

**Tamissage de biofongicides contre les taches foliaires dans le bleuet nain  
19-006-BLEUET**

Durée du projet : 2019-03 / 2022-08

**RAPPORT FINAL**

Réalisé par :  
Charles A. D. Bouchard, Biologiste (M. Sc.), Club Conseil Bleuet  
Et Anne Schmitt, Biologiste (B. Sc.), Club Conseil Bleuet

Révision :  
Vicky Perron, Club Conseil Bleuet

Février 2022

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ DU PROJET .....	4
OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE .....	5
Objectif général : .....	5
Objectifs spécifiques : .....	5
Méthodologie : .....	5
DIFFUSION DES RÉSULTATS .....	10
RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS.....	10
APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE .....	16
PERSONNE-RESSOURCE POUR INFORMATION.....	16
REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS .....	16
ANNEXE .....	17
RÉFÉRENCES : .....	21

## LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

<b>Figure 1.</b> Localisation du dispositif expérimental du site de DCMC en 2019 et 2020.....	6
<b>Figure 2.</b> Localisation du dispositif expérimental du site de Lorette en 2019 et 2020.....	6
<b>Tableau 1.</b> Traitements de biofongicides et doses auxquels ils sont appliqués.....	7
<b>Tableau 2.</b> Échéancier des interventions réalisées sur les sites entre 2019 et 2021.....	8
<b>Figure 3.</b> Pourcentage de recouvrement moyen des maladies foliaires en 2019, 2020 et 2021.....	11
<b>Figure 4.</b> Pourcentage de défoliation moyen des plants en 2019, 2020 et 2021 selon les traitements utilisés.....	12
<b>Figure 5.</b> Hauteur moyenne des plants de bleuets en 2019, 2020 et 2021 selon les traitements utilisés.....	13
<b>Figure 6.</b> Nombre de bourgeons moyen par plant de bleuets en 2019, 2020 et 2021 selon les traitements utilisés.....	14
<b>Figure 7.</b> Rendement moyen par parcelle en 2019 et 2020 selon les traitements utilisés.....	15

# Tamisage de biofongicides contre les taches foliaires dans le bleuets nain

19-006-BLEUET

## RÉSUMÉ DU PROJET

Les maladies foliaires sont un enjeu économique important pour les producteurs de bleuets sauvages du Québec. En effet, les taches foliaires peuvent affecter les rendements, même en année de croissance végétative, lorsqu'elles sont présentes en grande quantité (Ojiambo et Scherm 2005). Il a été démontré qu'il est bien souvent avantageux de traiter les champs malgré les coûts associés à l'application de fongicides (Club Conseil Bleuets, 2014). Pour les producteurs en régie conventionnelle, il existe des solutions telles que l'utilisation du fongicide Proline®. Cependant, il existe très peu d'informations et de solutions pour ceux qui souhaiteraient minimiser l'impact environnemental et minimiser les pertes de rendement en régie biologique. Le présent projet vise à répondre à cette demande. Des essais antérieurs réalisés entre 2014 et 2018 ont permis de tester 10 différents produits présentant moins de risques pour l'environnement lors de différentes saisons. Ces projets avaient pour objectif de trouver des alternatives biologiques aux traitements contre les maladies foliaires, plus précisément la tache septorienne et la rouille. Certains produits sont ressortis plus prometteurs que d'autres, mais la courte durée des essais jumelée à la variabilité des conditions climatiques ne permet pas de conclure sur leur efficacité. La production de bleuets sauvages biologiques prend de plus en plus d'ampleur au Saguenay-Lac-Saint-Jean. En 2017, 10% des superficies étaient certifiées biologiques et cette proportion ne cesse d'augmenter. Les maladies fongiques sont la deuxième problématique qui freine l'essor de la production biologique dans la production de bleuets nains. Ce projet a pour objectif la recherche de biofongicides réprimant une ou plusieurs maladies foliaires parmi les suivantes : la tache septorienne, la tache valdensienne et la rouille du bleuets. Les produits retenus devront être tolérés par le plant de bleuets nain en croissance végétative. Compte tenu des difficultés que pose la différenciation visuelle de ces maladies, elles seront regroupées et nommées maladies foliaires. Les résultats ont permis d'identifier deux produits qui semblent mieux performer que les autres, le Coopercide et le Parasol. Des différences significatives ont pu être mises en évidence pour certains paramètres comme le recouvrement en maladie et la défoliation. Dans certains cas, ces résultats se rapprochent de ceux du traitement conventionnel au Proline. Cependant, pour les paramètres de productivité, l'effet de ces deux traitements n'a pas révélé de différence significative.

## **OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE**

### **Objectif général :**

Évaluer l'efficacité de différents biofongicides homologués ou non dans le bleuet sauvage contre les taches foliaires, tout en évitant des dommages au bleuetier.

### **Objectifs spécifiques :**

- La recherche d'un biofongicide réprimant une ou plusieurs maladies foliaires parmi les suivantes : la tache septorienne, la tache valdensienne et la rouille du bleuet.
- La recherche d'un biofongicide efficace qui permettrait de diminuer de manière significative le taux d'infection des plants de bleuet par les maladies fongiques.
- Comparer l'efficacité aux traitements déjà disponibles (conventionnel et biologique).
- Soutenir une demande d'homologation.

### **Méthodologie :**

Ce projet s'est déroulé sur 3 ans et était localisé sur deux sites au Saguenay-Lac-Saint-Jean.

- Site #1 : Des champs exempts de traitement fongique depuis 2016 ont été ciblés dans le secteur d'Albanel (DCMC) (Figure 1). La bleuetière a un historique de maladies foliaires. Ceci assure la présence de la maladie et une pression de celle-ci. Chaque année, un champ en végétation a été choisi pour implanter les parcelles. Le champ sélectionné en 2021 n'apparaît pas dans la figure 1, car celui-ci est légèrement plus éloigné dans la bleuetière, rendant difficile leur présentation sur la même carte.
- Site #2 : Des champs exempts de traitement fongique depuis 2015 ont été ciblés dans le secteur de Notre-Dame-de-Lorette (Figure 2). Ceci assure la présence de la maladie et une pression de celle-ci. Chaque année, un champ en végétation a été choisi pour implanter les parcelles. Le champ sélectionné pour l'implantation du dispositif en 2021 n'apparaît pas dans la figure 2, car celui-ci est également plus éloigné dans la bleuetière, rendant difficile leur présentation sur la même carte.

Pour chaque année/site, un dispositif expérimental en blocs complet est mis en place pour tester 9 traitements. Quatre répétitions sont faites pour un total de 36 parcelles par site. Les parcelles mesurent 2 mètres de largeur par 6 mètres de longueur et sont séparées d'une bande tampon de 2 mètres entre chaque bloc (Annexe 1).

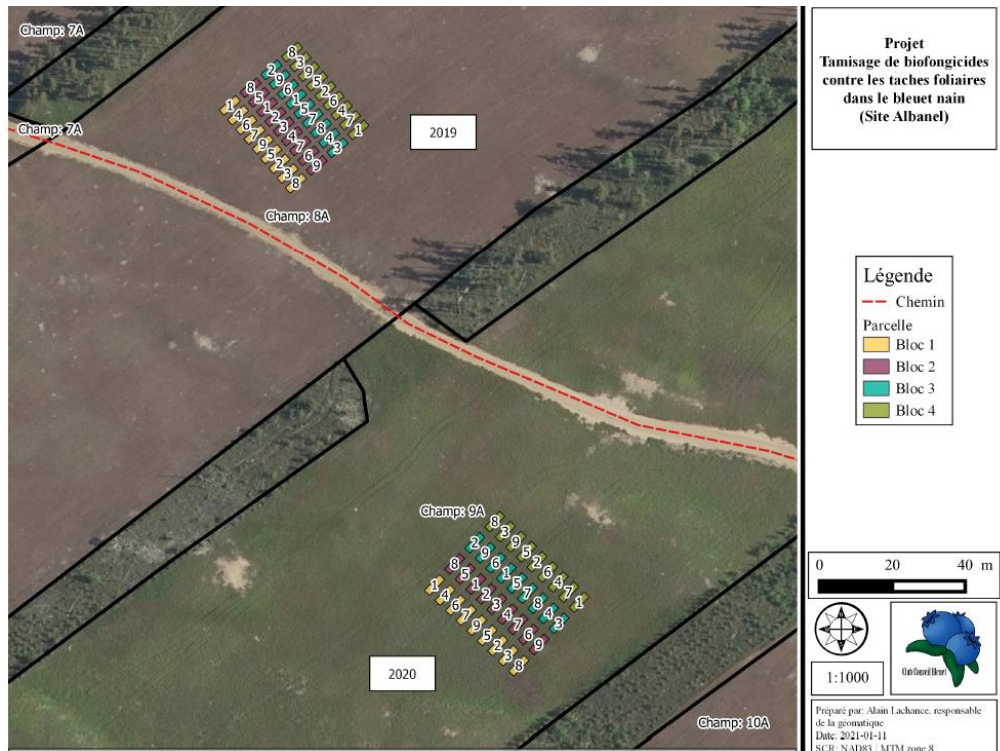


Figure 1. Localisation du dispositif expérimental du site de DCMC en 2019 et 2020.

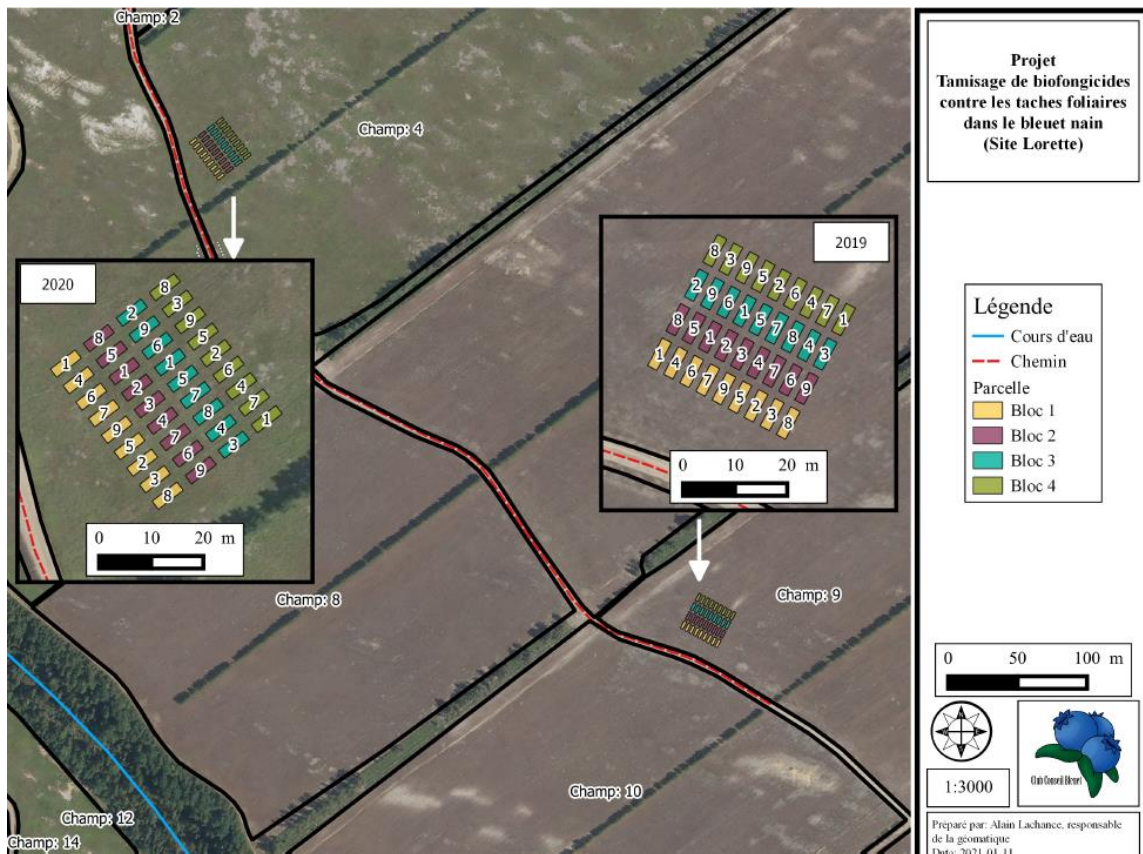


Figure 2. Localisation du dispositif expérimental du site de Lorette en 2019 et 2020.

Les biofongicides ont été appliqués selon les recommandations des étiquettes ou des fournisseurs à partir de la mi-juin (Tableau 1). C'est à ce moment que les maladies foliaires visées commencent à être présentes (Desjardins et al., 2013). Les applications ont été distancées selon les intervalles d'application recommandés par les étiquettes ou fournisseurs, en tenant compte des contraintes climatiques (Tableau 2). Un pulvérisateur dorsal (modèle D201-S) a été utilisé pour les applications. Le pulvérisateur est muni d'une bombonne de CO<sub>2</sub> (0-60 PSI) et d'un manche à 5 buses. Le choix des buses est fait en fonction du taux d'application de la bouillie. Les traitements comparés sont décrits dans le tableau 1.

Traitements	Doses appliquées par hectare*
Actinovate SP – Streptomyces lydicus Desikote Max - 0.250% v/v	425 g 0,25 %
OxiDate 2.0 – Acide peracétique et peroxyde d'hydrogène	2,5 %
Confine Extra – Acide phosphoreux	5 L
Coppercide WP – Hydroxyde de cuivre** Desikote Max 0.250% v/v Chaux soufré (1x) Chaux hydraté (4x)	2 kg 0,25 % 18 L 2 kg
Cueva – Octanoate de cuivre (témoin biologique)	2 %
Parasol FL – Hydroxyde de cuivre	2,5 L
OxiDate 2.0 – Acide peracétique et peroxyde d'hydrogène (1x) Cueva – Octanoate de cuivre (4x)***	1% 1%
Proline 480 SC Prothioconazole (2x)**** (témoin conventionnel)	Application 1 : 400 ml Application 2 : 315 ml Agral : 0,125 %
Eau (témoin)	-

**Tableau 1.** Traitements de biofongicides et doses auxquels ils sont appliqués.

\*Tous les fongicides sont dans un volume d'eau de 500 ml par hectare sauf le Parasol et le Proline qui sont dans un volume d'eau de 200 ml par hectare.

\*\*Une application en juin a été faite pour la chaux soufrée nécessaire au traitement de Coppercide WP. La chaux hydratée doit être ajoutée pour chaque traitement.

\*\*\*Le traitement 7 vise à tester les propriétés assainissant de l'acide peracétique et du peroxyde d'hydrogène sur la culture. Les applications de cuivre viendront protéger les feuilles d'une inoculation future. Combinés, ses produits devraient offrir une meilleure protection des plants qu'utilisée seul.

\*\*\*\*Le Proline ne sera appliqué que deux fois, comme recommandé.

		DCMC	Lorette
Année 1	18-06-19	Piquetage / Application Chaux soufrée	Piquetage / Application Chaux soufrée
	04-07-19	Application #1	
	05-07-19		Application #1
	12-07-19	Application #2	
	15-07-19		Application #2
	23-07-19	Évaluation recouvrement de la maladie #1 / Application #3	
	24-07-19		Évaluation recouvrement de la maladie #1 / Application #3
	31-07-19	Application #4	
	01-08-19		Application #4
	14-08-19		Évaluation recouvrement de la maladie #2
	15-08-19	Évaluation recouvrement de la maladie #2	
	18-09-19	Évaluation recouvrement de la maladie #3	Évaluation recouvrement de la maladie #3
	25-09-19	Évaluation défoliation	Évaluation défoliation
	09-10-19	Potentiel de rendement	Potentiel de rendement
	26-08-20	Évaluation recouvrement de la maladie 1 an plus tard et mesure du rendement	Évaluation recouvrement de la maladie 1 an plus tard et mesure du rendement
Année 2	10-06-20	Piquetage / Application Chaux soufrée	Piquetage / Application Chaux soufrée
	05-07-20	Application #1	
	06-07-20		Application #1
	14-07-20	Application #2	Application #2
	20-07-20	Évaluation recouvrement de la maladie #1	Évaluation recouvrement de la maladie #1
	21-07-20	Application #3	Application #3
	07-08-20	Application #4	Application #4
	27-08-20	Évaluation recouvrement de la maladie #2	Évaluation recouvrement de la maladie #2
	23-09-20	Évaluation recouvrement de la maladie #3 / Évaluation défoliation	Évaluation recouvrement de la maladie #3 / Évaluation défoliation
	22-10-20	Potentiel de rendement	Potentiel de rendement
	13-08-21	Évaluation recouvrement de la maladie 1 an plus tard et mesure du rendement	Évaluation recouvrement de la maladie 1 an plus tard et mesure du rendement
	Année 3	09-06-21	Piquetage
10-06-21		Application Chaux soufrée	Application Chaux soufrée
28-06-21		Application #1	
29-06-21			Application #1
07-07-21		Application #2	
08-07-21			Application #2
14-07-21		Évaluation recouvrement de la maladie #1	Évaluation recouvrement de la maladie #1
19-07-21		Application #3	Application #3
27-07-21		Application #4	
30-07-21			Application #4
23-08-21		Évaluation recouvrement de la maladie #2	
24-08-21			Évaluation recouvrement de la maladie #2
14-09-21		Évaluation recouvrement de la maladie #3 / Évaluation défoliation	
15-09-21			Évaluation recouvrement de la maladie #3 / Évaluation défoliation
26-10-21		Potentiel de rendement	Potentiel de rendement

**Tableau 2.** Échéancier des interventions réalisées sur les sites entre 2019 et 2021.



La méthodologie est la même dans tous les champs pour les 2 sites. Compte tenu des difficultés que pose la différenciation visuelle des maladies fongiques, les maladies telles que la tache septorienne (*Septoria* spp.), la rouille (*Naohidemyces vaccinii* (Wint.) Sato, Katsuya et Hiratsuka (*Thekopsora minima*, *Pucciniastrum vaccinii*), de même que la tache valdensienne (*Valdensinia heterodoxa*), sont regroupées et nommées maladies foliaires. Dans le tableau 1, pour chaque intervention appelée évaluation recouvrement de la maladie, les mesures prises étaient :

1. Pourcentage général de recouvrement des maladies foliaires.
2. Pourcentage des plants de bleuets avec symptômes de phytotoxicité (chlorose, nécrose, malformation ou retard de croissance).
3. Hauteur moyenne des plants (2 plants représentatifs sélectionnés par parcelles).

Pour les visites concernant l'évaluation de la défoliation (Tableau 1), les mesures prises étaient :

1. Pourcentage de défoliation (en fin de saison, les maladies foliaires engendrent une chute prématurée des feuilles ce qui en fait un bon indicateur de l'incidence des maladies (GNB 2009).

Pour la dernière visite sur les sites qui visait à évaluer les potentiels de rendement (Tableau 1), les mesures suivantes ont été prises :

1. Potentiel de rendement (10 tiges sélectionnées aléatoirement par parcelles pour un décompte du nombre de bourgeons floraux par tige)
2. Hauteur finale des plants (5 plants par parcelles sélectionnés aléatoirement)

Les conditions climatiques telles que l'ensoleillement, la température et la vitesse du vent lors des applications ont été notées afin d'expliquer les résultats d'efficacité des produits. Celles-ci proviennent de la station météo d'Environnement Canada de Normandin, se situant tout au plus à 25 km des sites sélectionnés. Ces informations sont utilisées pour cibler des périodes où le climat pourrait avoir un impact sur l'efficacité des traitements, comme le délai sans pluie du produit ou les sécheresses, n'étant pas propices au développement des maladies fongiques. Le tout est pris en compte lors de l'analyse des résultats. Pour assurer une meilleure exactitude des données, un capteur de type HOBO a été installé pour chaque site.

Les résultats ont été analysés statistiquement avec le logiciel R (R-4.1.2, 2021) et les packages emmeans et multComp. Une analyse de variance (ANOVA) a été réalisée. Le facteur bloc a été mis aléatoire alors que les facteurs sites, dates et traitements ont été utilisés comme étant des facteurs fixes. Des tests post-hoc de Tukey-HSD ont ensuite été faits afin de comparer les moyennes entre elles. Les différences ont été considérées significatives à p-value sous 0.05, selon un intervalle de confiance de 95%. Les données associées au rendement ont été transformées afin de répondre aux critères de normalité et d'homogénéité de distribution. Les résultats sont présentés en annexe 2 (Annexe 2).

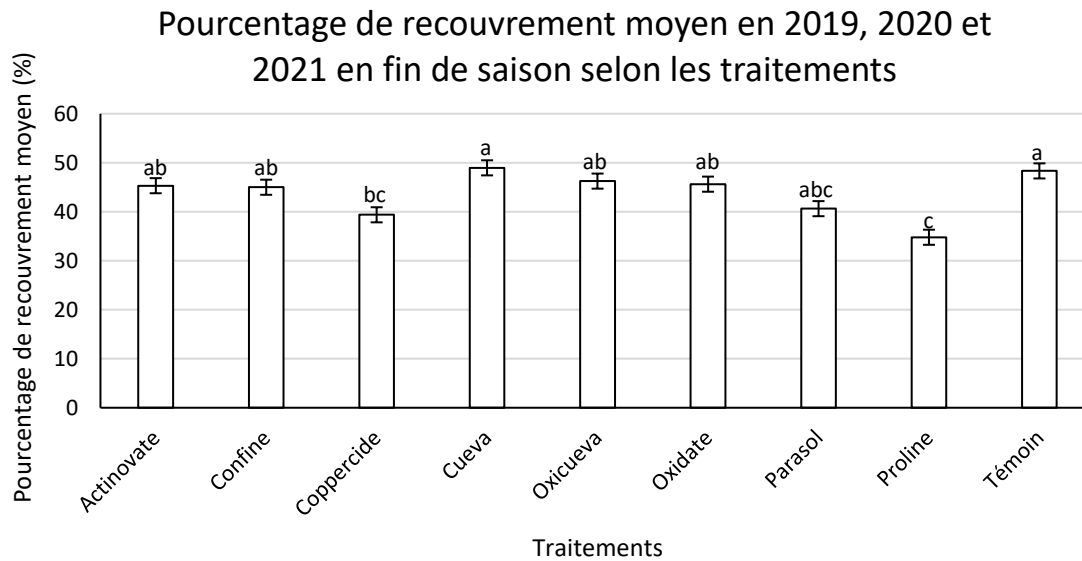
## **DIFFUSION DES RÉSULTATS**

Les résultats de cette étude seront présentés lors des Webinaires bleuets du Saguenay Lac-Saint-Jean, événement virtuel organisé par le MAPAQ, qui se tiendra le 16 et 23 mars 2022.

## **RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS**

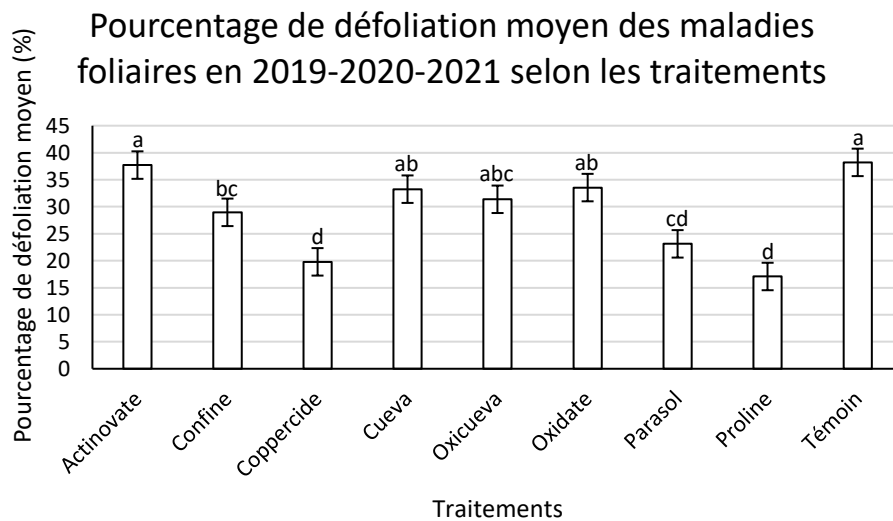
Les figures présentées dans cette section permettent de visualiser les valeurs obtenues pour les différents traitements combinant le site de DCMC et de Lorette ainsi que les 3 années du projet 2019-2020-2021. Les données de recouvrement de la maladie, la hauteur finale des plants de bleuets, la défoliation en fin de saison, les potentiels de rendement et le rendement final y sont présentés. Les données de phytotoxicité sur le bleuets ne sont pas présentées, car aucune phytotoxicité n'a été détectée dans les différentes parcelles traitées. Les analyses statistiques sont intégrées aux différentes sections des résultats.

La figure 3 présente les résultats pour le pourcentage de recouvrement des maladies foliaires en 2019, 2020 et 2021 tous sites confondus (Figure 3). De façon générale, plusieurs traitements ne présentent pas de différence significative avec le témoin qui présente une valeur moyenne de 48 %. Les traitements avec l'Actinovate, le Cueva, le Confine, l'Oxidate, le mélange Oxidate et Cueva et le Parasol ne se sont pas démarqués du témoin avec des recouvrements moyens entre 40 et 50 %. Le traitement Coppercide, quant à lui, obtient une valeur d'environ 39%, ce qui est supérieur à la valeur obtenue par le traitement conventionnel (Proline) qui elle est de 35%. Ces deux traitements affichent une différence significative avec le témoin. Ces résultats ne sont pas surprenants puisque le Coppercide est fait à base d'hydroxyde cuivre, un type de traitement fongique qui s'est déjà démontré efficace auparavant dans les cultures de bleuets (Devin 2019). C'est également le cas du Parasol qui démontre un recouvrement moyen de 40 %, ce qui est très similaire au Coppercide même s'il ne diffère pas statistiquement du témoin. L'hydroxyde de cuivre agit plus rapidement et produit un traitement-choc plus important que les autres formes tel que l'octanoate de cuivre dont est fait le Cueva (Tremblay et al. 2020). Par contre, certaines études ont aussi démontré l'effet néfaste du cuivre sur la microfaune du sol ainsi que les milieux aquatiques environnants (Andrivon et al. 2019). Toutefois, comme le cuivre est déjà disponible en grande quantité dans les sols acides caractérisant les bleuetières, la faune et la flore y sont probablement bien adaptées (Cahurel 2009). Il demeure tout de même préférable d'utiliser ces traitements de façon rationnelle et en alternance avec d'autres fongicides lorsque cela est possible. Cette dernière méthode est également efficace pour réduire les risques que les champignons développent une résistance contre le traitement fongique conventionnel (Bacon 2002).



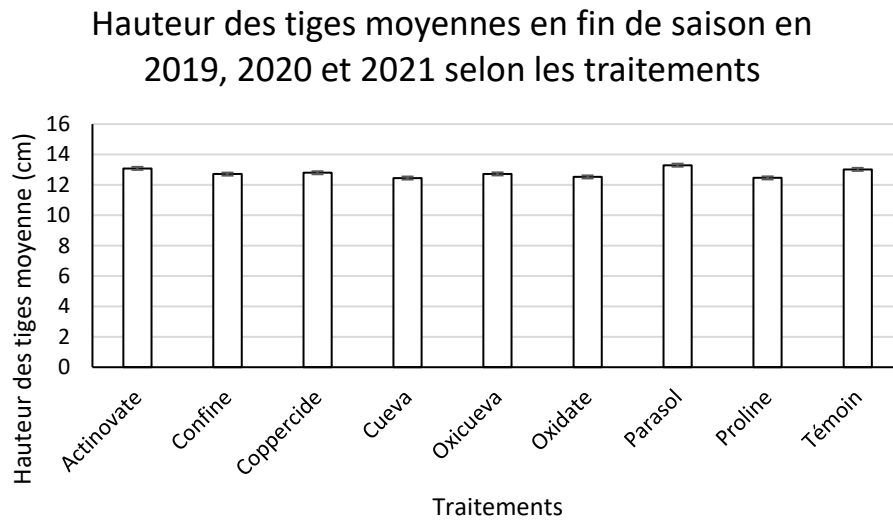
**Figure 3.** Pourcentage de recouvrement moyen des maladies foliaires en 2019, 2020 et 2021. Les prises de mesures 1 an plus tard ne sont pas incluses. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard et les différences significatives entre les traitements sont représentées par différentes lettres ( $\alpha \leq 0.05$ ).

La figure 4 présente les résultats obtenus pour le pourcentage de défoliation moyen des plants en fin de saison en 2019, 2020 et 2021 (Figure 4). Les résultats sont conformes à ceux attendus. Effectivement, le traitement Proline est celui démontrant un plus faible pourcentage de défoliation, alors que le traitement témoin est celui avec le plus élevé. Les traitements qui présentent les plus faibles défoliations sont les mêmes discuté dans la précédente section. Cependant, le traitement au Confine affiche, lui aussi, une différence significative, suggérant que son effet est subtil et difficile à détecter visuellement pendant la saison de croissance, mais se traduit par une défoliation moindre que le témoin. Pour finir, ces données ont permis de relier plus facilement les résultats de défoliation aux résultats de recouvrement des maladies. Ces résultats sont en accord avec la littérature. Effectivement, Roloff et al. (2004) ont souligné l'importance de la défoliation prématurée induite par les maladies foliaires et il a été démontré que la défoliation est directement liée à la sévérité des maladies (Ojiambo et al. 2007).



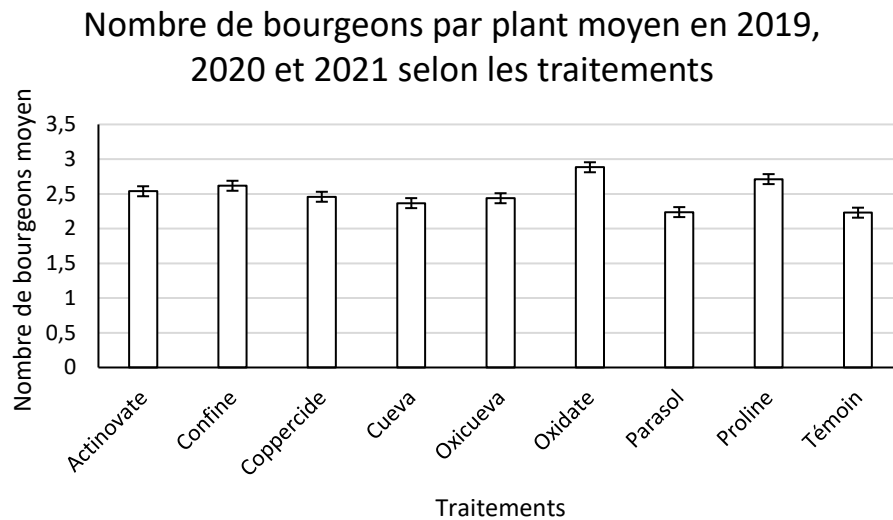
**Figure 4.** Pourcentage de défoliation moyen des plants en 2019, 2020 et 2021 selon les traitements utilisés. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard et les différences significatives entre les traitements sont représentées par différentes lettres ( $\alpha \leq 0.05$ ).

La figure 5 présente les valeurs moyennes de hauteur des plants de bleuets en fin de saison pour les trois années d'étude compilée soit 2019, 2020 et 2021 (Figure 5). Il est possible de constater que les valeurs obtenues sont très similaires entre les traitements. Les analyses statistiques n'ont pas mis en évidence des différences entre les traitements. Il est donc impossible d'affirmer que la sévérité des maladies foliaires engendre une baisse de la croissance en hauteur des plants de bleuets. Ce constat n'est pas surprenant, car plusieurs études ont précédemment démontré que la croissance en hauteur des bleuets est principalement influencée par la disponibilité en nutriments des sols, particulièrement en azote (Eaton 1994 ; Lafond et Ziadi 2011).



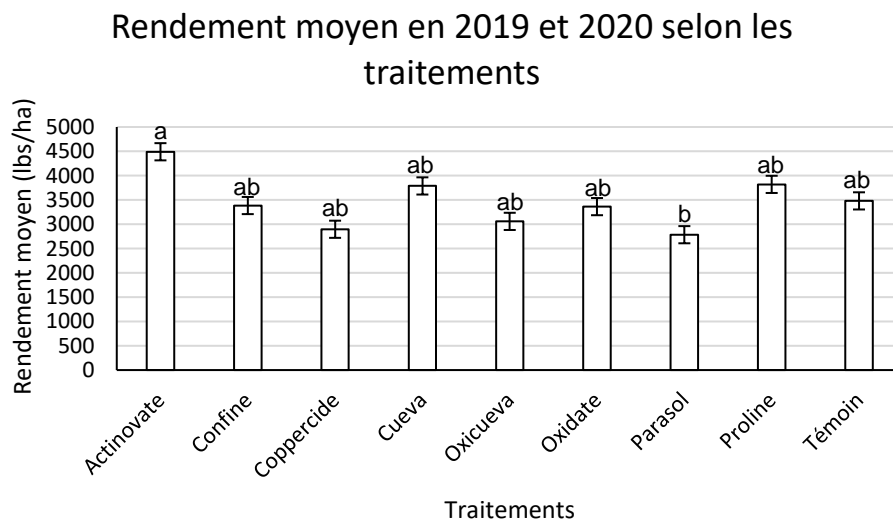
**Figure 5.** Hauteur moyenne des plants de bleuets en 2019, 2020 et 2021 selon les traitements utilisés. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard.

La figure 6 présente les résultats concernant le potentiel de rendement (nombre de bourgeons floraux) pour les différents traitements en 2019, 2020 et 2021 (Figure 6). Il est possible d'observer que le traitement Oxidate se démarque positivement au même titre que le Proline en ce qui concerne le nombre de bourgeons. Ce résultat est surprenant puisque le traitement avec l'Oxidate avait obtenu des valeurs inférieures pour les autres paramètres testés (Figure 3 et 4). Toutefois, comme attendu, le témoin est celui pour lequel le nombre de bourgeons est le plus faible. Or, les analyses statistiques démontrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements. Bien qu'il existe un lien entre la prévalence des maladies foliaires et le nombre de bourgeons floraux, d'autres variables peuvent influencer ce facteur (Ojiambo et al. 2007). Entre autres, la présence de deux espèces distinctes de bleuets et de leurs clones (*Vaccinium angustifolium* et *Vaccinium myrtilloides*) peut influencer le nombre de bourgeons floraux puisqu'il a été démontré que *V. angustifolium* produit un plus grand nombre de bourgeons que *V. myrtilloides* (Fournier 2020).



**Figure 6.** Nombre de bourgeons moyen par plant de bleuets en 2019, 2020 et 2021 selon les traitements utilisés. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard.

La figure 7 présente les rendements en fruits obtenus pour les différents traitements des sites à l'étude en 2019 et 2020 (Figure 7). Concernant les variations de rendement occasionnées par les différents traitements, les résultats ne correspondent pas non plus à ceux attendus. Effectivement, l'Actinovate, avec sa récolte de plus de 4490 lb/ha, possède le meilleur rendement de tous les traitements à l'étude, dont le Proline. L'Actinovate n'avait pourtant pas démontré d'efficacité pour les autres paramètres évalués (Figure 3, 4, 5 et 6). De plus, le témoin présente un rendement plus élevé que plusieurs autres traitements avec 3480 lb/ha. Le Parasol (2784 lb/ha) et le Coopercide (2896 lb/ha) avaient pourtant bien performé au niveau des autres paramètres testés (Figure 3 et 4). Toutefois, les analyses statistiques démontrent des différences significatives seulement entre l'Actinovate et le Parasol (Figure 7). Tout comme pour le nombre de bourgeons floraux, il est possible d'attribuer ces résultats à la grande variabilité des rendements à l'intérieur d'un même site en raison de la présence de deux espèces distinctes de bleuets et de leurs clones (*Vaccinium angustifolium* et *Vaccinium myrtilloides*) (Hildebrand et al. 2016 ; Moreau et al. 2016). De ce fait, il est possible que les parcelles aient été trop petites pour représenter efficacement les différences réelles de rendement entre les traitements. D'ordre général, les rendements obtenus dans ce projet sont légèrement inférieurs à la valeur de référence de 2020 pour des champs approximativement du même âge, soit plus de 5000 lb/ha (FADQ, 2020).



**Figure 7.** Rendement moyen par parcelle en 2019 et 2020 selon les traitements utilisés. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard et les différences significatives entre les traitements sont représentées par différentes lettres ( $\alpha \leq 0.05$ ).

## **APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE**

Ce projet visait à évaluer l'efficacité, dans le bleuet sauvage, de différents biofongicides contre les taches foliaires, tout en évitant des dommages au bleuetier. La recherche dans ce domaine est importante, car les maladies foliaires sont un enjeu économique important pour les producteurs de bleuets sauvages du Québec. Celles-ci peuvent affecter les rendements. Ce projet a permis d'identifier deux produits qui semblent plus efficaces contre les maladies foliaires soit le Coppercide et le Parasol. Les résultats obtenus sont prometteurs, car ces deux produits peuvent afficher des valeurs près de celles du Proline qui est le traitement conventionnel. Les produits biologiques n'étant pas réputés pour afficher la même efficacité que les traitements conventionnels, les résultats obtenus permettent de constater que pour l'effet sur le recouvrement des maladies et particulièrement sur la défoliation, ces produits démontrent une efficacité significative. En revanche, les données n'ont pas permis de mettre en lumière l'effet de ces traitements sur le nombre de bourgeons ou les rendements. Maintenant que le tamisage a permis de mettre en évidence des produits, des études supplémentaires devraient être menées afin d'obtenir des données plus précises de l'efficacité de ces produits. Pour finir, le Parasol et le Coppercide ne sont pas encore homologués dans le bleuet nain. Les résultats de la présente étude pourraient être utilisés afin de soutenir une homologation de ces produits, ce qui permettrait aux producteurs biologiques, ou non, d'avoir des options supplémentaires dans la lutte aux maladies foliaires.

## **PERSONNE-RESSOURCE POUR INFORMATION**

Pour obtenir de l'information supplémentaire relativement au projet, veuillez contacter Mme Marie-Ève Moreau, directrice générale du Club Conseil Bleuet.

Marie-Ève Moreau, agr.  
Directrice générale  
Club Conseil Bleuet  
112, avenue de l'Église, suite 202  
Dolbeau-Mistassini, Qc G8L 4W4  
Téléphone : 418-239-0080 poste 23  
[marie-eve.moreau@clubbleuet.com](mailto:marie-eve.moreau@clubbleuet.com)

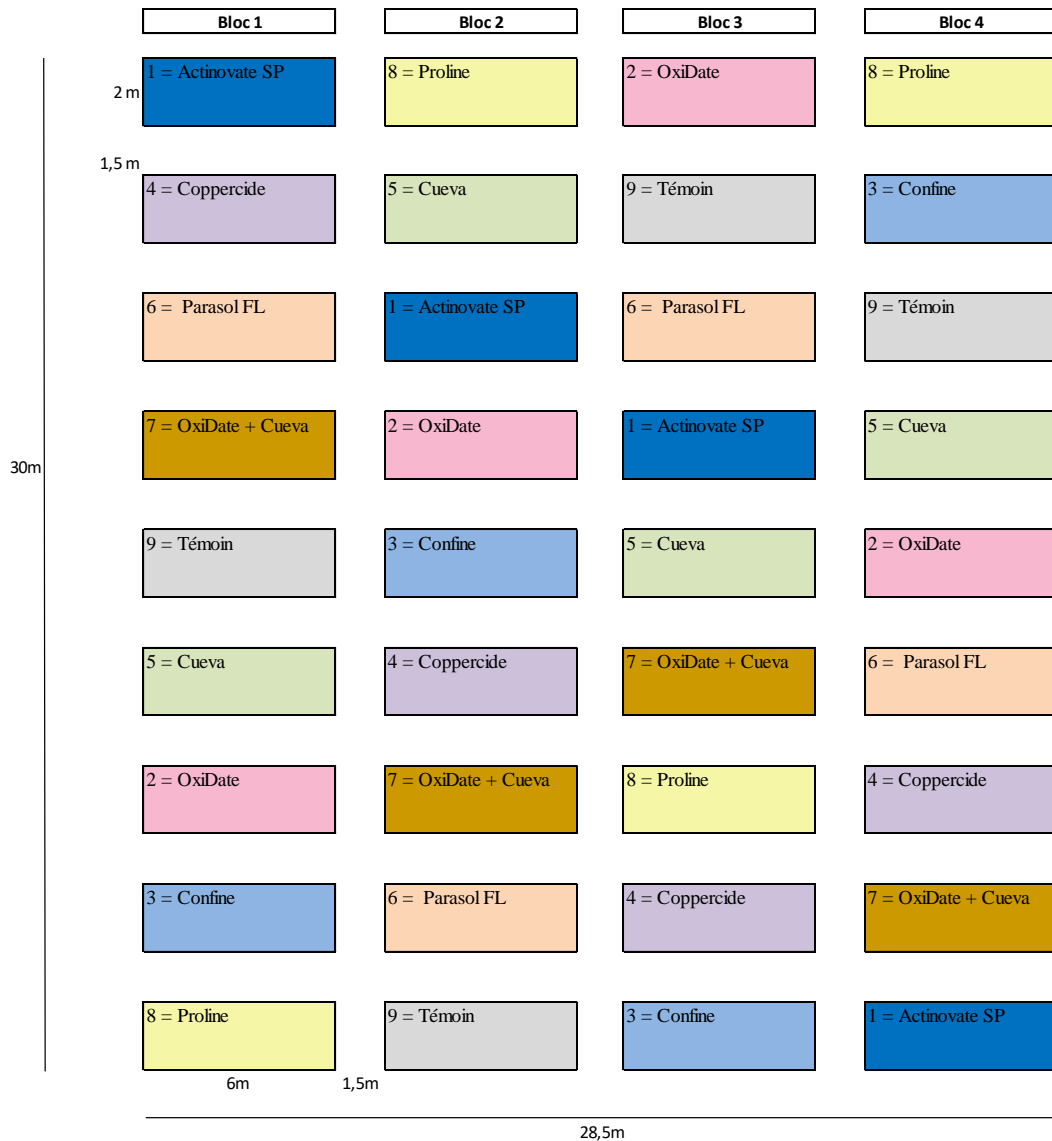
## **REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS**

Ce projet a été réalisé dans le cadre du volet 3.1 du programme Prime-Vert : Appui au développement expérimental, à l'adaptation technologique, et au transfert technologique des connaissances en agroenvironnement, avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Merci à monsieur Jean Lafond pour son aide précieuse. Merci aussi aux employés du Club Conseil Bleuet qui ont collaboré sur le projet. Pour finir, merci aux producteurs qui ont hébergé les dispositifs expérimentaux et qui ont démontré un vif intérêt pour la recherche dans la culture du bleuet nain.



## ANNEXE

Annexe 1 : L'annexe 1 permet de visualiser le dispositif expérimental en bloc complet des 2 sites à l'étude en 2019 et 2020.



Annexe 1 : Dispositif expérimental en bloc complet des sites de Lorette et DCMC en 2019 et 2020.

Annexe 2 : L'annexe 2 présente les résultats des analyses statistiques pour chacune des variables étudiées.

Pourcentage de recouvrement :

```
Type III Analysis of Variance Table with Satterthwaite's method
              Sum Sq Mean Sq NumDF DenDF  F value    Pr(>F)
Dates          24671.2 12335.6     2   162 135.1535 < 2.2e-16 ***
Sites           2552.3  2552.3     1   162  27.9643 3.950e-07 ***
Traitements     4104.7   513.1     8   162   5.6216 2.692e-06 ***
Dates:Sites     14475.2  7237.6     2   162  79.2976 < 2.2e-16 ***
Dates:Traitements 2727.2   170.4    16   162   1.8675 0.02693 *
Sites:Traitements  880.2   110.0     8   162   1.2055 0.29884
Dates:Sites:Traitements 2477.4   154.8    16   162   1.6965 0.05187 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Traitements	emmean	SE	df	lower.CL	upper.CL	.group
Proline	34.8	1.95	110	29.3	40.3	a
Coppercide	39.4	1.95	110	33.9	44.9	ab
Parasol	40.6	1.95	110	35.1	46.1	abc
Confine	45.0	1.95	110	39.5	50.5	bc
Actinovate	45.3	1.95	110	39.8	50.8	bc
Oxidate	45.6	1.95	110	40.1	51.1	bc
Oxicueva	46.2	1.95	110	40.7	51.8	bc
Témoïn	48.3	1.95	110	42.8	53.8	c
Cueva	49.0	1.95	110	43.5	54.5	c

Results are averaged over the levels of: Dates, Sites  
 Degrees-of-freedom method: kenward-roger  
 Confidence level used: 0.95  
 Conf-level adjustment: sidak method for 9 estimates  
 P value adjustment: tukey method for comparing a family of 9 estimates  
 significance level used: alpha = 0.05

Hauteur :

```
Type III Analysis of Variance Table with Satterthwaite's method
              Sum Sq Mean Sq NumDF DenDF  F value    Pr(>F)
Sites          229.525  229.525     1   195 19.3339 1.802e-05 ***
Traitements    16.962   2.120     8   195  0.1786  0.9936
Sites:Traitements 26.064   3.258     8   195  0.2744  0.9736
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Pourcentage de défoliation :

```
Type III Analysis of Variance Table with Satterthwaite's method
              Sum Sq Mean Sq NumDF DenDF F value   Pr(>F)
Dates                1316.7   658.3     2    162  7.0982  0.001109 **
Sites                7478.9  7478.9     1    162 80.6363 6.605e-16 ***
Traitements        11179.5  1397.4     8    162 15.0670 < 2.2e-16 ***
Dates:Sites         2638.5  1319.2     2    162 14.2239 2.036e-06 ***
Dates:Traitements   1503.0    93.9    16    162  1.0129  0.445898
Sites:Traitements   1203.9   150.5     8    162  1.6225  0.122039
Dates:Sites:Traitements 2392.1   149.5    16    162  1.6120  0.070796 .
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Traitements	emmean	SE	df	lower.CL	upper.CL	.group
Proline	17.1	1.97	110	11.5	22.6	a
Coppercide	19.8	1.97	110	14.2	25.3	a
Parasol	23.1	1.97	110	17.6	28.7	ab
Confine	29.0	1.97	110	23.4	34.5	bc
Oxicueva	31.4	1.97	110	25.8	36.9	bcd
Cueva	33.2	1.97	110	27.7	38.8	cd
Oxidate	33.5	1.97	110	28.0	39.1	cd
Actinovate	37.7	1.97	110	32.2	43.3	d
Témoin	38.2	1.97	110	32.7	43.8	d

Results are averaged over the levels of: Dates, Sites  
Degrees-of-freedom method: kenward-roger  
Confidence level used: 0.95  
Conf-level adjustment: sidak method for 9 estimates  
p value adjustment: tukey method for comparing a family of 9 estimates  
significance level used: alpha = 0.05

Nombre de bourgeons floraux :

```
Type III Analysis of Variance Table with Satterthwaite's method
              Sum Sq Mean Sq NumDF DenDF F value   Pr(>F)
Dates                76.145  38.073     2    159 59.8976 < 2.2e-16 ***
Sites                 6.862   6.862     1    159 10.7961  0.001251 **
Traitements           8.946   1.118     8    159  1.7593  0.088881 .
Dates:Sites          18.813   9.406     2    159 14.7987 1.276e-06 ***
Dates:Traitements     5.989   0.374    16    159  0.5889  0.888997
Sites:Traitements     4.590   0.574     8    159  0.9026  0.515873
Dates:Sites:Traitements 10.726   0.670    16    159  1.0547  0.403133
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Rendement :

```
Type III Analysis of Variance Table with Satterthwaite's method
      Sum Sq Mean Sq NumDF DenDF  F value    Pr(>F)
Dates      6807.0   6807.0     1    105 1351.8761 < 2.2e-16 ***
Sites      1060.1   1060.1     1    105  210.5337 < 2.2e-16 ***
Traitements    87.1     10.9     8    105   2.1619  0.03627 *
Dates:Sites    428.5   428.5     1    105  85.0978 3.358e-15 ***
Dates:Traitements  7.0     0.9     8    105   0.1730  0.99404
Sites:Traitements 25.3     3.2     8    105   0.6287  0.75207
Dates:Sites:Traitements 33.3     4.2     8    105   0.8271  0.58062
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Traitements	emmean	SE	df	lower.CL	upper.CL	.group
Parasol	10.2	0.797	9.4	7.34	13.0	a
Coppercide	10.3	0.797	9.4	7.43	13.1	ab
Oxicueva	10.8	0.797	9.4	7.97	13.7	ab
Confine	11.2	0.797	9.4	8.35	14.0	ab
Oxidate	11.2	0.797	9.4	8.37	14.1	ab
Témoïn	11.6	0.797	9.4	8.72	14.4	ab
Cueva	11.9	0.797	9.4	9.04	14.7	ab
Proline	12.0	0.797	9.4	9.14	14.8	ab
Actinovate	12.7	0.797	9.4	9.88	15.6	b

Results are averaged over the levels of: Dates, Sites  
Degrees-of-freedom method: kenward-roger  
Confidence level used: 0.95  
Conf-level adjustment: sidak method for 9 estimates  
P value adjustment: tukey method for comparing a family of 9 estimates  
significance level used: alpha = 0.05

## RÉFÉRENCES :

Andrivon, D., Bardin, M., Bertrand, C., Brun, L., Daire, X., Fabre, F., Gary, C., Montarry, J., Nicot, P., Reignault, P., Tamm, L. et Savini, I. 2019. *Peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ?* Éditions Quae. 126p.

Bacon, R. 2002. *Gestion de la résistance aux fongicides*. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Consulté en ligne le 12 janvier 2021. <https://www.agrireseau.net/petitsfruits/Documents/resistance%20aux%20fongicides.PDF>

Bellemare, M. 2014. Rapport de recherche : *Essais de biofongicides dans la récolte-bleuet sauvage*, Club Conseil Bleuet, Rapport présenté au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), Appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région 2014-2015 (Mesure 4073), 18 pages.

Cahurel, J.-Y. 2009. *Fertilisation de la vigne. Outils d'aide à la décision*. Institut français de la vigne et du vin. 8p.

Desjardins, É. et Néron, R. 2013. *Guide d'identification - Alliées et ennemis du bleuet nain*. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec., 252 pages.

Devin, A.-M. 2019. Rapport de recherche : *Essais de biofongicides dans le bleuet sauvage 2018*, Club Conseil Bleuet, Rapport présenté à la direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), Projet 5815260, 17 pages.

Eaton L.J. 1994. *Long-term effects on herbicide and fertilizers on lowbush blueberry growth and production*. Canadian journal of plant science, 74(2) : 341-345.

FADQ, 2020. Rendements de référence 2020 en assurance récolte. Consulté en ligne le 15 février 2021. <https://www.fadq.qc.ca/fileadmin/fr/statistiques/assurance-recolte/rendements-references-2020.pdf>

Fournier M-P. 2020. *Dynamique de la phénologie, de l'allométrie et du rendement des bleuetiers nains sauvages du Québec selon l'espèce et divers traitements agricoles*. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, 119 p.

Gouvernement du Nouveau-Brunswick (GNB). 2009. *Maladies foliaires du bleuet sauvage*, Feuille de renseignements sur le bleuet sauvage C.3.3.0, ministère de l'Agriculture, Aquaculture et Pêches, 5 pages.

Hildebrand, P.D., Renderos, W.E. et Delbridge, R.W. 2016. *Maladies du bleuetier nain et identification de ces maladies*. Agriculture et Agroalimentaire Canada. 48p.

Lafond J et Ziadi N. 2011. *Fertilisation azotée et phosphatée dans la production du bleuet nain sauvage au Québec*. Canadian journal of plant science, 91 : 535-544.

Moreau, V., Martel, P.-O. et Lafond, J. 2016. *7.2 La tache septorienne*. La production du bleuet sauvage... Dans une perspective de développement durable. Québec. 4p.

Ojiambo, P. S. et Scherm, H. 2005. *Survival analysis of time to abscission of blueberry leaves affected by septoria leaf spot*. *Phytopathology*, 95(1), 108-113.

Ojiambo, P. S., Scherm, H. et Brannen, P. M. 2007. *Temporal dynamics of Septoria leaf spot of blueberry and its relationship to defoliation and yield*. *Plant health progress*.

Roloff, I., Scherm, H., and van Iersel, M. W. 2004. *Photosynthesis of blueberry leaves as affected by Septoria leaf spot and abiotic leaf damage*. *Plant Dis.* 88:397-401.

Tremblay, I.-J., Dubé, G., Gendre, C., Barriault, E., Turcotte, I., Bergeron, K., Carisse, O. et Thériault, L. 2020. *Le RAP: Réseau d'avertissement phytosanitaires*. *Bulletin d'information N°2*. Québec. 7p.