

Efficacité de l'adoption sur plus d'une saison des bandes trappes de molène et introduction de punaises prédatrices dans la gestion des punaises ternes en production maraîchère biologique diversifiée.

François Dumont, Maud Lemay, Elisabeth Lefrançois & Caroline Provost.

Résumé

En production maraîchère diversifiée, la punaise terne *Lygus lineolaris* est un ravageur de plusieurs cultures, en particulier les solanacées (tomate, poivron, aubergine) qui sont des productions très lucratives pour les entreprises. Proposées comme solution alternative aux insecticides, les bandes trappes composées de plantes attractives pour la punaise terne ont montré une certaine efficacité dans la culture de fraise. Les bandes trappes de sarrasin, moutarde ou luzerne sont reconnues pour favoriser la gestion des punaises ternes en été. En automne, la molène commune (*Verbascum thapsus*) sert de refuge pour les punaises ternes qui se préparent à hiberner. De plus, à cette période de l'année, la molène sert de plante réservoir à la punaise demoiselle du genre *Nabis* (ex. *N. americanoferus*), qui est commune dans les cultures exploitées par la punaise terne et s'attaquent à tous les stades de cette dernière. Le présent projet visait à implanter des bandes trappes automnales de molène afin d'explorer les bénéfices procurés par cette approche. Six bandes trappes de 20 plants de molènes ont été implantées dans une ferme en régie biologique misant sur un concept de productions maraîchères diversifiées. D'août à octobre, un suivi des populations de punaises ternes et des punaises du genre *Nabis* a été réalisé dans les bandes trappes et sur les cultures adjacentes (tomate, poivron et aubergine). Au début octobre, des lâchers de punaises *Nabis* ont été réalisés dans la moitié des parcelles. Pour une deuxième année consécutive, la densité de punaises ternes dans les plants de molènes a grandement augmenté à l'automne sur ce site. Malgré les lâchers de *Nabis*, il n'y avait pas plus de punaises prédatrices dans les parcelles traitées que dans les parcelles témoins. Néanmoins, la densité de *Nabis* avait un impacte négatif sur la croissance de population de punaises ternes. Les résultats suggèrent que les bandes trappes de molène sont efficaces dans la gestion des punaises ternes et offrent un environnement bénéfique pour les punaises prédatrices. Cette approche est abordable et met en valeur les services écosystémiques.

Introduction

La punaise terne *Lygus lineolaris* Palisot de Beauvois (Hemiptera : Miridae) est un ravageur polyphage exploitant plus de 350 plantes hôtes (Young 1986). Plusieurs de ces hôtes ont une importance économique au Québec (Young 1986; Mailloux and Bostanian 1988; Handley and Pollard 1993; Rancourt et al. 2000). En productions maraîchères diversifiées, la punaise terne est un ravageur de plusieurs cultures, en particulier les solanacées (tomate, poivron, aubergine) qui sont des productions très lucratives pour les entreprises. En production biologique, les prédateurs, les parasitoïdes, les champignons entomopathogènes et l'aménagement de bandes trappes peuvent contribuer à diminuer les populations de punaises ternes (Hagler et al. 2018).

Les bandes trappes permettent une gestion plus efficace des punaises ternes dans des systèmes de production en monoculture (ex. coton, fraise) (Swezey et al. 2014; Dumont and Provost 2019). Parmi les plantes trappes potentielles, la luzerne, le canola, la moutarde ou le sarrasin favorisent l'agrégation des punaises ternes durant la saison estivale (Swezey et al. 2014; Dumont and Provost 2019). Les punaises ainsi regroupées peuvent être ciblées par des mesures de répression. Toutefois, en production maraîchère diversifiée, les punaises ternes disposent d'une grande variété d'hôtes durant la saison de production. Ainsi, la distribution des punaises ternes dans l'espace peut être plus diffuse (les punaises seront moins regroupées que dans un système en monoculture). L'utilisation de méthodes de répression statiques comme les insecticides et bioinsecticides dans les bandes trappes seront donc moins efficaces que lorsque les punaises sont agrégées. Alternativement, les prédateurs et parasitoïdes de punaises ternes sont dynamiques et peuvent suivre leurs proies dans un environnement complexe (Young 1989a, b; Arnoldi et al. 1991; Grab et al. 2018; Hagler et al. 2018). De plus, l'effet des agents de lutte biologique dure plus longtemps que celui des pesticides, mais prend aussi plus de temps à être observé.

L'exploitation des plantes hôtes par la punaise terne change durant la saison (Cleveland 1982). En été, les punaises ternes seront retrouvées sur des plants en croissance. Les punaises ternes ont une préférence pour les tissus méristématiques. Ainsi, les jeunes pousses, les fleurs et les fruits en développement sont les ressources alimentaires préférées des punaises ternes. Ces ressources sont moins disponibles tôt au printemps et à l'automne. Deux récentes études ont démontré l'attractivité des bandes trappes de molène à l'automne (Dumont and Provost 2018; Dumont et al. 2019). Les punaises ternes exploitent cet hôte qui offre à la fois nourriture et protection pour l'hiver. Ainsi, à l'automne et tôt au printemps suivant, les punaises ternes peuvent être regroupées dans des bandes trappes de molène, puis ciblées avec une méthode répressive (Dumont and Provost 2018). Les molènes sont aussi des plantes réservoirs pour les punaises demoiselles *Nabis americana* Carayon (Hemiptera : Nabidae) (Dumont and Provost 2018). Cette approche permettrait une régulation des populations de punaises ternes sur une longue période. Les punaises ternes femelles ont un taux de reproduction élevé (un potentiel de plus de 350 descendants par femelle). L'élimination préventive de ces femelles aura des effets sur plusieurs générations. De plus, l'environnement serait favorable au développement de la punaise demoiselle ce qui assurerait une pression de prédation soutenue sur une longue période. À l'inverse, une stratégie qui repose sur l'utilisation des insecticides requiert de multiples applications.

À l'automne 2018, dans des bandes trappes de molène implantées dans une production maraîchère diversifiée de la Montérégie, le ratio proie-prédateur (*Lygus* / *Nabis*) était de 2,7 punaises ternes pour chaque *Nabis* (Dumont et al. 2019). Ce ratio prédateur-proie élevé permettrait aux prédateurs de maintenir les populations de punaises ternes sous les seuils économiques. En octobre, une baisse observée des populations de punaises ternes pourrait être attribuable à la forte présence de la punaise prédatrice *Nabis* dans les plants de molènes (Dumont et al. 2019). Une récente étude de laboratoire a démontré que les punaises ternes sont plus vulnérables à la prédation par *Nabis* à une température de 15°C qu'à des températures

supérieures. Les punaises *Nabis* étant des prédateurs embusqués, elles sont moins affectées par les basses températures. En revanche, la punaise terne est très active, de basses températures ralentissent son activité et sa capacité à fuir son prédateur. Ainsi, les punaises *Nabis* pourraient jouer un grand rôle dans la régulation des populations de punaises ternes à l'automne et tôt au printemps. Cette approche préventive pourrait limiter les populations de punaises ternes l'été subséquent et avoir des répercussions sur plusieurs générations de la punaise terne.

L'objectif principal de ce projet était de déterminer l'impact de l'utilisation répétée des bandes trappes de molènes sur la densité des punaises ternes et des punaises *Nabis* au printemps et à l'automne. En sous-objectifs, des lâchers automnaux de punaises *Nabis* ont été testés comme méthode de répression des punaises ternes à l'automne et au printemps suivant.

Méthodologie

Site d'étude

L'expérience a été réalisée à la ferme Les Jardins d'Arlington à Stanbridge East (Montérégie). Cette ferme produit des légumes biologiques dans un système de cultures maraîchères diversifiées. En 2018, des bandes trappes de molènes avaient été implantées sur cette ferme. Les plants ont été conservés pour un suivi des populations de punaises ternes au printemps.

Suivi des populations au printemps

Un suivi des populations de punaises ternes et *Nabis* a été effectué à deux reprises au printemps soit le 24 avril et le 13 mai 2019. Un total de 25 plants ont été minutieusement observés pour dénombrer les individus présents.

Bandes trappes d'automne

Des bandes trappes incluant 20 plants de molènes communes ont été implantées (rangs de 10 m) à proximité des cultures de solanacées (aubergine, poivron et tomate). Ces plants de molènes ont d'abord été cultivés en serre avant d'être transplantés au champs. Les plants au champs étaient irrigués de la même façon que les cultures à proximité (voir plan du site dans l'Annexe II).

Un suivi des populations de punaises ternes et des punaises prédatrices *Nabis* a été réalisé chaque semaine de la mi-août (15 août 2019) à la fin octobre (30 octobre 2019).

Dans chacune des bandes trappes et parcelles, le dénombrement des individus de chaque espèce (adulte et stades larvaires avancés) a été réalisé par observation visuelle de cinq plants. Le suivi des populations a aussi été réalisé sur les cultures de solanacées (tomate, aubergine et poivron) à proximité des bandes trappes de molènes. Donc, un total de huit parcelles de culture de solanacées ont été échantillonnées (deux parcelles d'aubergines et poivrons et quatre parcelles de tomates). Dans ces parcelles, les populations de punaises ternes ont été suivies sur cinq plants.

Introduction des *Nabis*

Au 2 octobre 2019, une punaise *Nabis* adulte par plant a été introduite dans la moitié des parcelles de molène. L'autre moitié était considérée comme un traitement témoin. Le suivi des populations a permis de mesurer l'impact des lâchers de *Nabis* sur leur propre population et sur les populations automnales de punaises ternes dans la molène.

Analyses

Un modèle généralisé linéaire mixte (GLMM) a été utilisé pour tester l'effet de la culture (molène, poivron, tomate ou aubergine), de la période d'observation (date) et de l'interaction entre ces facteurs sur la densité de punaises ternes adultes (nombre de punaises ternes par observation). La variable « parcelle » a été incluse dans le modèle comme variable aléatoire pour tenir compte du manque d'indépendance spatiale entre les plants d'un même secteur. La significativité statistique ($\alpha = 0,05$) des variables fixes a été déterminée en utilisant un test du rapport de vraisemblance (« Likelihood ratio test »). Un modèle identique a été utilisé pour la densité de punaises *Nabis* adultes.

Une comparaison des densités de population de *Nabis* et de punaises ternes en fonction du traitement d'introduction des *Nabis* (parcelles traitées vs parcelles témoins) a été réalisée avec un modèle GLMM sur les observations réalisées une semaine après l'introduction des punaises prédatrices. Une analyse différente a été réalisée pour chacune des espèces de punaises. La significativité statistique de l'effet fixe (traitement) a été déterminée en utilisant un test de rapport de vraisemblance.

Un taux de croissance de la population de punaises ternes a été déterminé en divisant la différence entre le nombre total d'individus dans une parcelle à la fin d'une échéance (7 jours) et le nombre total initial d'individus dans cette parcelle par le nombre total initial d'individus. Un modèle mixte (LMER) a été utilisé pour tester l'effet de la densité initiale de *Nabis* sur le taux de croissance de la population de punaise terne. La parcelle était incluse dans le modèle comme variable aléatoire. Un test de rapport de vraisemblance a été utilisé pour mesurer la significativité statistique de l'effet fixe.

Résultats

Printemps

La densité de punaises ternes dans la molène était de 1,78 ($\pm 0,48$ é.t.) adulte par plant au 24 avril 2019. Deux semaines plus tard (13 mai 2019), la densité n'était plus que de 0,04 ($\pm 0,04$) individu par plant (Figure 1). Pour les punaises *Nabis*, la densité au 24 avril était de 0,04 ($\pm 0,04$) individu par plant de molènes, alors qu'elle avait augmenté à 0,20 ($\pm 0,08$) individu par plant au 13 mai (Figure 1).

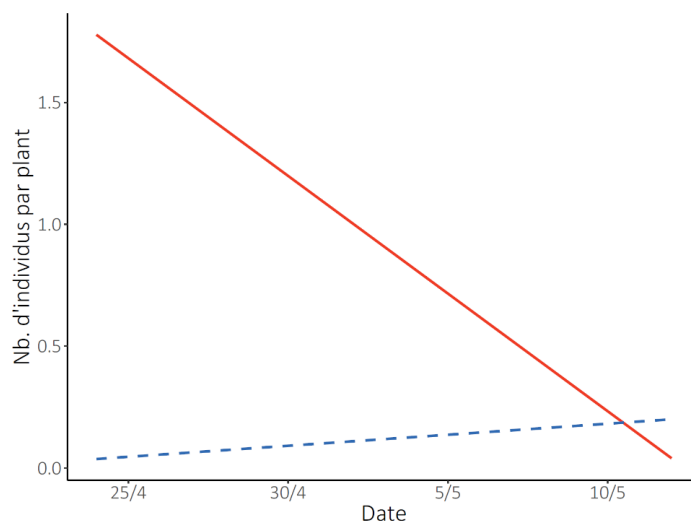


Figure 1. Prédiction de la variation des populations de punaises termes (ligne pleine rouge) et de *Nabis* (ligne pointillée bleue) basée sur les observations réalisées sur les plants de molènes au printemps 2019.

Automne

Description des populations

La densité de population de punaises termes sur les plantes solanacées cultivées étaient très faible du 15 août au 16 octobre 2019 (Figure 2). Des pointes de population ont été enregistrées le 17 septembre sur les plants d'aubergines et de poivrons avec 0,1 (\pm 0,3 é.t.) punaise terne (adultes et larves) par plants (Figure 2). Durant la période d'échantillonnage, seulement deux punaises termes ont été observées sur les plants d'aubergines et un nombre équivalent sur les plants de poivrons. Aucune punaise terne n'a été observée sur les plants de tomates. Sur les plants de molènes, un total de 328 punaises termes a été observé. La population de punaises termes se densifiait jusqu'à l'atteinte d'une pointe au 17 septembre avec 2,03 (\pm 2,8) punaises par plant (Figure 2). Après cette période, la population de punaises termes a diminué jusqu'à atteindre 0,4 (\pm 0,8) punaise par plante.

Aucune punaise prédatrice *Nabis* n'a été observé sur les plantes solanacées durant toute la période d'observation. Sur molène, un total de 99 individus a été noté. La densité de population de punaises *Nabis* sur molène augmentait durant la saison et atteignait une pointe au 9 octobre (Figure 2).

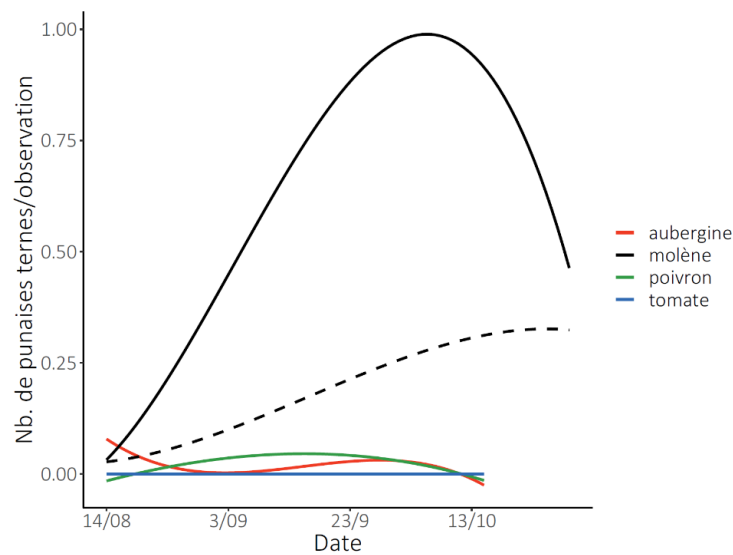


Figure 2. Prédiction de la variation des populations de punaises termes (lignes pleines) et de *Nabis* (ligne pointillée) de la mi-août à la mi-octobre sur quatre plantes hôtes (molène, aubergine, poivron et tomate).

Effet de *Nabis* sur les populations de punaises termes

Une semaine après l'introduction des *Nabis* adultes sur les plants de molènes, les populations de ce prédateur ne variaient pas entre les parcelles témoins et les parcelles traitées ($LRT_1 = 0,53$; $p = 0,47$) (Figure 3). Ainsi, aucun effet de l'introduction de *Nabis* n'a été observé sur les populations de punaises termes présentes sur les plants de molènes après une semaine ($LRT_1 = 0,42$; $p = 0,52$) (Figure 4). La densité de *Nabis* avait une incidence négative sur le taux de croissance de la population de punaise terne ($LRT_1 = 6,87$; $p = 0,009$) (Figure 5).

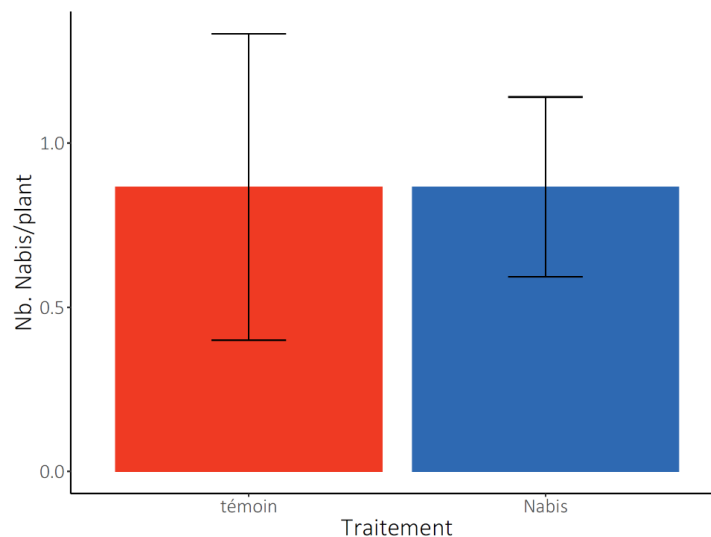


Figure 3. Effet des lâchers de punaises *Nabis* dans les molènes sur sa population une semaine après le traitement.

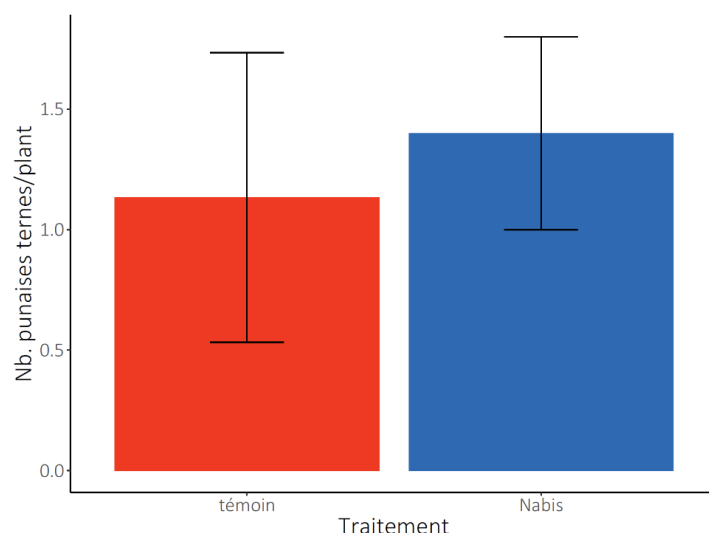


Figure 4. Effet des lâchers de punaises *Nabis* dans les molènes sur les populations de punaises termes une semaine après le traitement.

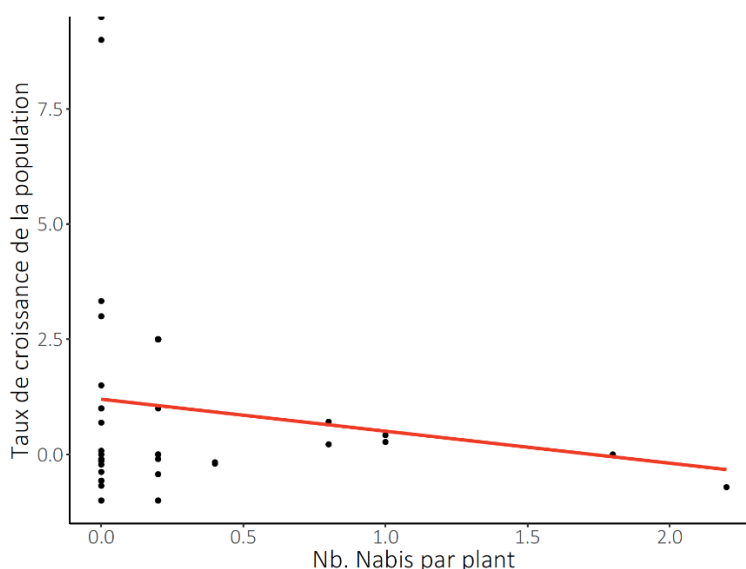


Figure 5. Taux de croissance effectif hebdomadaire de la population de punaises termes observées dans les plants de molènes en fonction de la densité initiale de *Nabis* par plant.

Discussion

En 2018, nous avons établi que les bandes trappes de molène attiraient les punaises termes à l'automne et que ces plantes étaient exploitées à la même période par les punaises prédatrices *Nabis spp.* (Dumont et al. 2019). Nos observations de 2019 confirment l'efficacité de cette approche à l'automne. De plus, tôt au printemps, une densité élevée de punaises termes était observée dans les plants de molènes. Cependant, les populations de punaises termes dans les plants de molènes chutaient rapidement en mai suggérant que les punaises cherchent de meilleurs hôtes pour la ponte de leurs œufs. La densité de punaises termes dans les molènes au printemps comme à l'automne était largement supérieure à la densité observée sur les plantes

solanacées. De plus, les punaises *Nabis* n'étaient présentes que sur les plants de molènes (aucune d'elles n'a été observée sur les plantes solanacées en 2019). Ainsi, les plants de molènes constituent à la fois des bandes trappes intéressantes dans la gestion préventive des punaises ternes et des plantes réservoirs pour conserver un environnement adéquat pour les punaises *Nabis*.

La population de *Nabis* sur les plants de molènes était très faible avant l'introduction de ce prédateur soit 0,03 *Nabis* par plant. Une semaine après l'introduction, la densité de *Nabis* moyenne sur les plants de molènes avait augmenté à 0,65 individu par plant. Il est cependant difficile d'attribuer cette hausse de population à l'introduction d'individus puisqu'aucune différence significative n'a été rapportée entre la densité de *Nabis* dans les parcelles avec introduction et les parcelles témoins (0,87 *Nabis* par plant dans les deux cas). Il n'est pas impossible que les individus introduits se soient dispersés dans les parcelles témoins voisines. Le comportement de dispersion des punaises *Nabis* n'est pas connu. La conséquence est qu'il est difficile de mesurer l'impact réel de l'introduction des *Nabis* sur les populations de punaises ternes. Les densités de punaises ternes dans les parcelles traitées (introduction de *Nabis*) et témoins n'étaient pas significativement différentes. Toutefois, la densité de *Nabis* avait un effet négatif sur la croissance des populations de punaises ternes sur la molène. La population de punaises ternes dans les bandes trappes de molène a atteint des pointes au début octobre (avant l'introduction). Après l'introduction, une baisse marquée des populations de punaises ternes a été observée dans l'ensemble des parcelles. Il est intéressant de noter qu'une telle baisse n'a pas été observée dans une expérience similaire réalisée dans une production maraîchère conventionnelle (Dumont et al. 2020). Sur ce site, la population de *Nabis* était bien moins dense que sur le site de productions maraîchères biologiques et diversifiées. Ainsi, il est possible que la production biologique diversifiée permette de soutenir une densité de population de *Nabis* qui peut réguler les populations de punaises ternes à l'automne.

Les résultats obtenus dans cette expérience diffèrent notablement de ceux obtenus dans l'expérience réalisée sur le site de production maraîchère conventionnelle (Dumont et al. 2020). Le site de production biologique diversifié offre un environnement plus riche (grandes diversités de plantes) et peu (voire pas du tout) perturbé par les pesticides (notamment les insecticides). Au contraire, dans la production conventionnelle, de plus grandes superficies étaient occupées par une même espèce de plante et l'environnement était fréquemment perturbé par l'utilisation de pesticides. Ainsi, davantage de punaises ternes ont été observées dans les plants de molènes au site biologique qu'au site conventionnel. Les densités sur les plantes solanacées étaient cependant comparables. Le résultat le plus marquant se trouve cependant au niveau des populations de *Nabis* et de leur effet sur les populations de punaises ternes. La densité de *Nabis* était 3,5 fois plus importante au site biologique diversifié (0,87 *Nabis* par plant) qu'au site conventionnel (0,25 *Nabis* par plant) au moment de leur pointe respective de population de *Nabis*. À ces périodes de pointe, le rapport proie-prédateur est largement inférieur en production biologique diversifiée (1,41 punaise terne par *Nabis*) qu'en production conventionnelle (9,6 punaises ternes par *Nabis*). Ainsi, les *Nabis* en milieu biologique diversifié sont dans de meilleures conditions pour réguler les populations de punaises ternes. D'ailleurs,

au site conventionnel, la population de *Nabis* n'avait pas d'effet significatif sur celle des punaises ternes contrairement à ce qui a été observé au site biologique diversifié. Le site conventionnel serait donc moins favorable à *Nabis* et aux services écosystémiques qu'elles procurent que le site biologique diversifié. Cette observation est cohérente avec les résultats de Grab et al. (2018) qui ont observé que le rôle des agents de lutte biologique était réduit dans un paysage simplifié (au profil de productions agricoles intensives). Grab et al. (2018) ont pu associer l'effet négatif de l'intensification agricole sur la perte de services écosystémiques par les agents de lutte biologique à des baisses de rendement. Les baisses de rendement étaient directement liées aux populations de punaises ternes (Grab et al. 2018). L'impact économique de l'utilisation des bandes trappes de molène et des *Nabis* n'a pas encore été démontré, mais nos résultats suggèrent qu'une étude plus détaillée sur le sujet serait pertinente.

Remerciement

Nous aimerions remercier Manon Laroche, Mylène Vaillancourt et Laurence Bélanger-Lafaille du CRAM pour leur aide technique sur le projet. Merci au producteur Nasser Boumenna de la ferme Les jardins d'Arlington pour sa collaboration permettant la réalisation du projet. Le projet a été financé en partie par des fonds du programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région pour la région de la Montérégie.

Références

- Arnoldi D, Stewart RK, Boivin G (1991) Field survey and laboratory evaluation of the predator complex of *Lygus lineolaris* and *Lygocoris communis* (Hemiptera: Miridae) in apple orchards. *J Econ Entomol* 84:830–836
- Cleveland TC (1982) Hibernation and host plant sequence studies of tarnished plant bugs, *Lygus lineolaris*, in the Mississippi Delta. *Environ Entomol* 11:1049–1052
- Dumont F, Lefrançois É, Provost C (2019) Impact des bandes trappes de molène sur la distribution en productions maraîchères biologiques diversifiées des punaises ternes et de leurs prédateurs (punaise du genre *Nabis*).
- Dumont F, Lemay M, Gaudreau M, Provost C (2020) Gestion préventive des punaises ternes à l'aide de bandes trappes automnales de molène en production conventionnelle de tomates, de poivrons et d'aubergines.
- Dumont F, Provost C (2019) Combining the use of trap crops and insecticide sprays to control the tarnished plant bug in strawberry fields. *Can Entomol*
- Dumont F, Provost C (2018) Aménagement de bande trappe en fraisière pour améliorer l'efficacité de la lutte aux punaises ternes à deux moments cruciaux dans leur cycle de vie.
- Grab H, Danforth B, Poveda K, Loeb G (2018) Landscape simplification reduces classical biological control and crop yield. *Ecol Appl* 28:348–355
- Hagler JR, Nieto DJ, Machtley SA, et al (2018) Dynamics of predation on *Lygus hesperus* (Hemiptera: Miridae) in alfalfa trap-cropped organic strawberry. *J Insect Sci* 18:12
- Handley DT, Pollard JE (1993) Microscopic Examination of Tarnished Plant Bug (Heteroptera: Miridae) Feeding Damage to Strawberry. *J Econ Entomol* 86:505–510. <https://doi.org/10.1093/jee/86.2.505>
- Mailloux G, Bostanian NJ (1988) Economic injury level model for tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois)(Hemiptera: Miridae), in strawberry fields. *Environ Entomol* 17:581–586
- Rancourt B, Vincent C, De Oliveira D (2000) Circadian activity of *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae) and effectiveness of sampling techniques in strawberry fields. *J Econ Entomol* 93:1160–1166
- Swezey SL, Nieto DJ, Bryer JA (2014) Control of western tarnished plant bug *Lygus hesperus* Knight (Hemiptera: Miridae) in California organic strawberries using alfalfa trap crops and tractor-mounted vacuums. *Environ Entomol* 36:1457–1465

Young OP (1986) Host plants of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae). *Ann Entomol Soc Am* 79:747–762

Young OP (1989a) Predators of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae): laboratory evaluations. *J Entomol Sci* 24:174–179

Young OP (1989b) Predation by *Pisaurina mira* (Araneae, Pisauridae) on *Lygus lineolaris* (Heteroptera, Miridae) and other arthropods. *J Arachnol* 43–48

Annexe I : Photos de punaises ternes et punaises demoiselles



Figure A1 : Punaise terne adulte (*Lygus lineolaris*).



Figure A2 : Punaises demoiselle adulte (*Nabis americanoferus*)

Annexe II : Plan du site

