



**DÉPISTAGE DE LA MOUCHE DU BLEUET DANS LA RÉGION DU SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN, ESSAIS
DE LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LE RAVAGEUR À L'AIDE DU GF-120 ET IMPLANTATION ET
SENSIBILISATION AUX STATIONS DE BIOSÉCURITÉ.**

21-2.2-BL-CCB

DURÉE DU PROJET : 02/2021-02/2024

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Charles A. D. Bouchard, Biographe (M. Sc.)
et Anne Schmitt, Biographe (M. Sc.)
Club Conseil Bleuet

Janvier 2024

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 Pêches et de l'Alimentation.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ DU PROJET	2
OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE	3
Dépistage de la mouche du bleuet sur 40 sites de la région du SLSJ, afin de déterminer sa répartition dans les bleuetières	3
Répartition des sites.....	3
Disposition des pièges	4
Densité des pièges	4
Identification et cartographie des pièges	5
Entretien (vérification) des pièges.....	5
Transmission des résultats de piégeage	5
Échantillonnage de fruits	5
Analyse des échantillons de fruits.....	5
Épreuve à la cassonade	5
Préparation et envoi des échantillons.....	6
Groupe d'intervention.....	6
Mettre au point une stratégie de lutte biologique contre le ravageur à l'aide du GF-120	7
Mise au point du protocole d'application (2021-2022)	7
<i>La sélection du pulvérisateur</i>	7
<i>Les modifications du pulvérisateur</i>	7
<i>La sélection des buses</i>	7
<i>Essais de l'équipement</i>	8
<i>La taille des gouttelettes</i>	8
Protocole d'application (2022)	9
Applications au champ (2022-2023)	10
Développer et documenter deux modèles de stations de biosécurité permettant d'appliquer les principes de prévention et de biosécurité contre la mouche du bleuet et concevoir le matériel de sensibilisation.	12
<i>Année 2021</i>	12
<i>Année 2022</i>	12
<i>Année 2023</i>	15
RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS	18
Dépistage de la mouche du bleuet sur 40 sites de la région du SLSJ afin de déterminer sa répartition dans les bleuetières	18
Mettre au point une stratégie de lutte biologique contre le ravageur à l'aide du GF-120	23
Développer et documenter deux modèles de stations de biosécurité permettant d'appliquer les principes de prévention et de biosécurité contre la mouche du bleuet et concevoir le matériel de sensibilisation.	28
DIFFUSION DES RÉSULTATS.....	29
APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE	29
PERSONNE-RESSOURCE POUR INFORMATION	30
REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS	30
Annexe 1 : <i>Plans des stations de biosécurité</i>	33
Station permanente	33
Station temporaire	34

**DÉPISTAGE DE LA MOUCHE DU BLEUET DANS LA RÉGION DU SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN, ESSAIS
DE LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LE RAVAGEUR À L'AIDE DU GF-120 ET IMPLANTATION ET
SENSIBILISATION AUX STATIONS DE BIOSÉCURITÉ.**

21-2.2-BL-CCB

RÉSUMÉ DU PROJET

La production du bleuet nain (*Vaccinium angustifolium*) est d'une grande importance au Québec, particulièrement dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean (SLSJ) où sont situées 82 % des superficies québécoises cultivées (MAPAQ 2018). Quant à elle, la mouche du bleuet (*Rhagoletis mendax*) est une mouche à fruit nuisible d'Amérique du Nord qui s'attaque principalement aux bleuets. Les larves de l'insecte prolifèrent à l'intérieur des fruits et creusent des galeries. Autant ces galeries que la présence même des larves rendent les bleuets non commercialisables. L'introduction de la mouche du bleuet dans les milieux naturels de production de bleuets nains en 2018 pourrait avoir un impact environnemental et économique très important pour le Québec. Alors que le bleuet nain est une culture qui reçoit peu ou pas de traitements insecticides, la dissémination de la mouche du bleuet pourrait changer le portrait et engendrer des applications systématiques d'insecticides à risque pour la santé et l'environnement. En raison des immenses superficies (plus de 17 000 hectares et 400 producteurs) à traiter aux insecticides, des conséquences sont à prévoir sur l'environnement et sur les coûts de production. La production en forêt pourrait aussi être compromise par l'incapacité de pouvoir intervenir dans un tel environnement. De plus, si les producteurs doivent utiliser des insecticides de manière préventive ou pour lutter contre la mouche du bleuet, ils perdront leur certification « boréale », qui implique de ne pas effectuer de traitements phytosanitaires en saison de production. Cette certification constitue un atout dans la conquête de marchés étrangers. Afin de freiner la dissémination de l'insecte plus largement sur le territoire du SLSJ et d'empêcher son introduction sur la Côte-Nord et en Abitibi, il est nécessaire de mettre en place une stratégie de gestion complémentaire aux projets de recherche qui s'amorcent.

Pour ce faire, le projet fut divisé en 3 volets :

1. Dépister et suivre les populations de la mouche du bleuet à l'échelle régionale et créer un groupe d'intervention afin d'obtenir une stratégie concertée et un accompagnement efficace pour les producteurs;
2. Déterminer une stratégie de lutte biologique efficace à l'aide du GF-120 afin de fournir aux producteurs biologiques une méthode de lutte supplémentaire contre le ravageur;
3. Assurer l'instauration de mesures de biosécurité dans les entreprises via l'installation de deux modèles de stations de biosécurité à l'aide d'une démonstration et d'outils de sensibilisation.

Les résultats obtenus démontrent une forte présence de la mouche du bleuet dans la municipalité de Dolbeau-Mistassini avec près de 1400 individus capturés pendant le projet. D'autres municipalités en périphéries sont elles aussi touchées, mais les populations sont très faibles. Lorsque recommandés, les traitements sont généralement efficaces. Les essais avec le GF-120 n'ont malheureusement pas été aussi efficaces en 2023 qu'en 2022, mais les résultats sont tout de même encourageants. La station de biosécurité permanente a été construite dans la municipalité de Normandin à l'automne 2022 et la station temporaire a été

mise en place sur une entreprise de Dolbeau-Mistassini au printemps 2023. L'implantation de ces deux stations a été documentée et fait désormais partie intégrante d'un effort de sensibilisation des producteurs aux mesures de biosécurité dans les entreprises.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Les objectifs du projet étaient de :

1. Procéder au dépistage de la mouche du bleuet sur 40 sites de la région du SLSJ afin de déterminer sa répartition dans les bleuetières;
2. Créer un groupe d'intervention permettant d'obtenir une stratégie concertée et un accompagnement efficace pour les producteurs;
3. Mettre au point une stratégie de lutte biologique contre le ravageur à l'aide du GF-120;
4. Développer et documenter deux modèles de stations de biosécurité permettant d'appliquer les principes de prévention et de biosécurité contre la mouche du bleuet et concevoir le matériel de sensibilisation.

Afin d'atteindre ces objectifs, un important réseau de dépistage a été mis en place dans la région. De plus, un groupe d'intervention a été formé afin de mettre sur pied une stratégie globale pour accompagner les producteurs dans la lutte contre ce ravageur. Plusieurs mouches du bleuet ont été capturées lors du dépistage effectué par le MAPAQ en 2020, avant le début du projet. De ce fait, il n'était pas surprenant que le nombre de captures de mouches soit encore supérieur lors du dépistage réalisé dans le cadre de cette étude. Il a été possible de confirmer les principaux sites problématiques. Ce projet a permis de suivre l'évolution des populations de mouche dans les bleuetières de la région du SLSJ afin de pouvoir établir et appliquer une stratégie globale pour l'ensemble de la région. Concernant le GF-120, il s'agit d'un des deux seuls produits homologués en régie biologique contre la mouche du bleuet. Cependant, son application doit être réalisée selon des critères précis avec des équipements spécialisés. Des validations et essais ont donc été nécessaires afin de confirmer certains paramètres. Un protocole a pu être mis au point et permet maintenant aux producteurs biologiques d'être bien outillés afin de lutter contre la mouche du bleuet. Enfin, les deux modèles de stations de biosécurité qui ont été réalisés à l'aide d'experts ont également été documentés de façon à permettre la rédaction d'un guide pour les producteurs souhaitant installer l'un ou l'autre des dispositifs élaborés sur leur bleuetière. Différents médias ont ainsi été produits en collaboration avec le CRAAQ et ont pu s'intégrer dans la Trousse de biosécurité.

Dépistage de la mouche du bleuet sur 40 sites de la région du SLSJ, afin de déterminer sa répartition dans les bleuetières

Répartition des sites

En 2020, le MAPAQ en collaboration avec le Club Conseil Bleuet a procédé au dépistage de la mouche du bleuet dans 30 sites distribués dans la région du SLSJ. La présence du ravageur a été détectée et une zone à haut risque a été identifiée. Le volet 1 de ce projet consistait à poursuivre ce dépistage pendant 3 années (2021, 2022 et 2023). Une bonification de 10 sites a été incluse dans le protocole initial de 2020. Ces sites supplémentaires ont été distribués de façon stratégique afin de pouvoir surveiller les populations du ravageur en bordure des zones à haut risque. Le protocole de dépistage est

basé sur le protocole d'enquête contre la mouche du bleuet fourni par le MAPAQ en 2020. En 2023, les sites ont été distribués dans la région du SLSJ de la façon présentée ci-dessous (Tableau 1).

Tableau 1 : Distribution des sites dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean en 2022.

Territoires	Nombre d'exploitations agricoles	Superficie exploitée (ha)	Proportion des superficies (%)	Nombre de sites/40
MRC du Domaine-du-Roy	95	6 180	20	9
MRC de Maria-Chapdelaine	189	15 065	50	22
MRC de Lac-Saint-Jean-Est	36	5 516	18	5
Ville de Saguenay	6	277	1	1
MRC du Fjord-du-Saguenay	14	3 198	11	3
TOTAL	340	30 236	100	40

Disposition des pièges

Des pièges Pherocon Apple Maggot (Pherocon AM) jaunes appâtés à l'acétate d'ammonium sont suspendus de 15 à 30 cm au-dessus des plants de bleuets à moins de 3 mètres des fructifications de façon à éviter les trouées et protégés des vents lorsque cela est possible. Les pièges sont placés en forme de V ouvert à un angle d'environ 45 degrés, la surface collante faisant face au sol. Leur visibilité est assurée par la suppression du feuillage à proximité. Ceux-ci ont tous été installés entre 8 et 10 mètres du périmètre des champs.

Densité des pièges

La densité du nombre de pièges par site est fixée en fonction de la superficie des bleuetières. Le tableau 2 présente le nombre de pièges installés selon la superficie des bleuetières (Tableau 2).

Tableau 2 : Densité des pièges par site.

Enquête de détection : Zones de production aménagée de bleuets nains	
2 ha ou moins	4 pièges
De 3 à 5 ha	6 pièges
De 6 à 16 ha	15 pièges
Plus de 16 ha	Un minimum de 1 pièce par hectare jusqu'à un maximum de 20 pièges

Identification et cartographie des pièges

Lors de l'installation, chaque piège a clairement été identifié par le nom de l'entreprise, de la municipalité et un numéro correspondant à l'endroit où il a été implanté. Ce numéro correspond à l'emplacement précis du piège qui est noté sur une carte.

Entretien (vérification) des pièges

Chaque piège est vérifié chaque semaine durant la saison de croissance avant la collecte finale lors de la récolte. Ils sont examinés attentivement afin que toute mouche suspecte soit détectée et enlevée. En début de saison, les pièges sur lesquels est retrouvé un adulte de *Rhagoletis spp.* sont soumis au laboratoire d'entomologie du MAPAQ afin de valider les observations des dépisteurs. Par la suite, les envois au laboratoire seront faits pour départager certaines ambiguïtés. Les pièges sont remplacés au maximum 3 semaines après leur installation, puisque l'appât perd de son efficacité après cette période. Ils sont également remplacés s'ils subissent des dommages, s'emplissent d'insectes ou de débris et lorsqu'ils sont emportés pour identification de mouches suspectes. Le dépistage cesse dès le commencement de la récolte des fruits.

Transmission des résultats de piégeage

Les résultats de piégeage sont inscrits dans un fichier Excel et transmis par courriel au conseiller régional du MAPAQ au plus tard le lundi midi de chaque semaine pour publication dans le RAP bleuet nain. De plus, les résultats sont aussi discutés lors des rencontres fréquentes du groupe d'intervention afin de permettre aux conseillers d'épauler les producteurs touchés et de procéder aux recommandations nécessaires.

Échantillonnage de fruits

Pour chaque site avec des captures de mouche du bleuet, un échantillonnage des fruits du piège ayant le plus de capture sera effectué 3 semaines suivant la première capture, puis à chaque semaine par la suite. Pour chaque site positif, il y aura donc un piège qui sera suivi de cette façon jusqu'à la récolte. L'échantillonnage consistera à prélever 1 litre de fruits collectés au hasard dans un rayon de 10 mètres autour du piège. De plus, certains bleuets tombés au sol seront inclus dans l'échantillon.

Analyse des échantillons de fruits

À la suite de la récolte d'un échantillon de fruits, la solution suivante est utilisée pour extraire les larves de mouches des fruits. Idéalement, l'analyse aura lieu dans les 24 heures suivant la cueillette, mais un délai d'au maximum 3 jours après la récolte sera acceptée.

Épreuve à la cassonade

1. Préparer une solution concentrée de cassonade. Dissoudre 3,5 kg de cassonade dans 20 litres d'eau;
2. Placer les bleuets échantillonnés dans un contenant. Les échantillons volumineux doivent être divisés en sous-échantillons plus petits qui seront soumis à l'épreuve séparément.

Chaque sous-échantillon devrait être suffisamment petit pour couvrir le fond du contenant en une seule couche de fruits;

3. Écraser délicatement les bleuets dans le contenant à l'aide d'un pilon à pommes de terre;
4. Ajouter une quantité suffisante de solutions pour couvrir entièrement les bleuets écrasés. Le liquide doit dépasser les bleuets écrasés d'au moins 3 cm. Ne pas réutiliser la solution de sucre;
5. Agiter doucement la purée de bleuets dans la solution;
6. Laisser reposer le mélange pendant 10 à 15 minutes pour permettre aux larves d'insectes de flotter à la surface;
7. Examiner la surface de la solution pour voir s'il y a des larves d'insectes. Il est important de faire l'épreuve dans une pièce bien éclairée. L'utilisation d'un fond sombre peut aider à la détection de larves blanches;
8. Placer avec soin toute larve de *Rhagoletis spp.* suspecte dans une fiole contenant une solution à 70% d'éthanol non dénaturé munie d'une étiquette.

Préparation et envoi des échantillons

Les spécimens soupçonnés d'appartenir à l'espèce *Rhagoletis sp.* au stade larvaire sont identifiés par un entomologiste du MAPAQ. Pour ce faire, ils sont placés dans des fioles d'éthanol non dénaturé 70%, puis postés au laboratoire du MAPAQ dans un tube ou une boîte rembourrée. Lors de la première capture de *Rhagoletis sp.* sur un site, le piège contenant un adulte suspect est roulé en forme de cylindre face collante vers l'intérieur et les extrémités agrafées ensemble. Les pièges sont envoyés sans en extirper les mouches, rangés verticalement dans une boîte en utilisant des journaux comme matériel d'emballage. Tous les échantillons soumis au laboratoire sont étiquetés clairement afin d'être facilement reliés à leur site d'installation. Enfin, les données récoltées lors des trois années de dépistage seront compilées et des analyses de variance de type ANOVA seront réalisées afin d'identifier si le nombre de mouches varie significativement d'une année à l'autre.

Groupe d'intervention

Afin d'orienter et d'accompagner étroitement les producteurs, un groupe d'intervention impliquant les coordonnateurs de ce projet, les différents groupes conseils et agronomes du secteur privé œuvrant dans la culture du bleuet ainsi que le MAPAQ a été mis sur pied. Dans la saison estivale, des rencontres ont été organisées afin d'obtenir une stratégie efficace et orientée sur les observations obtenues par le dépistage. L'accompagnement par les différents groupes conseils auprès des producteurs est donc grandement facilité, car des solutions uniformisées sont proposées et s'intègrent dans une action globale à l'échelle régionale. Un seuil d'intervention a été fixé. Celui-ci est d'une mouche par piège par semaine. Au besoin, des recommandations de traitements sont faites aux producteurs. De plus, les résultats des captures sont présentés dans le RAP bleuet nain chaque semaine. Pour finir, un bulletin spécial sur la mouche du bleuet est lui aussi mis à jour pour établir une réponse uniformisée à donner en cas d'infestation sur les entreprises.

Mettre au point une stratégie de lutte biologique contre le ravageur à l'aide du GF-120

Mise au point du protocole d'application (2021-2022)

La sélection du pulvérisateur

Tout d'abord, le premier objectif était de valider la technique d'application du GF-120. Ce dernier est reconnu comme efficace depuis plusieurs années pour lutter contre la mouche de la pomme (Yee 2007). L'homologation contre la mouche du bleuet témoigne également de son efficacité. Cette dernière n'est donc pas remise en doute. Cependant, comme la majorité des cultures dans lequel ce produit est utilisé sont des cultures hautes et en rangs, il faut adapter la technique d'application pour une culture basse, qui ne se cultive pas en rang, comportant peu de feuillage et ayant de grandes superficies. Des discussions ont eu lieu afin d'orienter les essais avec différents chercheurs, dont les chercheurs de la compagnie Corteva, qui fabrique le produit. Leurs expériences avec le GF-120 contre la mouche de la pomme ont permis d'identifier le matériel idéal afin de mener à bien les essais. La compagnie Corteva a fait don d'un pulvérisateur adapté pour le GF-120 afin de mener ces essais. Celui-ci est de marque MS-Gregson ST-95K et est équipé de deux buses pouvant projeter un jet à gauche et à droite du VTT de façon perpendiculaire (Figure 1).



Figure 1. Pulvérisateur modifié pour les applications de GF-120

Les modifications du pulvérisateur

L'équipe a procédé à quelques modifications sur le pulvérisateur, comme l'installation du cadre en acier pour fixer le pulvérisateur au VTT, ce cadre sert aussi de rampe pour les buses. De plus, un manomètre, ainsi que des porte-buses à changement rapide (Twist-cap) ont été installés (Figure 1).

La sélection des buses

Les buses de type TeeJet D1, D2 et XR (AI110015) ont été sélectionnées. Les deux premières (D1 et D2) ont été recommandées par les chercheurs de la compagnie Corteva et sont reconnues comme efficaces contre la mouche de la Pomme. Le type XR a été sélectionné, car ces spécifications de pulvérisation semblent adéquates, selon le document de référence fourni par la compagnie. Pour les buses D1 et D2, conformément aux

recommandations de la compagnie, celles-ci ont été modifiées. Un dispositif de plastique servant à dévier le jet a été retiré de l'intérieur de la buse ainsi que le filtre. Celle-ci comporte donc maintenant seulement 1 disque (Figure 2). Le pulvérisateur est muni d'une pompe automatique qui fournit une pression de 45lb/po². Le manomètre installé sert à valider ce paramètre.



Figure 2. Exemple des composantes retirées pour les essais

Essais de l'équipement

Des essais au champ à l'aide d'un VTT ont permis de mesurer des débits moyens, pour deux buses, de 1l/min pour les D1, de 2l/min pour les D2 et de 1,5l/min pour les XR. Ce type de buse à débit très faible est recherché pour le GF-120, car un très faible volume de solution doit être utilisé par superficie traitée. Des tests de débit ont également été réalisés avec une solution de GF-120 et les buses D1 (1,5 : 5l d'eau). Aucune différence sur le débit des buses n'a pu être mesurée entre l'utilisation de l'eau et celle de la solution de GF-120.

La taille des gouttelettes

La taille des gouttelettes doit être d'au minimum de 1,5 mm. Cette taille étant reconnue comme efficace pour la lutte contre la mouche de la pomme. Les essais ont été réalisés avec de l'eau afin de réduire les coûts liés à l'achat d'intrants et pour faciliter les manipulations. La grosseur des gouttelettes, leur distribution et la portée de la pulvérisation ont été mesurées à l'aide de papiers hydrosensibles. Ceux-ci sont placés à 1 m de distance sur un transect de 8 m de long, perpendiculaire au passage du VTT, des deux côtés de celui-ci (Figure 3). Ces tests, 3 pour chaque type de buses, ont permis de déterminer la portée de la pulvérisation (distance de projection de gouttelettes) ainsi que la distribution et la taille des gouttelettes dans le transect. Des tests de portée de la pulvérisation ont aussi été réalisés avec les buses D1 et une solution de GF-120. La longueur maximale de projection des gouttelettes avec la solution de GF-120 demeure la même qu'avec l'eau soit 6 m de chaque côté du VTT. Les résultats des essais de 2021 et 2022 sont présentés plus loin dans ce document à la section résultats.

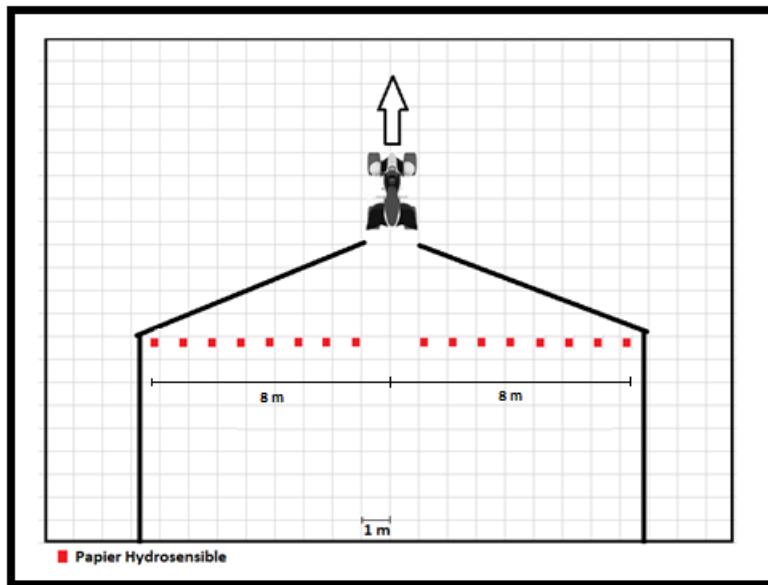


Figure 3. Test avec papier hydrosensible

Protocole d'application (2022)

Comme discuté dans la section résultat de ce document, les buses D1 ont été sélectionnées pour poursuivre les essais de GF-120 sur des populations réelles de mouche du bleuet. Les essais à l'aide du VTT à 8 km/h ainsi que les buses D1 ont permis d'obtenir un patron d'application qui correspond au besoin d'un produit comme le GF-120 en utilisant un volume de bouillie conforme aux recommandations soit environ 9l/ha. Le tableau 3 présente les paramètres d'application.

Tableau 3 : Paramètres d'application du GF-120 avec les busses D1.

Paramètres	Qtés
Ratio GF-120 : Eau (l/ha)	1,5 : 5
Bouillie (l/ha)	9
D1 Débit (l/min), 45lb	0,5
Nb de buse	2
Débit total (l/min)	1
Vitesse (km/h)	8
Nombre de bandes /ha	8
Largeur bande (m)	6
Espace entre bandes (m)	4

Le patron d'application d'un hectare est présenté à la figure 4. L'application du produit se fait en pourtour de l'hectare ainsi qu'en bande à l'intérieur (Figure 4). Pour faciliter les applications, des drapeaux ont été placés au bout de chaque rangée afin de permettre à l'opérateur de visualiser le bon tracé.

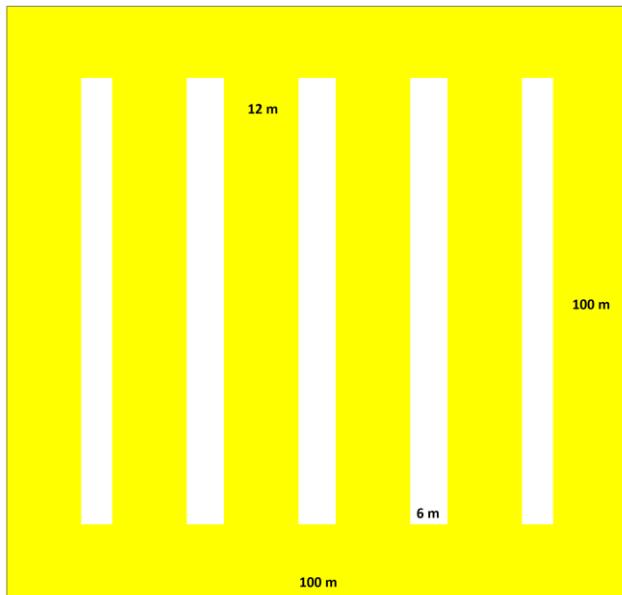


Figure 4. Patron d'application avec un VTT pour un hectare.

Le mélange de la bouillie a été réalisé à l'aide d'un mélangeur à peinture se fixant au bout d'une perceuse (Figure 5). Cette étape est essentielle afin d'avoir un mélange uniforme (Figure 5).



Figure 5. Mélange de la bouillie à l'aide d'une perceuse munie d'un mélangeur à peinture.

Applications au champ (2022-2023)

En 2022, l'essai avec le protocole nouvellement établi a eu lieu dans une bleuetière biologique située dans la MRC Maria-Chapdelaine. Cette sélection est basée sur les captures du dépistage 2020-2021 et se situe dans la zone à haut risque. Cette bleuetière possède un historique de présence de mouche depuis 2020. Au printemps 2022, un

dispositif de trois parcelles d'un hectare a été aménagé dans la bleuetière sélectionnée. Des pièges ont été installés en début de saison (20 juin) dans ces champs en production. Un total de 11 pièges a été installé à l'intérieur de chaque parcelle selon le patron présenté à la figure 6 (Figure 6). Une bande tampon de 30 m a été conservée afin de séparer les champs traités du contrôle.

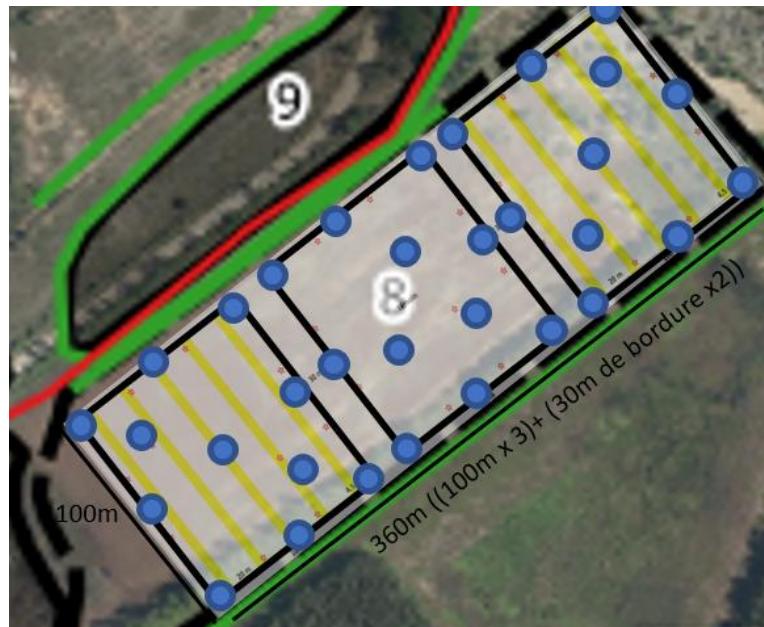


Figure 6. Schéma du dispositif des essais du GF-120 contre la mouche du bleuet en 2022.

Dès l'apparition d'adultes dans les 3 champs (semaine du 18 juillet), une pulvérisation a été programmée et effectuée quelques jours plus tard (semaine du 25 juillet). Une deuxième pulvérisation a été réalisée la semaine suivante (semaine du 1^{er} août). La troisième application n'a pu être réalisée, car la récolte débutait dans ces champs la semaine suivante. S'assurer qu'il n'y ait pas de précipitations 24 heures après les traitements s'est avéré une tâche complexe étant donné que la saison 2022 a été une saison exceptionnellement pluvieuse. Toutefois, les journées sélectionnées ont permis d'atteindre cet objectif. Toute la saison, la collecte de données s'est déroulée selon le même protocole que pour le volet 1 de ce projet. De plus, les conditions climatiques telles que les précipitations, l'ensoleillement et la température ont été notées. Celles-ci proviennent de la station météo d'Environnement Canada de Normandin. Au terme du projet, à la suite de l'été 2023, les données seront compilées et analysées afin de mesurer l'efficacité des applications de GF-120. Des analyses de variance de type ANOVA seront effectuées afin de déterminer si l'effet des traitements est significatif sur la population de mouche du bleuet. Les résultats d'efficacité des traitements au GF-120 sont présentés à la section résultats de ce document.

Développer et documenter deux modèles de stations de biosécurité permettant d'appliquer les principes de prévention et de biosécurité contre la mouche du bleuet et concevoir le matériel de sensibilisation.

Année 2021

En collaboration avec des ingénieurs du Groupe Multiconseil Agricole (GMA), une démarche a été mise au point afin de préparer deux modèles de stations de biosécurité adaptés aux entreprises de la région. Elles sont conçues pour permettre le nettoyage à l'eau sous pression de la machinerie et des véhicules circulants dans la bleuetière. L'eau utilisée est filtrée afin d'en extraire les détritus contenant potentiellement des larves d'insectes. Les détritus peuvent alors être récoltés et il est donc possible d'en disposer de façon sécuritaire (l'enfouissement ou la destruction par le feu). La première année du projet a servi à consulter des ingénieurs du GMA afin de mettre au point des plans et devis concernant deux modèles de stations en prenant en compte les objectifs du projet et les contraintes des producteurs de bleuets nains (grosseur de l'entreprise et de la machinerie, disponibilité en eau et électricité, etc.). Les plans des deux modèles de station peuvent être visualisés à l'annexe 1.

Année 2022

En 2022, l'implantation de la station permanente a eu lieu. La localisation de celle-ci était un enjeu important. En effet, cette station se voulant une station de démonstration, il est important que les objectifs de visibilité et de sensibilisation soient respectés. Le choix de l'équipe s'est arrêté sur un site dans la municipalité de Normandin au coin du rang 4 et de l'avenue du Rocher (Figure 7). Ce site se situe à l'intersection de deux routes menant à des bleuetières situées tout près dans une zone qui pour l'instant est exempte de mouche du bleuet. Les producteurs de cette zone (CAFN, BER et autres producteurs du rang 4) doivent souvent circuler dans les bleuetières des voisins afin d'accéder à leurs sites. Il est possible de visualiser la zone couverte par ces bleuetières voisines, encerclée en rouge dans la figure 7 (Figure 7). Dans une optique d'empêcher la mouche du bleuet de proliférer dans cette zone et de faire profiter le plus de producteurs possible, ce site est idéal. Les producteurs pourront exiger des forfaits ou toute autre machine circulant dans les bleuetières, de passer par la station avant d'effectuer des opérations dans cette zone. De plus, le site se situant en bordure d'une intersection importante, l'objectif de visibilité sera atteint à l'aide d'affiches de sensibilisation et d'un protocole d'utilisation de la station.



Figure 7. Emplacement de la station permanente. L'étoile rouge indique l'emplacement du site. La zone en rouge indique les bleuetières avoisinantes.

Pour réaliser cette étape du projet, plusieurs organisations ont participé afin de rendre l'installation de la station possible (CAFN, Ville de Normandin, SPBQ). Le projet ne couvrant pas tous les coûts liés à une telle construction en 2022, une aide financière supplémentaire a été accordée par le SPBQ, la CAFN et le Club Conseil Bleuet afin d'aller de l'avant avec les travaux. La Ville de Normandin a aussi participé en louant gratuitement le site aux partenaires. Le terrain a dû être arpenté et aménagé afin d'accueillir la station. Un chemin d'accès a été aménagé afin de circuler facilement avec de la machinerie imposante (Figure 8). Pour finir, la dalle de béton a été construite par l'entrepreneur à la fin de l'été 2022 (Figure 9).



Figure 8. Plan du site avec chemins d'accès et localisation de la dalle de béton.



Figure 9. Construction de la station permanente. Pendant (Haut) et après (Bas) les opérations.

Pour la station de biosécurité temporaire, un site avec un historique de mouche a été choisi. La bleuetière se situe dans la MRC Maria-Chapdelaine dans le secteur à haut risque. La station réalisée à l'aide d'une toile imperméable a été installée au printemps 2023 et a été utilisée avec succès tout au long de l'été par le propriétaire du terrain (Figure 10). La station de biosécurité temporaire est une solution beaucoup moins coûteuse pour les plus petites entreprises de bleuets (Tableau 4).



Figure 10. Station de biosécurité temporaire une fois installée.

Année 2023

La troisième et dernière année du projet (2023) a permis à l'équipe, en collaboration avec le CRAAQ, de documenter et de rédiger un guide pour l'implantation et l'utilisation de telles stations. Une visite des stations fut organisée afin de sensibiliser les producteurs aux méthodes de biosécurité et à l'utilisation de stations de biosécurité (Figures 11 et 12). De plus, une vidéo d'animation et une capsule documentaire ont été réalisées afin de présenter aux producteurs l'utilité des pratiques de biosécurité (pour la mouche du bleuet et les autres espèces nuisibles) de même que la méthode d'utilisation efficace de telles stations. Ces différents médias seront intégrés, en collaboration avec le MAPAQ et le CRAAQ, dans la Trousse de biosécurité (projet en cours, en collaboration avec la Direction de la phytoprotection).



Figure 11. Démonstration de la station de biosécurité permanente aux producteurs.

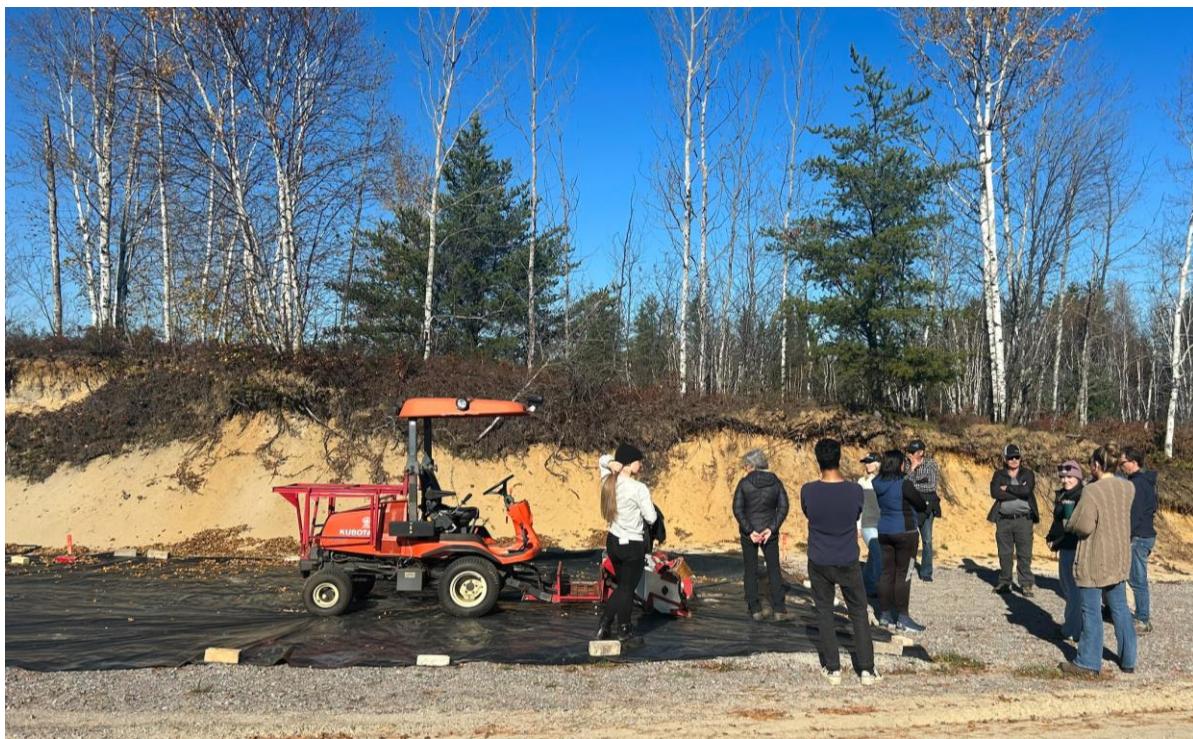


Figure 12. Démonstration de la station de biosécurité temporaire aux producteurs.

Le but ici est de sensibiliser les producteurs à l'utilisation de station de biosécurité et de leur fournir une solution clé en main afin qu'ils puissent tous en faire l'installation dans leur bleuetière. Les coûts des différents travaux sont aussi fournis afin de réduire l'incertitude des

producteurs face à la construction de ces installations (Tableau 4). Les deux modèles conçus correspondent aux besoins des petites et grandes entreprises.

1. Station avec dalle en béton pour les grandes entreprises utilisant beaucoup de machinerie et certains équipements surdimensionnés.
2. Station avec toile géotextile pour les petites entreprises utilisant moins de machinerie et des équipements de petites dimensions.

Les deux modèles de station inclus :

1. Un réservoir d'eau muni d'un fusil à pression pour procéder au nettoyage;
2. Une base avec rigoles afin de retenir et collecter l'eau utilisée (toile, dalle de béton);
3. Un puits de petite dimension pour filtrer l'eau et récolter les débris contaminés;
4. Un système de pompe pour le fusil à pression;
5. Un filtre pour récolter les larves d'insecte.

Tableau 4 : Liste comparative des coûts pour faire l'installation de l'un des deux modèles de stations de biosécurité.

	Station permanente	Station temporaire
Excavation	0 à 20 000 \$*	
Bétonnage	14 300 \$	
Toile imperméable		100 \$
Sacs de lestage		50 \$
Ouvrage de captage	10 à 100 \$**	
Filtres jetables	50 \$	
Réservoir 1000 L	90 \$	
Machine à pression	480 \$	
Tuyaux et pompes	60 \$	
Grattoire et autres	20 \$	

*Selon les travaux à effectuer

**Selon le matériel utilisé

Pour finir, les outils produits dans ce volet permettent aux conseillers œuvrant auprès des producteurs d'accompagner efficacement leurs clients dans une démarche d'implantation d'un plan de biosécurité efficace afin de lutter contre différents ravageurs, comme la mouche du bleuet.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Dépistage de la mouche du bleuet sur 40 sites de la région du SLSJ afin de déterminer sa répartition dans les bleuetières

Le bleuet nain (*Vaccinium angustifolium*) est principalement cultivé dans la province du Québec où sa production contribue grandement à la croissance de l'économie. Effectivement, l'industrie génère des bénéfices équivalents à 90 M\$ au PIB de la province et près d'un millier d'emplois annuellement (MAPAQ 2016). Le Québec possède plus de la moitié de la surface canadienne récoltée, celle-ci se situant en majorité dans la région du SLSJ (MAPAQ 2018). Depuis les 10 dernières années, les superficies en bleuetières certifiées biologiques ont connu une augmentation importante. Entre 2010 et 2020, elles sont passées de 185 ha à 6 238 ha. La proportion de bleuetières certifiées biologiques au Québec atteint maintenant 17 % et elles augmentent encore (Guide de production 2020).

La mouche du bleuet (*Rhagoletis mendax*) est un ravageur important dans la culture du bleuet nain (*V. angustifolium*, *V. myrtilloides*, *V. vacillans*) et du bleuet en corymbe (*V. corymbosum*) (ACIA 2019 ; Smith et al. 2001; Yee et al. 2014; Rodriguez-Saona et al. 2015; Vincent et al. 2016). Originaire de l'Amérique du Nord, elle est maintenant répartie dans 25 états de l'Est américain et cinq provinces canadiennes (Île-du-Prince-Édouard, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Ontario et Québec) (Vincent et Lareau 1989; Yee et al. 2014). Sa présence a été relevée au Québec pour la première fois en 1996 (Urbain et Turcotte 2004). Les premiers adultes émergent entre la fin juin et la mi-juillet et les femelles commencent à pondre 7 à 10 jours après (Isaacs et Wise 2016). Elles pondent de 25 à 100 œufs dans leur vie (Roy et al. 2013). Chaque œuf est pondu dans un fruit distinct et l'éclosion se produit 3 à 10 jours plus tard (Isaacs et Wise 2016). Les larves se nourrissent du fruit pendant 17 à 30 jours avant de se laisser tomber au sol et d'y pénétrer jusqu'à une profondeur d'environ 5 cm (Gouvernement du Nouveau-Brunswick 2013). Par la suite, elles se transforment en pupe et entrent en diapause tout l'hiver (Stelinski et Gut 2004). La plupart des pupes émergent sous forme adulte l'été suivant, 5 à 20 % émergent 2 ans après et 1 % émergent après 3 ou 4 ans (Gouvernement du Nouveau-Brunswick 2013). La mouche du bleuet ne possède qu'une seule génération par année (Lathrop et Nickels 1932; Roy et al. 2013; Rodriguez-Saona et al. 2015; ACIA 2019).

La mouche du bleuet a été classée comme un organisme de quarantaine par L'Agence Canadienne d'Inspection des Aliments (ACIA) en raison de son impact important sur le rendement en bleuets (ACIA 2020a). Effectivement, les larves de la mouche utilisent la chair des fruits pour se nourrir ce qui les rend non commercialisables (Roy et al. 2013). Bien que les changements climatiques pourraient faciliter le déplacement de ce ravageur, celui-ci est en grande partie lié à l'activité humaine (ACIA 2020a). En 2018, la mouche du bleuet a été détectée au SLSJ malgré les normes imposées à l'industrie afin d'éviter sa propagation dans les zones saines comme l'était cette région (ACIA 2020b). La zone réglementée pour la mouche du bleuet a donc été étendue aux MRC du SLSJ par l'ACIA (ACIA 2020b). En 2020, un dépistage important réalisé par le MAPAQ et le Club Conseil Bleuet a confirmé que la mouche était implantée dans plusieurs bleuetières de la région du SLSJ. Lors de ce dépistage, 30 bleuetières ont été dépistées, les sites étant distribués au prorata des superficies en bleuet. Chaque site comptait entre 10 et 20 pièges selon sa superficie. Au terme de cette saison, 5 des 30 sites étaient positifs dont 4 étaient situés dans la MRC de Maria-Chapdelaine. Ce projet a donc vu le jour dans le but d'évaluer l'importance des populations de la mouche du bleuet dans les entreprises du SLSJ.

La figure 13 présente le total des captures hebdomadaire de la mouche du bleuet en 2021, 2022 et 2023 dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Il est possible de remarquer une distribution relativement normale des données chaque année. Cependant, l'année 2022 a été une année historique pour les précipitations. Cette situation semble grandement avoir affecté les populations de mouche du bleuet. En 2021, le nombre d'adultes capturés avait atteint son maximum vers la 5^e semaine d'étude soit du 11 au 17 juillet avec un peu moins de 200 adultes capturés en une semaine. Par la suite, il est possible de remarquer une baisse drastique du nombre d'adultes capturés (Figure 13). Cette baisse est plus rapide que l'augmentation remarquée en début de saison, car des traitements ont été recommandés dans les bleuetières les plus touchées, ce qui a permis de réduire grandement l'ampleur des populations. En 2021, un total de 647 adultes avait été capturé dans la saison. En 2022, le nombre d'adultes capturés atteint son maximum vers la 7^e semaine de dépistage, deux semaines plus tard qu'en 2021 (Figure 13). Cette observation n'est pas surprenante, car la date des premières captures est elle aussi plus tardive de deux semaines. Le nombre maximal de captures hebdomadaire est de 107. Au total, 385 adultes ont été capturés en 2022 soit un peu plus de la moitié des captures de 2021. En 2023, un total de 684 adultes a été capturé. Les captures ont commencé 2 semaines plus tard qu'en 2021, comme en 2022 (Figure 13). Le maximum de captures a été atteint à la semaine 6 avec 197 adultes capturés (Figure 13).

Au total, 5 sites ont fait l'objet de recommandations de traitement en 2021, 3 sites en 2022 et 4 sites en 2023. Ces décisions prises en comité prennent en compte l'historique de la mouche du bleuet sur le site, la date de la première capture et le suivi de l'augmentation dans le temps chaque semaine. Pour finir, le seuil d'intervention a été fixé à une moyenne de 1 mouche/piège/semaine. Ce dernier paramètre est celui qui dicte au final la décision de recommandations de traitement. Les résultats ont semblé démontrer une très bonne efficacité des deux produits testés soit l'Imidan et l'Entrust sur les populations de mouche du bleuet. Comme mentionné précédemment, il est possible de visualiser l'impact des traitements de sites affectés à l'aide de la figure 13. La baisse drastique des populations entre la semaine 5 et 6 en 2021 et entre la semaine 7 et 8 en 2022 et 2023 est provoquée par les traitements insecticides (Figure 13). Sans ces traitements, il serait normal d'observer une diminution présentant la même pente que l'augmentation en début de saison (Figure 13).

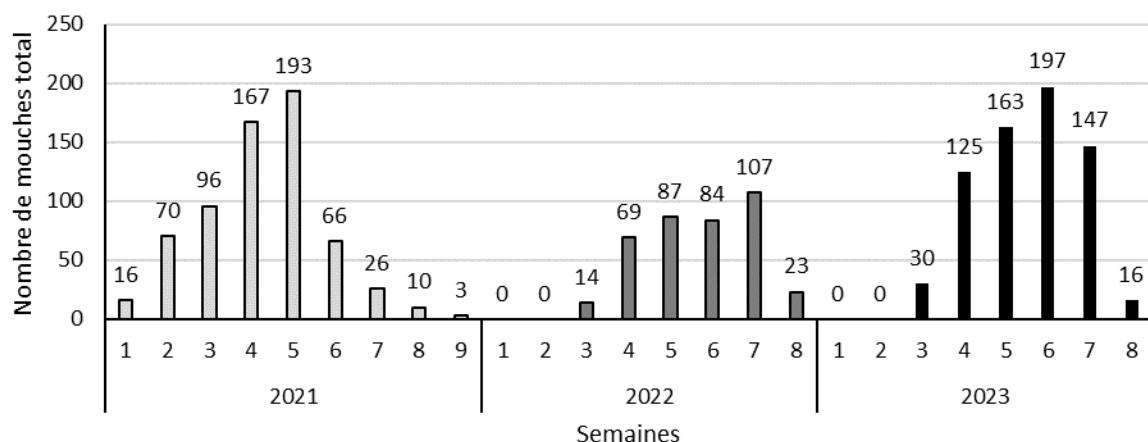


Figure 13. Total des captures hebdomadaires de la mouche du bleuet en 2021, 2022 et 2023 dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean.

La figure 14 présente les résultats des captures par municipalité chaque année pour les sites avec une présence de mouche. Il est aisément de constater que les municipalités de Dolbeau-Mistassini et d'Albanel sont surreprésentées au chapitre des adultes capturés avec 574 et 47 captures en 2021, 327 et 34 captures en 2022 et finalement 483 et 65 captures en 2023. En 2021, 9 municipalités ont testé positives, dont 7 municipalités affichant un total de moins de 10 captures. En 2022, 5 municipalités ont testé positives dont 2 avec un total de moins de 10 captures. Enfin, en 2023, 12 municipalités ont testé positives dont seulement 3 avaient un total sous les 10 captures. La surreprésentation des municipalités de Dolbeau-Mistassini et d'Albanel pour le total des captures n'est pas surprenante, car beaucoup plus de sites étaient situés dans ces municipalités. Un ratio a donc été calculé entre le nombre total de captures par municipalité et le nombre de pièges dépistés dans la saison par municipalité, afin d'obtenir une valeur nbr. de capture/ nbr. de piège (Figure 15). Il est donc possible de remarquer dans cette figure que le ratio pour la municipalité de Dolbeau-Mistassini oscille entre 0,6 et 0,4 capture par piège. Cette valeur est très élevée comparée aux autres municipalités, incluant celle d'Albanel, qui obtient toute un ratio d'environ 0,1 capture / piège. La figure 16 présente la localisation des sites, qu'ils soient positifs ou négatifs. Les résultats du dépistage indiquent donc que les populations semblent bien établies dans les sites positifs et que celles-ci se déplacent, puisque le nombre de municipalités positives augmente. De plus, il est possible de voir que la zone la plus affectée se situe au nord du Lac-Saint-Jean (Figure 16).

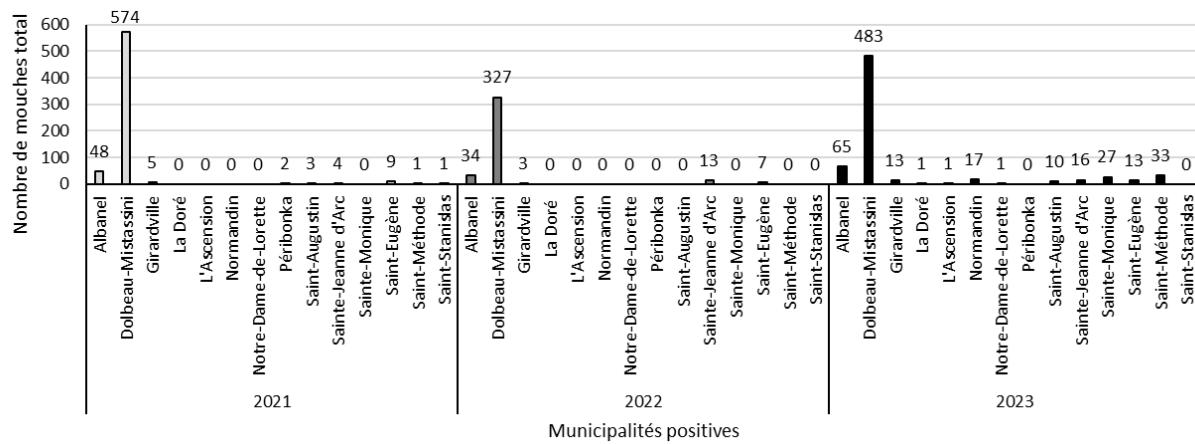


Figure 14. Total des captures par municipalité de la mouche du bleuet en 2021, 2022 et 2023 dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean.

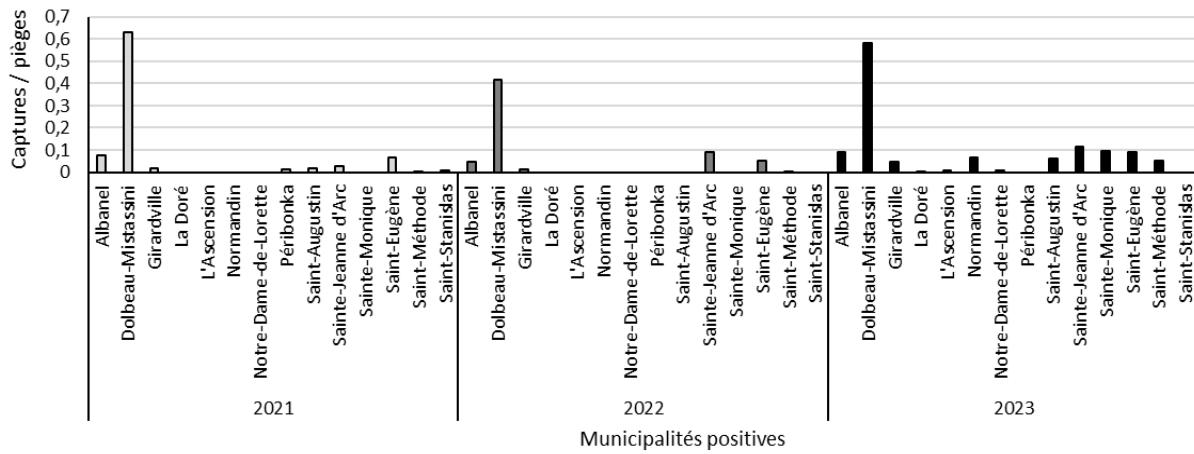


Figure 15. Ratio du total des captures de la mouche du bleuet sur le nombre de pièges dépistés en 2021, 2022 et 2023 par municipalité.

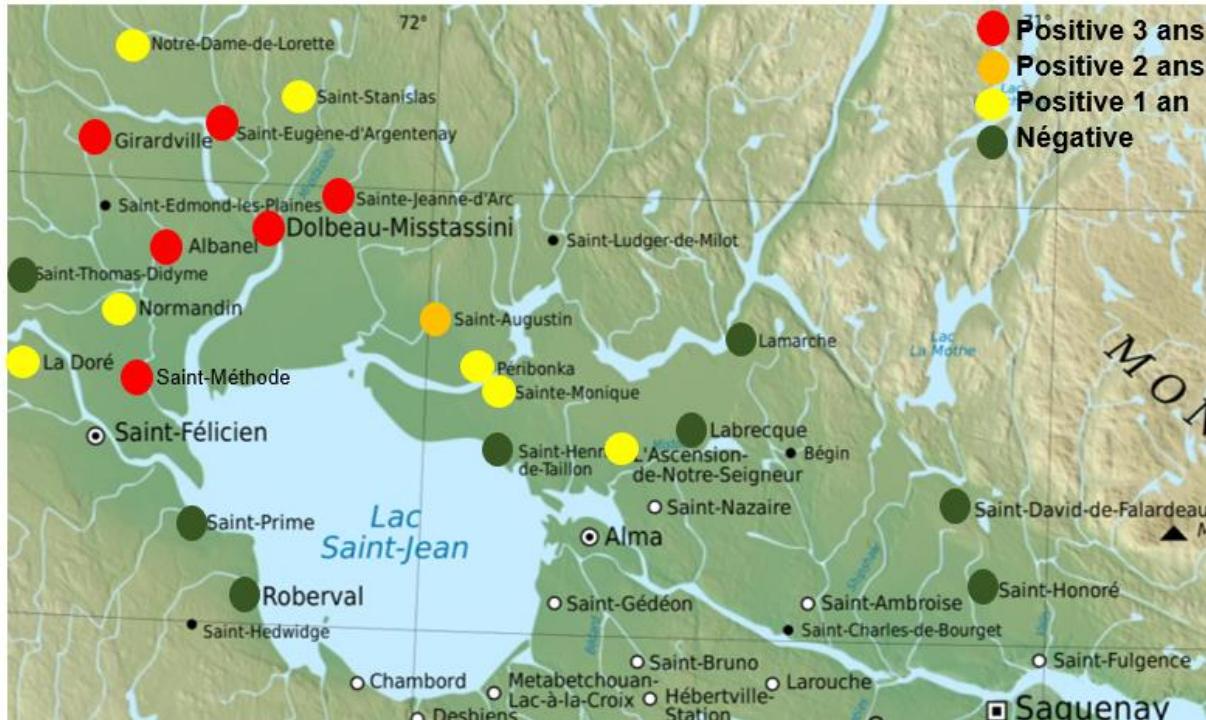


Figure 16. Carte de la répartition de la mouche du bleuet. En rouge, les municipalités positives pendant 3 ans, en orange, celles positives pendant 2 ans, en jaune, celles positives pendant 1 an et en vert les municipalités négatives.

La figure 17 présente les résultats des captures de larves pendant toute la durée du projet. En 2022, dans tous les tests de larves effectués, seulement 4 larves ont été capturées. La difficulté rencontrée par les populations de mouche du bleuet en 2022, due probablement aux conditions météorologiques défavorables, semble avoir nui grandement au succès de ponte. Ce résultat est toutefois surprenant, car une population de moitié inférieure à 2021 aurait dû engendrer un nombre de larves de moitié inférieur à 2021. La relation entre ces deux paramètres ne semble donc pas être directe. Des paramètres, comme principalement les conditions météorologiques, semblent affecter cette relation. L'année 2023 démontre des résultats semblables à ceux obtenus en 2021. Ces tests de larves sont d'une importance capitale comme c'est la présence de larves dans les fruits qui nuit à la vente des bleuets. Effectivement, il est possible de penser que les usines qui achètent les bleuets récoltés établiront des seuils précis de nombre de larves tolérées dans un lot de bleuet. Une fois ce seuil atteint, les bleuets appartenant à ce lot ne pourront pas être vendus à l'usine.

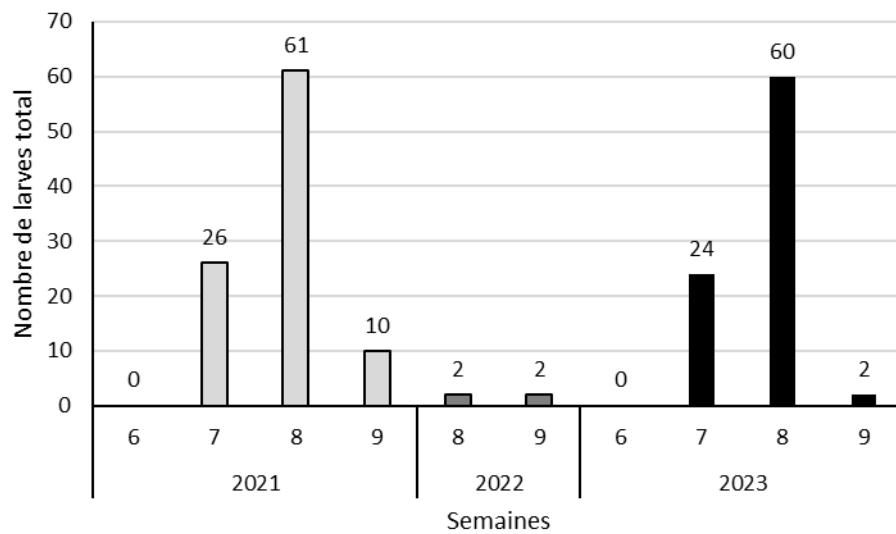


Figure 17. Nombre de captures de larves de mouche du bleuet par semaine, en 2021, 2022 et 2023.

Mettre au point une stratégie de lutte biologique contre le ravageur à l'aide du GF-120

À ce jour, diverses stratégies de lutte contre la mouche du bleuet existent. Par exemple, la culture du bleuet nain est basée sur un cycle de production de 2 ans selon lequel les producteurs procèdent au fauchage des bleuetières une année sur deux (Morin 2008). Les plants sont donc en phase végétative la première année et produisent des fruits l'année suivante. Cette méthode de production représente un défi pour la mouche du bleuet, puisque les pupes enfouies dans le sol à la suite de l'année de production devront migrer vers de nouvelles parcelles au moment de leur émergence (Renkema et al. 2014; Drummond et Collins 2020; Drummond et al. 2020). De ce fait, la gestion d'une bleuetière complète selon un même cycle de culture est une pratique courante dans le Maine pour les bleuetières isolées (Drummond et Yarborough 2012). De cette manière, les populations de mouche sont réduites, puisqu'elles doivent se tourner vers les plantes indigènes compatibles avec son cycle de vie en bordure de la bleuetière et qu'elles ont donc moins d'endroits pour pondre une année sur deux (Rose et al. 2013; Rodriguez-Saona et al. 2015).

Des stratégies de lutte chimique existent également. Il a été démontré qu'il est pertinent d'intervenir contre la mouche du bleuet dans les champs en croissance végétative ainsi que le long de leurs bordures (Gaul et al. 2002; Collins et Drummond 2004; Renkema et al. 2014). Le ravageur colonise rapidement des parcelles en production depuis les parcelles de forêt, mais peu d'entre eux atteignent le centre du champ la plupart demeurant en bordure (Drummond et al. 2020). Effectivement, les bordures entre les champs en croissance végétative et les parcelles de forêts sont des habitats intéressants pour la mouche, particulièrement dans une région comme le SLSJ, puisque les bleuetières sont implantées sur des sites où le bleuet est déjà présent naturellement et par le fait même dans les habitats naturels voisins (Renkema et al. 2014; Rodriguez-Saona et al. 2018). Dans le Maine, un seuil d'intervention économique a été déterminé et lorsqu'il est dépassé, des applications ciblées autour des pièges sont recommandées (Dill et al. 2001; Rodriguez-Saona et al. 2015; Drummond et Collins 2020).

Enfin, il existe aussi des méthodes de lutte biologique. L'utilisation de GF-120 en est un exemple. Le GF-120 est un mélange de spinosad (0,02 %) et d'attractifs alimentaires (sucres, protéines végétales). Il attire et contrôle les mouches des fruits sur les arbres, fruits, noix, vignes, légumes et plantes ornementales. Ce produit est utilisable en culture biologique (OMRI) et est homologué au Canada dans les cerises, les bleuets et la pomme (Bellerose et al. 2009; Dow AgroSciences Canada 2018). Depuis le début des années 2000, le GF-120 a fait l'objet de plusieurs recherches. Des études dans la pomme en Nouvelle-Écosse ont mesuré une excellente efficacité du produit sur la mouche de la pomme (*Rhagoletis pomonella*) avec des taux de pommes infectées de 11 % comparativement à 69 % dans le témoin (Reekie et al. 2010). D'autres vergers testés en Ontario ont aussi obtenu des résultats très satisfaisants (Reekie et al. 2010). Aux États-Unis, dans le Michigan, une étude a obtenu de très bons résultats contre la mouche de la pomme avec une baisse de 67% de l'infestation des fruits. L'application était réalisée à l'aide d'un fusil pulvérisateur sur des parcelles d'environ 0,06 ha. Les résultats obtenus dans les bleuets en corymbe par cette même équipe étaient encore plus concluants avec des baisses de l'infestation des fruits de 85 % en 2002 et 98 % en 2003 (Pelz et al. 2005). Cependant, dans cette dernière étude, ils avaient effectué un traitement par semaine pendant 6 semaines. Ce nombre de traitements est très élevé et implique des coûts importants ainsi que de circuler plusieurs fois avec des véhicules dans la récolte. Ces applications intensives reflètent la situation très problématique des sites testés aux États-Unis, ce qui n'est pas la réalité dans la production de bleuet du SLSJ. De plus, des producteurs de bleuets au Nouveau-Brunswick ont eux aussi mis en

évidence le besoin de plusieurs applications afin d'obtenir une bonne efficacité du produit sur le nombre de fruits infestés (Chiasson 2020). La météorologie, principalement les précipitations, joue également un rôle dans le nombre d'applications nécessaires comme le GF-120 est peu résistant à la pluie (Dow AgroSciences Canada 2018).

Les résultats des essais des buses D1, D2 et XR, avec des papiers hydrosensibles sont présentés dans cette section. La figure 18 présente le graphique de la taille moyenne des gouttelettes obtenues à la suite des 3 tests des buses D1 et D2. Pour faciliter la visualisation, les valeurs de l'axe des abscisses représentent la distance en mètres, à gauche et à droite du VTT (à gauche les valeurs négatives et à droite les valeurs positives). Les lettres représentent les différences significatives mises en lumière par les analyses statistiques. Les deux types de buses ont été analysés séparément. Il est possible de remarquer que pour les buses D1 et D2, la bande pulvérisée est d'une largeur de 12 et 14 m (Figure 18). Il est possible d'observer que la taille des gouttelettes augmente généralement en s'éloignant du VTT (Figure 18). Sur les 12 mètres de largeur couverts par le passage avec les buses D1, 5 m présentent des valeurs moyennes de 1,5 mm et moins (Figure 18). Pour les D2, sur une bande de 14 m de largeur, 6 m présentent des valeurs moyennes de 1,5 mm et moins (Figure 18). De plus, les essais avec les buses D1 ont permis d'obtenir des grosseurs de gouttelettes dépassant parfois 2,5 mm (Figure 18). Les essais avec les buses XR n'ont pas été concluants. La moyenne de la taille des gouttelettes est inférieure à la cible fixée (Figure 19). De plus, les buses D1 et D2 modifiées (retrait de la pastille servant à dévier le jet) permettent de projeter les gouttelettes sur une grande distance. Les buses XR ne peuvent pas être modifiées de cette façon. La portée de pulvérisation est donc grandement inférieure soit de 2 m de chaque côté du VTT (Figure 19).

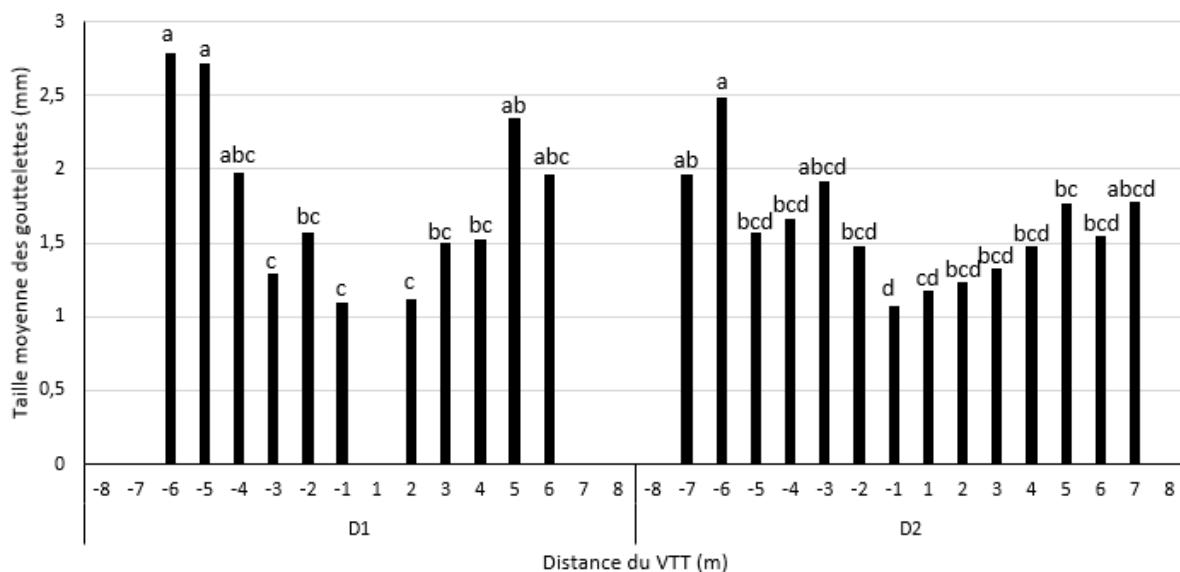


Figure 18. Taille moyenne des gouttelettes en millimètres pour les buses D1 et D2, aux différentes distances, à gauche (en négatif) et à droite (en positif) du VTT. Les lettres différentes représentent une différence significative ($p\text{-value} < 0.05$).

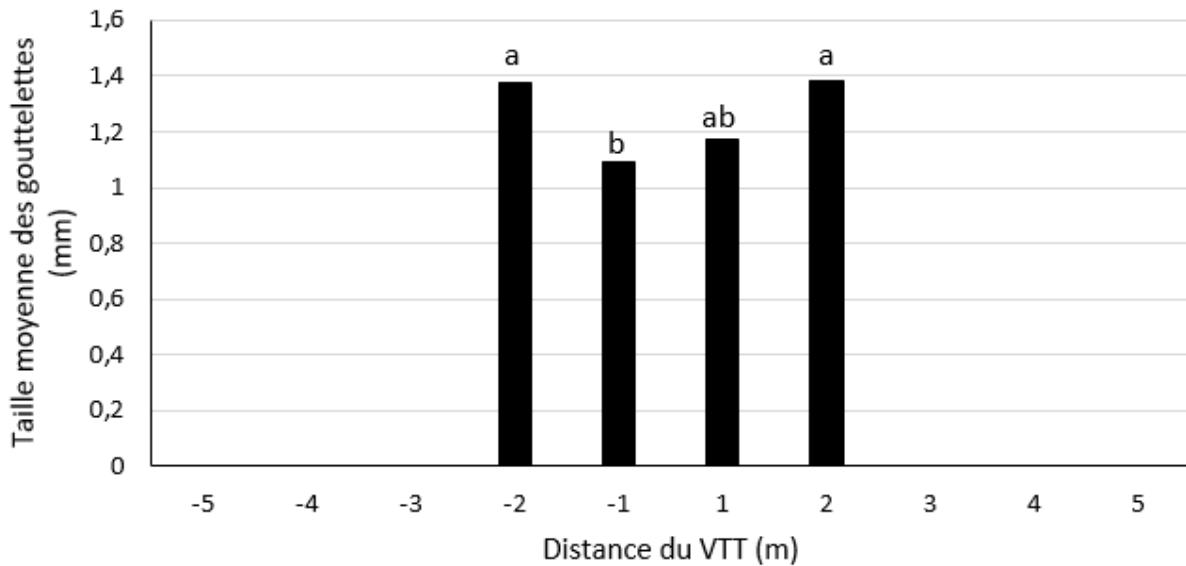


Figure 19. Taille moyenne des gouttelettes en millimètres pour les buses XR, aux différentes distances, à gauche (en négatif) et à droite (en positif) du VTT. Les lettres différentes représentent une différence significative ($p\text{-value} < 0.05$).

La figure 20 présente les résultats obtenus de la distribution de gouttelettes des buses D1 et D2. La figure 21 présente ces mêmes résultats pour les buses XR. Les lettres représentent les différences significatives mises en lumière par les analyses statistiques. Les trois types de buses ont été analysés séparément et seules les buses XR ont démontré des différences significatives. En ce qui concerne les buses D1 et D2, elles n'ont pas permis de démontrer une relation significative entre le nombre de gouttelettes et la distance du VTT. Il est tout de même possible de constater que les buses D1 ont un plus faible débit que les buses D2 (Figure 20). C'est donc sans surprise que les buses D2 obtiennent une grande moyenne d'environ 15 gouttelettes par $18,75 \text{ cm}^2$ et les D1 de 8 gouttelettes pour $18,75 \text{ cm}^2$. Cette distribution convertie en pieds carrés donne un nombre de gouttelettes grandement supérieur à celui envisagé lors du développement du projet. Ces résultats ne sont pas négatifs, car ils représentent une grande distribution des gouttelettes dans la bande pulvérisée. De plus, ces résultats ayant été obtenus avec le bon débit et une taille de gouttelettes moyenne dépassant les 1,5 mm, un nombre élevé de gouttelettes par superficie pourrait créer autant de puits dans lesquels la mouche du bleuet pourra s'alimenter et mourir. Comme à la section précédente, les buses D1, avec leur débit moins important, démontrent encore ici leurs performances. Pour finir, les buses XR pulvérissent un grand nombre de gouttelettes par $18,75 \text{ cm}^2$, soit environ 30 gouttelettes (Figure 21). Par contre, ces gouttelettes sont projetées sur une très courte distance, 2 m de chaque côté du VTT (Figure 19). Il est donc possible de conclure que les buses D1 ont un débit 2 fois moindre que les D2 et produisent les gouttelettes les plus volumineuses. De plus, elles projettent les gouttelettes bien plus loin que les buses XR. Ces conclusions sont les mêmes que celles obtenues lors de l'année 2 de ce projet. Les buses D1, qui avaient été sélectionnées à ce moment, étaient donc un bon choix.

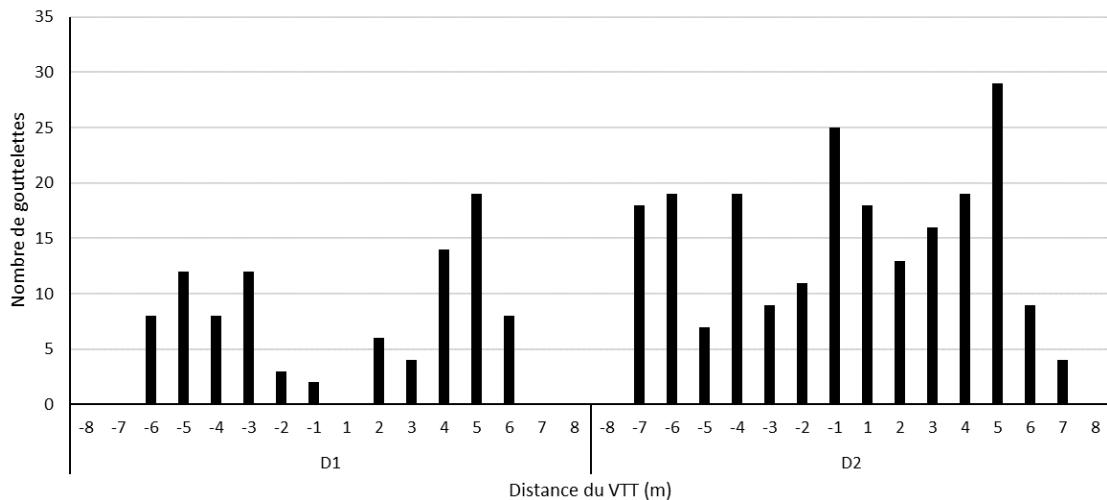


Figure 20. Nombre de gouttelettes par superficie de $18,75 \text{ cm}^2$ pour les buses D1 et D2, à gauche (négatif) et à droite (positif) du VTT.

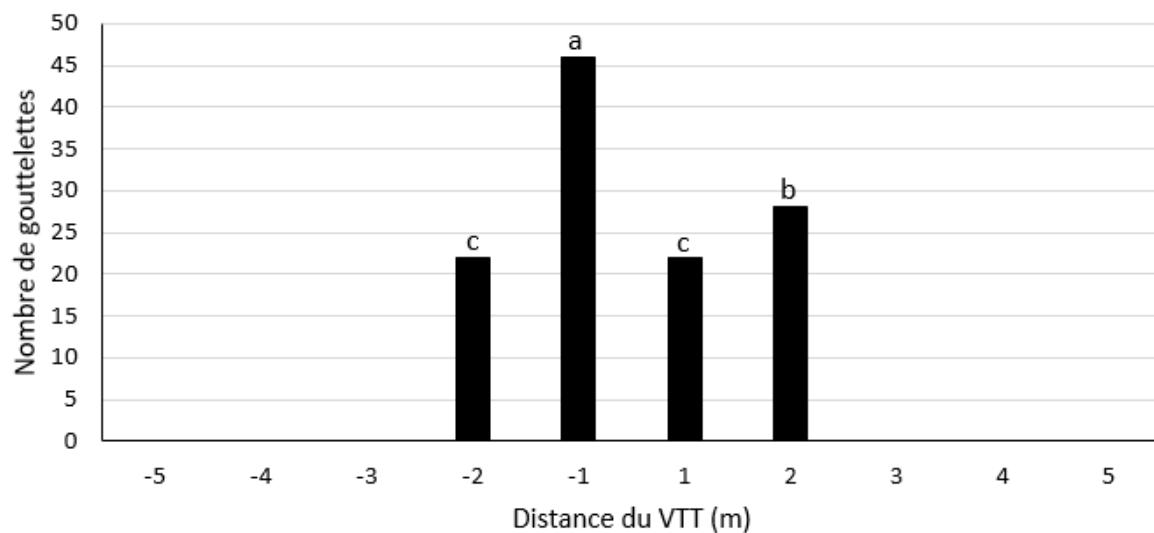


Figure 21. Nombre de gouttelettes par superficie de $18,75 \text{ cm}^2$ pour les buses XR, à gauche (négatif) et à droite (positif) du VTT. Les lettres différentes représentent une différence significative ($p\text{-value} < 0.05$).

La figure 22 présente les résultats des captures de la mouche du bleuet dans le dispositif des traitements de GF-120. Il est possible tout d'abord de constater que la présence de la mouche du bleuet était grandement inégale, bien que les sites étaient à proximité et présentaient les mêmes caractéristiques. La figure 22 permet d'observer que la mouche du bleuet était présente dans tous les champs à l'étude. Cependant, le champ témoin en 2022 affiche une présence relativement basse soit moins de 10 individus par semaine et la moyenne des deux champs traités, une plus forte présence soit près de 30 individus capturés en une semaine. L'inégalité de la présence du bleuetier dans ces champs biologiques pourrait expliquer cette concentration des captures. Comme mentionné précédemment dans ce document, deux traitements ont été réalisés en 2022 et 3 traitements en 2023. La récolte a débuté trop tôt en 2022 pour réaliser un troisième traitement. Ils sont représentés sur la figure par les flèches noires (Figure 22). En 2022, un fort déclin des populations a pu être visualisé après les traitements. En 2023, l'effet a été moins immédiat. Toutefois, il est possible de remarquer que la baisse des populations est plus rapide dans les champs traités en comparaison au champ témoin, démontrant tout de même l'efficacité du produit (Figure 22). L'efficacité des traitements varie beaucoup en fonction des conditions climatiques, il est donc possible que celles-ci n'aient pas été optimales pour les applications en 2023. Plus d'études seraient nécessaires pour confirmer que le GF-120 a une efficacité comparable aux produits tels que l'Imidan et l'Entrust.

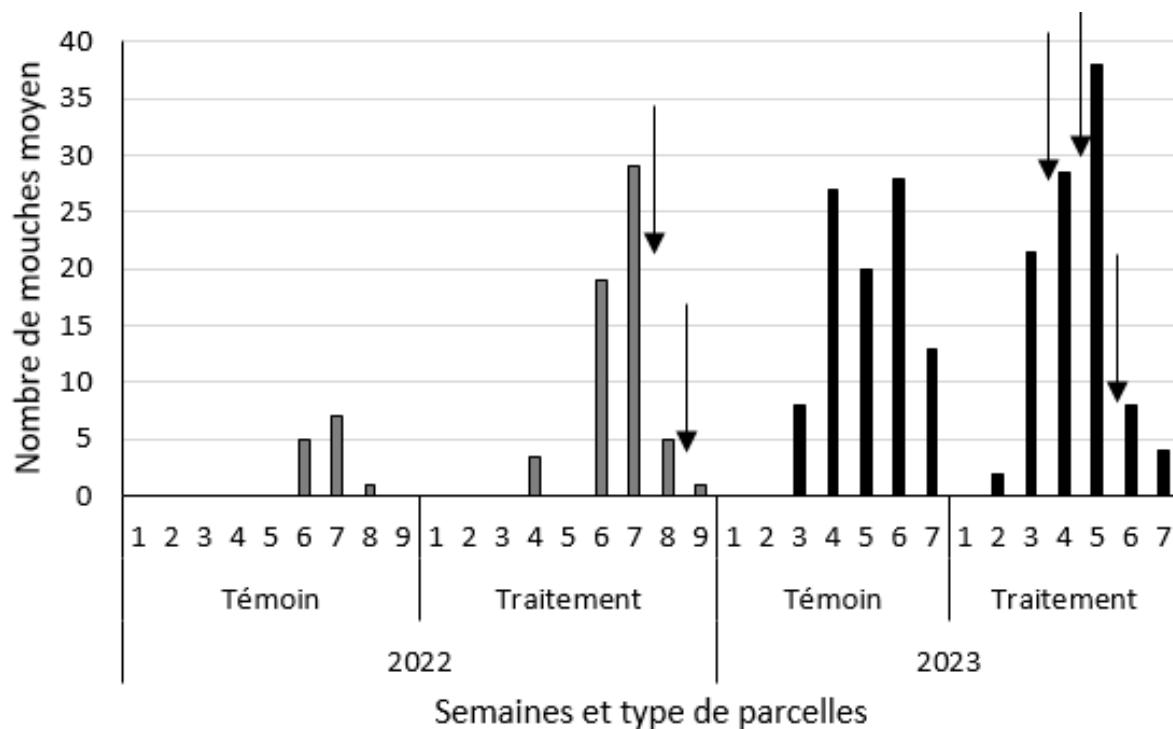


Figure 22. Moyenne des captures de la mouche du bleuet par semaine en 2022 et 2023, dans le dispositif de traitements au GF-120. Les flèches noires représentent les deux traitements.

Développer et documenter deux modèles de stations de biosécurité permettant d'appliquer les principes de prévention et de biosécurité contre la mouche du bleuet et concevoir le matériel de sensibilisation.

Les deux stations de biosécurité ont été installées et documentées avec succès afin de fournir un guide complet aux producteurs souhaitant en faire l'utilisation dans leur propre entreprise. Un modèle permanent avec une dalle de béton et un modèle temporaire, moins coûteux et amovible réalisé avec une toile imperméable. Les deux modèles permettant de rincer la machinerie à l'aide d'une machine à pression et de disposer sécuritairement des résidus potentiellement contaminés par la mouche. Toutes les informations en ce qui concerne l'élaboration, l'installation et la présentation de ces deux stations sont disponibles à la section Méthodologie de ce rapport.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Ce rapport final ainsi qu'une fiche synthèse seront disponibles sur Agri-Réseau. De plus, une fiche dans le guide de production de bleuet sauvage sera réalisée. Les résultats ont également été présentés à plusieurs reprises lors de différentes activités telles que la journée bleuet du MAPAQ et ils le seront à nouveau lors de l'édition 2024. Dès le début du dépistage, chaque semaine, un tableau non nominatif résumant les captures hebdomadaires a été envoyé à l'avertisseur du RAP bleuet pour qu'elles soient diffusées directement aux producteurs. Enfin, comme mentionnée précédemment dans ce rapport, une journée de démonstration a été organisée afin de présenter les stations de biosécurité aux producteurs. Pendant cette journée, une vidéo a été produite afin de présenter l'utilisation efficace d'une station de biosécurité dans la Trousse de biosécurité. Pour finir, un guide sur l'implantation et l'utilisation des stations de biosécurité a été produit en collaboration avec le CRAAQ et le MAPAQ. Celui-ci contient toutes les informations nécessaires aux producteurs voulant en faire l'acquisition (plans et devis, coût d'implantation, utilisation des stations). Il est possible de conclure que ce projet a grandement contribué à la stratégie du groupe d'intervention afin de permettre un accompagnement efficace et uniforme auprès des producteurs de bleuets de la région du SLSJ.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

La mouche du bleuet est maintenant présente, mais de façon limitée, dans la plus grande région productrice de bleuets du Québec. Il ne fait aucun doute que c'est l'une des problématiques les plus importantes pour tous les joueurs de l'industrie (producteurs, transformateurs et conseillers). Il est primordial de contrôler sa présence afin d'éviter une infestation à grande échelle. Le dépistage continuera d'être utile afin d'en apprendre davantage sur la distribution du ravageur dans la région du SLSJ. Le travail du groupe d'intervention quant à lui rendra possible l'établissement d'une stratégie globale et facilite l'accompagnement des producteurs. Ce projet contribuera à maintenir les MRC Lac-Saint-Jean Est, Fjord du Saguenay et les régions de la Côte-Nord et l'Abitibi-Témiscamingue exemptes de l'insecte. Les essais d'utilisation du GF-120 dans les champs biologiques ont démontré des résultats mitigés la dernière année du projet, mais avait démontré une certaine efficacité à la première année. Les producteurs possédant un petit pulvérisateur et un VTT pourront utiliser cette solution de traitement biologique à petite échelle et à moindre coût en s'assurant d'appliquer dans des conditions optimales pour l'efficacité du traitement. La documentation de l'installation des stations de biosécurité permanente et temporaire pourra servir de guide pour l'ensemble des producteurs de la province et participera au travail de sensibilisation à la biosécurité en bonifiant la Trousse de biosécurité.

PERSONNE-RESSOURCE POUR INFORMATION

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

Marie-Eve Moreau, agr.
Directrice générale
Club Conseil Bleuet
112, avenue de l'Église, suite 202
Dolbeau-Mistassini, Qc G8L 4W4
Téléphone : 418-239-0080 poste 5
marie-eve.moreau@clubbleuet.com

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Merci au MAPAQ, au SPBQ et à la CAFN pour le financement de ce projet. Merci également à l'Université Laval pour leur participation et la ville de Normandin pour leur implication dans l'installation de la station de biosécurité permanente. Merci également à M. Jean Lafond pour ses conseils. Finalement, un énorme merci à tous les producteurs participants qui ont permis la réalisation de ce projet de recherche.

RÉFÉRENCES

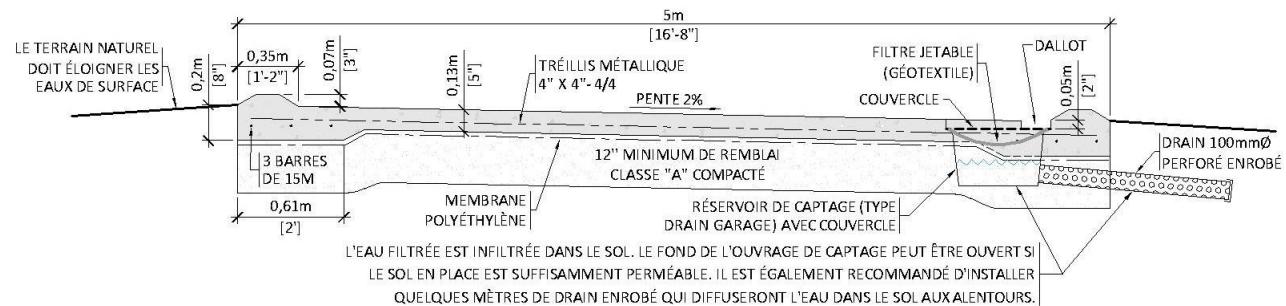
- ACIA., 2019. *Rhagoletis mendax* (Mouche du bleuet) - Fiche de renseignements, <https://www.inspection.gc.ca/protection-des-vegetaux/photoravageurs-especes-envahissantes/insectes/mouche-du-bleuet/fiche-de-reenseignements/fra/1328330175586/1328330543631>.
- ACIA., 2020a. D-02-04 : Programme de certification des bleuets et exigences phytosanitaires en territoire canadien visant à prévenir la dissémination de la mouche du bleuet (*Rhagoletis mendax*) au Canada, <https://www.inspection.gc.ca/protection-des-vegetaux/photoravageurs-especes-envahissantes/directives/horticulture/d-02-04/fra/1320046578973/1320046655958>.
- ACIA., 2020b. DGR-19-04 : Révision des limites géographiques des zones réglementées à l'égard de la mouche du bleuet *Rhagoletis mendax* Curran dans la province du Québec, <https://www.inspection.gc.ca/protection-des-vegetaux/photoravageurs-especes-envahissantes/directives/gestion-des-risques-phytosanitaire/dgr-19-04/fra/1581548434994/1581548517693>.
- Bellerose, S., Chouinard, G. 2009. Trois années d'utilisation du GF-120 contre la mouche de la pomme dans les vergers du Québec. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), <https://www.agrireseau.net/reseaupommier/documents/gf-120%20quebec.pdf>
- Chiasson, G., Communication personnelle. Agronome Consultant en production bleuet sauvage, Bathurst, Brunswick, 25 novembre 2020.
- Collins, J., Drummond, F., 2004. Field-edge based management tactics for blueberry maggot in lowbush blueberry. Small Fruits Review 3, 285-293.
- Dill, J., Yarborough, D., Drummond, F.A., 2001. Monitoring for the blueberry maggot (*Rhagoletis mendax* Curran). Wild Blueberry Fact Sheet No. 201. University of Maine.
- Dow AgroSciences Canada, 2018. Appât pour mouches à fruits GF-120. https://pr-rp.hc-sc.gc.ca/1_1/view_label?p_ukid=179353720
- Drummond, F.A. et Yarborough, D., 2012. Targeting the prune year field for blueberry maggot management. Fact sheet No 193. Univeity of Maine.
- Drummond, F.A., Collins, J.A., 2020. Dispersal from overwintering sites, action thresholds for blueberry maggot fly (Diptera: Tephritidae), and factors that can influence variation in predicted fruit infestation levels in Maine wild blueberry: Part I. J. Econ. Entomol. 113, 851-859. <https://doi.org/10.1093/jee/toz333>.
- Drummond, F.A., Collins, J.A., Bushmann, S.L., 2020. Movement of *Rhagoletis mendax* (Diptera: Tephritidae) in fruit-bearing wild blueberry fields. Part II. J. Econ. Entomol. 113, 1323-1336. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa046>.
- Gaul, S.O., McRae, K.B., Estabrooks, E.N., 2002. Integrated pest management of *Rhagoletis mendax* (Diptera: Tephritidae) in lowbush blueberry using vegetative field management. J. Econ. Entomol. 95, 958-965. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-95.5.958>.
- Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2013. Blueberry fruit fly ; *Rhagoletis mendax* Curran. Wild blueberry fact sheet C2.3.0. 5p.
- Guide de production, 2020. La production en chiffres. La production du bleuet sauvage... dans une perspective de développement durable, <http://perlebleue.ca/images/documents/amenagement/guideproduction/f001.2-2020.pdf>.
- Isaacs, R. et Wise, J., 2016. Blueberry maggot emergence sharply up after rains. Department of Entomology, Michigan State University.
- Lathrop, F., H., Nickels, C.B., 1932. The biology and control of the blueberry maggot in Washington County, ME. United States Department of Agriculture, Washington, D. C.
- MAPAQ, 2018. Culture du bleuet. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.
- Morin C., 2008. Étude morphologique et physiologique du rhizome du bleuet nain : une contribution à l'amélioration de la régie de culture Mémoire, Université Laval, Québec, 111 p.
- Pelz, K. S., Isaacs, R., Wise, J., C., Gut, L., J., 2005. Protection of Fruit Against Infestation by Apple Maggot and Blueberry Maggot (Diptera: Tephritidae) Using Compounds Containing Spinosad. Journal of economic entomology. 98. 432-7. 10.1603/0022-0493-98.2.432.
- Renkema, J.M., Cutler, G.C., Gaul, S.O., 2014. Field type, trap type and field-edge characteristics affect *Rhagoletis mendax* captures in lowbush blueberries. Pest Manag. Sci. 70, 1720-1727. <https://doi.org/10.1002/ps.3714>.
- Rodriguez-Saona, C., Vincent, C., Polk, D., Drummond, F.A., 2015. A review of the blueberry maggot fly (Diptera: Tephritidae). J. Integr. Pest Manag. 15, 1-10. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmv010>.

- Rodriguez-Saona, C.R., Polk, D., Oudemans, P.V., Holdcraft, R., Zaman, F.U., Isaacs, R., Cariveau, D.P., 2018. Landscape features determining the occurrence of *Rhagoletis mendax* (Diptera: Tephritidae) flies in blueberries. *Agric. Ecosyst. Environ.* 258, 113-120. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.02.001>.
- Rose, A., Drummond, F.A., Yarborough, D.E., Asare, E., 2013. Maine wild blueberry growers: A 2010 economic and sociological analysis of a traditional Downeast crop in transition. *Maine Agricultural and Forest Experiment Station, University of Maine, Miscellaneous Report 445*.
- Roy, M., Légaré, J.-P., Fréchette, M., 2013. La Mouche du Bleuet (*Rhagoletis mendax*). Direction de la phytoprotection. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.
- Smith, J.J., Gavrilovic, V., Smitley, D.R., 2001. Native *Vaccinium* spp. and *Gaylussacia* spp. infested by *Rhagoletis mendax* (Diptera : Tephritidae) in the Great Lakes region: A potential source of inoculum for infestation of cultivated blueberries. *J. Econ. Entomol.* 94, 1378-1385. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.6.1378>.
- Stelinski, L.L. et Gut, L.J., 2004. A simple and effective method for capturing viable adult blueberry maggot flies, *Rhagoletis mendax* (Diptera:Tephritidae). *Journal of Kansas Entomological Society*. 77(2), 147-151. <https://doi.org.sbjproxy.ugac.ca/10.2317/0308.13.1>
- Urbain, L. et Turcotte, C., 2004. La mouche du bleuet. Réseau d'avertissements phytosanitaires - Bulletin d'informations No 18 - petits fruits. 3p.
- Vincent, C., Lareau, M.J., 1989. Update on the distribution of the blueberry maggot, *Rhagoletis mendax* (Diptera: Tephritidae), in Canada. *Acta Horticulturae* 241, 333-337. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1989.241.57>.
- Vincent, C., Lemoyne, P., Gaul, S., Mackenzie, K., 2016. Factors limiting the northern distribution of the blueberry maggot, *Rhagoletis mendax* (Diptera: Tephritidae) in Eastern Canada. *Eur. J. Entomol.* 113, 143-149. <https://doi.org/10.14411/eje.2016.018>.
- Yee, W.L. 2007. Attraction, feeding and control of *Rhagoletis pomonella* (Diptera:Tephritidae) with GF-120 and added ammonia in Washington state. *Florida Entomologist*, 90(4), 665-673.
- Yee, W.L., Hernandez-Ortiz, V., Rull, J., Sinclair, B.J., Neven, L.G., 2014. Status of *Rhagoletis* (Diptera: Tephritidae) pests in the NAPPO countries. *J. Econ. Entomol.* 107, 11-28. <https://doi.org/10.1603/ec13410>.

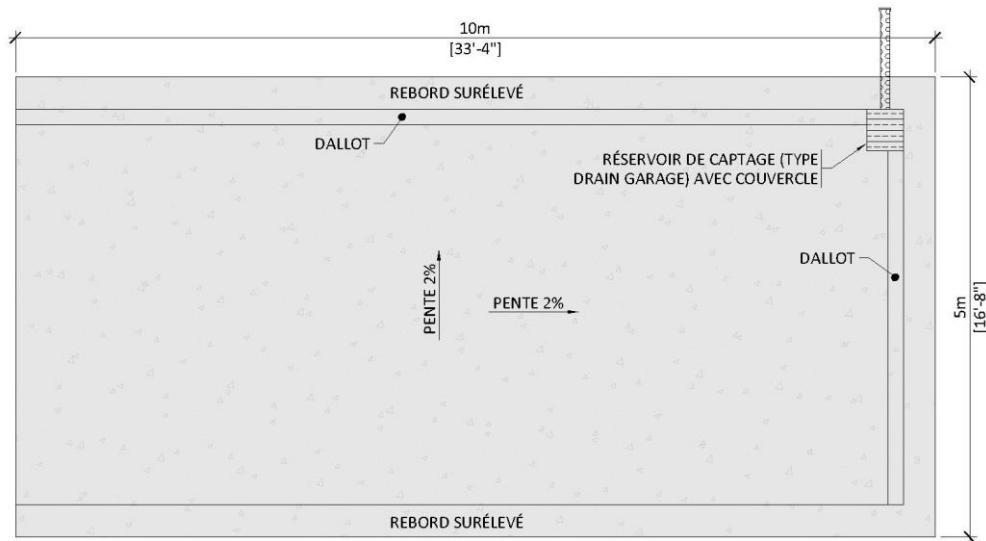
ANNEXES

Annexe 1 : Plans des stations de biosécurité

Station permanente



**VUE EN COUPE - DALLE DE BÉTON EXTÉRIEURE
STATION DE BIOSÉCURITÉ PERMANENTE**



**VUE EN PLAN - DALLE DE BÉTON EXTÉRIEURE
STATION DE BIOSÉCURITÉ PERMANENTE**

Station temporaire

