

2012

Élaboration d'une stratégie de lutte intégrée contre la pourriture sclérotique (*Monilinia vaccinii-corymbosi*) dans le bleuets en corymbe, en régie biologique (11-INNO3-03)



Par :

André Carrier, agr., M.Sc., MAPAQ

Colombe Cliche-Ricard, agr. FERTIOR

Jonathan Roy, agr. MAPAQ

14/11/2012

Table des Matières

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.....	15
Année 2012, du point de vue climatique.....	16
1. Évaluer la combinaison de divers traitements fongicides, acceptés en régie biologique, sur les infections primaires et secondaires de la pourriture sclérotique.....	17
1.1 Traitements expérimentaux.....	17
1.2 Déroulement des travaux.....	18
1.2.1 Interventions phytosanitaires.....	18
1.2.2 Suivi des stades phénologiques.....	19
1.2.3 Suivi de la température, de l'humidité relative et de la pluviométrie.....	20
1.3 Évaluation des traitements.....	21
1.3.1 Application du lime sulphur au sol.....	22
1.4 Résultats de l'essai sur les infections primaires et secondaires de la pourriture sclérotique.....	23
1.4.1 Résultats de l'évaluation des infections primaires (pousses infectées).....	23
1.4.2 Discussions et recommandations.....	26
1.5 Résultats de l'évaluation des infections secondaires (bleuets momifiés).....	28
1.5.1 Évaluation du diamètre moyen des bleuets verts infectés par rapport aux bleuets sains.....	28
1.5.1.1 <i>Diamètre moyen des bleuets verts infectés par rapport aux bleuets sains..</i> ..	28
1.5.2 Récolte des bleuets commercialisables, non-commercialisables et momifiés.....	30
1.5.2.1 <i>Poids des bleuets commercialisables par traitement</i>	31
1.5.2.2 <i>Poids des bleuets non commercialisable par traitement</i>	31

1.5.2.3 Poids des bleuets momifiés par traitement.....	31
1.5.3 Discussions et recommandations.....	34
Évaluation économique.....	36
2. Valider l'efficacité de la récolte des bleuets momifiés par aspiration à l'aide d'un aspirateur à feuille commercial.	38
2.1 Évaluation des traitements	38
2.2 Le déroulement des travaux.....	39
2.3 Résultats	40
2.4 Discussions et recommandations.....	41
Remerciements	42
<i>Annexe 1</i> : Plan de ferme.....	46
<i>Annexe 2</i> : Données de température et d'humidité relative pour la saison 2012 prises à l'aide de la sonde HOBO.....	47
<i>Annexe 3</i> : Données de température et pluviométrie pour la saison 2012 provenant de la station météo de Scott (CQ5x)	49
<i>Annexe 4</i> : Dates d'application, produits appliqués, doses, volumes et coûts à l'hectare pour les parcelles ayant reçu les traitements Fet P.	53
<i>Annexe 5</i> : Stades des apothèques et stades phénologiques des plants de bleuets en corymbe....	54
<i>Annexe 6</i> : 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 16 avril au 30 mai).	55
<i>Annexe 7</i> : 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)	56
<i>Annexe 8</i> : Calendriers des applications des fongicides biologiques, des stades phénologiques des bleuets, des pseudosclérotés, des conditions climatiques et des périodes sensibles à l'infection pour les mois d'avril et mai 2012.	57

Liste des figures

FIGURE 1 : CYCLE DE LA POURRITURE SCLÉROTIQUE. ADAPTÉ DE SCHILDER, WHARTON ET MILES, 2008.	11
FIGURE 2 : NOMBRE MOYEN DE POUSSÉS INFECTÉS PAR PARCELLE, PAR LA POURRITURE SCLÉROTIQUE, EN FONCTION DE DIFFÉRENTES STRATÉGIES DE TRAITEMENTS FONGICIDES COMBINÉS (TÉMOIN (T), LIME SULPHUR + SERENADE (F) ET LIME SULPHUR+ BOUILLIE BORDELAISE+SERENADE (P)).	24
FIGURE 3 : MAXIMUM, MOYENNE ET MINIMUM DES POIDS RELATIFS DE PSEUDOSCLÉROTÉS PAR RAPPORT À LA PRODUCTION TOTALE DE BLEUETS DANS LES PARCELLES TÉMOINS ET LES PARCELLES DES TRAITEMENTS F ET P.....	33
FIGURE 4: FLEUR DE BLEUET ET SA DISSECTION. SCHÉMA ADAPTÉ DE DE PASS, 2012.....	35

Liste des photos

PHOTO 1 : STADES PHÉNOLOGIQUES DES BOURGEONS ET DES APOTHÈCES POUR LA PÉRIODE DU 14 AVRIL AU 4 MAI 2012. ...	19
PHOTO 2 : NOUVELLES POUSSÉS INFECTÉES PAR LA POURRITURE SCLÉROTIQUE. B) COMPTAGE ET RÉCOLTE DES POUSSÉS INFECTÉES PAR PARCELLES (12 JUIN 2012).	21
PHOTO 3 : CERTAINES APOTHÈCES PRÉSENTENT UN ASPECT BLANCHÂTRE PARTICULIER. QUI POURRAIT LAISSER CROIRE QU'ELLES ONT SUBI UNE DESSICCATION PAR LE GEL OU PAR AUTRE CHOSE.	22
PHOTO 4: GRAPPE DE BLEUETS VERTS : A) BLEUETS AVANT LA COUPE TRANSVERSALE. B) MÊME GRAPPE MONTRANT LES BLEUETS COUPÉS DE FAÇON TRANSVERSALE (28 JUIN 2012).	28
PHOTO 5: LES BLEUETS INFECTÉS PRENNENT UNE COULEUR CARACTÉRISTIQUE ROSE-SAUMON (A) ET TOMBENT RAPIDEMENT AU SOL (B) AVANT LA VÉRAISON DES BLEUETS SAINS.	30
PHOTO 6: ASPIRATEUR À FEUILLES DE MARQUE BILLY GOAT MODÈLE TKV650SPH, AUTOMOTEUR ET MUNI D'UNE DÉCHIQUEUSE 2 POUÇES.	39
PHOTO 7 : DEUXIÈME ESSAI APRÈS LA RÉCOLTE, SOIT LE 12 SEPTEMBRE 2012. NOUS AVONS AJOUTÉ LE BOYAU POUR ASPIRER LES ANDAINS PRODUITS PAR LE PASSAGE DU RÂTEAU SUR LE RANG ET POUR ASPIRER LES MOMIES AU TRAVERS DES PLANTS.	40

Liste des tableaux

TABLEAU 1: POUSSÉS INFECTÉES : NOMBRE ET RÉCOLTE PAR PARCELLE ET EN FONCTION DES TRAITEMENTS.	25
TABLEAU 2 : ÉVALUATION DU DIAMÈTRE DES BLEUETS VERTS (NON-MATURES) VERSUS LES NON-INFECTÉS.	29
TABLEAU 3: DONNÉES RECUEILLIES LORS DES RÉCOLTES DES BLEUETS (POIDS DES BLEUETS COMMERCIALISABLES, NON-COMMERCIALISABLES ET BLEUETS MOMIFIÉS).....	32
TABLEAU 4: ESTIMATION DU NOMBRE DE BLEUETS MOMIFIÉS.....	37

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 (3 fois) et de Serenade Max (7 fois).

Le traitement P représente les traitements faits par le producteur : chaux soufrée (1 fois), chaux cuivrée (bouillie bordelaise, 3 fois) et Serenade Max (3 fois).

Nos résultats indiquent une diminution de l'infection primaire (pousses végétatives) dans F et P de 40 à 63% par rapport au témoin. La diminution des infections secondaires (infection des fleurs/fruits) est moindre de 31,7% par rapport au témoin.

Tout cela va dans le bon sens, mais au final à la récolte, les parcelles témoins ont tout de même données des rendements vendables équivalents 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; ce qui fait que même avec plus d'infection (7,6 % de bleuets momifiés versus 5,4 % dans F et 6,6 % dans P), le rendement commercial est aussi bon que celui des parcelles traitées.

Le coût des pesticides utilisés (2 673\$/ha dans F) n'aurait pas été compensé par les gains réalisés cette année.

Les traitements devront être mieux ciblés sur les périodes d'infection et une plus grande efficacité des pulvérisations de fongicides devra être regardée.

Deuxième stratégie

L'utilisation d'un aspirateur commercial à gazon et détrit (marque Billy Goat, modèle TKV 650SPH) ne permet pas de ramasser de façon satisfaisante les bleuets momifiés au sol, ni au printemps, ni après la récolte. Par contre, l'option de mettre un tuyau d'aspiration sur la machine au lieu de la buse d'aspiration normale au sol, pourrait être utile comme « balayeuse » pour aspirer les bleuets momifiés entre les plants et sur le rang. La buse d'aspiration normale au sol pourrait quant à elle peut-être suffire pour aspirer un andain de bleuets momifiés préalablement fait à l'aide d'un autre équipement (ex : brosse, râteau). Un équipement de plus grande puissance d'aspiration est disponible et serait intéressant dans un nouvel essai.

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

No projet : 11-INNO3-03

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 : 14 novembre 2012

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 bleuëts 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), du biofongicide Serenade Max (*Bacillus subtilis* souche QST 713) et de la bouillie bordelaise (mélange de sulfate de cuivre et de chaux hydratée) sur les infections primaires et secondaires de la pourriture sclérotique.
2. Valider l'efficacité de la récolte des bleuëts momifiés à l'aide d'un aspirateur commercial à gazon et à détrit.

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 le 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 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 (voir figure 1).

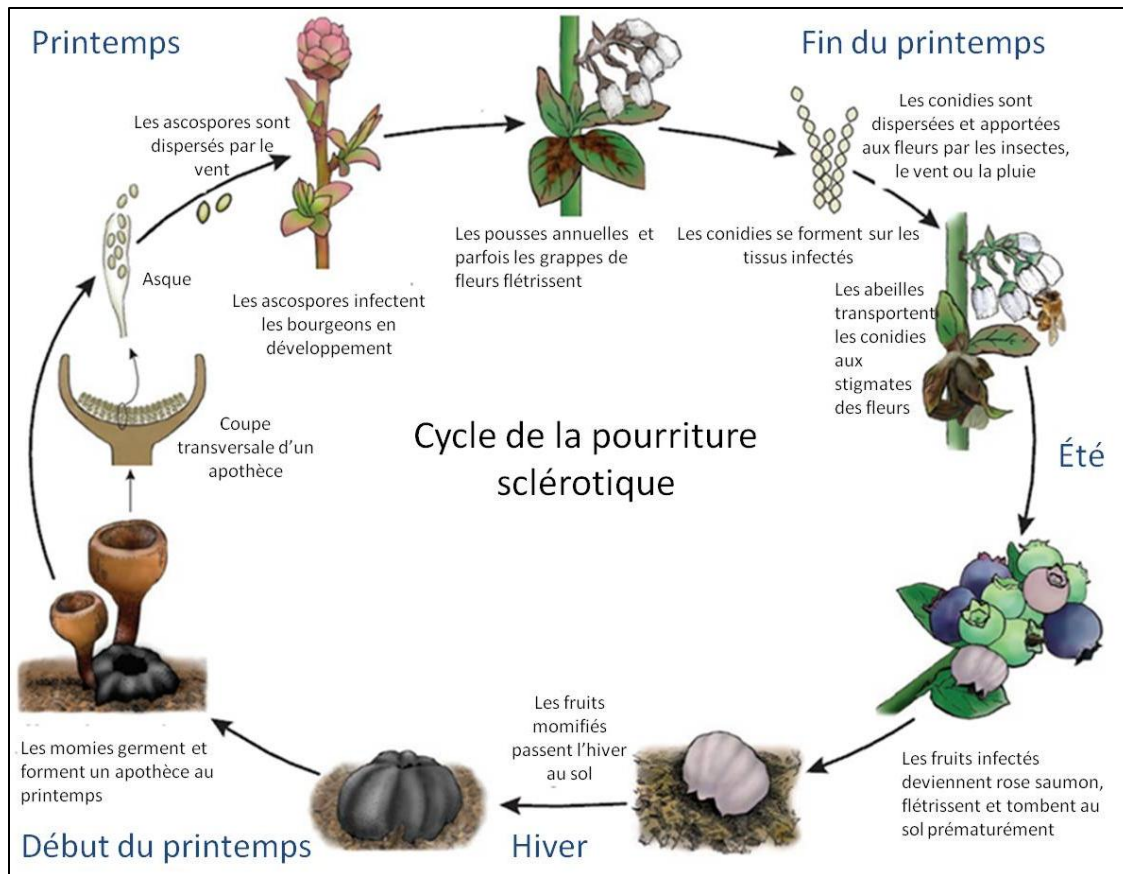


Figure 1 : Cycle de la pourriture sclérotique. Adapté de Schilder, Wharton et Miles, 2008.

En effet, tôt au printemps, les ascospores éjectées par les apothèques (petits champignons en forme de trompette), provenant de la germination des pseudosclérotés (momies) hivernants, sont transportés 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 pseudosclérote (momie) se forme. Les fruits infectés mûrissent précocement en prenant une couleur anormale et tombent rapidement au sol. À l'intérieur du fruit se trouve une structure dure qui ressemble à une petite citrouille. Cette structure est appelée pseudosclérote et permet au champignon de passer l'hiver sous nos conditions. Au printemps, une structure en forme de trompette de quelques millimètres, appelée apothèque, émerge du pseudosclérote et produit des ascospores et le cycle continue..!

Donc, 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 (pseudosclérote) au printemps.

Lors de la rédaction de la demande pour le projet, un seul fongicide était alors homologué et disponible en régie biologique au Québec, soit Serenade Max d'AgraQuest inc. 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.

1. Protéger les tissus verts des infections primaires par les ascospores

Plusieurs essais ont démontré une certaine efficacité du Serenade contre les infections primaires par la pourriture sclérotique (Teasdale, 2009; Schilder et al. 2006; Scherm et Krewer, 2008). Par exemple, dans la revue de littérature des essais effectués avec le Serenade de Sherm et Krewer, 2008, on retrouve une diminution des pousses infectées de 32,6% et 56,1 % dans des champs ayant une pression élevée à modérée, avec respectivement, 5 et 8 applications de Serenade.

Aussi, des essais réalisés avec 5 interventions avec le Serenade (8,96 Kg/ha) du débourrement à la floraison, ont permis une réduction des pousses infectées de 32,7 % et 44.6%, par rapport au témoin non traité (Schilder et al., 2006).

2. Protéger le stigmate de la fleur des infections secondaires par les conidies

Des essais avec le Serenade appliqué directement sur les stigmates des fleurs effectués en laboratoire, ont démontré que l'agent biologique diminuait le nombre et la croissance des hyphes de *M. vaccinii-corymbosi* qui pénétraient dans le style de la fleur de 50% par rapport au témoin constitué d'eau (Scherm et al, 2004).

En champ, le Serenade a démontré une efficacité de diminution des pseudosclérotés (momies) de 45 % à 58 %, avec 4 à 8 applications (Sherm et Krewer, 2008; Schilder et al. 2006).

Toutefois, son efficacité en champ avec un pulvérisateur hydraulique conventionnel pour protéger les fleurs est limitée, surtout à cause de la difficulté d'atteindre les stigmates des fleurs (Scherm et Stanaland, 2001). À cet effet, des essais de pulvérisation de l'agent biologique avec des buses électrostatiques ont montré que l'agent actif se retrouvait en quantité 4,5 fois supérieure sur les stigmates de la fleur avec ce genre de pulvérisation comparativement aux buses conventionnelles (Scherm, et al. 2006). Toutefois, à ce jour, cela n'a pas été validé en

champ. Des essais pour disséminer l'agent actif directement aux stigmates des fleurs avec des abeilles ont aussi été effectués avec une diminution des fruits infectés entre 34,6% et 68,7% (Dedej et al. 2004).

Le Serenade Max a été homologué tout récemment contre la maladie et peu d'essais ont été effectués en champ au Québec, afin de valider son efficacité dans le cadre d'une stratégie de lutte biologique.

3. Diminuer l'inoculum primaire (pseudosclérotés) au printemps

Moyens mécaniques

Les pseudosclérotés peuvent être soit récoltés par diverses méthodes (aspiration, récolte manuelle, râtelage), soit ensevelis par un sarclage mécanique (Nguigi et al., 2002) ou sous un paillis d'au moins 2.5 cm d'épaisseur (Milholland, 1974), et leurs fructifications (apothèques) peuvent être détruites par le passage d'un outil sur le rang au printemps. Toutefois, les méthodes de récolte des pseudosclérotés (surtout manuelles) et l'application de paillis sont difficiles à appliquer à grande échelle ou très coûteuses. Généralement, les paillis sont utilisés pour préserver l'humidité et pour aider à contrôler les mauvaises herbes. Toutefois, il faut s'assurer de renouveler constamment le paillis pour enfouir les nouvelles momies et pour contrer sa décomposition ou son érosion. De plus, le paillis peut favoriser la germination des momies en créant des conditions plus favorables qu'un sol nu, de par sa capacité à retenir l'humidité (Schermer, 2008).

Des essais de travail du sol sur le rang pour enfouir les pseudosclérotés ont été effectués, et malheureusement, la majorité des pseudosclérotés sont situés trop près de la couronne du plant, où les appareils de sarclage mécanique ne peuvent se rendre sans endommager le système racinaire en surface des plants (Nguigi et al, 2002).

Moyens chimiques

Les apothèques peuvent être desséchées par l'application tôt au printemps de substances caustiques ou qui ont des propriétés asséchantes comme le polysulfure de calcium (lime sulfur), l'huile de soya (Cox et Schermer, 2001) et l'urée (Schilder, 2006). Aux États-Unis, le polysulfure de calcium est homologué contre la pourriture sclérotique dans le bleuets en corymbe en application post récolte (septembre-octobre) ou tôt au printemps (stade dormant). Au Québec, le polysulfure de calcium est homologué contre les cochenilles en application au printemps au stade dormant.

Certains essais qui ont été effectués avec 1 à 5 applications de lime sulfur au printemps et au cours de la saison, et une pression faible d'inoculum, ont montré une diminution des pousses infectées de 38,9% à 82,7%. Cependant, ces traitements n'ont eu aucune réduction significative sur les pseudosclérotés (Schermer et Krewer, 2008).

Au Québec, ce moyen nécessiterait plusieurs applications, étant donné la longue période d'émergence des apothèques, qui se situe généralement sur plusieurs semaines et est en fonction de la température.

Malheureusement, malgré tous ces efforts pour diminuer l'inoculum primaire, il suffit que quelques pseudosclérotés ou apothèques soient épargnés, pour qu'il y ait à nouveau risque d'infection. En effet, une seule apothèque peut émettre plusieurs centaines de milliers de spores par jour (Wharton et Schilder, 2005). De plus, la présence de bleuets sauvages dans les boisés à proximité des bleuetières peuvent être une source d'inoculum. En effet, les spores peuvent voyager sur d'assez bonnes distances, allant jusqu'à quelques kilomètres.

Pour ces raisons, la combinaison de la lutte mécanique à des traitements fongicides préventifs contre les infections par les ascospores et les conidies s'avère nécessaire et l'intégration de toutes les mesures permettant d'agir à différents stades critiques du cycle doit être prise en compte dans le cadre d'un programme de lutte intégrée.

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 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)

Année 2012, du point de vue climatique

L'année 2012 a été très spéciale du côté climatique. En gros, il a fait plus chaud que d'habitude. L'hiver 2011-2012 fut plus doux que la normale avec relativement peu de neige. La semaine du 18 mars fut assez surprenante avec un dégel très rapide et des températures entre 20C et 30C presque toute la semaine. Cela a eu comme conséquence d'initier légèrement le gonflement des bourgeons à fruits des bleuets. La semaine suivante, des minimums autour de -10C ont été enregistrés; mais cela n'a pas occasionné de problème. Le mois d'avril fut en dents de scies avec des hauts et des bas en température. Globalement, la végétation était en avance et nous avons débuté les traitements fongicides dès le 14 avril, afin de prévenir la pourriture sclérotique. Le dernier gel de la saison a été enregistré le 7 mai et il a fait souvent très chaud le reste de la saison!

Tout cela a donné un début de récolte en mi-juillet, ce qui est un record pour notre secteur.

Donc, il a fait chaud, mais sec aussi. Les précipitations de juillet et août ont été très faibles; les systèmes d'irrigation mis à profit!

Vous trouverez à l'annexe 2, les tableaux résumés des températures et humidités relatives prises à l'aide d'une sonde à HR et température, au cours de la saison 2012.

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 Serenade Max. 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 les données F1 à F4.
- P** Le traitement P (pour producteur) est appliqué à l'ensemble de la plantation, sauf 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 Déroutement des travaux

1.2.1 Interventions phytosanitaires

Les traitements ont été effectués au printemps, soit du 14 avril au 1^{er} juin 2012. Les applications phytosanitaires effectuées sur les parcelles F ont été effectuées avec un pulvérisateur à dos Berthoud, modèle Vermorel 2000 « Pro Confort » ; 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'applications 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 5), ainsi que sur la météo (température, humidité, pluviométrie) et les prévisions météorologiques.

Au total, 10 traitements ont été effectués dans les parcelles F, dont 3 applications de lime sulphur et 6 applications de Serenade. Les parcelles P quant à elles, ont reçu 7 applications au total, dont 1 application de lime sulphur, 2 applications de bouillie bordelaise et 3 applications de Serenade.

Vous trouverez plus d'informations sur les traitements, les moments d'applications, les doses, les volumes de bouillie appliquée et les coûts à l'annexe 4.

1.2.2 Suivi des stades phénologiques

Les stades phénologiques des plants et des apothèques ont été déterminés avec le guide de l'Université du Michigan (Schilder et al. 2008) et les photos des apothèques provenant de l'article d'Annemiek Schilder (Wharton et Schilder, 2005) sont présentées à l'annexe 5.

Dans cet article, ils ont déterminé que les apothèques 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 apothèques pour la période du 14 avril au 4 mai 2012 à la photo 1 et le relevé des stades à l'annexe 4.



Photo 1 : Stades phénologiques des bourgeons et des apothèques pour la période du 14 avril au 4 mai 2012.

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 chaudière blanche pour éviter les rayons directs du soleil. Vous trouverez les graphiques de température et d'humidité en annexe 2. Après vérification des données sur Agrométéo, nous pouvons penser que notre chaudière a probablement créé un léger effet de serre sur notre sonde HOBO. En effet, les maximums sont plus élevés de quelques degrés, si on se compare à la station de Scott. Voir les pics du 16 avril (+4°C), du 20 et 21 mai (+6 °C), du 14 juillet (+ 4°C) en annexe 4. Par contre concernant les minimums, les températures des HOBO sont souvent inférieures à celles de la station de Scott et les températures moyennes sont assez semblables.

Les précipitations ont été relevées à l'aide d'un pluviomètre. Le relevé du pluviomètre nous a 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.

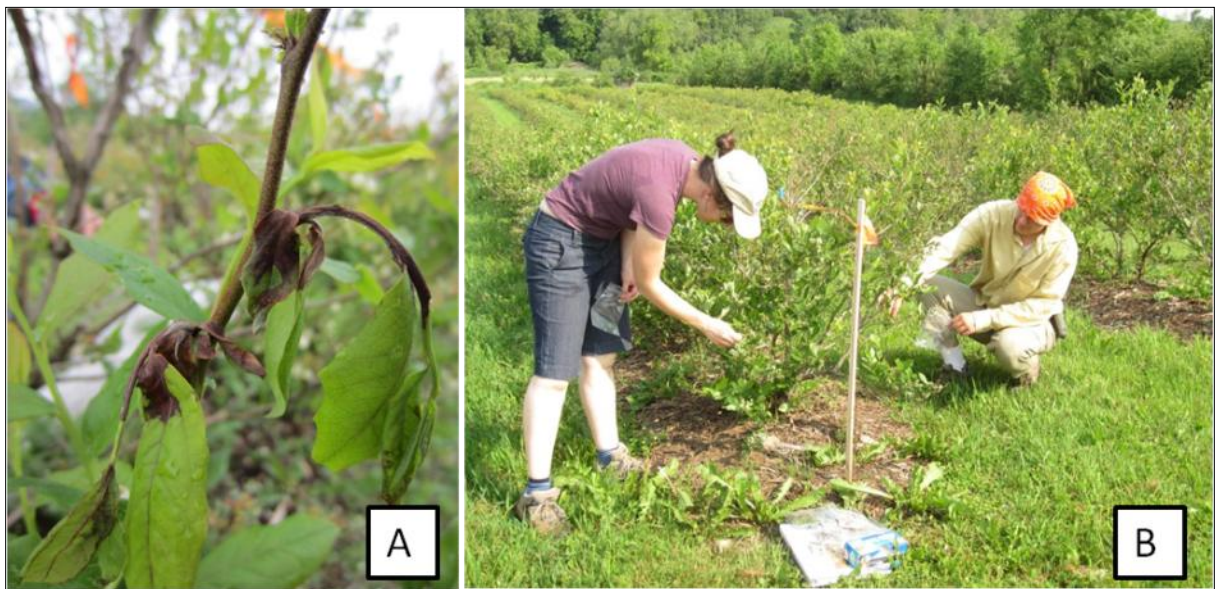


Photo 2 : A) Nouvelles pousses infectées par la pourriture sclérotique. B) Comptage et récolte des pousses infectées par parcelle (12 juin 2012).

1.3.1 Application du lime sulphur au sol

Bien que nous ayons appliqué volontairement le lime sulphur au sol, tôt au printemps dans l'intention de « brûler » les apothèques, 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 apothèques en plein champ.

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



Photo 3 : Certaines apothèques 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 lime sulphur ou de bouillie bordelaise au sol pourrait être une façon intéressante pour brûler les apothèques. 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 23 mai au 19 juin 2012. 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 les 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 gris sur les pédicelles (Schilder et al, 2008).

Toutefois, il était parfois difficile de les démêler et il aurait probablement fallu les faire analyser en laboratoire. Nous avons décidé de les compter quand même dans l'essai, car le Serenade a aussi supposément une efficacité contre les infections causées par *Botrytis*. Le tableau 1 ainsi que la figure 2 montrent les résultats obtenus.

Premier traitement : parcelles témoins (T)

Comme prévu, le nombre de pousses infectées a été plus élevé dans les parcelles témoins, avec une moyenne de 492 pousses infectées par parcelle.

Deuxième traitement : application de lime sulfur et de Serenade (F)

Le dénombrement des pousses infectées semble démontrer une diminution moyenne de 53,5 % des infections par rapport aux parcelles témoins, avec une moyenne de pousses infectées par parcelle de 229.

Troisième traitement : régie du producteur (application de lime sulfur, de Serenade et de bouillie bordelaise) (P)

Le dénombrement des pousses infectées semble démontrer une diminution moyenne de 59,1 % des infections par rapport aux parcelles témoins, avec une moyenne de pousses infectées par parcelle de 201.

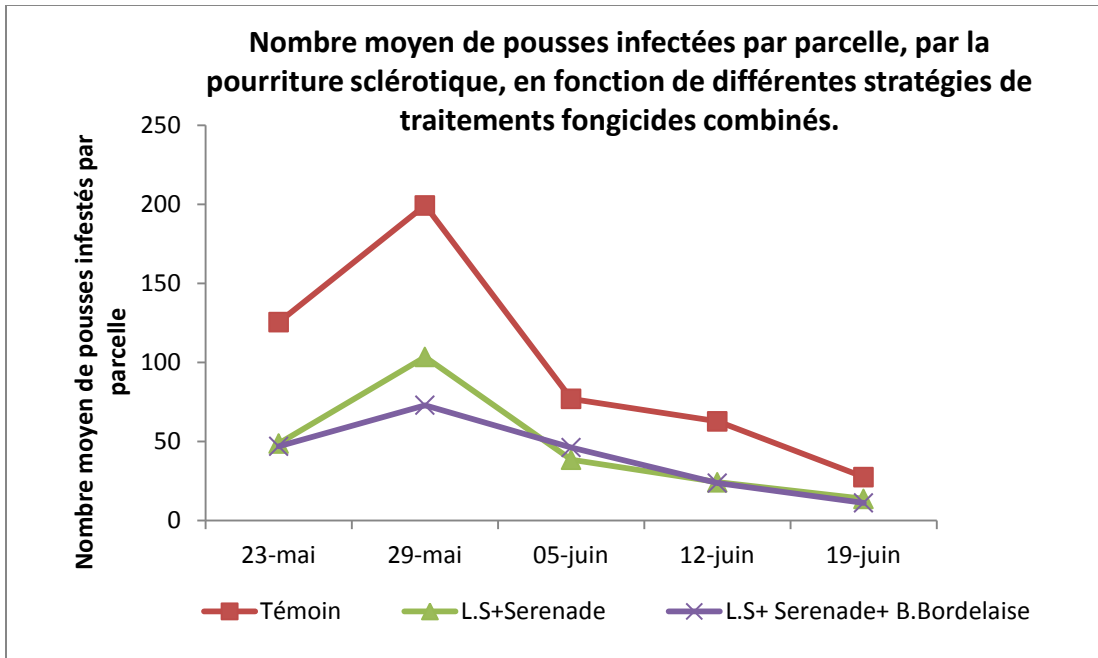


Figure 2 : Nombre moyen de pousses infectées par parcelle, par la pourriture sclérotique, en fonction de différentes stratégies de traitements fongicides combinés (témoin (T), Lime sulphur + Serenade (F) et Lime sulphur+ bouillie bordelaise+Serenade (P)).

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

Nombre de pousses infectées récoltées								
Traitement	23-mai	29-mai	05-juin	12-juin	19-juin	Total	moyenne	Proportion/Témoin
T1	143	262	52	83	29	569	492	100.0%
T2	109	208	88	56	19	480		
T3	130	147	80	65	30	452		
T4	120	180	88	47	32	467		
F1	57	87	33	22	10	209	229	46.5%
F2	65	86	52	23	14	240		
F3	38	167	43	27	12	287		
F4	35	74	26	25	19	179		
P1	55	86	42	23	17	223	201	40.9%
P2	9	32	36	16	12	105		
P3	57	75	42	27	5	206		
P4	67	99	65	29	11	271		

1.4.2 Discussions et recommandations

Les traitements effectués avec le lime sulphur, la bouillie bordelaise et le Serenade Max, soit les traitements P et F, ont permis de diminuer de 53% à 59% (voir tableau 2), le nombre total de pousses infectées par rapport au témoin non traité (T). Les traitements se démarquent davantage sur la première partie de la saison. En mai, des écarts de plus de 60% ont été observés entre les traitements et le témoin. En faisant la moyenne par semaine des pousses infectées, les parcelles traitées (F et P) ont de 40 à 63% moins de pousses infectées que le témoin (voir figure 2).

Bien que les nombreuses interventions semblent avoir diminué le nombre d'infections de moitié, nous sommes bien 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 le lime sulphur 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.

Toutefois, nous ne pouvons déterminer les effets des produits séparément. Il serait intéressant de vérifier l'efficacité de chaque produit séparément, afin de déterminer lequel est le plus efficace, à quel moment, et valider nos résultats avec la littérature.

Nous pouvons aussi constater que le nombre d'interventions effectuées avec le Serenade qui est de 3 (traitement P) à 6 (traitement F) interventions dans notre cas, est semblable à celui retrouvé dans la littérature qui est de 5 à 8 interventions.

Aussi, nous avons probablement effectué des interventions avec le Serenade un peu trop tôt au printemps, lorsque le risque d'infections était moins élevé. Les bourgeons à feuilles n'étaient pas sensibles aux infections, même s'ils présentaient des tissus verts. Sachant que la période entre l'apparition des symptômes et l'infection est d'environ deux semaines (Schilder et Wharton, 2008), on peut constater que les principales périodes d'infections se seraient produites aux alentours du 9 mai, ainsi que dans la semaine du 13 mai, puisque nous avons récolté le maximum de pousses infectées le 29 mai et le 23 mai. À l'annexe 6, vous trouverez une interprétation du degré de sévérité des infections primaires de la pourriture sclérotique en fonction des stades des apothèques et des plants, des données d'humidité relative et des températures, pour la période d'infections primaires.

Aussi, nous avons relevé un épisode de gel au cours de la nuit du 6 au 7 mai. Ce gel a fort probablement augmenté la sensibilité des pousses aux infections. En effet, les bourgeons des plants de bleuets en corymbe sont plus sensibles aux infections et ce, jusqu'à 4 jours après la période de gel (Schilder et Wharton, 2008). Toutefois, notre intervention a été effectuée à l'intérieur du 24 heures suivant l'infection, tel que recommandé par le protocole du Michigan State University (MSU) qui recommande une application d'un fongicide dans les 24 heures suivant un gel, si la dernière application a été effectuée plus de 5 jours auparavant (Schilder, Hancock et Hanson, 2006). Ces derniers ont d'ailleurs obtenu de meilleurs résultats en appliquant le Serenade selon ce protocole (diminution de 54% des pousses infectées par rapport au témoin) plutôt qu'aux 7 à 14 jours recommandés normalement (diminution de 33% des pousses infectées par rapport au témoin).

Par contre, nous ne sommes pas intervenus suffisamment tôt suite à une autre période de gel, qui a eu lieu dans la nuit du 11 au 12 de mai. Notre dernière application ayant eu lieu le 7 mai, il s'est passé 8 jours entre les applications (7 et 15 mai) et presque 4 jours entre l'application de Serenade suivant la période de gel.

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, pour 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. Le 4 juillet, une centaine de bleuets verts en moyenne par parcelle ont été récoltés. 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.

Bien qu'il manque quelques données au niveau du diamètre des bleuets infectés, les résultats présentés dans le tableau 2 montrent qu'en général, les bleuets infectés semblent plus gros avec un diamètre moyen de 1,24 cm, comparativement aux bleuets non infectés, qui ont une moyenne de 0,91 cm.

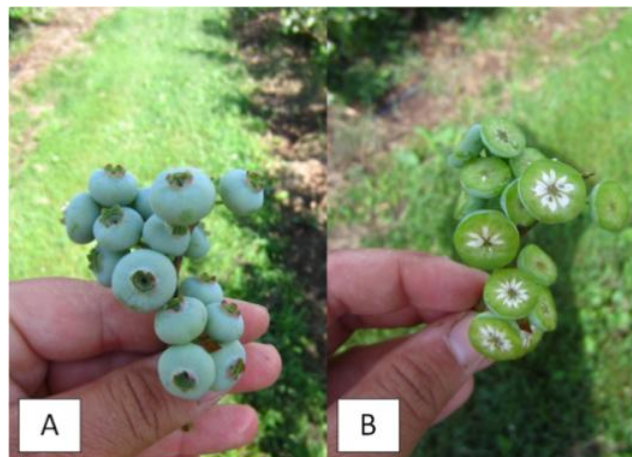


Photo 4: Grappe de bleuets verts : A) Bleuets avant la coupe transversale. B) Mêmes bleuets coupés de façon transversale (28 juin 2012).

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	110	22	20	15	1,27	0,78
T2	134	7	5		1,32	1,02
T3	90	24	27		1,40	
T4	104	10	10		1,18	0,90
F1	116	14	12	10	1,24	0,91
F2	100	3	3		1,40	
F3	105	12	11		1,20	0,87
F4	97	15	15		1,17	0,92
P1	115	19	17	10	1,10	0,94
P2	136	15	11		1,16	0,93
P3	90	7	8		1,20	
P4	130	7	5		1,20	
Moyenne					1,24	0,91

1.5.2 Récolte des bleuets commercialisables, non-commercialisables et momifiés

La récolte principale des bleuets momifiés s'est déroulée le 17 juillet 2012 où nous avons récolté de 1 à 2 kg de bleuets momifiés par parcelle; ce qui représente plus de 90% de tous les bleuets momifiés de la saison, car les valeurs par parcelle par la suite n'ont pas dépassé 0,1 Kg. Précisons qu'à ce moment, la récolte commerciale n'était pas encore commencée.



Photo 5: 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 24 juillet au 21 août 2012. Lors de la cueillette, 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 20,5 kg à 21,7 Kg ce qui correspond à un rendement commercialisable moyen par plant aux alentours de 4 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, si nous regardons les valeurs de plus près, nous pouvons constater que c'est dans les parcelles témoins (T) qu'il y a la plus grande variabilité de rendement, avec à la fois le plus petit rendement (T3), et le plus grand rendement (T1) par parcelle.

1.5.2.2 Poids des bleuets non commercialisable par traitement

En ce qui concerne le poids des bleuets non commercialisables, nous pouvons observer le même phénomène que celui observé au niveau du poids commercialisable dans les parcelles témoins (T).

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 31,7% de fruits momifiés pour les parcelles ayant reçu le traitement F et une diminution de 19,0% pour les parcelles ayant reçu le traitement P.

En comparant la proportion de bleuets momifiés sur la production totale, nous obtenons 7,6% de bleuets momifiés pour les parcelles T, 5,4% pour les parcelles F et 6,6% pour les parcelles P.

Par contre, il y a une grande variabilité dans les parcelles P puisque c'est dans ces parcelles que l'on retrouve le plus grand écart avec la moyenne (voir figure 3).

Tableau 3: Données recueillies lors des récoltes des bleuets (poids des bleuets commercialisables, non-commercialisables et bleuets momifiés)

Traitement	Poids des bleuets commercialisables (kg)							Poids des bleuets non-commercialisables (kg)							Poids des bleuets momifiés (kg)						
	17-juil	24-juil	31-juil	7août	21août	Somme	Moy.	17-juil	24-juil	31-juil	7août	21août	Somme	Moy.	17-juil	24-juil	31-juil	7août	21août	Somme	Moy.
T1	0.000	6.705	9.639	8.568	2.836	27.748	21.747	0.420	0.465	0.166	0.455	1.043	2.549	1.981	2.720	0.140	0.011	0.006	0.002	2.879	1.960
T2	0.000	3.725	6.401	6.309	2.217	18.652		0.371	0.605	0.104	0.168	0.582	1.830		1.774	0.105	0.018	0.013	0.003	1.913	
T3	0.000	4.185	6.362	5.283	2.044	17.874		0.308	0.520	0.123	0.130	0.543	1.624		1.337	0.070	0.007	0.006	0.002	1.422	
T4	0.000	5.040	7.038	7.523	3.114	22.715		0.372	0.570	0.167	0.198	0.615	1.922		1.566	0.045	0.005	0.008	0.002	1.626	
F1	0.000	5.350	6.735	5.684	4.531	22.300	21.104	0.273	0.550	0.178	0.244	1.178	2.423	2.441	1.033	0.085	0.008	0.005	0.002	1.133	1.339
F2	0.000	5.655	6.588	6.200	3.717	22.160		0.291	0.750	0.314	0.233	1.257	2.845		1.163	0.090	0.006	0.004	0.002	1.265	
F3	0.000	4.095	6.605	6.977	3.061	20.738		0.155	0.455	0.186	0.255	1.730	2.781		1.492	0.120	0.012	0.006	0.002	1.632	
F4	0.000	3.820	6.598	6.028	2.772	19.218		0.224	0.340	0.106	0.261	0.782	1.713		1.193	0.115	0.009	0.007	0.001	1.325	
P1	0.000	4.565	7.408	6.666	2.820	21.459	20.524	0.258	0.525	0.131	0.153	0.762	1.829	2.121	1.175	0.100	0.009	0.003	0.001	1.288	1.587
P2	0.000	4.390	7.550	7.027	3.512	22.479		0.216	0.605	0.155	0.206	0.891	2.073		1.138	0.095	0.016	0.005	0.001	1.255	
P3	0.000	6.280	7.123	5.032	1.392	19.827		0.469	0.450	0.351	0.215	0.553	2.038		2.170	0.125	0.018	0.010	0.003	2.326	
P4	0.000	4.555	6.557	5.557	1.663	18.332		0.357	0.730	0.302	0.193	0.961	2.543		1.388	0.080	0.006	0.003	0.001	1.478	

Maximum, moyenne et minimum des poids relatifs de pseudosclérotés par rapport à la production totale de bleuets dans les parcelles.

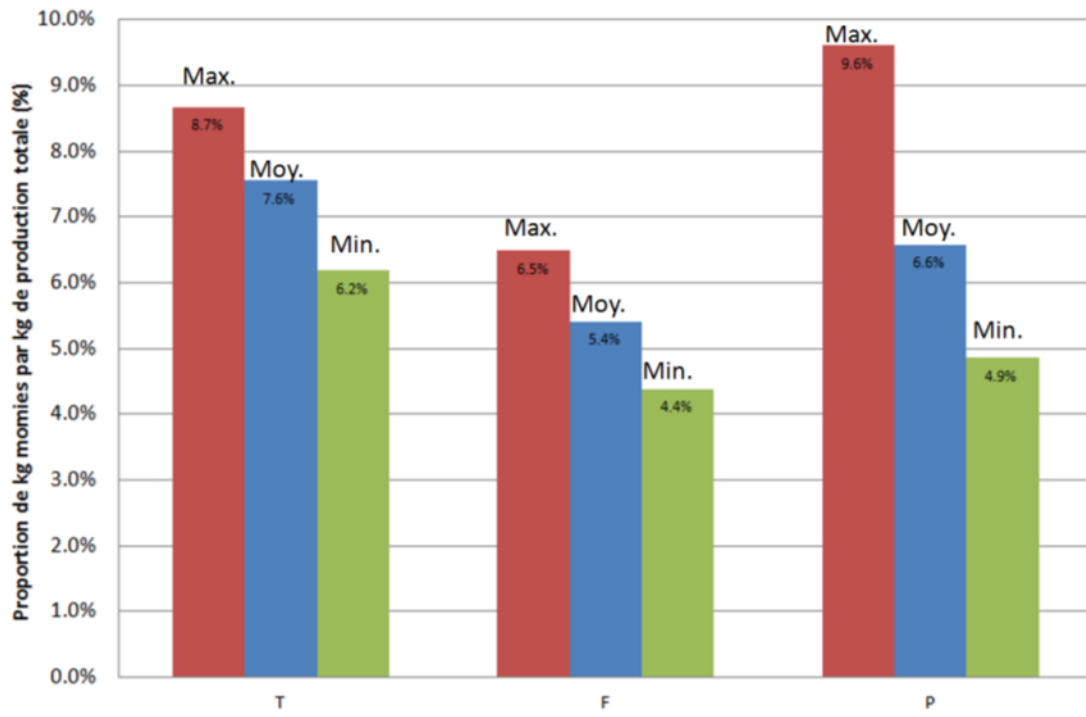


Figure 3 : Maximum, moyenne et minimum des poids relatifs de pseudosclérotés (momies) par rapport à la production totale de bleuets dans les parcelles témoins et les parcelles des traitements F et P.

1.5.3 Discussions et recommandations

Nos résultats qui correspondent à une diminution de 19 à 31,7 % des fruits momifiés dans les parcelles traitées par rapport au traitement témoin, sont inférieurs à ceux retrouvés dans la littérature qui sont de l'ordre de 45 % à 58 % (Sherm et Krewer, 2008; Schilder, Hancock et Hanson. 2006).

Peu importe le traitement, les parcelles ont produit une quantité semblable de bleuets. Par contre il, il ne semble pas y avoir eu de gain de rendement de bleuets commercialisables, suite aux traitements fongicides malgré le fait que la quantité de bleuets momifiés a diminué. Il faudrait investiguer au niveau des bleuets non commercialisables, afin de vérifier ce qui pourrait créer cette augmentation dans les parcelles traitées.

Comment pourrait-on améliorer l'efficacité des traitements avec le Serenade ?

En augmentant le nombre de traitements durant la période de floraison car :

-L'agent actif du Serenade ne demeure pas assez longtemps sur le stigmate de la fleur si on intervient aux 7 à 14 jours tel que recommandé sur l'étiquette. En effet, la densité de population de *Bacillus subtilis* sur la surface stigmatique diminue de façon drastique 2 à 4 jours après l'application de Serenade directement sur le stigmate (Scherm et al. 2004, Thornton et al., 2008).

-Ce sont les fleurs nouvellement écloses qui sont le plus sensibles à l'infection par *Monilinia vaccini-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 14 jours pourrait augmenter 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 18 au 29 mai, nos interventions auraient alors été trop espacées pour protéger adéquatement chaque fleur nouvellement éclos. Nous sommes intervenus aux 7 jours du 18 mai au 1^{er} juin.

En optimisant les conditions d'application de l'agent biologique en :

-Pulvérisant le soir ou en fin de journée, pour permettre de garder les conditions humides et favorables au développement de la bactérie (*Bacillus subtilis*).

-Utilisant un adjuvant ou un activateur du système de défense des plantes. À cet effet, le Serenade pourrait être utilisé avec les adjuvants suivants : Nu-Film-P et Regalia. Le Nu-Film-P est un adjuvant diffuseur et autocollant (spreader and sticker adjuvant) pouvant améliorer le contact, c'est un agent mouillant et il aide à l'adhésion d'un pesticide à la surface d'une plante (Miller, 2011). Le Regalia Maxx contient de l'extrait de *Reynoutria sachalinensis* (renouée de Sakhaline), parente à la renouée japonaise. Son mode d'action est de préparer les surfaces traitées en déclenchant le système de résistance à plusieurs champignons et bactéries. (Marrone, 2011). Ils sont tous deux autorisés en régie biologique (OMRI), mais ne sont pas homologués au Canada dans la culture du bleuët. Le Regalia Maxx est homologué contre le blanc dans la culture du fraisier.

-Ciblant 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 bleuët. 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.

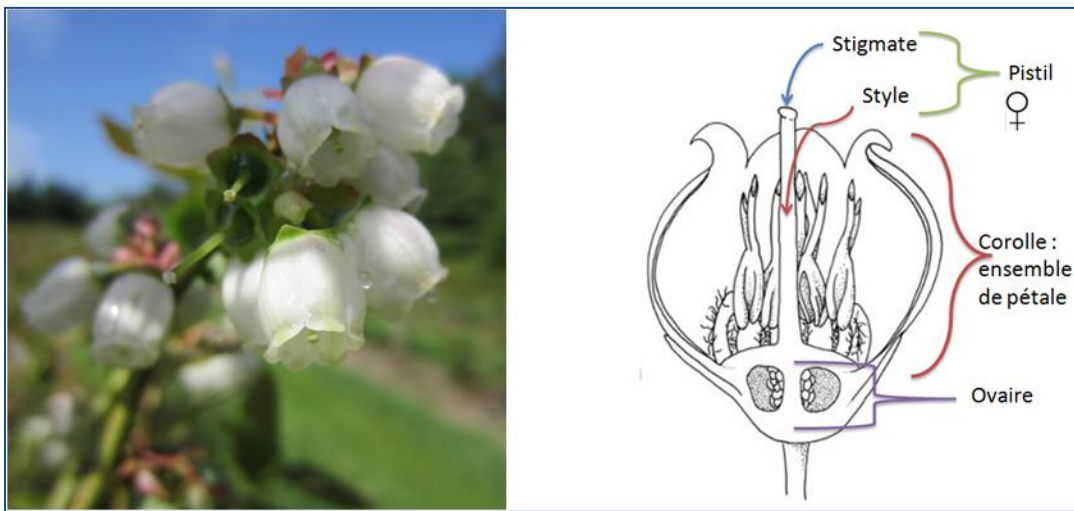


Figure 4: Fleur de bleuët et sa dissection. Schéma adapté de De Pass, 2012.

Évaluation économique

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

Nos 10 traitements coûtent 2 673\$/ha, seulement pour les pesticides. Toutefois, nous sommes dans un essai et nous avons fait plus de traitements à cause de cela. Après coup, nous nous sommes rendus compte que nos traitements n'étaient pas tous nécessaires.

Mais, avec un prix de vente de 6,61 \$/Kg (3 \$/lb) pour les bleuets biologiques, cela ne prendrait qu'une augmentation de 404,4 Kg/ha de bleuets pour compenser le coût des pesticides appliqués.

Faisons l'exercice inverse : dans le tableau 4 nous faisons l'exercice d'estimer les pertes de rendement des bleuets momifiés.

Ce tableau est une estimation, mais démontre que l'ensemble des parcelles T aurait produit 10 504 bleuets momifiés, ce qui équivaldrait à une perte de 15,8 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 2 130 Kg de bleuets perdus à 6,61 \$/Kg (3 \$/lb), soit une perte brute de 14 055 \$.

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

$10\,504 \text{ momies} \times 1\,500 \text{ mg/1 bleuet sain} \times 1 \text{ kg}/10^3 \text{ g} = 15,8 \text{ kg de bleuets commercialisables};$

$15,8 \text{ kg de bleuets} \times 2700 \text{ plants} / 20 \text{ plants} = 2\,130 \text{ kg de bleuets commercialisables};$

$2\,130 \text{ kg de bleuets commercialisables} \times 3 \text{ $/lb bleuets commercialisables} \times 2,2 \text{ lb/kg} = 14\,055 \text{ $}.$

Tableau 4: Estimation du nombre de bleuets momifiés.

Nombre de bleuets momifiés								
	17-juil	24-juil	31-juil	7 août	21 août	Somme	Total	Poids si sain (kg)
T1	3379	350	55	30	10	3824	10504	15.8
T2	2204	263	90	65	15	2636		
T3	1661	175	35	30	10	1911		
T4	1945	113	25	40	10	2133		
F1	1283	213	40	25	10	1571	7408	11.1
F2	1445	225	30	20	10	1730		
F3	1853	300	60	30	10	2253		
F4	1482	288	45	35	5	1854		
P1	1460	250	45	15	5	1775	8673	13.0
P2	1414	238	80	25	5	1761		
P3	2696	313	90	50	15	3163		
P4	1724	200	30	15	5	1974		

17 juillet : 805 mg/momie, 31 juillet. : 200 mg/momie et 1 500 mg/bleuet sain.

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 récolter les bleuets momifiés par aspiration à l'aide d'un aspirateur commercial à gazon et à détritux et valider l'efficacité et la faisabilité de cette méthode dans les conditions rencontrées en bleuetière.

2.1 Évaluation des traitements

Nous avons prévu d'effectuer le dénombrement des bleuets avant et après le passage de l'aspirateur, afin de comptabiliser le nombre de bleuets aspirés et de peser la litière aspirée. Toutefois, étant donné les résultats peu concluants, nous n'avons pas relevé de données quantitatives pour cette section du projet.

2.2 Le déroulement des travaux

L'entreprise « Équipements Benoît Bilodeau » nous a prêté à deux reprises un appareil de marque Billy Goat, modèle TKV650SPH, automoteur et muni d'une déchiqueteuse 2 pouces (photo 6).



Photo 6: Aspirateur à feuilles de marque Billy Goat modèle TKV650SPH.

Nous avons fait l'essai de l'appareil à deux moments lors de la saison 2012 :

- au printemps, sur le site du projet à Saint-Isidore, après la fonte de la neige soit le 13 avril, pour éliminer les bleuets momifiés de la saison précédente;
- à la fin de la récolte 2012, soit le 12 septembre, pour éliminer les bleuets momifiés de la saison en cours. Nous avons fait l'essai de l'appareil sur deux sites (Saint-Isidore et Saint-Frédéric), afin de vérifier son efficacité sur deux types de paillis différents.



Photo 7 : Deuxième essai après la récolte, soit le 12 septembre 2012.

2.3 Résultats

- l'appareil ne réussit pas convenablement à enlever les bleuets momifiés; que ce soit au printemps (+ difficile encore) ou juste après la récolte. Les bleuets sont difficiles à aspirer en comparaison de particules plutôt légères et plates à grande surface comme une feuille ou un copeau de bois;
- l'appareil n'aspire pas trop de paillis et autres déchets organiques;
- par contre, si on installe le tuyau aspirateur à l'avant de la machine (en prenant soin de bloquer l'aspiration normale sous l'appareil), on constate que ce dernier a une plus grande capacité d'aspiration et qu'il peut aspirer des bleuets. Cela pourrait être très utile sur le rang ou entre les plants. Cette opération devra toutefois être faite à la main, en tenant le boyau de l'aspirateur;
- le mode normal d'aspiration pourrait quant à lui être utile pour aspirer les bleuets préalablement râtelés à la main et mis en andain sur le côté du rang.

2.4 Discussions et recommandations

Bien que notre essai d'aspiration mécanique des bleuets momifiés s'avère peu concluant, nous avons constaté un grand intérêt de la part des producteurs de bleuets en corymbe à trouver un moyen de diminuer l'inoculum primaire à l'aide d'outils mécaniques, qui seraient intégrés dans leur régie de culture (associé à la tonte du gazon, par exemple).

La compagnie Billy Goat fabrique d'autres appareils de plus grande puissance qui pourraient être essayés comme aspirateur; ex : les « chargeuses de débris » de la série DL. Ces machines ont un gros boyau aspirateur (8 à 12 pouces de diamètre) qui doit être dirigé par un opérateur. Les déchets sont aspirés, broyés et soufflés dans une voiture qui suit l'opération

L'utilisation d'un aspirateur commercial à gazon et détrit (marque Billy Goat, modèle TKV 650SPH) ne permet pas de ramasser de façon satisfaisante les bleuets momifiés au sol, ni au printemps, ni après la récolte. Par contre, l'option de mettre un tuyau d'aspiration sur la machine au lieu de la buse d'aspiration normale au sol, pourrait être utile comme « balayeuse » pour aspirer les bleuets momifiés entre les plants et sur le rang. La buse d'aspiration normale au sol pourrait quant à elle peut-être suffire pour aspirer un andain de bleuets momifiés préalablement fait à l'aide d'un autre équipement (ex : brosse, râteau). Un équipement de plus grande puissance d'aspiration est disponible et serait intéressant dans un nouvel essai.

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.

Merci à Jean-Yves Goulet

Merci à l'entreprise « Équipements Benoît Bilodeau » de Lévis, spécialement M. Richard Ancil, pour le prêt de l'aspirateur commercial

De Fertior :

- Rémy Dubois-Lachance, stagiaire
- Julie Dufour, agronome
- Frédéric Bolduc, agronome
- Jenny Lehoux, technicienne agricole
- Marie-Ève Dion, agronome
- Jacinthe Drouin, agronome
- Émilie Larivière, technicienne agricole
- Jean-Michel Delage, agronome
- Marie-Christine Gauvreau, agronome
- Véronique Guillemette, agronome

Du MAPAQ :

- Laurence Hamel, stagiaire
- Guillaume Boily, stagiaire
- Dave Landcup, stagiaire

Ainsi que Mme Pierrette Blais qui a collaboré à la cueillette des fruits.

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.

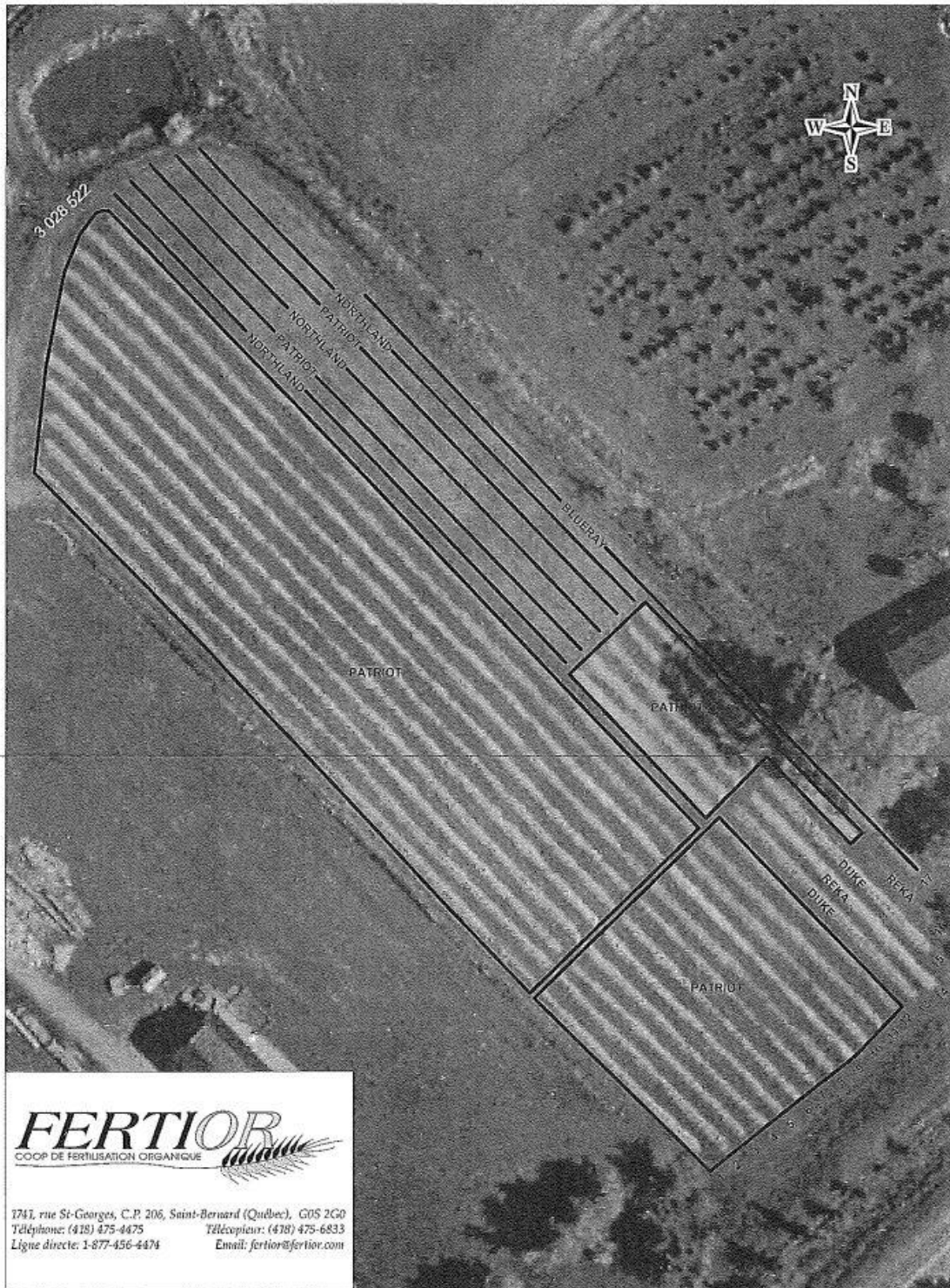
- Pageau, E. 1975. Étude pédologique du comté de Dorchester, Division des sols, Direction générale de la recherche et de l'enseignement, Agriculture Québec, 94 p.
- Schilder, A.C. Isaacs R., Hanson E., Cline E. 2008. A pocket guide to IPM scouting in highbush blueberries. Michigan State University Extension, 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/agmpmp/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 stimas. 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. Évaluating 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).

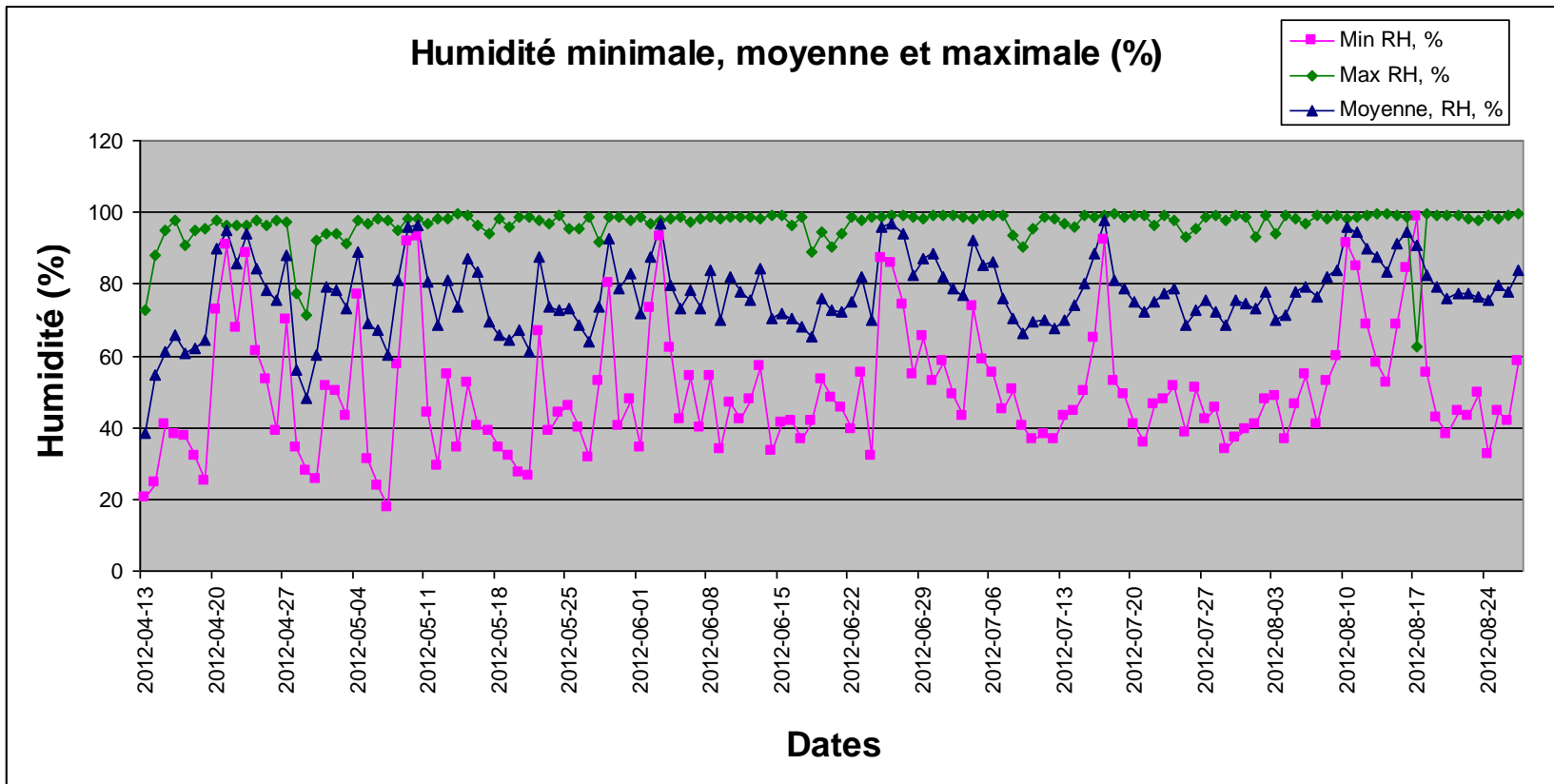
Lareault, M et Urbain L., 2008, La culture du bleuet en corymbe. CRAAQ éd., 72 pages.

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

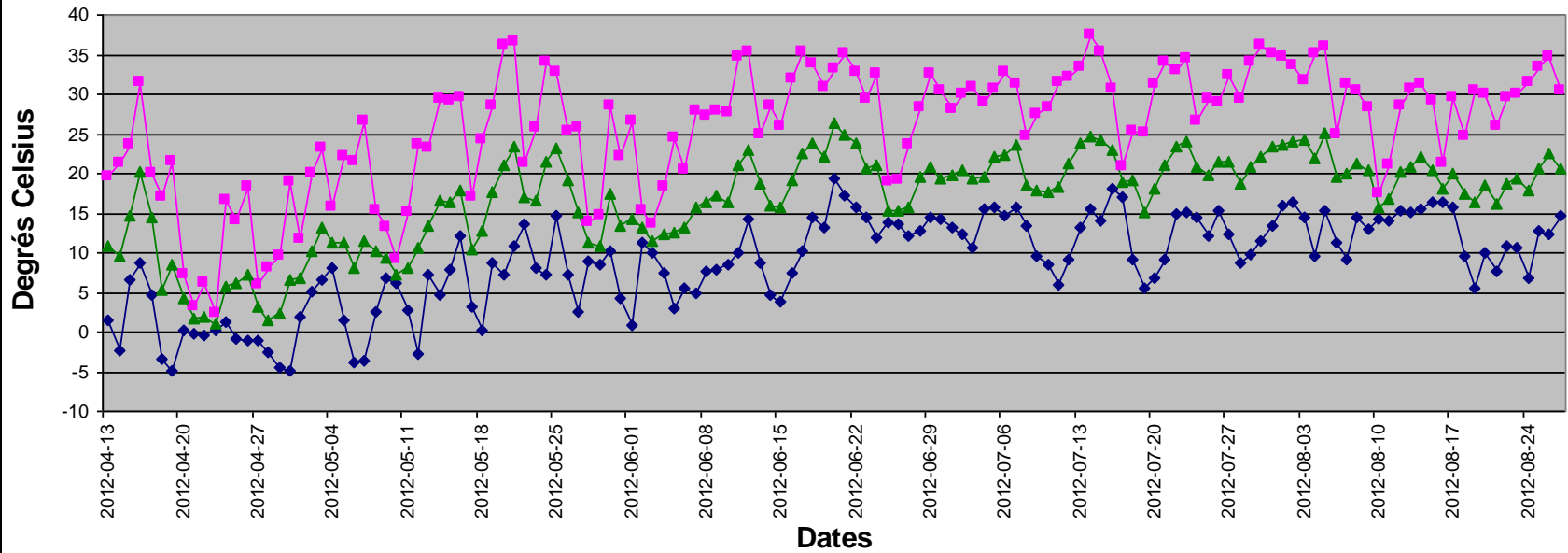


Annexe 2 : Données de température et d'humidité relative pour la saison 2012 prises à l'aide de la sonde HOBO.



Temp. minimales, moyennes et maximales (Celsius)

- ◆ Min Temp, Celsius
- Max Temp, Celsius
- ▲ Moyenne Temp, Celsius



Annexe 3: Données de température et pluviométrie pour la saison 2012 provenant de la station météo de Scott (CQ5x)

Date	Scott (CQ5X)								
	Tmoy (°C)	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Précip. (mm)	Précip. (1er avril)	Dj (5)	Dj (5) (1er avril)	UTM (période)	UTM (24 mai)
15-avr	14.7	7.8	21.5	0.0	16.6	9.7	15.1	~	~
16-avr	19.5	11.2	27.8	2.2	18.8	14.5	29.6	~	~
17-avr	12.9	10.3	15.4	0.0	18.8	7.9	37.5	~	~
18-avr	4.4	-1.8	10.6	0.0	18.8	0.0	37.5	~	~
19-avr	8.8	-1.5	19.0	0.0	18.8	3.8	41.2	~	~
20-avr	5.0	2.0	8.0	3.0	21.8	0.0	41.2	~	~
21-avr	1.4	-0.1	3.0	6.0	27.8	0.0	41.2	~	~
22-avr	0.8	-1.0	2.5	15.2	43.0	0.0	41.2	~	~
23-avr	2.8	0.0	5.5	19.2	62.2	0.0	41.2	~	~
24-avr	7.0	1.0	13.0	1.2	63.4	2.0	43.2	~	~
25-avr	7.0	2.0	12.0	0.0	63.4	2.0	45.2	~	~
26-avr	6.0	0.0	12.0	4.2	67.6	1.0	46.2	~	~
27-avr	2.5	0.0	5.0	9.0	76.6	0.0	46.2	~	~
28-avr	1.5	-3.0	6.0	0.0	76.6	0.0	46.2	~	~
29-avr	1.5	-3.0	6.0	0.0	76.6	0.0	46.2	~	~
30-avr	5.0	-3.0	13.0	0.0	76.6	0.0	46.2	~	~
01-mai	6.5	4.0	9.0	0.0	76.6	1.5	47.7	~	~
02-mai	8.8	4.6	13.0	0.0	76.6	3.8	51.5	~	~
03-mai	11.9	6.0	17.9	4.2	80.8	6.9	58.5	~	~
04-mai	12.0	10.0	14.0	0.0	80.8	7.0	65.5	~	~
05-mai	10.5	5.0	16.0	0.0	80.8	5.5	71.0	~	~
06-mai	6.5	-2.0	15.0	0.0	80.8	1.5	72.5	~	~
07-mai	10.0	0.0	20.0	0.0	80.8	5.0	77.5	~	~
08-mai	10.5	7.0	14.0	10.6	91.4	5.5	83.0	~	~
09-mai	10.5	7.0	14.0	8.8	100.2	5.5	88.5	~	~
10-mai	8.0	7.0	9.0	12.0	112.2	3.0	91.5	~	~
11-mai	9.5	5.0	14.0	1.4	113.6	4.5	96.0	~	~
12-mai	9.0	-1.0	19.0	4.0	117.6	4.0	100.0	~	~
13-mai	13.5	9.0	18.0	0.0	117.6	8.5	108.5	~	~
14-mai	15.5	8.0	23.0	0.0	117.6	10.5	119.0	~	~
15-mai	17.0	12.0	22.0	17.0	134.6	12.0	130.9	~	~
16-mai	19.5	14.0	25.0	6.8	141.4	14.5	145.4	~	~
17-mai	10.0	6.0	14.0	0.0	141.4	5.0	150.4	~	~
18-mai	11.7	3.0	20.4	0.0	141.4	6.7	157.1	~	~
19-mai	16.2	8.5	24.0	0.0	141.4	11.2	168.4	~	~
20-mai	20.0	10.0	30.0	0.0	141.4	15.0	183.4	~	~
21-mai	23.0	15.0	31.0	0.0	141.4	18.0	201.4	~	~
22-mai	18.0	15.0	21.0	25.2	166.6	13.0	214.4	~	~

Scott (CQ5X)

Date	Tmoy (°C)	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Précip. (mm)	Précip. (1er avril)	Dj (5)	Dj (5) (1er avril)	UTM (période)	UTM (24 mai)
23-mai	16.5	11.0	22.0	0.0	166.6	11.5	225.9	19.9	19.9
24-mai	19.5	10.0	29.0	0.0	166.6	14.5	240.4	21.5	41.4
25-mai	21.4	15.7	27.0	1.2	167.8	16.4	256.8	26.3	67.7
26-mai	19.2	17.0	21.5	0.0	167.8	14.2	271.0	24.9	92.7
27-mai	12.5	5.0	20.0	0.0	167.8	7.5	278.5	13.0	105.6
28-mai	11.0	10.0	12.0	16.2	184.0	6.0	284.5	8.2	113.8
29-mai	12.5	9.0	16.0	36.8	220.8	7.5	292.0	12.6	126.5
30-mai	16.5	10.0	23.0	1.8	222.6	11.5	303.5	19.6	146.1
31-mai	14.0	10.0	18.0	0.0	222.6	9.0	312.5	15.7	161.7
01-juin	12.5	4.0	21.0	1.0	223.6	7.5	320.0	13.2	175.0
02-juin	13.5	12.0	15.0	35.0	258.6	8.5	328.5	14.1	189.1
03-juin	11.5	10.0	13.0	6.2	264.8	6.5	335.0	9.7	198.7
04-juin	12.0	9.0	15.0	0.0	264.8	7.0	342.0	11.4	210.1
05-juin	12.0	5.0	19.0	0.0	264.8	7.0	349.0	12.1	222.3
06-juin	11.0	5.0	17.0	0.0	264.8	6.0	355.0	10.1	232.4
07-juin	12.9	5.0	20.9	0.0	264.8	7.9	362.9	13.7	246.1
08-juin	16.0	10.0	22.0	4.8	269.6	11.0	373.9	19.0	265.1
09-juin	15.5	9.0	22.0	0.0	269.6	10.5	384.4	18.1	283.1
10-juin	15.0	7.0	23.0	0.0	269.6	10.0	394.4	16.9	300.0
11-juin	19.5	10.0	29.0	0.0	269.6	14.5	408.9	21.5	321.5
12-juin	23.5	17.0	30.0	13.8	283.4	18.5	427.4	27.8	349.4
13-juin	19.0	17.0	21.0	1.0	284.4	14.0	441.4	24.6	374.0
14-juin	14.0	6.0	22.0	0.0	284.4	9.0	450.4	15.4	389.3
15-juin	14.0	6.0	22.0	0.0	284.4	9.0	459.4	15.4	404.7
16-juin	17.0	7.0	27.0	0.0	284.4	12.0	471.4	18.5	423.2
17-juin	21.0	13.0	29.0	0.0	284.4	16.0	487.4	24.2	447.4
18-juin	22.0	15.0	29.0	0.0	284.4	17.0	504.4	26.0	473.4
19-juin	21.0	14.0	28.0	0.0	284.4	16.0	520.5	25.0	498.4
20-juin	26.0	22.0	30.0	0.0	284.4	21.0	541.5	32.3	530.8
21-juin	24.5	19.0	30.0	0.0	284.4	19.5	561.0	29.6	560.4
22-juin	25.0	20.0	30.0	0.0	284.4	20.0	581.0	30.5	591.0
23-juin	20.5	17.0	24.0	0.0	284.4	15.5	596.5	26.4	617.4
24-juin	20.0	13.0	27.0	1.4	285.8	15.0	611.5	23.9	641.3
25-juin	17.0	15.0	19.0	17.8	303.6	12.0	623.5	21.1	662.4
26-juin	15.0	13.0	17.0	52.0	355.6	10.0	633.5	17.3	679.7
27-juin	15.5	11.0	20.0	1.6	357.2	10.5	644.0	18.4	698.1
28-juin	19.0	13.0	25.0	0.0	357.2	14.0	658.0	23.3	721.4
29-juin	22.0	15.0	29.0	10.2	367.4	17.0	675.0	26.0	747.4
30-juin	22.1	16.2	28.0	13.0	380.4	17.1	692.1	27.0	774.4
01-juil	19.0	14.0	24.0	0.0	380.4	14.0	706.1	23.7	798.1

Scott (CQ5X)

Date	Tmoy (°C)	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Précip. (mm)	Précip. (1er avril)	Dj (5)	Dj (5) (1er avril)	UTM (période)	UTM (24 mai)
02-juin	13.5	12.0	15.0	35.0	258.6	8.5	328.5	14.1	189.1
03-juin	11.5	10.0	13.0	6.2	264.8	6.5	335.0	9.7	198.7
04-juin	12.0	9.0	15.0	0.0	264.8	7.0	342.0	11.4	210.1
05-juin	12.0	5.0	19.0	0.0	264.8	7.0	349.0	12.1	222.3
06-juin	11.0	5.0	17.0	0.0	264.8	6.0	355.0	10.1	232.4
07-juin	12.9	5.0	20.9	0.0	264.8	7.9	362.9	13.7	246.1
08-juin	16.0	10.0	22.0	4.8	269.6	11.0	373.9	19.0	265.1
09-juin	15.5	9.0	22.0	0.0	269.6	10.5	384.4	18.1	283.1
10-juin	15.0	7.0	23.0	0.0	269.6	10.0	394.4	16.9	300.0
11-juin	19.5	10.0	29.0	0.0	269.6	14.5	408.9	21.5	321.5
12-juin	23.5	17.0	30.0	13.8	283.4	18.5	427.4	27.8	349.4
13-juin	19.0	17.0	21.0	1.0	284.4	14.0	441.4	24.6	374.0
14-juin	14.0	6.0	22.0	0.0	284.4	9.0	450.4	15.4	389.3
15-juin	14.0	6.0	22.0	0.0	284.4	9.0	459.4	15.4	404.7
16-juin	17.0	7.0	27.0	0.0	284.4	12.0	471.4	18.5	423.2
17-juin	21.0	13.0	29.0	0.0	284.4	16.0	487.4	24.2	447.4
18-juin	22.0	15.0	29.0	0.0	284.4	17.0	504.4	26.0	473.4
19-juin	21.0	14.0	28.0	0.0	284.4	16.0	520.5	25.0	498.4
20-juin	26.0	22.0	30.0	0.0	284.4	21.0	541.5	32.3	530.8
21-juin	24.5	19.0	30.0	0.0	284.4	19.5	561.0	29.6	560.4
22-juin	25.0	20.0	30.0	0.0	284.4	20.0	581.0	30.5	591.0
23-juin	20.5	17.0	24.0	0.0	284.4	15.5	596.5	26.4	617.4
24-juin	20.0	13.0	27.0	1.4	285.8	15.0	611.5	23.9	641.3
25-juin	17.0	15.0	19.0	17.8	303.6	12.0	623.5	21.1	662.4
26-juin	15.0	13.0	17.0	52.0	355.6	10.0	633.5	17.3	679.7
27-juin	15.5	11.0	20.0	1.6	357.2	10.5	644.0	18.4	698.1
28-juin	19.0	13.0	25.0	0.0	357.2	14.0	658.0	23.3	721.4
29-juin	22.0	15.0	29.0	10.2	367.4	17.0	675.0	26.0	747.4
30-juin	22.1	16.2	28.0	13.0	380.4	17.1	692.1	27.0	774.4
01-juil	19.0	14.0	24.0	0.0	380.4	14.0	706.1	23.7	798.1
02-juil	19.0	13.0	25.0	0.0	380.4	14.0	720.1	23.3	821.4
03-juil	18.0	12.0	24.0	4.0	384.4	13.0	733.1	21.9	843.3
04-juil	20.0	15.0	25.0	4.2	388.6	15.0	748.1	25.1	868.4
05-juil	21.8	17.0	26.5	0.0	388.6	16.8	764.8	27.4	895.7
06-juil	21.5	15.0	28.0	0.0	388.6	16.5	781.3	25.9	921.6
07-juil	23.8	20.2	27.5	0.1	388.7	18.8	800.1	30.5	952.1
08-juil	17.8	14.5	21.2	0.0	388.7	12.8	813.0	22.4	974.6
09-juil	16.6	10.5	22.8	0.0	388.7	11.6	824.6	19.9	994.5

Scott (CQ5X)									
Date	Tmoy (°C)	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Précip. (mm)	Précip. (1er avril)	Dj (5)	Dj (5) (1er avril)	UTM (période)	UTM (24 mai)
10-juin	15.0	7.0	23.0	0.0	269.6	10.0	394.4	16.9	300.0
11-juin	19.5	10.0	29.0	0.0	269.6	14.5	408.9	21.5	321.5
12-juin	23.5	17.0	30.0	13.8	283.4	18.5	427.4	27.8	349.4
13-juin	19.0	17.0	21.0	1.0	284.4	14.0	441.4	24.6	374.0
14-juin	14.0	6.0	22.0	0.0	284.4	9.0	450.4	15.4	389.3
15-juin	14.0	6.0	22.0	0.0	284.4	9.0	459.4	15.4	404.7
16-juin	17.0	7.0	27.0	0.0	284.4	12.0	471.4	18.5	423.2
17-juin	21.0	13.0	29.0	0.0	284.4	16.0	487.4	24.2	447.4
18-juin	22.0	15.0	29.0	0.0	284.4	17.0	504.4	26.0	473.4
19-juin	21.0	14.0	28.0	0.0	284.4	16.0	520.5	25.0	498.4
20-juin	26.0	22.0	30.0	0.0	284.4	21.0	541.5	32.3	530.8
21-juin	24.5	19.0	30.0	0.0	284.4	19.5	561.0	29.6	560.4
22-juin	25.0	20.0	30.0	0.0	284.4	20.0	581.0	30.5	591.0
23-juin	20.5	17.0	24.0	0.0	284.4	15.5	596.5	26.4	617.4
24-juin	20.0	13.0	27.0	1.4	285.8	15.0	611.5	23.9	641.3
25-juin	17.0	15.0	19.0	17.8	303.6	12.0	623.5	21.1	662.4
26-juin	15.0	13.0	17.0	52.0	355.6	10.0	633.5	17.3	679.7
27-juin	15.5	11.0	20.0	1.6	357.2	10.5	644.0	18.4	698.1
28-juin	19.0	13.0	25.0	0.0	357.2	14.0	658.0	23.3	721.4
29-juin	22.0	15.0	29.0	10.2	367.4	17.0	675.0	26.0	747.4
30-juin	22.1	16.2	28.0	13.0	380.4	17.1	692.1	27.0	774.4
01-juil	19.0	14.0	24.0	0.0	380.4	14.0	706.1	23.7	798.1
02-juil	19.0	13.0	25.0	0.0	380.4	14.0	720.1	23.3	821.4
03-juil	18.0	12.0	24.0	4.0	384.4	13.0	733.1	21.9	843.3
04-juil	20.0	15.0	25.0	4.2	388.6	15.0	748.1	25.1	868.4
05-juil	21.8	17.0	26.5	0.0	388.6	16.8	764.8	27.4	895.7
06-juil	21.5	15.0	28.0	0.0	388.6	16.5	781.3	25.9	921.6
07-juil	23.8	20.2	27.5	0.1	388.7	18.8	800.1	30.5	952.1
08-juil	17.8	14.5	21.2	0.0	388.7	12.8	813.0	22.4	974.6
09-juil	16.6	10.5	22.8	0.0	388.7	11.6	824.6	19.9	994.5
10-juil	18.5	12.0	25.0	0.0	388.7	13.5	838.1	22.4	1016.8
11-juil	17.5	9.0	26.0	0.0	388.7	12.5	850.6	20.0	1036.9
12-juil	21.5	14.0	29.0	0.0	388.7	16.5	867.1	25.1	1062.0
13-juil	23.0	15.0	31.0	0.0	388.7	18.0	885.1	26.0	1088.0
14-juil	25.2	17.0	33.4	0.0	388.7	20.2	905.3	27.3	1115.3
15-juil	24.5	17.0	32.0	5.6	394.3	19.5	924.8	27.6	1142.9
	14.8	-3.0	33.4		377.7		919.3	1142.7	
	Moyenne	Extrême	Extrême		Cumul		Cumul	Cumul	

Annexe 4 : 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* (L ou Kg/ha)</i>	<i>Volume de bouille (L/ha) et</i>	<i>coût /ha (\$)</i>
14 avril	Lime sulphur culture et au sol	33 l/ha	900	297
20 avril	Lime sulphur culture et au sol	33 l/ha	900	297
30 avril	Lime sulphur au sol	11 l/ha	300	99
30 avril	Serenade Max	6 kg/ha	900	330
7 mai	Serenade Max	6 kg/ha	900	330
15 mai	Serenade Max	6 kg/ha	900	330
18 mai	Serenade Max	6 kg/ha	900	330
25 mai	Serenade Max	6 kg/ha	900	330
1 ^{er} juin	Serenade Max	6 kg/ha	900	330

* Même si nos parcelles ont été traitées avec un pulvérisateur à dos manuel, les doses ont été ajustées pour correspondre aux recommandations de l'étiquette. La plus grande différence avec un traitement fait au tandem « tracteur/pulvérisateur », est que la pression obtenue avec ce genre d'appareil ne dépasse pas 40 psi et peut descendre beaucoup plus bas, si l'opérateur ne pompe pas assez souvent. Par contre, nous avons pris le temps qu'il fallait pour bien couvrir toutes les parties de la plante.

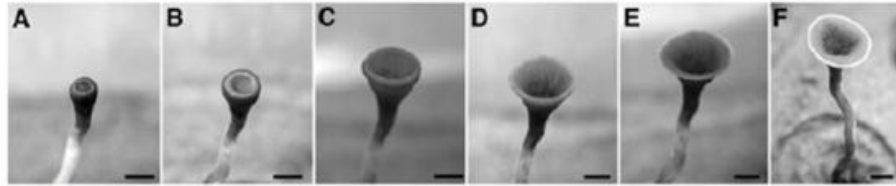
TRAITEMENT P.

<i>Date application</i>	<i>Produit appliqué</i>	<i>Dose (L ou Kg/ha)</i>	<i>Volume de bouille à l'hectare (L/ha)</i>
14 avril	Lime sulphur	22.22	1333**
26 avril	Bouillie Bordelaise	3 : 3 : 100 ¹	1333
5 mai	Bouillie Bordelaise	3 : 3 : 100 ¹	1333
12 mai	Serenade Max	6.04	1333
21 mai	Serenade Max	6.04	1333
1 ^{er} juin	Serenade Max	6.04	1333

**La superficie totale de la bleuetière est de 0,9 hectares. Un volume de 1200 litres de bouillie était appliqué par traitement pour l'ensemble de la parcelle, selon le producteur. Veuillez prendre note qu'il n'y a pas eu de calibration récente du pulvérisateur.

¹ La bouillie bordelaise était composée de 3 Kg de chaux hydratée, 3 Kg de sulfate de cuivre dans 100 gallons d'eau.

Annexe 5: Stades des apothèques et stades phénologiques des plants de bleuets en corymbe



Stades des apothèques (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 apothèques et des stades phénologiques des plants de bleuets au cours de la saison 2012.

Date	Stade majoritaire des apothèques observées	Stades phénologiques des plants de bleuets	
		Bourgeons à fruits	Bourgeons à feuilles
30 avril	A	B	a
4 mai	A à F, majoritairement B-C	C	a
11 mai	C à F	D	b
15 mai	E-F, la majorité sont déséchées	D et E	c
17 mai	A à F	D (20%) et E (80%)	c
18 mai	A à F	D (20%) et E (80%)	c
23 mai	E-F	H	c
25 mai	E-F	H	c
29 mai	---	I	Feuilles ouvertes complètement
5 juin	---	Nouaison, presque plus de fleurs	---
12 juin	---	Fruits verts	---
19 juin	---	Fruits verts	---
26 juin	---	Fruits verts en croissance	---
23 juillet	---	Première récolte	---

Annexe 6 : 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 16 avril au 30 mai).




Date	(HR)Humidité relative (%) moyenne pour la période de mouillure	Période de mouillure HR>85%(heures)	Temp. Moyenne durant l'infection (°C)	Degré de sévérité de l'infection selon Hilderbrand	Émission abondante de spores par les apothèques (estimé en fonction du stade)	Stades sensible des plants
16-avr-12	91,55%	7,75	11,6	Faible	non	non
17-avr-12	89,54%	3,25	17,2	nulle	non	non
18-19 avril 2012	94,70%	11,25	-2,86	modérée	non	non
20-avr-12	93,69%	5,5	2,35	nulle	non	non
20-avr-12	94,14%	11	4,09	modérée-forte	non	non
21-avr-12	95,00%	24	1,68	forte	non	non
22-avr-12	94,46%	9,5	0,13	modérée	non	non
22-23 avril 2012	92,77%	24	1,26	Forte	non	non
23-24 avril 2012	95,96%	13,5	2,34	modérée	non	non
25-26 avril 2012	94,83%	11,75	0,67	modérée	non	non
26-27 avril 2012	93,46%	10,5	4,93	modérée-forte	non	non
1-2 mai 2012	91,04%	12,25	5,63	forte	non	non
03-mai-12	88,98%	6,75	7,10	Faible	oui	non
04-mai-12	91,39%	10,25	9,71	forte	oui	non
4-5 mai 2012	91,88%	13	8,68	forte	oui	non
06-mai-12	95,73%	10	0	modérée	oui	oui
07-mai-12	94,71%	10,25	-0,95	modérée	oui	oui
8-9 mai 2012	94,14%	24	9,47	forte	oui	oui
9-10 mai 2012	96,11%	24	8,48	forte	oui	oui
10-11 mai 2012	95,32%	23,5	6,59	forte	oui	oui
11-mai-12	94,45%	7,75	-0,21	nulle	oui	oui
12-13 mai 2012	89,15%	12,75	9,8	forte	oui	oui
13-14 mai 2012	97,30%	12,5	8,53	forte	oui	oui
14-15 mai 2012	95,74%	11,25	10,52	forte	oui	oui
15-16 mai 2012	94,94%	16,75	15,29	forte	oui	oui
16-17 mai 2012	92,36%	13,25	11,12	forte	oui	oui
17-18 mai 2012	93,21%	8,75	2,65	nulle	oui	oui
19-20 mai 2012	95,37%	9,75	9,57	forte	oui	oui
22-23 mai 2012	93,65%	22	15,62	forte	oui	oui
23-24 mai 2012	96,43%	10,5	9,02	forte	oui	oui
25-mai-12	91,67%	7	16,22	forte	oui	oui
25-26 mai 2012	95,60%	8,5	18,35	forte	non	oui
29-30 mai 2012	95,39%	29,75	11,22	forte	non	non

Annexe 7 : 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)

	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

Annexe 8 : Calendriers des applications des fongicides biologiques, des stades phénologiques des bleuets, des pseudosclérotés, des conditions climatiques et des périodes sensibles à l'infection pour les mois d'avril et mai 2012.








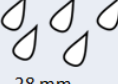






Avril 2012

Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10 	11	12 Apothèques 	13 -4°C 	14 Application L.S. [F et P]
15	16	17	18	19	20 Application L.S. [F]	21 
22 	23 	24 	25	26 Application 6 B. Bordelaise [P] 	27	28 
29 	30 Application L.S. + Serenade [F] 	1 mai	2 mai	3 mai	4 mai 	5 mai Application B. Bordelaise [P] 

Légende

							
Pluie	Neige	Gel	Apothèques	Ouverture bourgeons à fruits	Pointe verte	Infection potentielle	Floraison

Mai 2012

Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
29 avril 	30 avril Application L.S. + Serenade [F] 	1	2	3	4   	5 Application B. Bordelaise [P]
6	7 Application Serenade [F]	8	9 	10 	11  28 mm	12 Application Serenade [P]
13 	14 	15  Application Serenade [F]	16	17	18  Application Serenade [F]	19
20	21 Application Serenade [P]	22	23  Infection primaire visible 	24	25 Application Serenade [F]	26
27	28	29	30	31	1 juin Application Serenade [F et P]	2 juin

Légende								
								
Pluie	Neige	Gel	Apothèques	Ouverture bourgeons à fruits	Pointe verte	Infection potentielle	Floraison	