

Piéger ou ne pas piéger le scarabée japonais ?

RAPPORT FINAL présenté au RQRAD

Réalisé par :

Simon Legault (Université de Montréal), Christian Lacroix (MAPAQ),
Marc Poirier (MAPAQ), Josée Doyon (Université de Montréal)
et Jacques Brodeur (Université de Montréal)



Novembre 2023

Résumé du projet

Originnaire d'Asie, le scarabée japonais est désormais établi dans le sud du Québec où il s'attaque de plus en plus aux cultures de petits fruits. Il s'avère très difficile à contrôler par des méthodes alternatives aux pesticides de synthèse. À l'été 2023, nous avons réalisé des essais dans une culture de bleuets en corymbe pour évaluer si le recours aux pièges commerciaux, qui permettent de capturer de grandes quantités d'adultes des deux sexes, permet de réduire les populations du scarabée japonais et les dommages à la culture. Nous avons également évalué l'efficacité du piégeage de masse sous filets d'exclusion et examiné comment ces deux techniques de lutte interfèrent avec l'activité de la mouche parasitoïde *Istocheta aldrichi*. Nos résultats suggèrent qu'en absence de filets d'exclusion, le déploiement de pièges à l'intérieur de la culture entraîne une augmentation des dommages aux fruits et de la défoliation via un effet de débordement sur les plants dans la culture, et particulièrement sur les plants directement adjacents aux pièges. Sous filets d'exclusion, nos résultats suggèrent que les scarabées ne peuvent être parasités par les populations naturelles d'*I. aldrichi*. Néanmoins, les dommages étaient limités et le piégeage de masse s'est avéré efficace pour capturer une bonne partie des scarabées qui émergent du sol. À la lumière de cette étude exploratoire et des résultats prometteurs sur le piégeage de masse qui en découlent, davantage de travaux sont nécessaires afin de déterminer la densité optimale des pièges à déployer, leur disposition, dans la culture ou en périphérie, ainsi que la période optimale de déploiement des pièges afin de réduire le nombre de scarabées parasités capturés et l'effet de débordement des scarabées sur les plants adjacents aux pièges. En marge de ce projet, nous avons également développé un prototype de piège avec réservoir modifié qui permet à la fois de capturer 2,4 fois plus de scarabées japonais et de récupérer les scarabées parasités par *I. aldrichi* afin de redistribuer le parasitoïde au champ (ou sous filets d'exclusion) en fin de saison.

Problématique

Originaire d'Asie, le scarabée japonais (*Popillia japonica*) est désormais établi dans le sud du Québec [1-2]. Depuis quelques années, il a acquis un statut de ravageur important dans plusieurs cultures, dont les petits fruits [3-5], et s'avère très difficile à contrôler par des méthodes alternatives aux pesticides de synthèse [6]. Actuellement, les essais au champ concernent principalement la lutte biologique par l'entremise d'une mouche parasitoïde, le recours à des filets d'exclusion et le piégeage de masse.

Des pièges à interception appâtés avec un système de double leurre permettent de capturer les adultes des deux sexes [6]. Toutefois, il n'y a pas de consensus quant à leur efficacité [7-10]. Le déploiement de pièges entraîne parfois des dommages plus importants [7-8] via un effet d'agrégation des scarabées japonais sur les plants [9]. Au Québec, certains producteurs affirment que le piégeage de masse fonctionne dans certaines circonstances [5]. Cependant, il n'y a pas d'information disponible sur l'optimisation de la technique, dont la densité et la disposition spatiale des pièges.

Dans un contexte de lutte intégrée, la capture de scarabées parasités par *I. aldrichi* [11] constitue indirectement un inconvénient du piégeage de masse. Originaire également du Japon [12], ce parasitoïde est aujourd'hui établi au sud du Québec où le parasitisme peut atteindre 50% en début de saison [2]. Les scarabées parasités s'enfouissent dans le sol, où ils meurent rapidement. Les parasitoïdes poursuivent leur développement et les adultes émergent du sol l'été suivant. Ainsi, il serait bénéfique pour un producteur d'utiliser un dispositif de piégeage permettant de préserver les parasitoïdes et les redistribuer au champ en fin de saison.

Objectifs

Objectif 1 : Évaluer l'efficacité du piégeage de masse à réduire les populations de scarabée japonais en cultures de bleuets en corymbe.

Objectif 2 : Mener une analyse coût-bénéfice du piégeage de masse par rapport à une régie de culture conventionnelle.

Objectif 3 : Développer et tester un piège modifié permettant de récupérer les pupes du parasitoïde *I. aldrichi*.

Matériel et méthodes

Objectif 1 : Évaluer l'efficacité du piégeage de masse à réduire les populations de scarabée japonais en cultures de bleuets en corymbe

Les essais au champ ont eu lieu à l'été 2023 chez un producteur de bleuets en corymbe¹ de la région du Centre-du-Québec. La superficie totale du champ est d'environ 4 hectares. De cette superficie, 1,2 ha était alloué à la production de bleuets en corymbe : une parcelle de 0,4 ha était sous filet d'exclusion depuis la saison 2022², principalement pour lutter contre la drosophile à ailes tachetées, *Drosophila suzukii*. Le reste de la production de bleuets (0,8 ha) était en culture conventionnelle. D'autres cultures susceptibles aux scarabées japonais étaient présentes sur la ferme, soit de petites parcelles d'argousiers (0,1 ha) et de framboisiers (0,2 ha), de même qu'un brise-vent commercial d'amélanchiers (Figure 1). À l'été 2022, le producteur a installé deux pièges à scarabée japonais dans la parcelle sous filet et deux pièges dans la section hors filet. Tout au long de cette saison, les captures de scarabées japonais étaient nettement inférieures sous filet que hors filet (Annexe 1).

À l'été 2023, la parcelle de 0,8 ha sans filet a été divisée en deux parcelles afin de constituer 3 traitements de superficies similaires (environ 0,4 ha) pour tester l'efficacité du piégeage de masse : Traitement FP (Filet + Pièges), Traitement P (Pièges) et T (Témoin) (Figure 1).

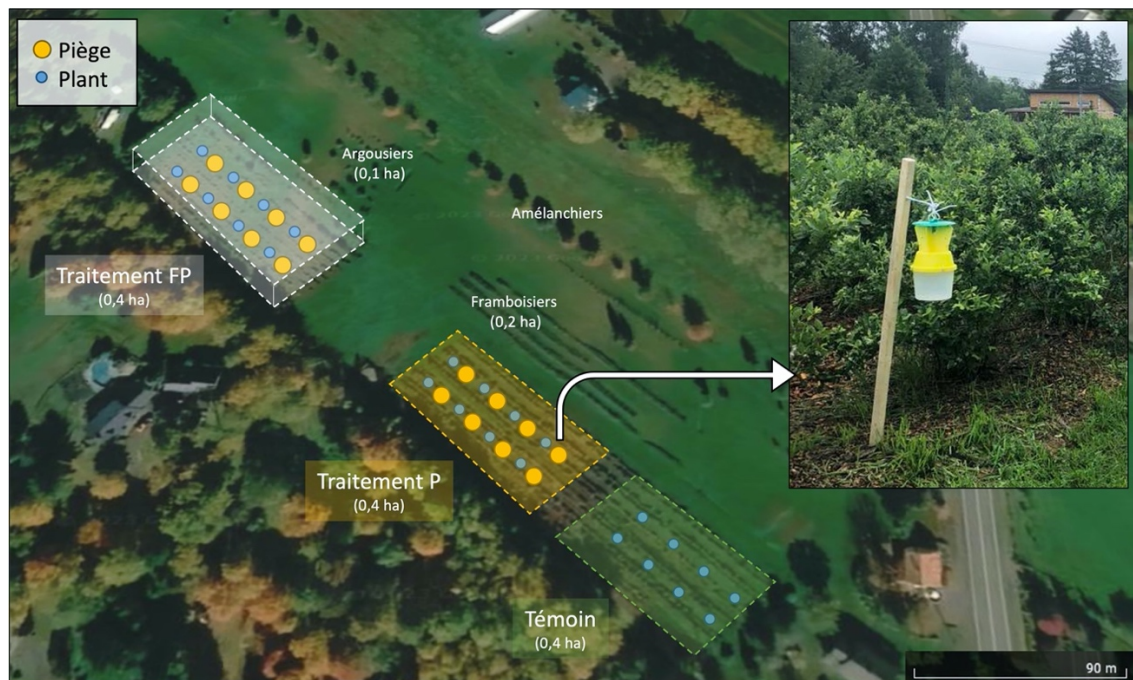


Figure 1. Dispositif expérimental à la ferme Bleuets & Cie à l'été 2023. Un piège à scarabée japonais en haut à droite.

¹ Philippe Gingras, Bleuets & Cie, 512 Route 132, Saint-Pierre-les-Becquets, Québec, G0X 2Z0.

² Le filet était déployé du 2 juillet au 30 septembre 2022 et du 30 juin au 17 septembre 2023.

Le 30 juin 2023, huit pièges ont été déployés dans les parcelles FP et P, avec une distance entre les pièges d'environ 10 m (Figure 1). Pour éviter d'attirer les scarabées installés dans les argousiers, amélanches et framboisiers en début de saison, les attractifs ont été apposés aux pièges seulement lorsque les premiers dommages causés par le scarabée japonais étaient observés sur les plants de bleuets, soit le 14 juillet dans la parcelle FP et le 21 juillet dans la parcelle P. Le contenu des pièges était récupéré une fois par semaine, puis les scarabées capturés étaient placés dans un sac de plastique, puis congelés. Pour chaque échantillon, les scarabées ont été comptés et examinés sous une loupe binoculaire pour détecter la présence d'œufs d'*I. aldrichi* et estimer les taux de parasitisme hebdomadaires (i.e., nombre de scarabées avec au moins un œuf / nombre total de scarabées * 100%).

Dans chaque parcelle, huit plants ont été identifiés au hasard avec un ruban de couleur afin d'estimer par plant : **1)** les densités de scarabées japonais, **2)** la proportion des fruits endommagés et **3)** le niveau de défoliation cumulative en fin de saison. Ces plants étaient à une distance d'environ 5 m des pièges dans les parcelles FP et P.

1) Le nombre de scarabées par plant a été estimé à chaque semaine du 7 juillet au 7 septembre en examinant visuellement chaque plant pendant environ deux minutes.

2) Le pourcentage de fruits endommagés a été estimé le 28 juillet et le 11 août, ce qui a permis d'évaluer les dommages sur les fruits pour l'ensemble de la saison. À chaque échantillonnage, l'ensemble des fruits mûrs de chaque plant a été récolté et les fruits endommagés par le scarabée japonais ont été mis de côté. Pour chaque plant, les fruits endommagés et les fruits sains ont été pesés séparément pour calculer une proportion des fruits endommagés.

3) Les niveaux de défoliation cumulative par le scarabée japonais sur chaque plant ont été estimés en fin de saison (7 septembre) par deux observateurs. Chaque observateur a estimé un pourcentage de défoliation en estimant le nombre de feuilles endommagées par le scarabée japonais et le nombre total de feuilles sur le plant. La moyenne des deux observations a été comptabilisée.

Objectif 2 : Mener une analyse coût-bénéfice du piégeage de masse par rapport à une régie de culture conventionnelle

Cette analyse économique n'a pu être réalisée compte tenu de la nature préliminaire de l'étude et des résultats obtenus.

Objectif 3 : Développer et tester un piège modifié permettant de récupérer les pupes du parasitoïde *I. aldrichi*.

Les pièges à interception appâtés avec le système de double leurre permettent de capturer autant les scarabées japonais non-parasités que ceux parasités par *I. aldrichi* [11]. Pour cette raison, un piège modifié permettant de récupérer et redistribuer au champ les pupes du parasitoïde a été développé et testé dans un vignoble³ de la Montérégie où les dommages causés par le scarabée japonais en 2022 étaient importants (Figure 2a) et les taux de parasitisme relativement élevés (18,2% entre le 19 et 22 juillet 2022).

Le réservoir de 1,8 l du piège régulier (Figure 1) a été remplacé par une chaudière blanche de 19 l percée de quatre trous d'aération recouverts de mousseline sur les côtés (Figure 2b). Des petits trous ont aussi été percés dans le fond du contenant pour permettre au surplus d'eau de s'écouler. Une couche de 10 cm de terreau à empotage a été déposée au fond du contenant pour permettre aux scarabées de s'enfouir dans un substrat.

Trois pièges modifiés et trois pièges réguliers ont été déployés en alternance le long d'un rang de vigne (Figure 2c) pendant une semaine, soit du 11 au 19 juillet. Afin de maintenir en vie les scarabées lors du développement du parasitoïde et maximiser la pupaison de ce dernier, des feuilles de vignes ont été ajoutées dans les contenants des pièges modifiés comme source de nourriture lors de l'installation des pièges, puis à chaque 48 h (Figure 2b).

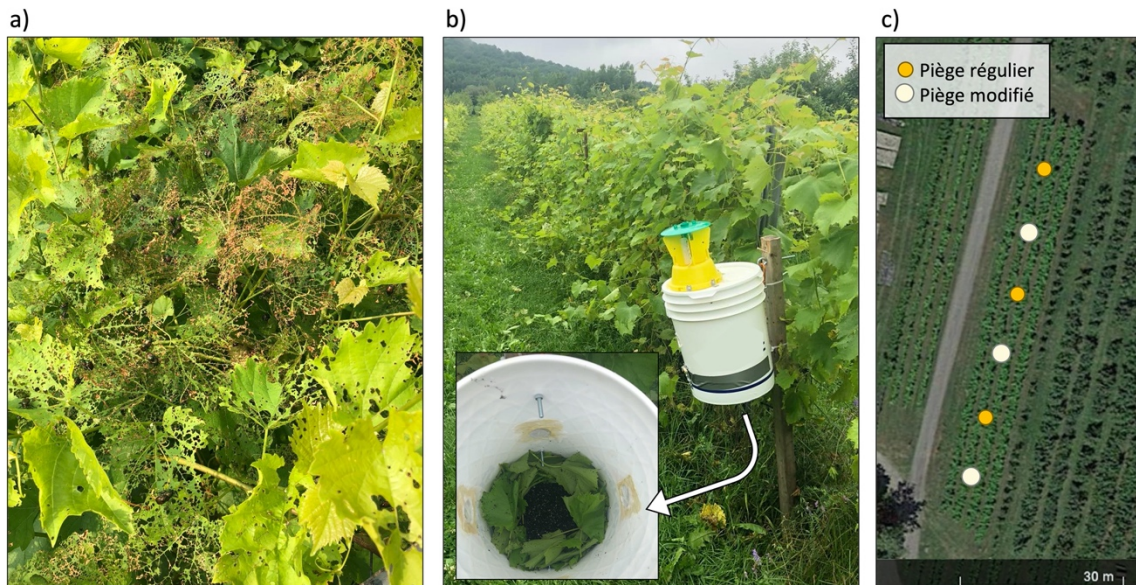


Figure 2. a) Dommages causés par le scarabée japonais sur la vigne dans un vignoble de la Montérégie en 2022. b) Piège modifié installé dans ce même vignoble en juillet 2023. c) Disposition des pièges modifiés et réguliers le long d'un rang de vignes.

³ Vignoble Coteau St-Paul, 1595 rue Principale E, Saint-Paul-d'Abbotsford, Québec, J0E 1A0.

À la suite de leur déploiement au champ, les pièges réguliers ont été vidés et les scarabées capturés congelés. Tel que décrit plus haut, les scarabées ont ensuite été comptés et les taux de parasitisme ont été estimés. Les contenants des pièges modifiés ont été recouverts d'un couvercle étanche et entreposés au laboratoire. Pendant une semaine, des feuilles de vigne ont été ajoutée aux contenant à chaque 48 h pour favoriser le développement des parasitoïdes. Par la suite, les contenants ont été laissés tel quels pendant 10 jours pour que les scarabées non-parasités meurent de faim. Par la suite, le terreau a été trié afin de déterminer le nombre total de scarabées capturés et le nombre de pupes d'*I. aldrichi*. Tous les scarabées ont également été disséqués pour déterminer s'il y avait présence de pupes d'*I. aldrichi* dans l'abdomen. Un taux de pupaison pour chacun des pièges modifiés a été estimé selon la formule suivante :

$$\text{Taux de pupaison} = \frac{\text{Nb de pupes d}'I. \text{ aldrichi (pièges modifiés)}}{\text{Nb de scarabées capturées (pièges modifiés)} \times \text{Taux de parasitisme moyen (pièges réguliers)}}$$

L'ajout du feuillage à intervalles réguliers dans les pièges modifiés peut être laborieux pour un producteur, surtout si le nombre de pièges déployés est élevé. Une expérience supplémentaire a donc été réalisée en laboratoire afin de déterminer s'il est nécessaire de fournir de la nourriture aux scarabées parasités pour maximiser le nombre de pupes d'*I. aldrichi*. Un total de 1200 scarabées parasités a été récolté à la main le 11 (N=600) et le 18 juillet (N=600) dans la parcelle du vignoble où étaient déployés les pièges modifiés (Figure 3a). Les scarabées parasités ont ensuite été répartis par groupes de 100 individus dans des contenants de plastique de 32 oz au fond desquels une couche de 10 cm de terreau à empotage avait été déposée comme substrat pour la pupaison des parasitoïdes (Figure 3b). La moitié des groupes de scarabées ont été nourris avec des feuilles de vigne à chaque 48 h et l'autre moitié n'a pas reçu de nourriture (six répétitions par traitement). Après 20 jours, le terreau a été trié afin de compter le nombre de pupes d'*I. aldrichi* et tous les scarabées ont été disséqués pour déterminer les taux de pupaison.

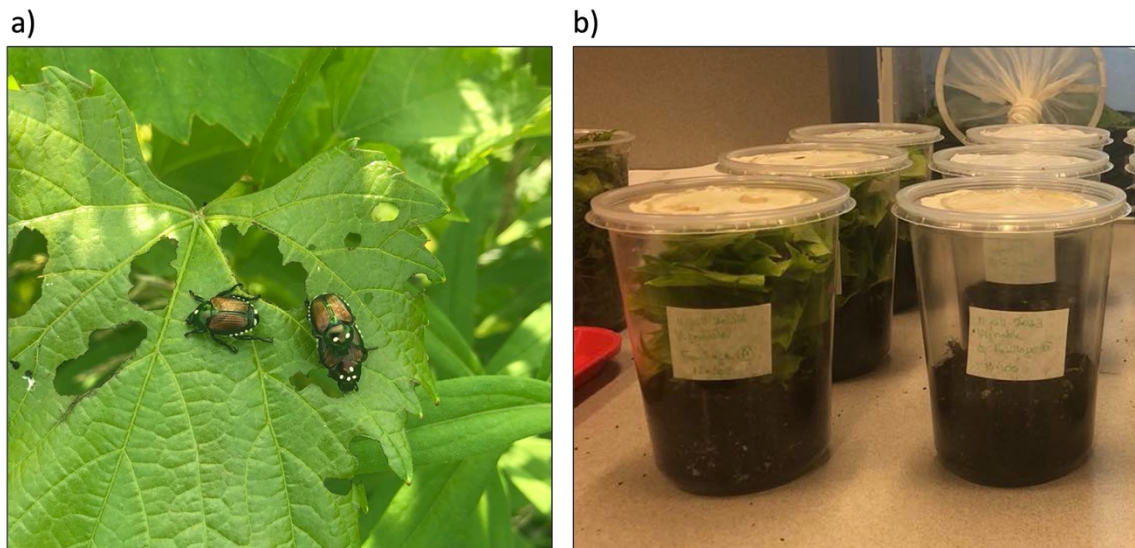


Figure 3. a) Scarabées parasités par *I. aldrichi* sur feuille de vigne. b) Contenants d'élevage au laboratoire des scarabées parasités.

Finalement, des sous-échantillons de terreau d'empotage (3 × 1 oz par piège) ont été triés après 45 jours sous une loupe binoculaire afin de dénombrer les larves vivantes de scarabées japonais. Cette étape visait à déterminer s'il y a un risque pour le producteur de redistribuer un nombre important de larves de scarabée japonais au champ en même temps que le parasitoïde.

Résultats et discussion

Objectif 1 : Évaluer l'efficacité du piégeage de masse à réduire les populations de scarabée japonais en cultures de bleuets en corymbe

Le 14 juillet, des vents violents ont causé une grande fente au filet d'exclusion, laquelle a été réparée le 17 juillet. Pendant cet intervalle, il est possible qu'un nombre indéterminé de scarabées japonais soit entré dans la parcelle FP. Le producteur nous a mentionné avoir récolté à la main environ 500 scarabées le 18 juillet et avoir traité la majorité des plants de la parcelle FP à l'Altacor le 21 juillet.

Sur l'ensemble de la saison, le nombre cumulatif moyen de scarabées capturés par piège dans la parcelle P était beaucoup plus élevé que dans la parcelle FP (Moyennes : 3407 vs 100) (Figure 4a et b). Ce résultat confirme l'efficacité des filets d'exclusion pour limiter l'arrivée de nouveaux scarabées dans la culture suite à la réparation du filet et des traitements ponctuels (ramassage à la main et traitement à l'Altacor) (voir aussi l'Annexe 1 pour les données de piégeage de la saison 2022).

Dans la parcelle P, les taux de parasitisme étaient maximaux pendant la première moitié du mois de juillet (46,6 %), puis ont rapidement diminué dès le début du mois d'août (Figure 4c). Sur l'ensemble de la saison, le parasitisme total était de 6 % en moyenne (Figure 4d). Ce patron est très similaire à ce que nous avons récemment documenté pour différentes régions du sud du Québec où le scarabée japonais est établi [2].

Dans la parcelle FP, les taux de parasitisme totaux étaient en moyenne 2,3% (Figure 4d). Des scarabées parasités ont été capturés dans la parcelle FP seulement pour les deux récoltes (21 et 28 juillet) suivant le bris du filet d'exclusion (17 juillet). Considérant que les scarabées parasités meurent après environ 6 jours [12], nous concluons que le filet d'exclusion interfère avec l'activité du parasitoïde en empêchant les femelles *I. aldrichi* d'atteindre les scarabées sous filet. Ci-dessous (Objectif 3), nous décrivons comment nous avons réintroduit des pupes de parasitoïde sous filet d'exclusion pour tenter d'y rétablir un contrôle naturel en 2024.

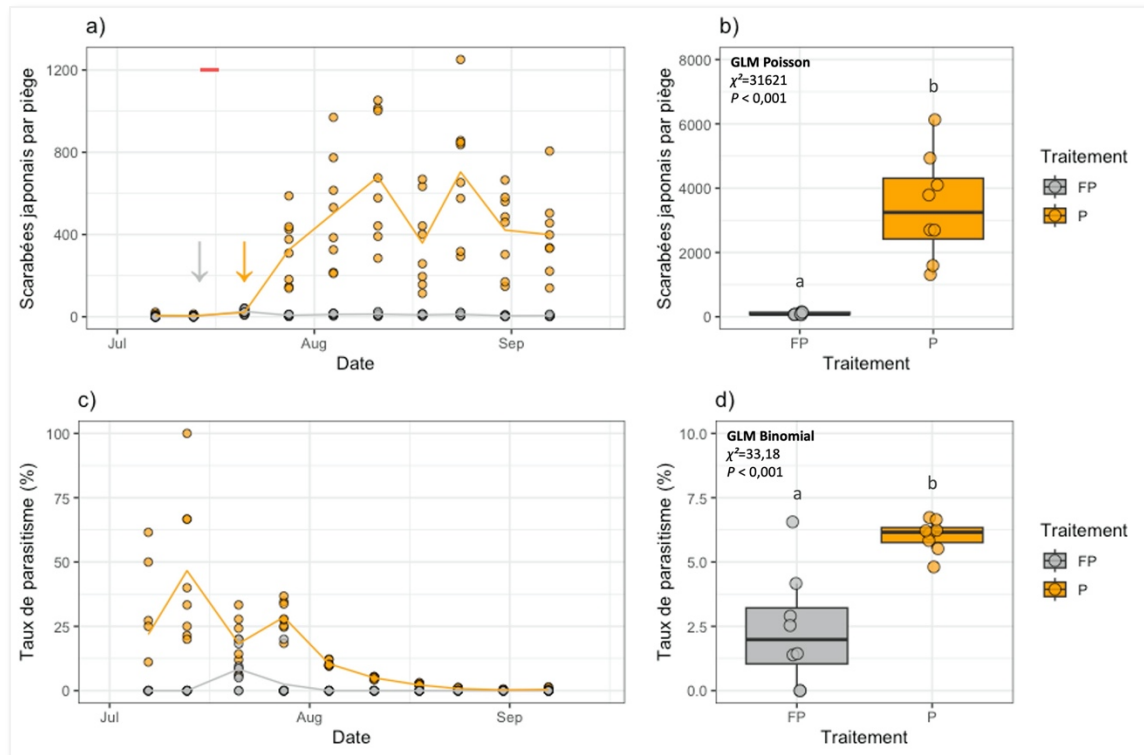


Figure 4. a) et b) Captures hebdomadaires de scarabées japonais dans les parcelles FP et P pour la saison 2023. Les flèches indiquent les dates d'ajout des attractifs sur les pièges. Le trait horizontal rouge identifie la période où le filet était endommagé. **c) et d)** Taux de parasitisme par *I. aldrichi* dans les parcelles FP et P pour la saison 2023. Des lettres différentes indiquent des différences significatives au seuil alpha de 0,05.

En ce qui concerne les densités de scarabées sur les plants tout au long de la saison, elles étaient supérieures dans les plants de la parcelle P, en particulier à la mi-août (Figure 5a). Le cumul du nombre de scarabées par plants pour l'ensemble de la saison démontre que les plants de la parcelle P ont été significativement plus attaqués que ceux de la parcelle FP et T (Figure 5b). Ce résultat suggère que l'attractivité des pièges provoque un effet de débordement des scarabées japonais sur les plants adjacents aux pièges.

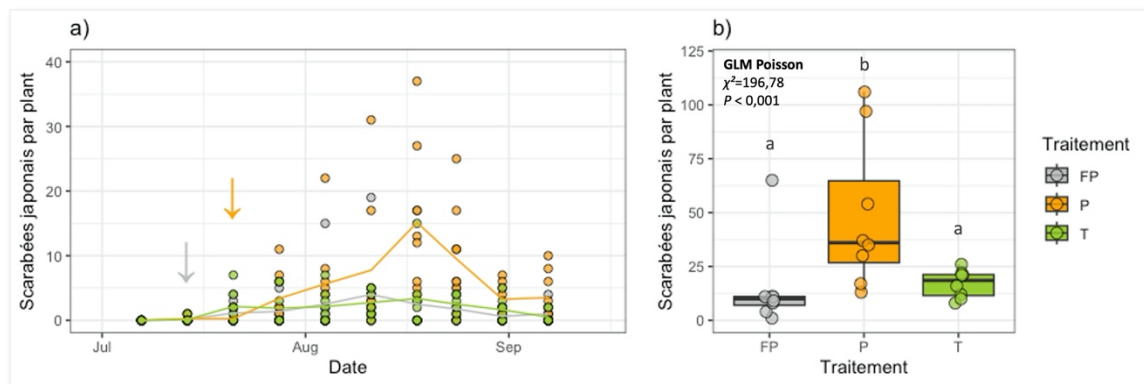


Figure 5. a) Nombre de scarabées japonais par plant de bleuet dans les parcelles FP et P et T à chaque semaine. Les flèches indiquent les dates d'ajout des attractifs sur les pièges. **b)** Nombre cumulatif de scarabées par plant des parcelles FP et P et T sur l'ensemble de la saison 2023. Des lettres différentes indiquent des différences significatives au seuil alpha de 0,05.

La proportion des fruits endommagés par le scarabée japonais a varié significativement entre les traitements : en moyenne, 1,1% des fruits ont été endommagés sur les plants de la parcelle FP, 3,1% des fruits pour la parcelle P, et 5,7 % des fruits pour la parcelle T (Figure 6a). Il n'y a pas eu d'effet significatif de la date de récolte sur la proportion des fruits endommagés. Il faut cependant noter que dans l'ensemble, il y a une corrélation négative et significative entre la proportion des fruits endommagés par le scarabée japonais et le rendement total du plant (Figure 6b). Puisque les plants de bleuets de la parcelle T étaient significativement plus petits et produisaient moins de fruits que les plants des parcelles FP et P (Figure 6c), une seconde analyse a été effectuée en retirant l'effet du rendement total sur la proportion des fruits endommagés. Selon celle-ci, la proportion des fruits endommagés n'était pas significativement différente entre les plants de la parcelle P et T (Figure 6d).

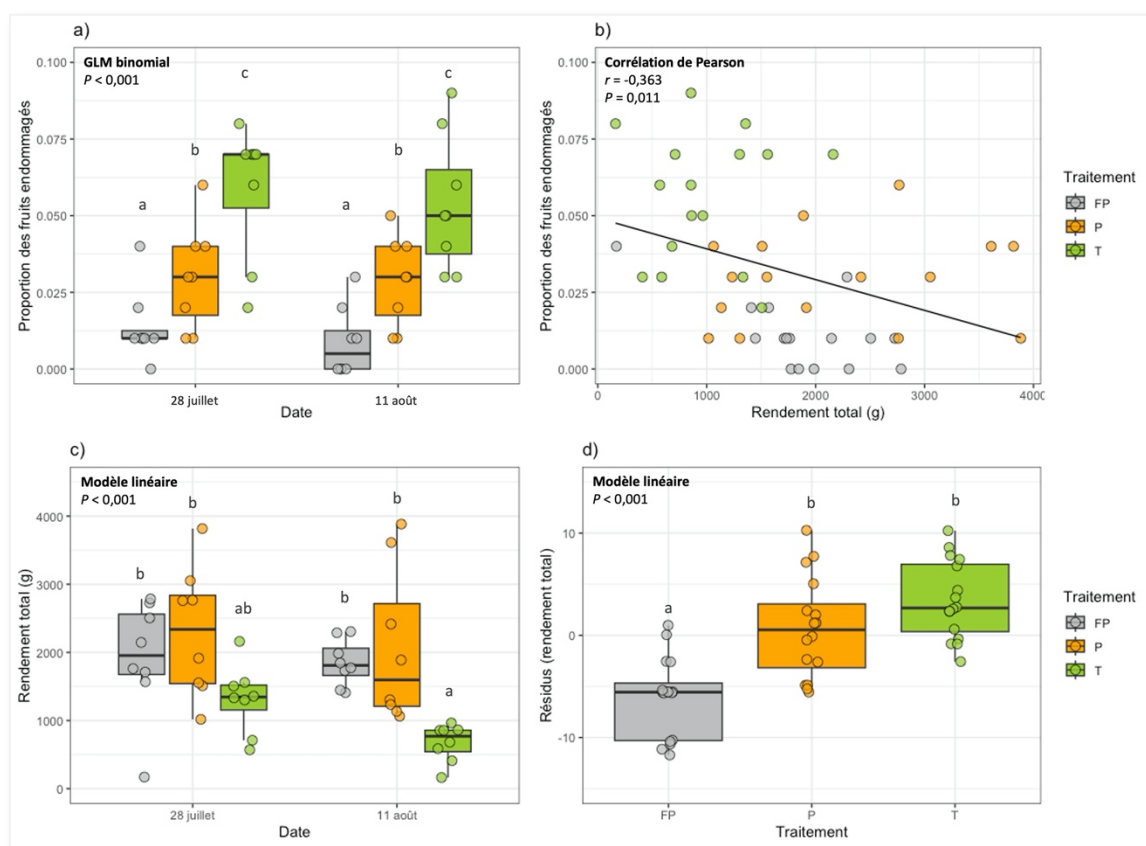


Figure 6. a) Proportion des bleuets endommagés par le scarabée japonais les 28 juillet et 11 août 2023 dans les parcelles FP, P et T. **b)** Relation entre la proportion des fruits endommagés et le rendement total (g) par plant pour l'ensemble des dates de récoltes et des parcelles. **c)** Rendements totaux par plant (g). **d)** Résidus de la proportion des fruits endommagés si l'on tient compte de l'effet du rendement total des plants des parcelles FP, P et T. Des lettres différentes indiquent des différences significatives au seuil alpha de 0,05.

En ce qui concerne la défoliation cumulative mesurée le 7 septembre sur les plants échantillonnés tout au long de la saison, nous avons observé une défoliation significativement plus élevée des plants de la parcelle P par rapport à ceux de la parcelle PF (Figure 7a). Ces résultats tendent à confirmer que l'attractivité des pièges provoque un effet de débordement des scarabées japonais sur les plants adjacents aux pièges. Pour

confirmer cette hypothèse, nous avons mesuré la défoliation cumulative sur davantage de plants dans les parcelles, dont ceux directement adjacents aux pièges (Annexe 2). Cette analyse supplémentaire suggère que ces derniers étaient plus défoliés que les plants échantillonnés tout au long de la saison dans la parcelle P, mais la différence n'était pas significative (Figure 7b). Il n'y avait pas de d'effet apparent de la distance au piège pour les plants de la parcelle FP (Figure 7b).

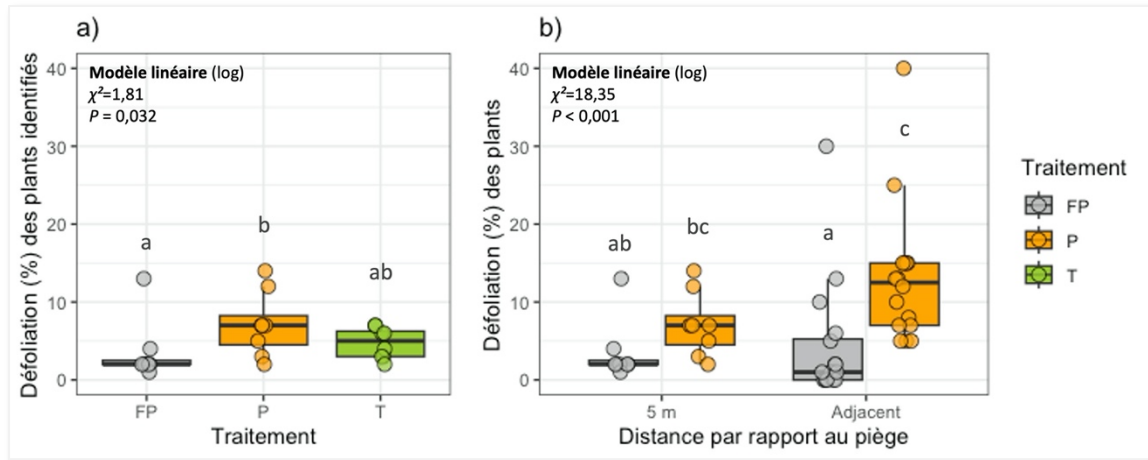


Figure 7. Défoliation cumulative des plants de bleuets par le scarabée japonais dans les parcelles FP, P et T. Pour chaque traitement, des lettres différentes indiquent des différences significatives au seuil alpha de 0,05.

Finalement, nos résultats démontrent que les dommages cumulatifs aux fruits et aux feuilles sont fortement corrélés aux nombres cumulatifs de scarabée japonais par plant (Figure 8a, b).

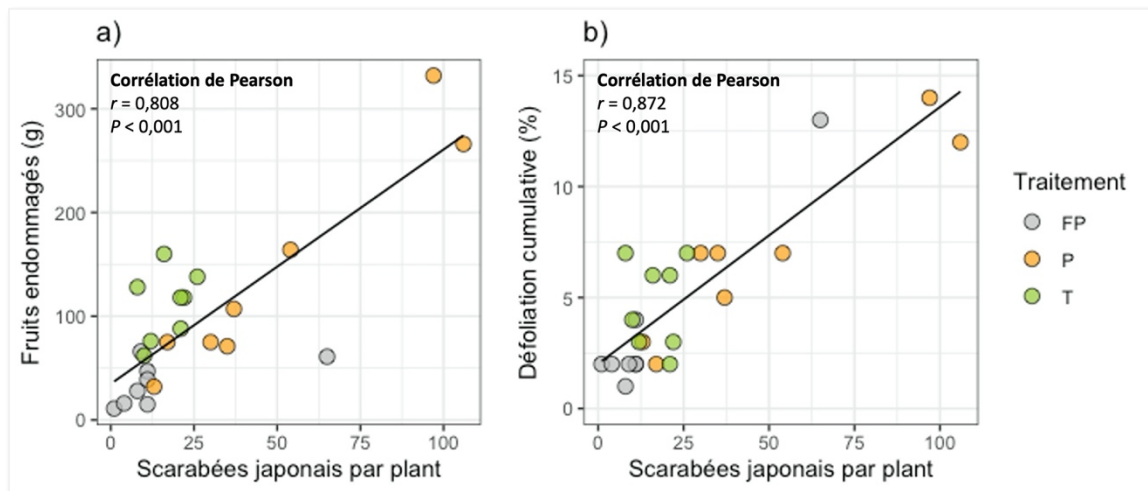


Figure 8. Relations entre le nombre cumulé de scarabées japonais par plants de bleuets, **a)** le poids des fruits endommagés par plant pour les deux récoltes combinées et **b)** la défoliation cumulative mesurée en fin de saison.

Objectif 3 : Développer et tester un piège modifié permettant de récupérer les pupes du parasitoïde *I. aldrichi*.

Lors de la période de déploiement des pièges du 11 au 19 juillet, les pièges modifiés ont capturé en moyenne 2,4 fois plus de scarabées japonais que les pièges réguliers (Figure 9a). Cette différence significative peut s'expliquer par l'ajout de feuillage dans les pièges puisque la défoliation pourrait émettre des composés volatils qui attirent davantage de scarabées [13]. De plus, maintenir en vie les scarabées permet d'éviter le dégagement d'odeurs nauséabondes de décomposition qui pourraient repousser les scarabées [14]. Des tests supplémentaires sur le terrain s'avèrent nécessaires pour confirmer ces hypothèses.

En moyenne, 22,4 % des scarabées capturés dans les pièges réguliers étaient parasités par *I. aldrichi*. À partir de cette valeur, nous avons estimé que les taux de pupaison d'*I. aldrichi* dans les pièges modifiés étaient en moyenne de 84,7 %. Bien que relativement élevés, ces taux étaient significativement inférieurs à ceux obtenus en laboratoire pour les scarabées récoltés à la main puis élevés avec feuillage (89,2 % en moyenne) et sans feuillage (93,5 % en moyenne) (Figure 9b).

Ces résultats suggèrent que l'ajout de feuillage dans les pièges modifiés n'est pas nécessaire pour obtenir un plus grand nombre de pupes du parasitoïde. Cependant, tel que suggéré ci-haut, l'absence de feuillage pourrait se traduire par des captures moindres de scarabées japonais et un dégagement d'odeurs de décomposition lorsque les pièges ne sont pas vidés pendant plus d'une semaine.

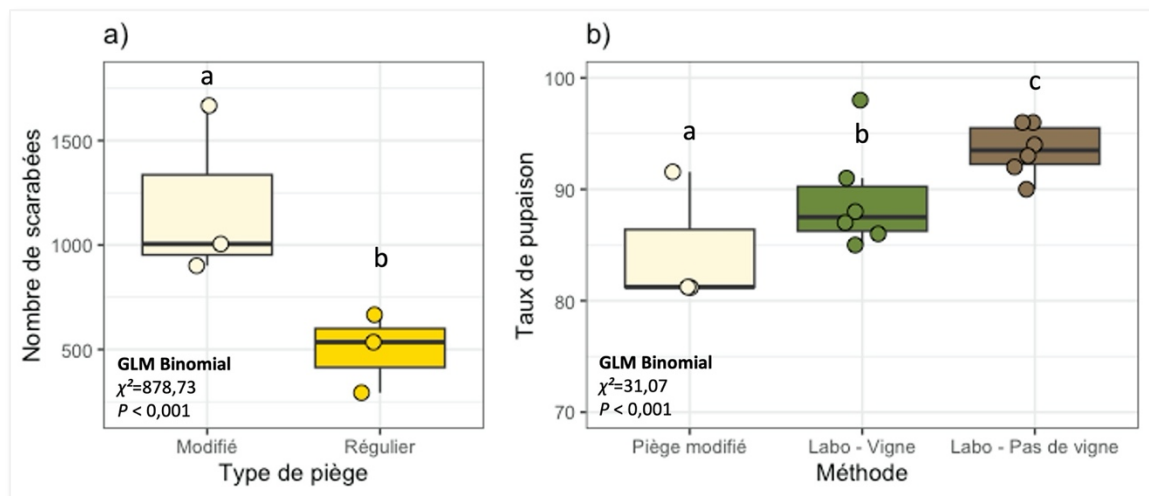


Figure 9. a) Nombre de scarabées japonais capturés par piège modifié et régulier du 11 au 19 juillet 2023 dans un vignoble de la Montérégie. **b)** Taux de pupaison d'*I. aldrichi* obtenus à partir des pièges modifiés et des tests d'élevage en laboratoire. Pour chaque traitement, des lettres différentes indiquent des différences significatives au seuil alpha de 0,05.

Le terreau des pièges modifiés trié sous loupe binoculaire après 45 jours (2 septembre) contenait en moyenne 1,2 larves de scarabée japonais / oz. Des onze larves retrouvées au total, une seule (9 %) était encore en vie (Figure 10). Ce résultat indique qu'il est nécessaire d'attendre quelques semaines avant de redistribuer le contenu des pièges modifiés dans le sol du champ pour éviter d'y introduire des larves de scarabées japonais toujours en vie.

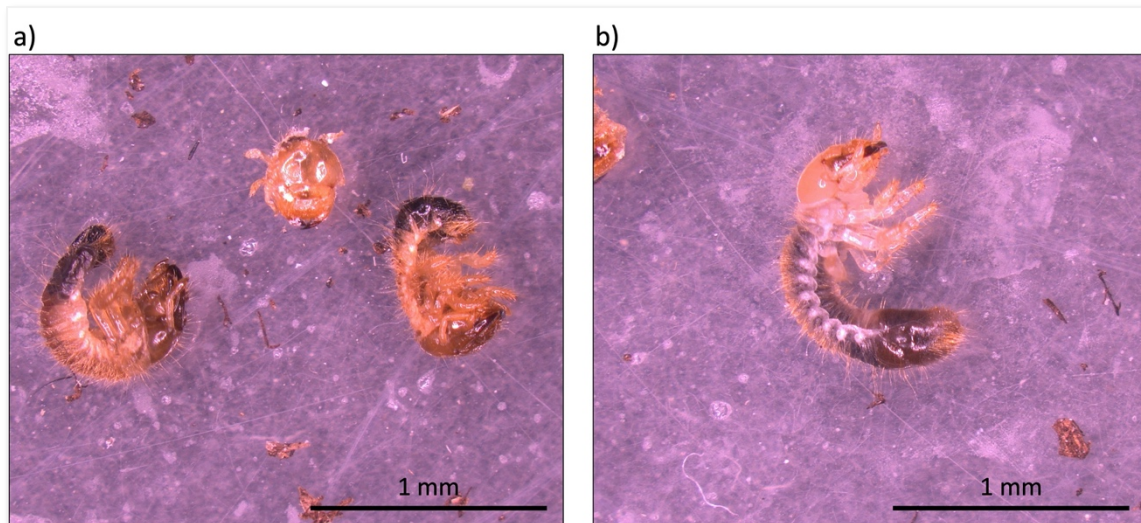


Figure 10. Larves mortes **(a)** et vivante **(b)** du scarabée japonais prélevées dans le terreau des pièges modifiés après 45 jours.

Grâce aux trois pièges modifiés, nous avons pu récolter 673 pupes d'*I. aldrichi*. Celles-ci ont été introduites dans trois trous creusés dans le sol de 20 cm de profondeur le 7 septembre dans la parcelle sous filet du producteur de bleuets du Centre-du-Québec. Un suivi du parasitisme sous-filet sera réalisé en juillet 2024 pour évaluer la survie hivernale du parasitoïde et son efficacité à contrôler les scarabées sous filet.

Conclusions

Dans l'ensemble, nos essais aux champs ont permis de démontrer que le déploiement de pièges à l'intérieur d'une culture de bleuets en corymbe non protégée par des filets d'exclusion entraîne une augmentation des dommages à la culture via un effet de débordement sur les plants adjacents aux pièges. L'aspect comportemental lié à cet effet de débordement a été décrit en détail par Switzer et al. (2009) dans une culture de soja de l'Illinois : les scarabées japonais sont attirés par les pièges peu importe où ils sont situés, et nombre d'entre eux ne sont pas capturés et s'installent sur les plants adjacents [9]. Déployer des pièges en périphérie de la culture et effectuer des traitements très localisés sur les plants adjacents aux plants pourrait donc s'avérer une meilleure stratégie que de déployer des pièges directement dans la culture. Déployer des pièges en périphérie de cultures de bleuets et de sureau au Missouri semble d'ailleurs avoir porté fruit dans le passé [10].

Les filets d'exclusion empêchent l'arrivée des scarabées provenant de l'extérieur de la culture, mais n'empêchent pas les scarabées qui émergent du sol directement sous les filets d'attaquer les plants. De plus, nos résultats démontrent que les filets d'exclusion interfèrent avec l'activité du parasitoïde *I. aldrichi* puisque celui-ci ne peut atteindre les scarabées sous filet. Néanmoins, les densités de scarabées émergeant sous filet étaient bien plus faibles qu'hors filet, et ce pour deux années consécutives. En conséquence, les dommages aux plants étaient significativement plus faibles sous filet. Nous estimons que le piégeage de masse s'est avéré efficace pour capturer une bonne partie des scarabées

qui émergent du sol, mais il est impossible d'en estimer la proportion via notre dispositif expérimental, notamment suite au ramassage à la main de quelques 500 scarabées et un traitement à l'Altacor sous filet par le producteur. Il est possible que d'augmenter la densité de pièges sous filet d'exclusion augmente l'efficacité de la technique.

En conclusion, bien qu'exploratoires et non répétés, nos travaux procurent des informations pertinentes sur le potentiel certain à la fois du piégeage de masse, des filets d'exclusion et du parasitoïde *I. aldrichi* comme méthodes de lutte complémentaire au scarabée japonais dans une culture de petits fruits au Québec. Davantage de travaux de recherche au champ permettront de déterminer les cultures et les situations spécifiques où ces méthodes peuvent être déployées avec succès. Des pièges modifiés, permettant de capturer un plus grand nombre de scarabées japonais et de récupérer efficacement les pupes du parasitoïde *I. aldrichi*, se présentent comme une approche simple et efficace à déployer dans les champs afin de protéger le parasitoïde et de maximiser d'année en année les taux de parasitisme. Il s'agit d'une forme originale d'une approche de lutte biologique par conservation. Des travaux devront aussi être réalisés afin d'estimer les coûts et bénéfices associés à ces méthodes de contrôle afin d'estimer les probabilités d'adoption par les producteurs.

Recommandations

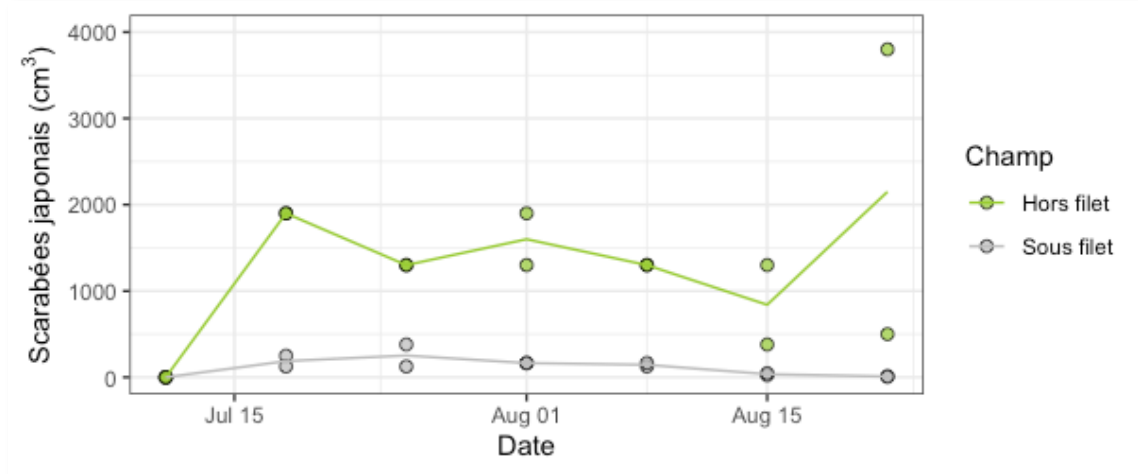
Compte-tenu de la nature préliminaire des travaux réalisés dans le cadre de ce projet, les auteurs ne sont pas en mesure à ce stade de fournir des recommandations formelles quant à l'utilisation du piégeage de masse pour lutter contre le scarabée japonais.

Références

- [1] Gagnon M. E. et Giroux M. (2019). Records of the Japanese beetle and its parasitoid *Istocheta aldrichi* (Mensil) (Diptera: Tachinidae) in Québec, Canada. *The Tachinid Times*, 32, 53-55.
<https://www.uoguelph.ca/nadsfly/Tach/WorldTachs/TTimes/Tach32.html>
- [2] Gagnon M. E., Doyon J., Legault S. et Brodeur J. (2023). The establishment of the association between the Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) and the parasitoid *Istocheta aldrichi* (Diptera: Tachinidae) in Québec, Canada *The Canadian Entomologist*, 155, e32, 1–11. <https://doi.org/10.4039/tce.2023.22>
- [3] Firlej A., Ricard, M.-P., Dieni, A, Ménard, E., Bourgeois, G. et Grenier P. (2019). Adaptation des mesures phytosanitaires pour les ravageurs et maladies des cultures fruitières à l'égard des impacts des changements climatiques. IRDA. 219p.
<https://www.irda.qc.ca/fr/projets-recherche/fruits-changements-climatiques/>
- [4] Vincent C., Lasnier J., de Coussergues C. H. et Baril A. (2021). Biodiversity in a Cool-Climate Vineyard: A Case Study from Quebec. *Insects*, 12, 750.
<https://doi.org/10.3390/insects12080750>
- [5] Lacroix C. (2023) Bilan de la saison 2022. Insectes et maladies. RAP petits fruits. Réseau bleuet en corymbe.
- [6] Althoff E. R. et Rice K. B. (2022). Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) invasion of North America: History, ecology, and management. *Journal of Integrated Pest Management*, 13, 2. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmab043>
- [7] Gordon C. F. et Potter D. A. (1985). Efficiency of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) traps in reducing defoliation of plants in the urban landscape and effect on larval density in turf. *Journal of Economic Entomology*, 78, 774-778.
<https://doi.org/10.1093/jee/78.4.774>
- [8] Gordon C. F. et Potter D. A. (1986). Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) traps: evaluation of single and multiple arrangements for reducing defoliation in urban landscape. *Journal of Economic Entomology*, 79, 1381-1384.
<https://doi.org/10.1093/jee/79.5.1381>
- [9] Switzer P. V., Enstrom P. C. et Shoenick C. A. (2009). Behavioral explanations underlying the lack of trap effectiveness for small-scale management of Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology*, 102, 934-940.
<https://doi.org/10.1603/029.102.0311>

- [10] Piñero J. C. et Dudenhoeffer A. P. (2018). Mass trapping designs for organic control of the Japanese beetle, *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Pest Management Science*, 74, 1687-1693. <https://doi.org/10.1002/ps.4862>
- [11] Legault S., Doyon J. et Brodeur J. (2023). Reliability of a commercial trap to estimate population parameters of Japanese beetles, *Popillia japonica*, and parasitism by *Istocheta aldrichi* *Journal of Pest Science*, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01666-w>
- [12] Clausen C. P., King, J. L. et Teranishi, C. (1927). The parasites of *Popillia japonica* in Japan and Chosen (Korea), and their introduction into the United States. Department Bulletin No. 1429. US Department of Agriculture. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.108287>
- [13] Loughrin J. H., Potter D. A. et Hamilton-Kemp T. R. (1995). Volatile compounds induced by herbivory act as aggregation kairomones for the Japanese beetle (*Popillia japonica* Newman). *Journal of Chemical Ecology*, 21, 1457-1467. <https://doi.org/10.1007/BF02035145>
- [14] Alm S. R., Tamson Y., Dawson C. G. et Klein M. G. (1996). Evaluation of trapped beetle repellency, trap height, and string pheromone dispensers on Japanese beetle captures (Coleoptera: Scarabaeidae). *Environmental Entomology*, 25, 1274–1278. <https://doi.org/10.1093/ee/25.6.1274>

Annexe 1. Captures de scarabées japonais à la ferme Bleuets & Cie à l'été 2022 dans la parcelle sous filet d'exclusion et hors filet.



Annexe 2. Cartes de défoliation cumulative des plants de bleuets en date du 7 septembre 2023 dans les parcelles FP (a), P et T (b).

