



**DES BANDES TRAPPES MULTISPÉCIFIQUES OU MONOSPÉCIFIQUES POUR
ATTIRER ET RETENIR LES PUNAISES TERNES DANS LES FRAISIÈRES?**

NUMÉRO DU PROJET : CRAM-1862

DURÉE DU PROJET : MAI 2019 / FÉVRIER 2021

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

François Dumont, Ph.D.

Maud Lemay, M.Env.

Caroline Provost, Ph.D.



1er février 2021

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.

DES BANDES TRAPPES MULTISPÉCIFIQUES OU MONOSPÉCIFIQUES POUR ATTIRER ET RETENIR LES PUNAISES TERNES DANS LES FRAISIÈRES?

CRAM-1862

RÉSUMÉ DU PROJET

Les punaises ternes représentent une menace importante pour la production de fraises en régie biologique et engendrent l'utilisation d'insecticides à large spectre en production conventionnelle. Proposée comme solution alternative aux insecticides, les bandes pièges composées de plantes attirantes pour la punaise terne ont montré une certaine efficacité dans la culture de fraises. Cependant, les résultats sont mitigés parce que les punaises ont la capacité de se déplacer sur les fraisiers à proximité des bandes pièges. Or, celles-ci sont souvent composées d'une seule espèce végétale. La punaise terne, une espèce polyphage qui exploite plus de 350 hôtes, pourrait enrichir sa diète en se nourrissant de plusieurs hôtes complémentaires plutôt que d'un seul (ce qui expliquerait en partie les déplacements entre les hôtes). Notre étude visait à tester la capacité de rétention de bandes pièges multispécifiques (trois hôtes végétaux complémentaires) comparativement aux bandes pièges monospécifiques (une espèce végétale). Dans un design expérimental en bloc aléatoire complet, la capacité de rétention des bandes pièges monospécifiques de sarrasin, moutarde, canola et multispécifiques (les trois hôtes à la fois) ont été comparés aux fraisiers (témoin sans bande piège). Les trois plantes pièges testées étaient plus attractives pour les punaises ternes que les fraisiers et elles atteignaient des pointes de populations à des périodes différentes. L'effet de débordement était réduit pour les bandes pièges de canola et multispécifiques comparativement au sarrasin ou au témoin. La proportion de dommages aux fruits était liée positivement à l'abondance des punaises ternes, mais cette variable n'expliquait qu'une faible partie de la variabilité dans les dommages. Nous concluons que les bandes pièges multispécifiques offrent une protection moyenne, mais de longue durée qui permet de réduire les dommages aux fruits dans les rangs de fraisiers adjacents.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif principal du projet était de déterminer si des bandes trappes multispécifiques (trois hôtes complémentaires) ont une meilleure capacité de rétention des punaises ternes que des bandes trappes monospécifiques (un seul hôte soit sarrasin, moutarde ou tournesol) ou des fraisiers à jours neutres seuls (cultivar Albion). Les objectifs secondaires étaient: 1) déterminer l'attractivité des bandes trappes multispécifiques; 2) caractériser les déplacements des punaises ternes sur les fraisiers et les bandes trappes; 3) proposer une utilisation optimale des bandes trappes.

L'expérience s'est déroulée à Mirabel au cours des saisons 2019 et 2020. Un total de 5 blocs expérimentaux a été implanté le 14 juin 2019 et le 5 juin 2020. Chaque bloc comprenait quatre rangs nattés de fraisiers à jours neutres (variété Albion) sur butte de plastique et un rang de bandes pièges aménagé à un mètre de distance des rangs de fraisiers. Afin de réduire la densité d'autres plantes à fleurs, le rang de bandes pièges a aussi été monté sur butte de plastique. Chaque parcelle de fraises mesurait 5 m de longueur par 1 m de largeur où 32 fraisiers ont été plantés en quinconce à 30 cm les uns des autres. Chaque parcelle était séparée par 5 m de long. Pour les bandes pièges, celles-ci mesuraient aussi 5 m de longueur par 1 m de largeur. La distribution des bandes pièges (sarrasin, moutarde, canola (2020), haricot (2019), multispécifiques et témoin) s'est effectuée de manière aléatoire sur les 5 blocs expérimentaux. Montée sur une butte plastifiée, la bande pièce témoin ne comprenait aucune présence de plantes. Les bandes pièges ont été semées le 14 juin 2019 et le 18 juin 2020 sur les buttes plastifiées sur deux rangs aux 20 cm. Les bandes pièges étaient séparées par une distance de 5 m entre elles. Le 19 juillet 2019, les plants de haricots ont été transplantés et le 16 juillet 2020, le canola a été ressemé dans les blocs expérimentaux 3 à 5 après que des mammifères herbivores soient venus manger les pousses. De l'avoine a été semée à la volée dans les entre-rangs et tondue à fréquence régulière pour contrôler la présence d'autres plantes à fleurs.

Le suivi des populations de punaises ternes s'est effectué par un battage hebdomadaire du début juillet à la mi-septembre sur trois plants de fraises par parcelle et sur trois plants de chaque bande pièce excepté pour le témoin qui ne comprenait aucun plant. Les dommages de punaises ternes sur les fraises ont été pris trois fois par semaine de la fin juillet à la mi-septembre. Les fraises étaient récoltées et classées en fonction de la présence de dommages significatifs entraînant son déclassement chez les producteurs.

Des modèles mixtes généralisés additifs (GAMM) pour distribution binomiale négative ont été utilisés pour tester l'effet des facteurs d'intérêts (type de bandes pièges ; plantes hôtes) et du temps sur l'abondance des punaises ternes.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

La saison 2019 a été marquée par un printemps froid et pluvieux qui a eu des conséquences importantes sur notre étude. D'abord, les populations de punaises ternes ont lourdement été affectées. Nous suivons les populations de punaises ternes depuis 2015, et 2019 a été l'année où leur densité était la plus faible. Conséquemment, peu de punaises ternes ont été observées dans notre étude cette année-là. Ensuite, le printemps a aussi affecté la culture de fraises. Les fraisiers à jours neutres, comme la variété Albion utilisée dans notre projet, ont eu des rendements très faibles. Il était donc difficile de mesurer l'impact des punaises ternes sur fraisiers alors que les récoltes étaient considérablement réduites. Enfin, initialement, des plants de tournesol utilisé comme plante hôte n'ont pas poussé comme prévu. Nous les avons remplacés par une alternative disponible à ce moment, soit les plants de haricot, mais cet hôte ne s'est pas avéré adéquat pour attirer les punaises ternes. Ainsi, nous préférions utiliser les résultats de 2020 pour tirer des conclusions sur l'utilité des bandes pièges multispécifiques. Nous

avons d'ailleurs augmenté le nombre de blocs en 2020 de trois à cinq pour augmenter les répétitions. Néanmoins, les résultats de 2019 ont certaines concordances avec les résultats de 2020 et sont présentés en Annexe I.

Description de la variation saisonnière des populations

Sur l'ensemble de la période d'échantillonnage, une moyenne de 0,23 ($\pm 0,01$ é.t.) petites larves (L2-L3), 0,20 ($\pm 0,01$ é.t.) grandes larves (L4-L5) et 0,25 ($\pm 0,01$ é.t.) adultes a été observée par battage. Deux périodes de pointes ont été observées pour les petites et les grandes larves (Figure 1). Ces périodes de pointes correspondent à une deuxième et troisième génération de punaises ternes (les larves de la première génération n'étant pas échantillonnées dans notre projet). Pour les adultes, deux périodes de pointes ont aussi été observées. La première correspond aux adultes de la première génération, alors que la deuxième période de pointe est davantage un plateau qui a duré près de deux mois. Ce plateau résulte du chevauchement de la deuxième et de la troisième génération de punaises ternes adultes.

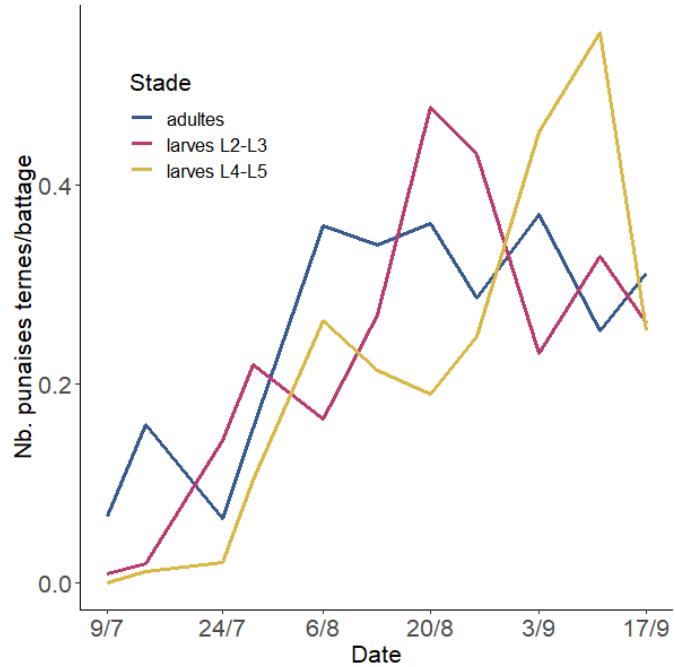


Figure 1 : Densité moyenne des punaises ternes adultes (ligne bleue), jeunes larves (ligne rouge) et grandes larves (ligne jaune) observées sur l'ensemble des plantes hôtes en fonction de la date pour la saison 2020.

Abondance des punaises ternes en fonction des plantes hôtes et du temps

Les larves de punaises ternes étaient en moyenne moins abondantes sur les fraisiers que sur le canola, la moutarde ou le sarrasin ($\text{Chi}^2 = 14,98$; $p = 0,002$) (Figure 2). L'effet du temps sur l'abondance des larves variait significativement en fonction des plantes hôtes ($\text{Chi}^2 = 45,49$; $p < 0,0001$) (Figure 3). Sur fraisier, l'abondance des larves augmentait de façon relativement constante durant la saison ($\text{Chi}^2 = 17,20$; $p = 0,0002$). Sur le canola, l'abondance des larves augmentait jusqu'à la fin août ($\text{Chi}^2 = 59,58$; $p <$

0,0001). Deux périodes de pointes étaient observées sur la moutarde au début août et au début septembre ($\text{Chi}^2 = 43,44$; $p < 0,0001$). Sur le sarrasin, une augmentation de l'abondance des larves était observée en juillet pour atteindre un plateau à la fin juillet qui s'est maintenue jusqu'en septembre ($\text{Chi}^2 = 45,96$; $p < 0,0001$). Ce plateau était suivi d'une diminution lente de l'abondance sur le sarrasin.

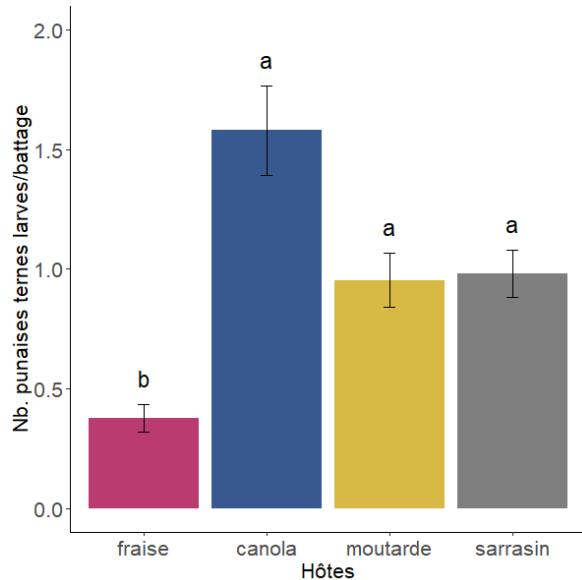


Figure 2 : Densité moyenne des larves de punaises ternes en fonction de la plante hôte durant la saison 2020.

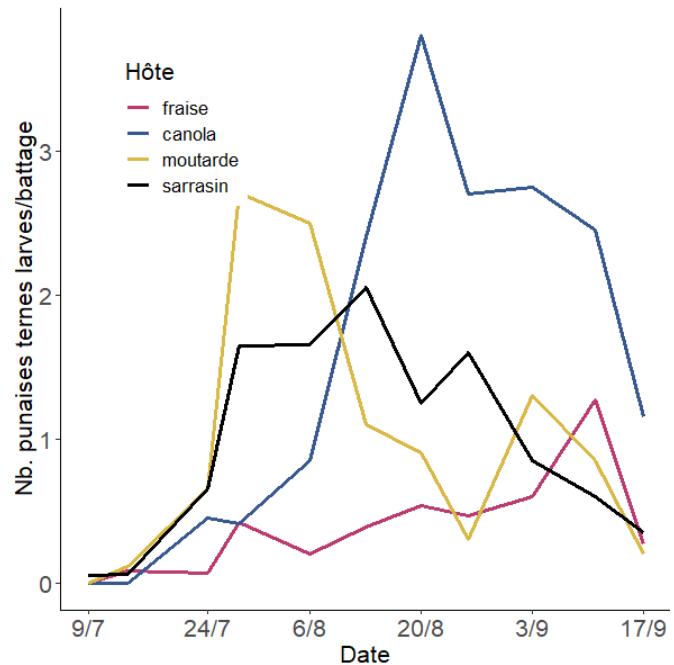


Figure 3 : Densité moyenne des larves de punaises ternes en fonction de la plante hôte tout au long de la saison 2020.

Les punaises ternes adultes étaient plus abondantes dans les plantes pièges que sur les fraisiers ($\text{Chi}^2 = 77,30$; $p < 0,0001$) (Figure 4). Les variations saisonnières de l'abondance des adultes étaient différentes pour chacune des plantes hôtes ($\text{Chi}^2 = 101,39$; $p < 0,0001$) (Figure 5). Le temps n'avait pas d'effet significatif sur l'abondance des adultes sur les fraisiers ($\text{Chi}^2 = 0,77$; $p = 0,38$). Sur le canola, une pointe était atteinte à la mi-août, suivi d'une légère baisse et d'un plateau pour le reste de la période d'échantillonnage ($\text{Chi}^2 = 33,51$; $p < 0,0001$). Sur la moutarde, les adultes étaient plus abondants en début de saison suivie d'une diminution à partir de la mi-août ($\text{Chi}^2 = 27,28$; $p < 0,0001$). Sur le sarrasin, l'abondance des adultes augmentait de façon relativement constante pour atteindre une pointe à la mi-septembre ($\text{Chi}^2 = 46,94$; $p < 0,0001$). Ces résultats permettent d'observer que les trois plantes pièges utilisées (i.e. moutarde, sarrasin et canola) étaient plus attractives que les fraisiers. La période à laquelle ces plantes pièges étaient efficaces différait aussi les unes des autres, de sorte que la moutarde, le canola et le sarrasin étaient complémentaires.

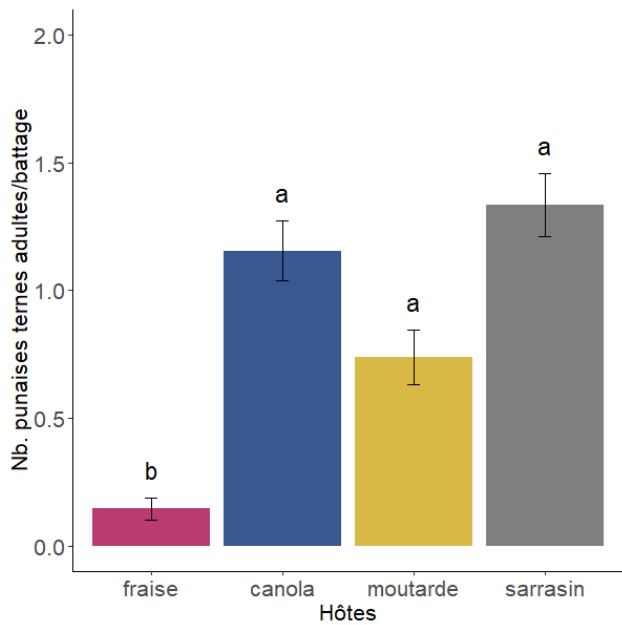


Figure 4 : Densité moyenne des punaises ternes adultes en fonction de la plante hôte durant la saison 2020.

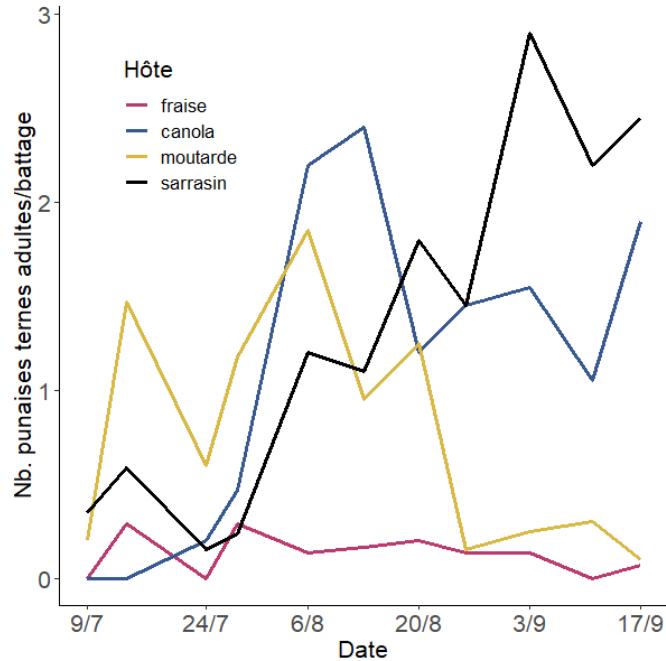


Figure 5 : Densité moyenne des punaises ternes adultes en fonction de la plante hôte tout au long de la saison 2020.

Complémentarité des plantes piéges dans les bandes piéges multispécifiques

Dans les bandes piéges multispécifiques, l'abondance des punaises ternes adultes était en moyenne similaire pour les trois hôtes ($\text{Chi}^2 = 3,50$; $p = 0,17$). Toutefois, les variations saisonnières de l'abondance des adultes étaient différentes pour chacune des plantes hôtes ($\text{Chi}^2 = 30,72$; $p < 0,0001$). Les pointes d'abondance d'adultes étaient observées en juillet sur la moutarde ($\text{Chi}^2 = 8,37$; $p = 0,02$), alors qu'elles étaient au début août pour le canola ($\text{Chi}^2 = 11,35$; $p = 0,01$) et en septembre pour le sarrasin ($\text{Chi}^2 = 12,38$; $p = 0,0004$) (Figure 6).

Pour les larves, les différences de densité entre les hôtes ($\text{Chi}^2 = 1,10$; $p = 0,58$) et de variations saisonnières n'étaient pas statistiquement différentes ($\text{Chi}^2 = 3,47$; $p = 0,48$) (Figure 6).

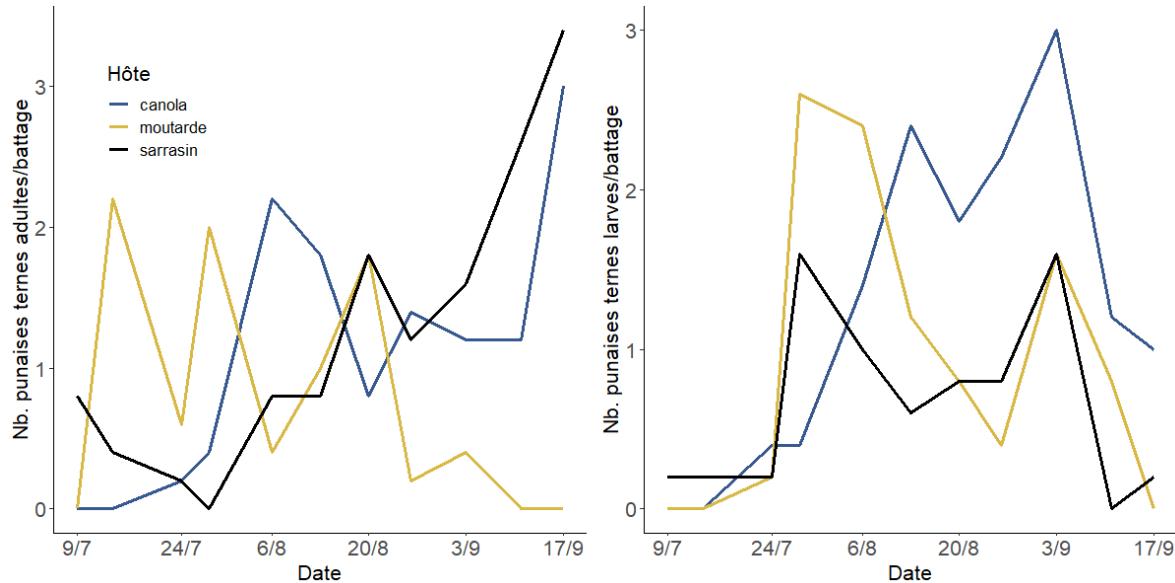


Figure 6 : Densité des punaises ternes sur les plantes piéges de canola (ligne bleue), moutarde (ligne jaune) et sarrasin (ligne noire) dans les bandes piéges multispécifiques en fonction de la date durant la saison 2020.

Rétention des punaises ternes en fonction des bandes piéges

La rétention des punaises ternes dans les bandes piéges se mesure par la relation entre l'abondance des punaises ternes (tous stades confondus) dans les bandes piéges en fonction du temps. En moyenne, l'abondance des punaises ternes était statistiquement supérieure dans les bandes piéges de canola que dans les bandes piéges de moutarde ($\text{Chi}^2 = 8,71$; $p = 0,03$) (Figure 7). L'effet du temps sur l'abondance des punaises ternes était différent en fonction des bandes piéges ($\text{Chi}^2 = 61,26$; $p < 0,0001$) (Figure 8). Dans les bandes piéges de canola, une forte densité de punaises était observée vers la troisième semaine d'août et diminuait jusqu'à la fin de la saison ($\text{Chi}^2 = 62,74$; $p < 0,0001$). Dans les bandes piéges de moutarde, c'est au début de l'été que les punaises étaient abondantes ($\text{Chi}^2 = 37,33$; $p < 0,0001$). L'abondance des punaises ternes augmentait jusqu'à l'atteinte d'un plateau vers la mi-août dans les bandes piéges de sarrasin ($\text{Chi}^2 = 42,16$; $p < 0,0001$) et multispécifiques ($\text{Chi}^2 = 23,23$; $p < 0,0001$). Ces bandes piéges ne sont pas marquées par des pointes importantes de la population de punaises ternes. Les bandes piéges de canola et de moutarde sont très efficaces à des périodes précises de la saison, alors que les bandes piéges de sarrasin et multispécifiques ont une efficacité moyenne, mais de longue durée. Cette performance moyenne s'explique en partie par l'échantillonnage dans les bandes piéges multispécifiques qui était fait sur chacune des trois plantes hôtes. Ainsi, en juillet, l'inclusion dans l'échantillonnage du canola diminuait la moyenne de punaises ternes observées par battage dans les bandes piéges multispécifiques parce que cet hôte était peu exploité à cette période. Le même phénomène était observé en août alors que l'échantillonnage des moutardes diminuait la moyenne de punaises ternes par battage dans les bandes piéges multispécifiques.

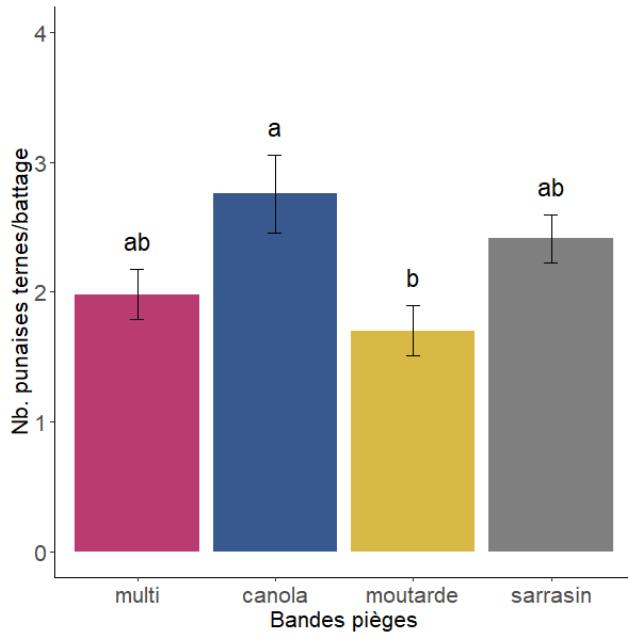


Figure 7 : Densité moyenne des punaises ternes (tous stades confondus) en fonction du type de bande piège.

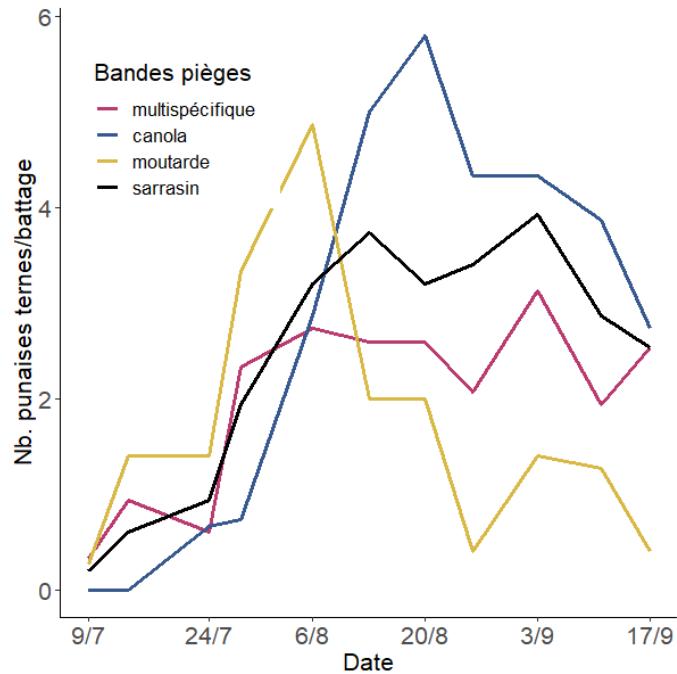


Figure 8 : Densité moyenne des punaises ternes (tous stades confondus) en fonction du type de bande piège tout au long de la saison 2020.

L'effet de débordement en fonction du type de bandes pièges

L'abondance des punaises ternes dans les fraisiers ne variait pas en fonction du type de bandes pièges adjacentes ($\chi^2 = 5,03$; $p = 0,28$) (Figure 9). Les bandes pièges adjacentes n'avaient pas d'effet sur la relation entre l'abondance des punaises ternes et

le temps ($\text{Chi}^2 = 0,23$; $p = 0,99$). L'abondance des punaises ternes dans les fraisiers adjacents aux bandes pièges augmentait de façon régulière jusqu'à l'atteinte d'un plateau vers le jour 45 ($\text{Chi}^2 = 89,4$; $p < 0,0001$) (Figure 10).

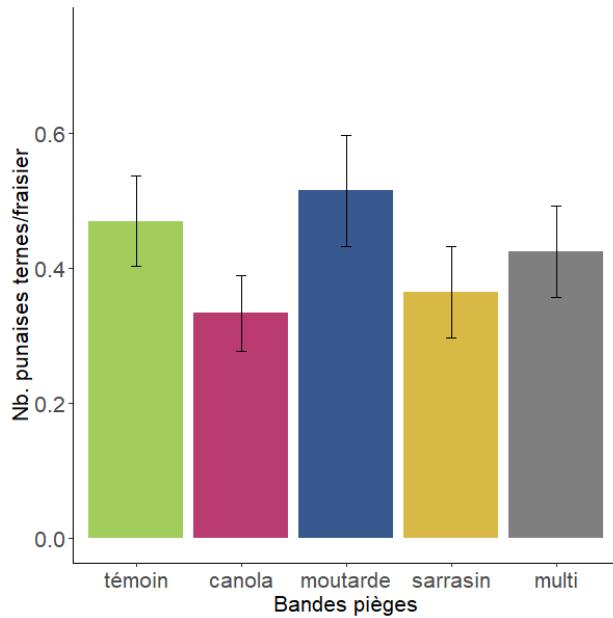


Figure 9 : Densité des punaises ternes dans les fraisiers adjacents aux bandes pièges en fonction du type de bandes pièges.

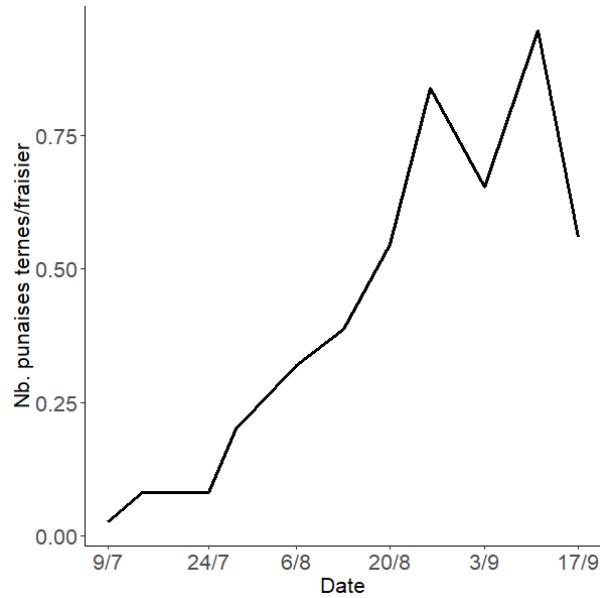


Figure 10 : Densité des punaises ternes dans les fraisiers adjacents aux bandes pièges tout au long de la saison 2020.

La proportion de fraises endommagées par les punaises ternes était plus élevée dans les fraisiers adjacents aux bandes pièges de sarrasin que dans les autres traitements ($\text{Chi}^2 = 49,07$; $p < 0,0001$) (Figure 11). À l'inverse, la proportion de fraises endommagées était moins élevée dans les fraisiers à proximité des bandes pièges de

canola et multispécifiques que dans le traitement témoin. Il n'y avait pas d'interaction du temps et du traitement de bande piège ($\text{Chi}^2 = 14,11$; $p = 0,08$), mais la proportion de fraises endommagées variait en fonction du temps ($\text{Chi}^2 = 274,6$; $p < 0,0001$) (Figure 12). Ainsi, la bande piège multispécifiques permettrait de bénéficier de l'avantage des différents hôtes qui la compose. Le canola présent dans les bandes pièges multispécifiques jouerait un rôle dans la réduction de l'effet de débordement.

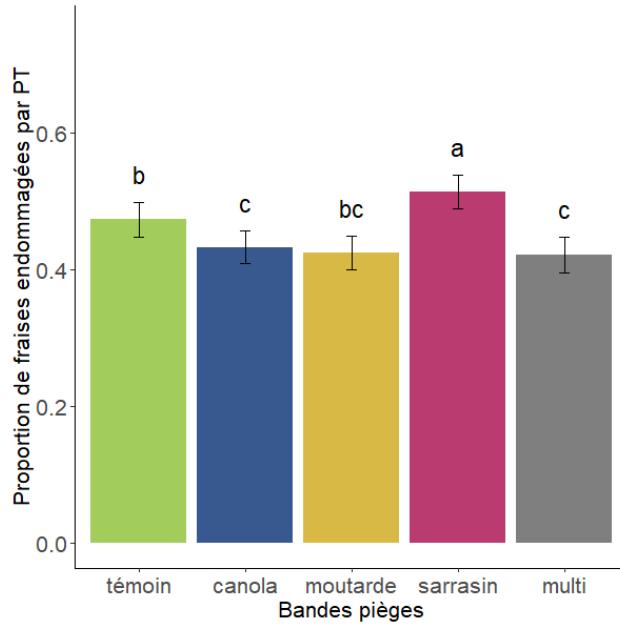


Figure 11 : Proportion de fraises endommagées par les punaises ternes en fonction du type de bandes pièges adjacents aux rangs de fraisiers.

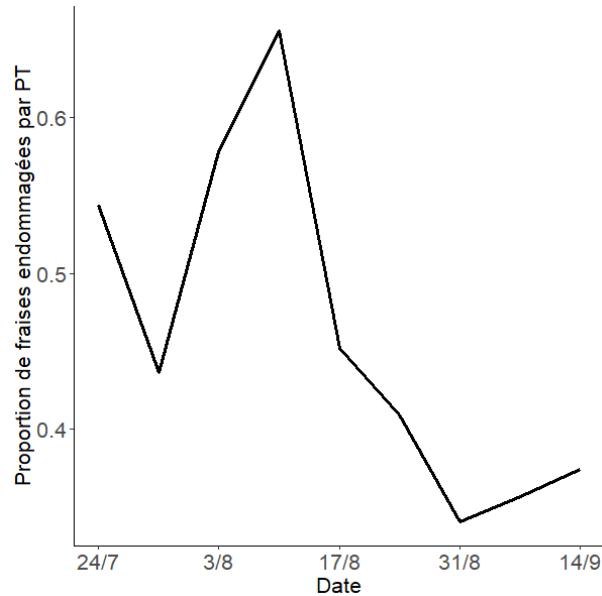


Figure 12 : Proportion de fraises endommagées par les punaises ternes tout au long de la saison 2020.

Abondance des punaises sur fraisier en fonction de la distance avec les bandes pièges

L'abondance des punaises ternes sur fraisier n'était pas influencée par la distance des rangs avec les bandes pièges ($\text{Chi}^2 = 4,24$; $p = 0,24$). Il n'y avait pas d'effet interactif entre le temps et la distance des rangs avec les bandes pièges ($\text{Chi}^2 < 0,0001$; $p = 0,99$). L'abondance des punaises ternes sur fraisier augmentait avec la saison jusqu'à l'atteinte d'une pointe à la fin août ($\text{Chi}^2 = 343,2$; $p < 0,0001$).

Relation entre l'abondance des punaises ternes et les dommages aux fruits et l'efficacité des bandes pièges pour réduire les dommages aux fruits

La proportion de fraises endommagées augmente en fonction de l'abondance des punaises ternes adultes ($\text{Chi}^2 = 127,8$; $p < 0,0001$) et des larves ($\text{Chi}^2 = 35,2$; $p < 0,0001$). La relation entre les proportions de dommages et l'abondance des punaises n'est pas linéaire (Figure 13). Les adultes entraînent une augmentation relativement linéaire de la proportion de dommages jusqu'à atteindre un plateau lorsque l'abondance moyenne de punaises ternes par parcelle atteint 0,25 individu. Pour les larves, les dommages augmentent avec la proportion d'individus, mais l'augmentation est plus prononcée entre 0 et 0,2 individu par parcelle. Le R-carré ajusté (R^2_{ajd}) du modèle est de 0,06, indiquant que la densité des punaises ternes n'explique que 6 % des dommages aux fruits. Ainsi, bien qu'une relation positive entre la densité des punaises ternes et la proportion de dommages aux fruits soit observée, d'autres facteurs écologiques pourraient influencer le comportement alimentaire des punaises ternes qui engendre les dommages aux fraises. Par exemple, les bandes pièges peuvent favoriser la pression mise sur les punaises ternes par leurs ennemis naturels [1–3]. Les plantes pièges peuvent aussi offrir des ressources alimentaires de qualité qui peuvent réduire le besoin d'inclure les fraises dans la diète des punaises ternes.

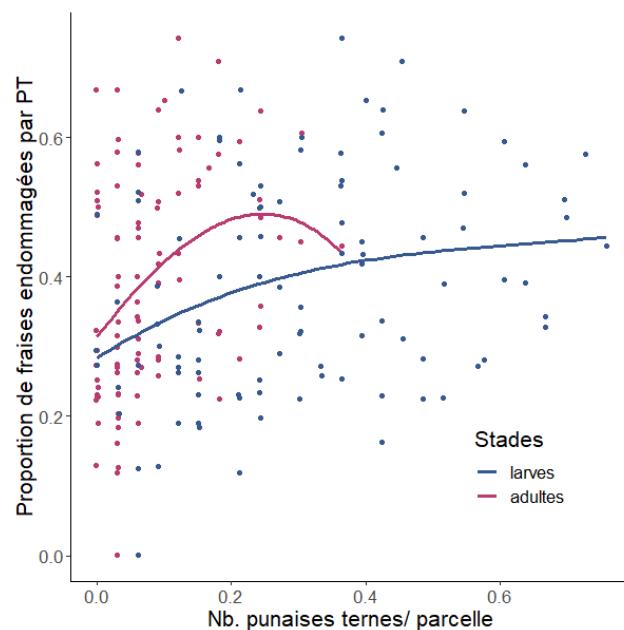


Figure 13 : Proportion de fraises endommagées par les punaises ternes en fonction de l'abondance des punaises ternes adultes (ligne rouge) et larves (ligne bleue).

Discussion

Les bandes pièges ont démontré leur efficacité dans la gestion des punaises ternes en fraisières [1,3–5]. Néanmoins, un effet de débordement peut augmenter le risque de dommages sur les fraisiers à proximité des bandes pièges [3,5,6]. Dans notre étude, nous avons observé que les trois plantes pièges utilisées (i.e. moutarde, sarrasin et canola) étaient plus attractives que les fraisiers. La période à laquelle ces plantes pièges étaient efficaces différait les unes des autres, de sorte que la moutarde, le canola et le sarrasin étaient complémentaires. Les plantes pièges qui offraient la plus longue période de rétention des punaises ternes étaient les bandes pièges monospécifiques de sarrasin et multispécifiques (avec les trois hôtes). Néanmoins, les dommages dans les fraisiers adjacents aux bandes pièges de sarrasin étaient plus élevés que dans les autres traitements, alors qu'une diminution des dommages était observée dans les traitements avec bandes pièges monospécifiques de canola et multispécifiques. Ainsi, bien que nous ayons observé une relation positive entre la densité des punaises ternes et la proportion de dommages aux fruits, d'autres facteurs écologiques pourraient influencer le comportement alimentaire des punaises ternes qui engendre les dommages aux fraises.

Les trois plantes pièges testées, à savoir la moutarde, le canola et le sarrasin, étaient complémentaires parce qu'elles avaient un synchronisme différent avec les punaises ternes. Ainsi, les trois plantes pièges dans notre étude n'étaient pas exploitées de la même manière par les punaises ternes. Les moutardes étaient exploitées tôt dans la saison (en juillet), surtout pour la ponte et le développement des larves [5]. Durant la période de pointe des punaises ternes, le canola était davantage exploité que les autres plantes. Les adultes de la seconde génération ont exploité le canola pour pondre et engendrer la troisième génération. Ainsi, une forte quantité de larves était observée sur cet hôte. Puis, les adultes émergeant de cette troisième génération se sont déplacés vers le sarrasin en septembre. La complémentarité des hôtes dans les bandes pièges multispécifiques pourraient expliquer la réduction de la proportion de dommages dans les fraisiers adjacents comparativement au témoin ou aux bandes pièges monospécifiques de sarrasin [1].

Les bandes pièges multispécifiques avaient une attractivité moyenne et durable, tandis que les bandes pièges monospécifiques de moutarde et canola étaient très attractives à des périodes précises durant la saison. Cette performance moyenne s'explique en partie par l'échantillonnage dans les bandes pièges multispécifiques qui était fait sur chacune des trois plantes hôtes. Ainsi, en juillet, l'inclusion dans l'échantillonnage du canola diminuait la moyenne de punaises ternes observées par battage dans les bandes pièges multispécifiques parce que cet hôte était peu exploité à cette période. Le même phénomène était observé en août alors que l'échantillonnage des moutardes diminuait la moyenne de punaises ternes par battage dans les bandes pièges multispécifiques. La durée d'efficacité des bandes pièges multispécifiques relève donc d'un compromis sur son niveau d'efficacité. Les superficies occupées par les plantes les plus attractives sont diminuées dans les bandes pièges multispécifiques par rapport aux bandes pièges monospécifiques.

Les fraisiers sont un hôte de second choix pour les punaises ternes. Ainsi, un environnement offrant des plantes alternatives aux punaises ternes permet de réduire leur incidence sur les fraisiers [3,7]. Toutefois, Dumont et Provost [5] ont rapporté un effet de débordement; les punaises ternes étaient plus abondantes sur les fraisiers adjacents aux bandes pièges. Dans notre étude, l'effet de débordement, en termes de densité de punaises ternes, n'a pas été observé. De plus, la densité des punaises ternes ne variait pas en fonction de la distance des rangs avec les bandes pièges. L'effet de débordement a cependant été observé à l'égard des dommages aux fruits dans le rang à proximité des bandes pièges. Les dommages étaient plus importants à proximité des bandes pièges de sarrasin, qui sont pourtant attractives et qui permettent une période de rétention longue. À l'inverse, les dommages étaient moins importants à proximité des bandes pièges de canola et multispécifique. Ainsi, les bandes pièges multispécifiques permettrait de bénéficier de l'avantage des différents hôtes qui la compose. Le canola présent dans les bandes pièges multispécifiques jouerait un rôle dans la réduction de l'effet de débordement.

Les dommages de punaises ternes augmentent avec leur abondance sur les fraisiers, mais cette relation n'explique qu'une partie des dommages aux fraises [8]. Ce résultat indique que les conditions écologiques à proximité ou dans les fraisières sont susceptibles d'influencer le comportement alimentaire des punaises ternes [2,9,10]. D'abord, les bandes pièges peuvent favoriser la pression mise sur les punaises ternes par leurs ennemis naturels [1–3]. Les proies adaptent généralement leur comportement en fonction du risque de prédation [11–13]. Les punaises ternes attaquées par les prédateurs ou stressées émettent des composés volatils signalant la présence des prédateurs et servant de répulsif contre les prédateurs [14,15]. Les punaises ternes y répondent, notamment, en évitant les parcelles où ces odeurs sont perceptibles [14,16]. Toutefois, elles pourraient aussi moduler leur comportement alimentaire en réduisant le nombre de piqûres ou les déplacements d'une fraise à l'autre. Le résultat serait une réduction des dommages et/ou du nombre de fraises endommagées. Ensuite, les plantes pièges offrent des ressources alimentaires de qualité qui peuvent réduire le besoin d'inclure les fraises dans la diète des punaises ternes. Nos résultats suggèrent donc que les punaises ternes sur sarrasin combleraient leur diète en consommant davantage de fraises que les individus sur canola par exemple. Les individus dans les bandes pièges multispécifiques trouveraient les ressources alimentaires nécessaires pour combler leur diète en incluant peu de fraises. Enfin, il est possible que les plantes pièges procurent des ressources alimentaires animales qui ne sont pas disponibles sur les fraisiers. La performance biologique des punaises ternes est améliorée par l'inclusion de pucerons dans leur diète (M. Solà et al., résultats à publier). Nous avons noté la présence de pucerons dans le canola (M. Lemay et F. Dumont, observations personnelles). Il est possible que ces pucerons réduisent le besoin des punaises ternes de se nourrir sur les fraisiers.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Les résultats du projet ont été présentés dans divers évènements:

1. Une affiche scientifique lors du congrès annuel de la Société d'entomologie du Québec 2020 (virtuel).

Lemay, M. F. Dumont et C. Provost. 2020. Des bandes trappes multispécifiques ou monospécifiques pour attirer et retenir la punaise terne dans les fraisières? Congrès annuel SEQ 26-27 novembre 2020.

2. Deux conférences lors de journées dédiées aux producteurs de petits fruits.

Dumont, F. 2020. Méthodes alternatives dans la gestion des punaises ternes. Journées de l'Association des producteurs de fraises et framboises du Québec, Victoriaville, 13 février 2020.

Dumont, F. 2020. Méthodes alternatives dans la gestion des punaises ternes. Journées petits-fruits, St-Nicolas, 24 février 2020.

3. Une conférence destinée aux étudiants de l'ITA.

Dumont, F. 2020. Méthodes alternatives dans la gestion des punaises ternes. Conférence midi-étudiant, ITA, Saint-Hyacinthe, 21 février 2020.

4. Une conférence destinée aux producteurs agricoles et tous les intervenants du secteur.

Dumont, F. 2021. Écologie de la punaise terne en fraiserie: plantes hôtes, prédateurs et paysages. Les webinaires horticoles, MAPAQ, 13 mars 2021.

5. Le projet a été présenté et discuté avec les agronomes et conseillers en productions de petits fruits des rencontres du RAP petits fruits, dont le CRAM fait partie. Le projet a été discuté lors des rencontres de début et de fin de saison 2019 et 2020.

6. La fiche de transfert sera déposée sur le site Agriréseau section petits fruits.

7. Le rapport final sera déposé sur le site internet du CRAM et sur Agri-Réseau.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Les résultats de ce projet de recherche permettent de conseiller l'utilisation de bandes pièges multispécifiques plutôt que monospécifiques. Les plantes attractives de moutarde, de canola et de sarrasin semblent être une combinaison qui fonctionne bien pour une bande piège multispécifique. Il est à noter que le canola reste une plante attractive très intéressante à utiliser en bande monospécifique. Néanmoins, les bandes pièges multispécifiques profitent des avantages fournis par les différentes plantes hôtes et réduisent les dommages aux fraises dans les rangs adjacents. Cependant, les superficies allouées pour les bandes pièges restent à déterminer pour optimiser la stratégie de contrôle de la punaise terne par les bandes pièges. De plus, les bandes pièges sont aussi susceptibles d'offrir un environnement plus bénéfique aux ennemis naturels de punaises ternes, mais cette hypothèse reste à être vérifiée.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Nom du responsable du projet : Dr. François Dumont

Téléphone : 450-434-8150 #6084

Télécopieur : 450-258-4197

Courriel : fdumont@cram-mirabel.com



REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Nous tenons à remercier Gérard Raymond pour la collaboration dans la réalisation des essais à la ferme, ainsi que l'Association des producteurs de fraises et framboises du Québec pour la diffusion des résultats à leurs membres.

Ce projet a été réalisé en vertu du volet 4 du programme Prime-Vert 2013-2018 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021.

ANNEXE I : Résultats de 2019

Les résultats de 2019 ont été analysés séparément des résultats de 2020. Initialement, nous avions prévu des bandes pièges avec plants de tournesol. Ces plants ont eu de la difficulté à pousser dans nos bandes pièges, ce qui a mené à leur remplacement durant la saison. De plus, la saison 2019 est marquée par une faible population de punaises ternes comparativement à 2020. Nous considérons que les conditions de 2020 correspondent mieux aux objectifs fixés dans le projet, alors que ce n'était pas le cas en 2019.

MÉTHODOLOGIE

L'expérience a été menée sur les terres du CRAM, à Sainte-Scholastique (Mirabel), à l'été 2019. L'implantation des parcelles s'est fait le 14 juin 2019 où chaque bloc expérimental comprenait quatre rangs nattés de fraisiers à jours neutres (variété Albion) plantés et un rang de bandes trappes aménagé à un mètre de distance des rangs de fraisiers. Pour chacune des parcelles (longueur 5 m), un total de 32 fraisiers a été planté. Pour les bandes trappes, celles-ci mesuraient 5 m de longueur par 1 m de largeur. La distribution des bandes trappes (sarrasin, moutarde, tournesol, multispécifique et témoin) s'est effectuée de manière aléatoire sur les trois blocs expérimentaux. Chaque bande trappe conservait une distance de 4 m entre elles. La moutarde et le sarrasin ont été semés à la volée. Le 19 juillet 2019, des plants de haricots ont été transplantés pour remplacer les bandes trappes de tournesol où aucun plant n'avait réussi à pousser. De l'avoine a été semée et tondue à fréquence régulière entre les rangs pour contrôler la présence d'autres plantes à fleurs. L'échantillonnage des données s'est fait par un battage hebdomadaire du 30 juillet au 17 septembre 2019 sur 3 plants de fraises par parcelle et sur 3 plants de chaque bande trappe. La technique capture-marquage-recapture a été essayé une première fois sans succès d'où la nécessité de trouver une alternative (voir modification). Les dommages de punaises ternes sur les fraises ont été pris deux fois par semaine. Les fraises ont été récoltées puis classées en fonction des dommages à partir du 27 août jusqu'au 17 septembre 2019.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Variation saisonnière des punaises ternes

Le nombre maximal d'adultes observés est survenu le 5 septembre 2019 avec une moyenne de 0,29 ($\pm 0,08$ erreur-type) individu par battage (Figure 1). Pour les jeunes larves (L2 et L3), une pointe a été notée le 12 août avec 0,27 ($\pm 0,06$) individu par battage (Figure 1). Les larves avancées (L4 et L5) étaient plus fréquentes au 9 septembre avec 0,14 ($\pm 0,04$) individu par battage (Figure 1). Ces pointes sont moins élevées que ce qui a été observé dans les projets précédents sur le même site, ce qui confirme que la saison 2019 a été moins propice pour les punaises ternes. Les

conditions météorologiques, c'est-à-dire un hiver hâtif et long, un printemps pluvieux et froid et un été chaud et sec, peuvent expliquer la densité réduite des populations de punaises ternes en 2019.

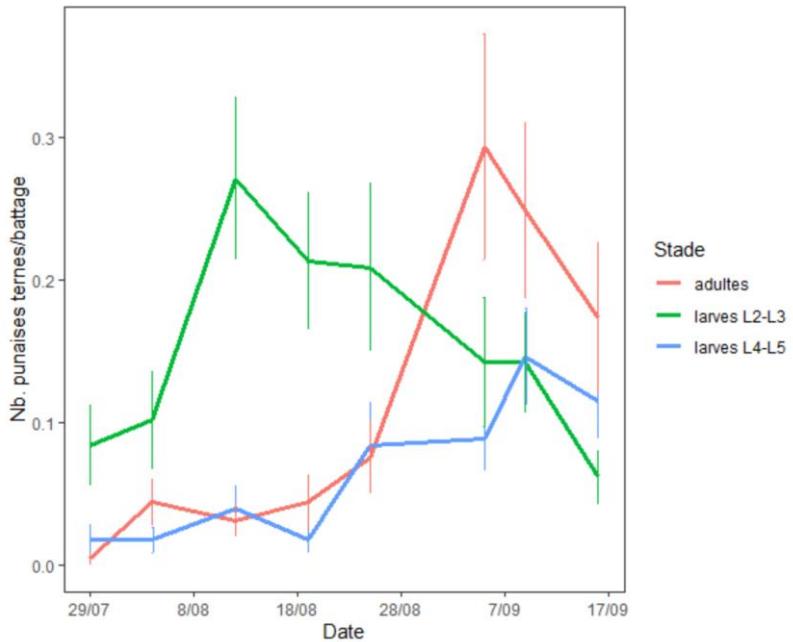


Figure 1. Variations saisonnières de la population de punaises ternes observées dans les bandes pièges et sur les fraisiers en 2019.

Attractivité des bandes pièges

Les punaises ternes adultes étaient plus abondantes dans les bandes pièges de sarrasin que dans n'importe quelles autres bandes pièges ($LRT_4 = 97,73$; $p < 0,0001$) (Figure 2). Les bandes pièges multispécifiques attiraient plus d'adultes que les bandes pièges témoin ou de haricots (Figure 2). La densité d'adultes était moins élevée dans les bandes pièges de haricots que dans les autres bandes pièges (Figure 2). Les larves avancées de punaises ternes (stade L4 et L5) étaient plus fréquentes dans les bandes de sarrasin que dans les bandes témoin et de haricots ($LRT_4 = 23,30$; $p = 0,0001$) (Figure 3). Les bandes pièges multispécifiques et de moutarde étaient caractérisées par une abondance intermédiaire des larves avancées de punaises ternes (Figure 3). Les jeunes larves de punaises ternes (stade L2 et L3) étaient plus abondantes dans les bandes pièges témoin que dans les bandes pièges de haricots, multispécifiques ou de moutarde ($LRT_4 = 73,26$; $p < 0,0001$) (Figure 4). Moins de jeunes larves étaient observées dans les bandes pièges de haricots que dans les autres bandes pièges (Figure 4).

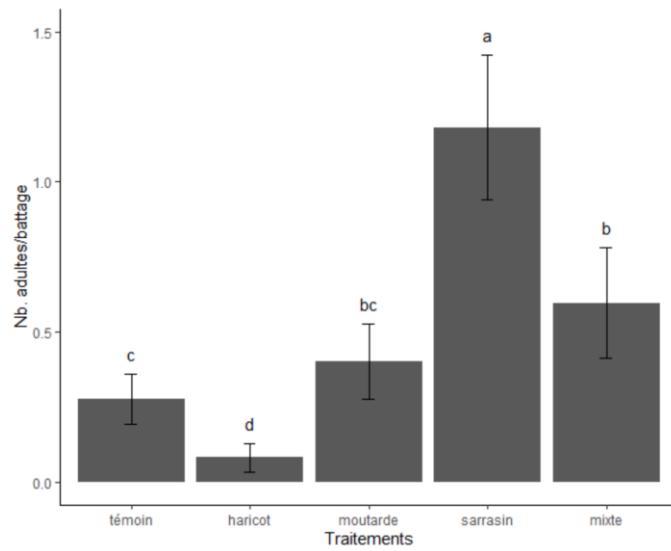


Figure 2. Nombre moyen de punaises ternes adultes par battage en fonction du type de bande piège.

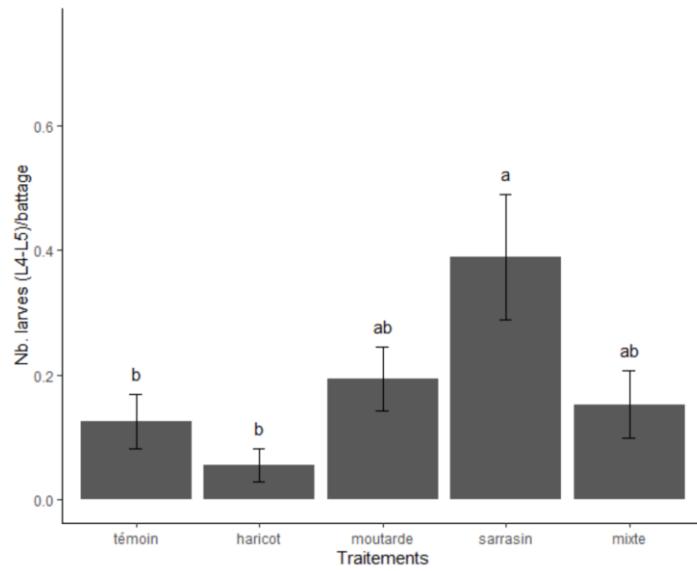


Figure 3. Nombre moyen de larves avancées (L4 et L5) de punaises ternes par battage en fonction du type de bande piège.

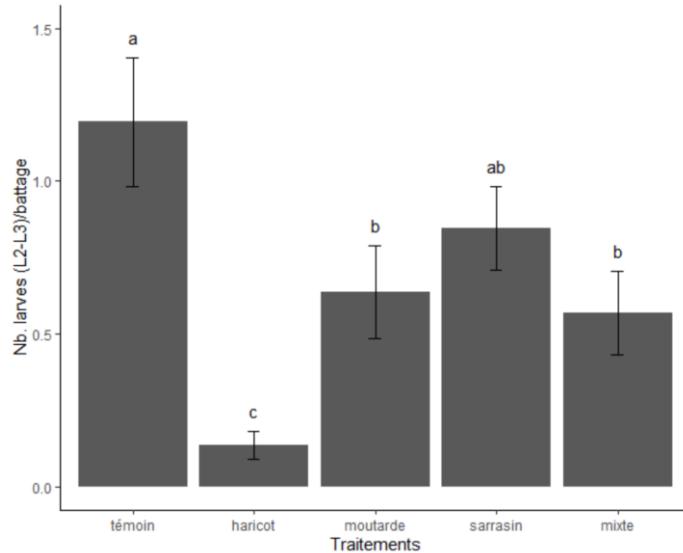


Figure 4. Nombre moyen de jeunes larves (L2-L3) de punaises ternes par battage en fonction du type de bande piége.

Effet de débordement des bandes piéges

L'abondance des punaises ternes adultes variait (fonction quadratique) en fonction de la distance des rangs de fraises avec les bandes piéges ($p = 0,02$), mais cette variation dépendait du traitement ($p = 0,02$) (Figure 5). Pour les bandes de haricots, de moutardes et multispécifiques, la forme de la courbe indique que davantage de punaises ternes adultes étaient observées dans les rangs centraux (rangs 2 et 3) que dans le rang le plus près des bandes piéges (rang 1) et le rang le plus éloigné (rang 4) (Figure 5). Pour la bande piége témoin (plantes sauvages), l'abondance des punaises ternes adultes augmentait avec la distance de la bande piége (Figure 5). Inversement, l'abondance des punaises ternes adultes ne variait pas en fonction de la distance pour les bandes piéges de sarrasin. En moyenne, l'abondance des adultes dans les parcelles de fraise ne variait pas en fonction du traitement ($p = 0,57$) (Figure 5). Les larves avancées (L4-L5) de punaises ternes tendaient à être moins abondantes à mesure que les rangs étaient éloignés des bandes piéges (fonction linéaire) ($p = 0,05$) (Figure 6). Ces larves étaient plus abondantes dans les fraisiers associés aux bandes piéges de sarrasin que dans les bandes témoin ou de moutarde ($p = 0,01$) (Figure 7). Aucune interaction entre la distance et le traitement n'a été observée ($p = 0,64$). L'abondance des jeunes larves (L2-L3) de punaises ternes diminuait (fonction quadratique) avec la distance des rangs avec les bandes piéges ($p = 0,04$) (Figure 8). Il n'y avait cependant aucun effet du traitement ($p = 0,24$) ni d'interaction entre le traitement et la distance ($p = 0,06$).

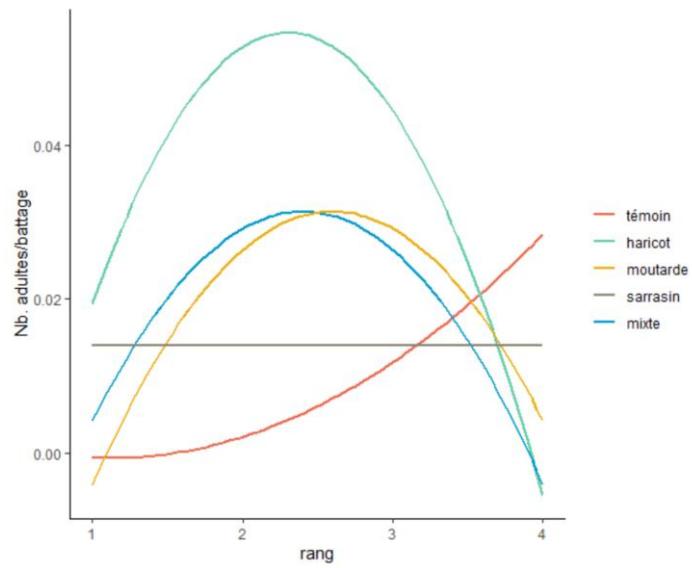


Figure 5. Variations du nombre d'adultes de punaises ternes par battage sur les plants de fraises en fonction de la distance du rang avec les bandes pièges et du traitement de bandes pièges.

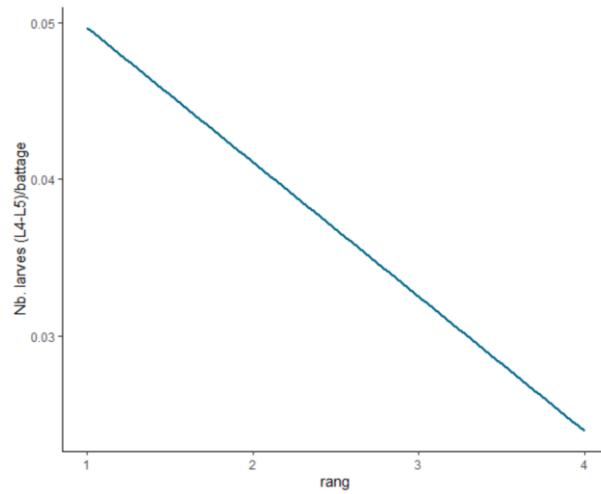


Figure 6. Variations du nombre de larves avancées (L4-L5) de punaises ternes par battage sur les plants de fraises en fonction de la distance du rang avec les bandes pièges.

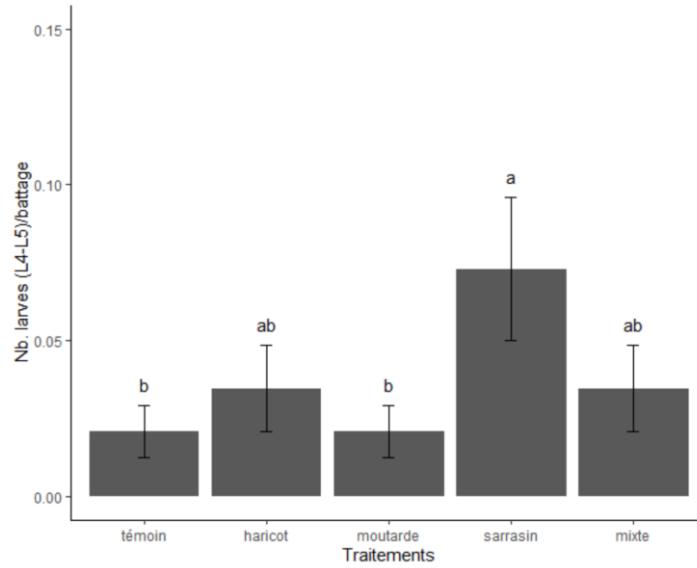


Figure 7. Nombre moyen de larves (L4-L5) de punaises ternes sur les fraisiers en fonction des traitements de bandes piéges.

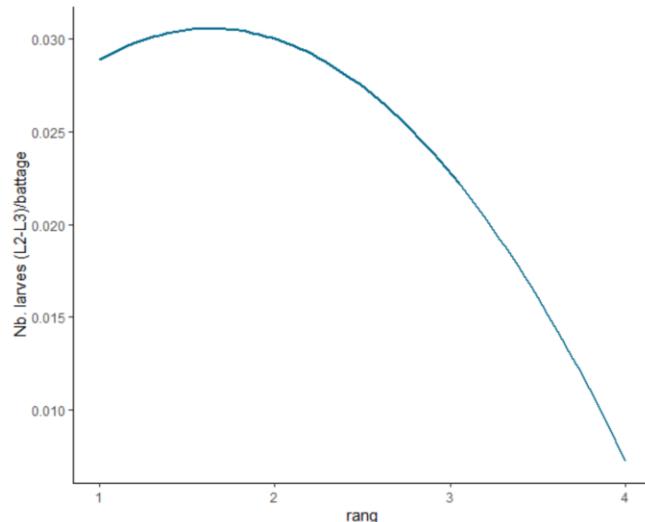


Figure 8. Variations du nombre de jeunes larves (L2-L3) de punaises ternes par battage sur les plants de fraises en fonction de la distance du rang avec les bandes piéges.

Agrégation et rétention

L'indice d'agrégation (en anglais SADIE pour « Spatial Analysis by Distance Indices ») est une statistique qui compare la distribution spatiale observée en champ à une distribution spatiale théorique basée sur l'abondance des punaises ternes dans nos observations. La méthode SADIE calcul l'effort minimum nécessaire (D) pour réarranger

la distribution spatiale pour qu'elle soit complètement régulière avec des comptes égaux à chaque emplacement. L'indice d'agrégation (I_a) est obtenu en divisant la valeur de D par la valeur moyenne générée par des simulations aléatoires à partir des dénombrements de punaises ternes dans chaque parcelle. Une valeur de I_a égal à 1 indique que la distribution des punaises ternes dans les blocs est entièrement aléatoire. Un indice I_a supérieur à 1 ($I_a > 1$) indique que la distribution des punaises ternes est agrégée. Inversement, la distribution spatiale est régulière quand l'indice I_a est inférieur à 1 ($I_a < 1$).

L'indice d'agrégation des punaises ternes (tous stades confondus) était légèrement supérieur dans le traitement bandes pièges multispécifiques que dans le traitement bandes pièges de haricots ($LRT_4 = 16,80$; $p = 0,01$) (Figure 9). Le patron de variation saisonnière (fonction quadratique) de l'agrégation des punaises ternes était différent pour chacun des traitements ($LRT_8 = 51,38$; $p = 0,01$) (Figure 10). Dans les traitements de bandes pièges témoin et de sarrasin, l'agrégation des punaises ternes était plus élevée à la fin août, alors que le patron inverse était observé pour les bandes pièges de haricots et de moutarde (Figure 10). Dans les bandes pièges multispécifiques, une réduction de l'agrégation était observée au fil de la saison (Figure 10). Ainsi, nos résultats indiquent que les bandes multispécifiques avaient la capacité de retenir plus longtemps les punaises ternes que les bandes pièges monospécifiques dont les variations saisonnières étaient plus marquées.

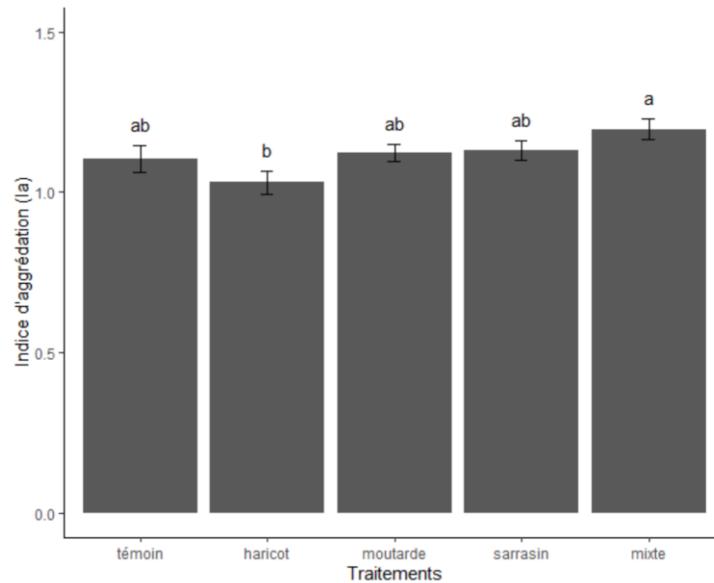


Figure 9. L'indice d'agrégation (I_a) moyen des punaises ternes dans les bandes pièges et les fraisiers adjacents en fonction du traitement de bandes pièges.

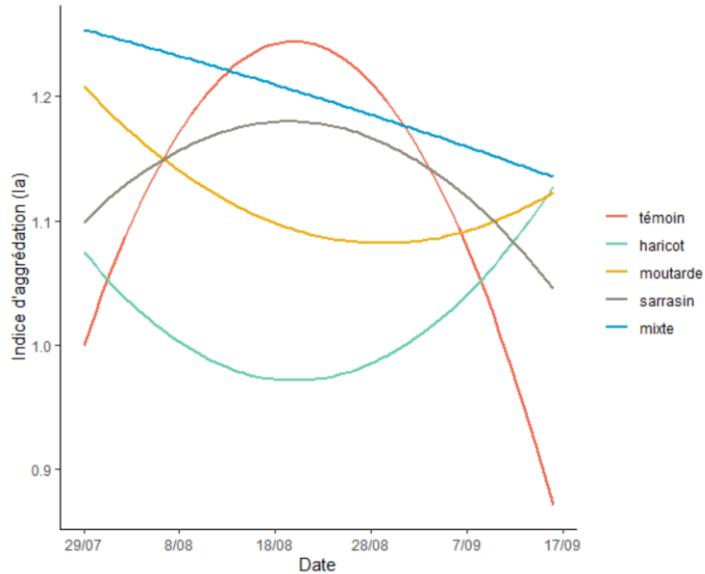


Figure 10. Variations saisonnières de l'indice d'agrégation (la) des punaises ternes dans les bandes piéges et les fraisiers adjacents en fonction du traitement de bandes piéges.

Dommages aux fraises

La production de fraises a été lourdement affectée par les conditions météorologiques de la saison 2019. Ces conditions auraient été particulièrement défavorables pour la variété Albion (J. Crawford, APFFQ, communication personnelle). Ainsi, nos 1920 plants ont produit un total de 1,08 kg de fraises sur l'ensemble de la saison (soit un total de 145 fraises). Dans ces conditions, il est difficile d'évaluer les effets des bandes piéges sur les dommages causés aux fraises par les punaises ternes. Le traitement ($p = 0,10$) et le rang (distance entre le rang et les bandes piéges) ($p = 0,20$) n'ont pas eu d'effet statistique sur le nombre de fraises endommagées par la punaise terne (Figure 11 et 12). Néanmoins, les figures suggèrent une tendance qui concorde avec les observations réalisées dans les précédents projets, à savoir que les fraisiers adjacents aux bandes piéges de moutarde sont plus à risque de subir des dommages de punaises ternes.

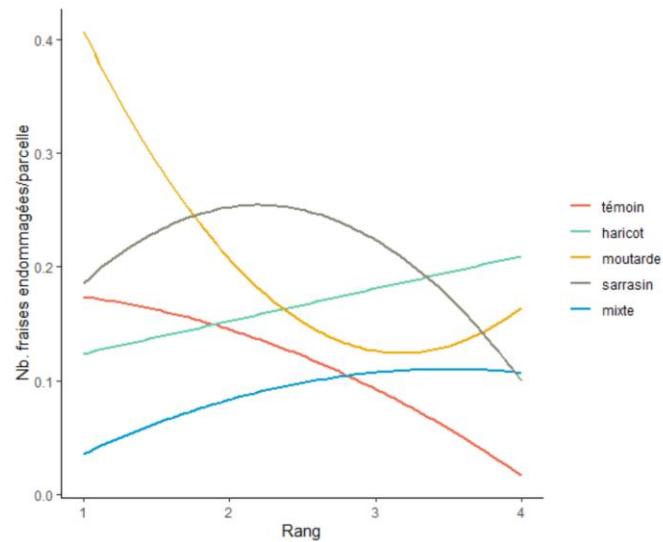


Figure 11. Nombre moyen de fraises endommagées par les punaises ternes en fonction du rang et du traitement.

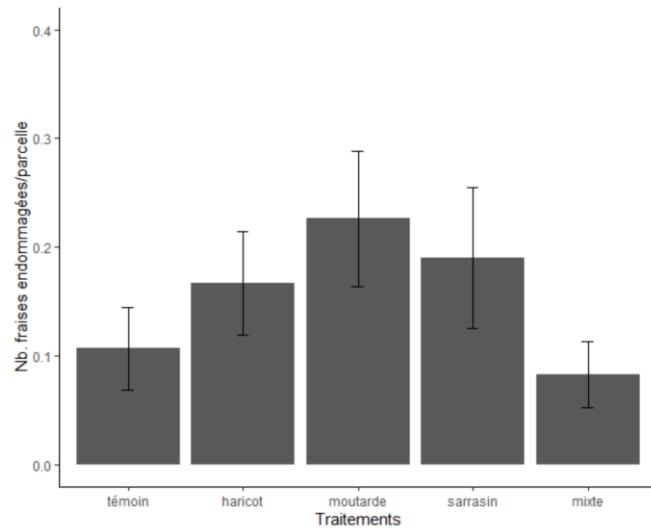


Figure 12. Nombre moyen de fraises endommagées par les punaises ternes en fonction du traitement de bandes piéges.

ANNEXE II : Photos



A.1 Bande piège de sarrasin



A.2 Bande piège de canola



A.3 Bande piège de moutarde



A.4 Bande piège mixte (début de saison)



A.5 Parcelle de fraises



A.6 Technique de battage des plants

ANNEXE III : Bibliographie

1. Shelton AM, Badenes-Perez FR. Concepts and applications of trap cropping in pest management. *Annual Review of Entomology*. 2006;51: 285–308.
doi:10.1146/annurev.ento.51.110104.150959
2. Grab H, Danforth B, Poveda K, Loeb G. Landscape simplification reduces classical biological control and crop yield. *Ecological Applications*. 2018;28: 348–355.
3. Hagler JR, Nieto DJ, Machtley SA, Spurgeon DW, Hogg BN, Swezey SL. Dynamics of predation on *Lygus hesperus* (Hemiptera: Miridae) in alfalfa trap-cropped organic strawberry. *Journal of Insect Science*. 2018;18: 12.
4. Swezey SL, Nieto DJ, Bryer JA. Control of western tarnished plant bug *Lygus hesperus* Knight (Hemiptera: Miridae) in California organic strawberries using alfalfa trap crops and tractor-mounted vacuums. *Environmental entomology*. 2014;36: 1457–1465.
5. Dumont F, Provost C. Combining the use of trap crops and insecticide sprays to control the tarnished plant bug in strawberry fields. *The Canadian Entomologist*. 2019.
6. Swezey SL, Nieto DJ, Hagler JR, Pickett CH, Bryer JA, Machtley SA. Dispersion, Distribution, and Movement of *Lygus* spp. (Hemiptera: Miridae) in Trap-Cropped Organic Strawberries. *Environmental Entomology*. 2013;42: 770–778.
doi:10.1603/EN12353
7. Swezey SL, Nieto DJ, Bryer JA. Control of Western Tarnished Plant Bug *Lygus hesperus* Knight (Hemiptera: Miridae) in California Organic Strawberries Using Alfalfa Trap Crops and Tractor-Mounted Vacuums. *Environmental Entomology*. 2007;36: 9.
8. Schaefers GA. Yield Effects of Tarnished Plant Bug Feeding on June-Bearing Strawberry Varieties in New York State. *Journal of Economic Entomology*. 1980;73: 5.
9. McCabe E, Loeb G, Grab H. Responses of Crop Pests and Natural Enemies to Wildflower Borders Depends on Functional Group. *Insects*. 2017;8: 73.
doi:10.3390/insects8030073
10. Grab H, Poveda K, Danforth B, Loeb G. Landscape context shifts the balance of costs and benefits from wildflower borders on multiple ecosystem services. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2018;285: 20181102.
doi:10.1098/rspb.2018.1102
11. Lima SL, Bednekoff PA. Temporal variation in danger drives antipredator behavior: the predation risk allocation hypothesis. *The American Naturalist*. 1999;153: 649–659.

12. Mirza RS, Mathis A, Chivers DP. Does temporal variation in predation risk influence the intensity of antipredator responses? A test of the risk allocation hypothesis. *Ethology*. 2006;112: 44–51.
13. Higginson AD, Fawcett TW, Trimmer PC, McNamara JM, Houston AI. Generalized optimal risk allocation: foraging and antipredator behavior in a fluctuating environment. *The American Naturalist*. 2012;180: 589–603.
14. Wardle AR, Borden JH, Pierce HD, Gries R. Volatile compounds released by disturbed and calm adults of the tarnished plant bug. *Journal of Chemical Ecology*. 2003; 14.
15. Byers JA. Production and Predator-Induced Release of Volatile Chemicals by the Plant Bug *Lygus hesperus*. *Journal of Chemical Ecology*. 2006;32: 2205–2218. doi:10.1007/s10886-006-9140-x
16. Chouinard-Thuly L, Dumont F, Provost C, Lemieux M, Chapdelaine D, Quintana Sanchez O, et al. Efficiency of volatile baited sticky traps for the Tarnished Plant Bug (*Lygus lineolaris*) in strawberry fields. *Journal of Applied Entomology*. 2020;144: 331–334.