : Degré de sévérité des infections de la pourriture sclérotique en fonction des précipitations et des traitements du producteur «P» (période du 6 mai au 14 juin).

Date	Précipitations selon agrométéo station Scott	Gravité de l'infection	Émission abondante de spores par les apothèques (estimé en fonction du stade)	Stade sensible des plants	Traitements producteur
6 mai 2013	0	Nulle	Oui	Oui	Lime sulphur
7 mai 2013	0	Nulle	Oui	Oui	
8 mai 2013	1	Nulle	Oui	Oui	
9 mai 2013	11,8	Forte	Oui	Oui	
10 mai 2013	19,4	Forte	Oui	Oui	
11 mai 2013	18,2	Forte	Oui	Oui	
12 mai 2013	0	Forte	Oui	Oui	
13 mai 2013	0	Nulle	Oui	Oui	
14 mai 2013	0	Faible	Oui	Oui	
15 mai 2013	2,8	Modérée	Oui	Oui	Bouillie bordelaise
16 mai 2013	6,6	Forte	Oui	Oui	
17 mai 2013	0,0	Forte	Oui	Oui	
18 mai 2013	0,0	Faible	Oui	Oui	
19 mai 2013	16,8	Faible	Oui	Oui	
20 mai 2013	2,0	Forte	Non	Oui	Serenade Max
21 mai 2013	10,2	Forte	Non	Oui	
22 mai 2013	5,2	Forte	Non	Oui	
23 mai 2013	25,2	Forte	Non	Oui	
24 mai 2013	13,4	Forte	Non	Oui	
25 mai 2013	28,0	Forte	Non	Oui	
26 mai 2013	1,0	Forte	Non	Oui	
27 mai 2013	0,0	Modérée	Non	Oui	
28 mai 2013	0,0	Modérée	Non	Oui	
29 mai 2013	10,0	Forte	Non	Oui	
30 mai 2013	5,6	Forte	Non	Oui	
31 mai 2013	0,0	Forte	Non	Oui	
1 juin 2013	7,8	Forte	Non	Oui	
2 juin 2013	1,6	Forte	Non	Oui	
3 juin 2013	0,0	Forte	Non	Oui	
4 juin 2013	0,0	Nulle	Non	Oui	
5 juin 2013	0,0	Modérée	Non	Oui	
6 juin 2013	4,8	Forte	Non	Oui	
7 juin 2013	8,8	Forte	Non	Oui	
8 juin 2013	2,4	Forte	Non	Oui	
9 juin 2013	0,4	Forte	Non	Oui	
10 juin 2013	0,0	Forte	Non	Oui	
11 juin 2013	22,0	Forte	Non	Oui	
12 juin 2013	1,4	Forte	Non	Oui	
13 juin 2013	0,0	Forte	Non	Oui	
14 juin 2013	0,0	Forte	Non	Oui	

Annexe 9 : Degré de sévérité des infections de la pourriture sclérotique en fonction de la période de mouillure et de la température moyenne lors de la période d'infections (adapté de Paul Hilderbrand., Agriculture Canada, Nouvelle-Écosse)

	Température moyenne durant la période d'infection				
Période de mouillure (heures)	2°C	6°C	10°C	14°C	18°C
2	NONE	NONE	NONE	NONE	NONE
4	NONE	NONE	NONE	LOW	MOD
6	NONE	LOW	LOW	HIGH	HIGH
8	NONE	MOD	HIGH	HIGH	HIGH
10	MOD	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH
15	MOD	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH
24	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH