



Programme Agri-science – Volet des projets

Rapport final sur le rendement

Ce gabarit comprend le rapport annuel sur le rendement pour la dernière année du projet et comprend deux questions supplémentaires pour le rapport final sur le rendement.

Section A: Rapport annuel sur le rendement

Cette section est la même que celle qui figure dans les rapports annuels précédents achevés à ce jour et vise à ne saisir que les résultats qui ont été obtenus au cours de la dernière année du projet.

Nom du bénéficiaire : Centre de Recherche Agroalimentaire de Mirabel (CRAM)	
Titre du projet : Alternatives pour la gestion des ennemis des cultures en horticulture	
Numéro du projet : ASP-009	Dernière période visée par le rapport : 2022-04-01 à 2023-03-31
Date de début du projet : 2018-04-30	Date de fin du projet : 2023-03-31



Numéro de l'activité (EC) : 4
Nom(s) de l'activité : Efficacité du prédateur généraliste NA contre la punaise terne et proies secondaires en serre de concombre. Volet 2
Chercheur principal : François Dumont
Résumé de l'activité Veillez fournir un résumé général de l'activité. Vous devez inclure une introduction, les objectifs, la méthode, les produits livrables, les résultats obtenus et une discussion. Vous pouvez utiliser un langage technique.
Résumé de l'activité Veillez fournir un résumé général de l'activité. Vous devez inclure une introduction, les objectifs, la méthode, les produits livrables, les résultats obtenus et une discussion. Vous pouvez utiliser un langage technique.
Résumé <p>Les prédateurs généralistes peuvent jouer un rôle important en lutte biologique en s'attaquant à des ravageurs divers. La punaise prédatrice, <i>Nabis americanoferus</i>, est un important prédateur de la punaise terne. Elle s'attaque aussi à d'autres ravageurs, notamment les pucerons. Son efficacité comme agent de lutte biologique en serre est toutefois inconnue. Dans les cultures de concombre de serre, les punaises ternes et les pucerons représentent des problèmes importants. Les <i>Nabis</i> pourraient donc contribuer simultanément à la régulation des populations de ces deux ravageurs. L'impact de l'inclusion de ces deux proies dans la diète du prédateur sur la dynamique de sa population sont aussi inconnus. L'objectif de cette étude était de tester l'efficacité du prédateur généraliste <i>Nabis americanoferus</i> contre les punaises ternes et les pucerons du melon en serre de concombre. L'impact de la disponibilité de ces deux proies sur la population des <i>Nabis</i> a aussi été étudié. Dans une expérience de serre, les populations de <i>Nabis</i>, punaises ternes et pucerons ont été suivies pendant six semaines. Les traitements variaient en fonction de la présence ou non de chacun des organismes. Les résultats indiquent que les <i>Nabis</i> diminuent significativement le nombre de punaises ternes adultes. L'impact des <i>Nabis</i> sur les pucerons, bien que statistiquement significatif, n'empêche pas une croissance exponentielle de la population du ravageur. Nos résultats suggèrent qu'une introduction des <i>Nabis</i> avant l'arrivée des punaises ternes serait une stratégie de lutte biologique plus efficace qu'une introduction simultanée ou subséquente.</p>
Introduction <p>Les concombres produits en serre sont affligés par une succession d'insectes ravageurs tout au long de la saison de production. Les punaises ternes, <i>Lygus lineolaris</i> (Palisot de Beauvois) (Hemiptera: Miridae), représentent notamment un problème important parce que les producteurs ne disposent que de solutions chimiques, ce qui compromet l'efficacité de la lutte biologique contre d'autres insectes (ex. les pucerons) (Perkins 1971). Historiquement, la lutte biologique classique repose sur des agents de lutte spécialisés qui s'attaquent spécifiquement aux ravageurs ciblés. Par exemple, les guêpes parasitoïdes sont fréquemment utilisées en serre pour lutter contre les pucerons ou les aleurodes. Toutefois, l'efficacité des prédateurs généralistes est de plus en plus reconnue dans les cultures annuelles (Symondson et al. 2002). Ces prédateurs peuvent avoir un impact sur plusieurs ravageurs, maintenir leurs populations à des seuils élevés en absence de leur proie principale et agir dès l'arrivée de cette dernière (Symondson et al. 2002).</p>



La punaise généraliste *Nabis americanoferus* (Carayon) (Hemiptera: Nabidae) est un des principaux prédateurs de la punaise terne (Hagler et al. 2018). Les *N. americanoferus* s'attaquent à tous les stades de développement de la punaise terne, incluant les adultes. Son taux de prédation sur la punaise terne de stade L3 varie, en moyenne, entre 4,2 et 9,1 proies consommées par jour (Dumont et al., en cours). Les *Nabis* adultes consomment en moyenne 3,8 punaises ternes adultes par jour (Dumont et al., en cours), ce qui est supérieur aux autres prédateurs connus de la punaises ternes (Arnoldi et al. 1991). *Nabis americanoferus* est aussi un consommateur de pucerons et autres proies qui causent des dommages en milieux agricoles (Dumont et al., en cours). Une *Nabis* adulte peut tuer près de 48 pucerons par jour (Dumont et al., en cours). Toutefois, les données empiriques et expérimentales sur le comportement et l'efficacité de *N. americanoferus* en présence de proies multiples sont rares dans la littérature scientifique.

La présence de proies multiples peut avoir une incidence positive ou négative sur la reproduction, la survie et la croissance des prédateurs (Toft and Wise 1999; Oelbermann and Scheu 2002). Certaines proies sont de meilleures qualités que d'autres (Mayntz and Toft 2001; Fagan et al. 2002; Denno and Fagan 2003). Les prédateurs généralistes doivent donc avoir la capacité de distinguer les proies de meilleures qualités des autres proies. La théorie de l'approvisionnement optimale prédit que les prédateurs généralistes vont prioriser l'apport en énergie plutôt que de balancer la valeur nutritionnelle de leur diète. Le comportement de certains prédateurs généralistes correspond à cette théorie. Par exemple, Oelbermann et Scheu (2002) ont observé que l'inclusion de certaines proies dans la diète d'une araignée généraliste réduisait sa survie, sa croissance et son développement. Ainsi, ils semblent que ces araignées généralistes sont incapables de distinguer entre les proies bénéfiques et les proies néfastes. À l'inverse, d'autres prédateurs généralistes sont plus sélectifs et balancent la valeur nutritive de leur diète (Whitney et al. 2018). Le comportement d'approvisionnement des Nabidae est peu connu. Ainsi, les choix de font les *Nabis*, et les conséquences de ces choix sur la lutte biologique, reste à déterminer.

Cette étude vise à explorer l'efficacité du prédateur généraliste *N. americanoferus* comme agent de lutte biologique en serre de concombre contre la punaise terne et le puceron de melon, *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae). En sous-objectif, l'étude vise à mesurer l'impact de proies multiples sur les populations de *N. americanoferus*.

Méthodologie

Systemes et conditions

Deux expériences similaires ont été menées en 2019 et 2020. L'expérience de 2020 est plus complète et plus volumineuse. Les résultats de celle-ci sont présentés ci-bas. L'expérience de 2019 est présentée en annexe.

L'expérience a été réalisée sur des plants de concombre en fleur dans de grandes cages de filet fin (mousseline) dans une serre. Chaque cage contenait 5 plants de concombre. Les plants ont été produits dans des pots de 10 cm de diamètre et étaient alignés dans une même rangée sur des tables à une hauteur de 1m. La fertilisation et l'irrigation ont été réalisées selon les recommandations d'un agronome et de façon à répondre aux besoins des plantes.

Design expérimental

Chaque test a débuté par l'introduction simultanée des proies et des prédateurs selon l'un des traitements suivants : 1) 10 punaises ternes adultes (5 mâles et 5 femelles), 2) 10 punaises ternes adultes (5 mâles et 5 femelles) et 5 pucerons (1 par plant), 3) 4 *Nabis* adultes (2 mâles et 2 femelles) et 5 pucerons (1 par plant), 4) 10 punaises ternes adultes (5 mâles et 5 femelles) et 4 *Nabis* adultes (2 mâles et 2 femelles) et



5) 10 punaises ternes adultes (5 mâles et 5 femelles), 4 *Nabis* adultes (2 mâles et 2 femelles) et 5 pucerons (1 par plant).

Le suivi des populations a commencé 7 jours après l'introduction et s'est poursuivi une fois par semaine pendant six semaines. Le suivi des populations a été réalisé par observation directe de 3 plants de concombre par cage. Sur chaque plant de concombre, trois feuilles étaient observées soit une en haut du plant, une au milieu du plant et une dernière au bas du plant. Une observation des parois du filet des cages a aussi été effectuée pour dénombrer les punaises ternes et les *Nabis*. Les punaises ternes et les *Nabis* étaient comptabilisées en fonction de leur stade de développement soit L1-L3, L4-L5 et adulte. Pour les pucerons, une échelle a été utilisée pour les dénombrer : 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000. À partir de 1000, l'échelle montait à coup de 500 à la fois. Pour chaque traitement, 20 répétitions ont été réalisées.

Résultats

Effet des traitements sur les punaises ternes

Les punaises ternes adultes étaient moins abondantes en présence du prédateur *Nabis* ou des pucerons ($LRT_3 = 17,28$; $p = 0,0006$) (Figure 1 & 2). Les variations dans le temps de l'abondance des punaises ternes adultes suit une relation polynomiale à trois degrés ($LRT_3 = 165,21$; $p < 0,0001$). Les adultes issus de la seconde génération étaient observables à partir de la 5^{ème} semaine.

La présence du prédateur *Nabis* et/ou de pucerons n'ont pas eu d'effets significatifs sur l'abondance des larves de punaises ternes ($LRT_3 = 2,78$; $p = 0,43$). Une relation polynomiale à trois degrés a été observée entre l'abondance des larves de punaises ternes et le temps ($LRT_3 = 80,81$; $p < 0,0001$) (Figure 1 & 2). Trois semaines après l'introduction, les immatures de punaise terne présentent un pic de population quand *Nabis* est uniquement présent. Ce pic populationnel se retarde d'une semaine en présence des pucerons ou en absence du prédateur.

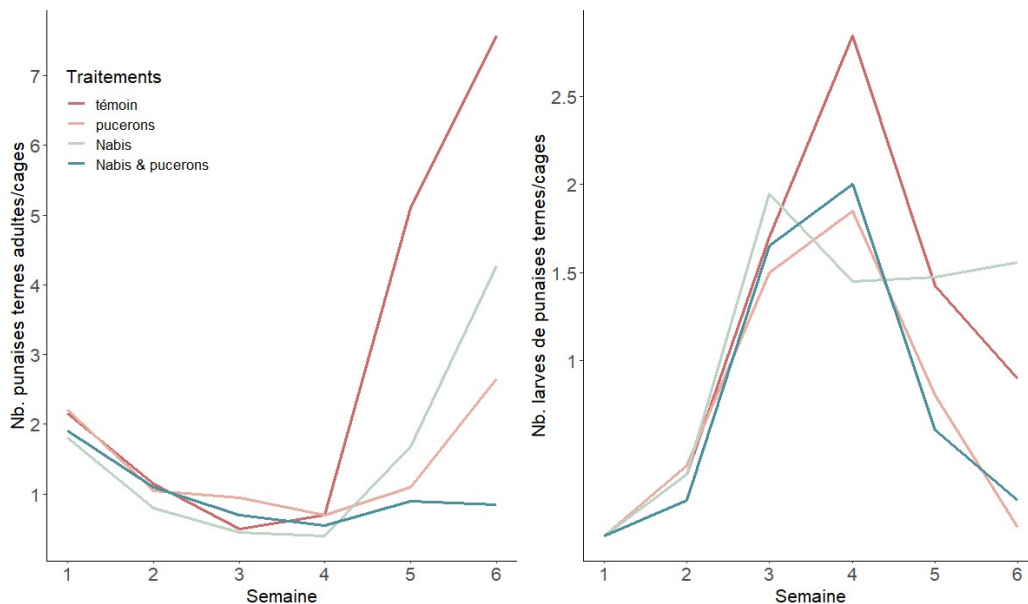


Figure 1 : Abondance des punaises ternes adultes et larves en fonction des traitements *Nabis* et pucerons et du temps.

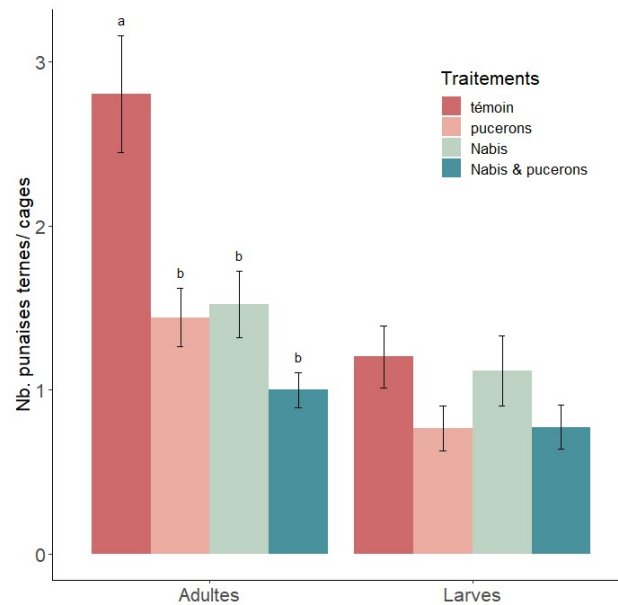


Figure 2 : Abondance moyenne des punaises termes adultes et larves en fonction du traitement sur une durée de six semaines. Les lettres indiquent des différences statistiques entre les traitements ($\alpha = 0,05$). Les barres d'erreur représentent l'erreur-type.

Effet des traitements sur les pucerons du melon

Les populations de pucerons du melon ont connu une croissance exponentielle à partir de la 3^{ème} semaine jusqu'à la 5^{ème} semaine, décrivant une relation polynomiale à trois degrés avec le temps ($LRT_3 = 2024,90$; $p < 0,0001$) (Figure 3). La présence de *Nabis*, avec ou sans punaises termes, diminue l'abondance des pucerons ($LRT_2 = 16,95$; $p = 0,0002$) (Figure 4).

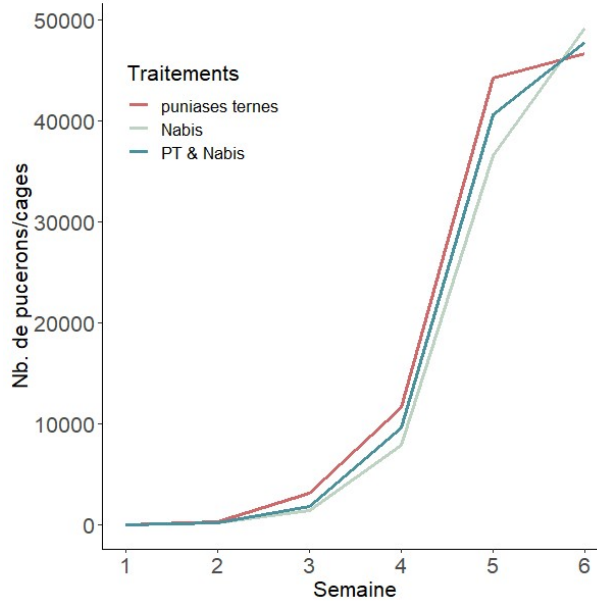


Figure 3 : Nombre de pucerons (*A. gossypii*) par cage en fonction de la présence de *N. americana* et de la punaise terne et du temps.

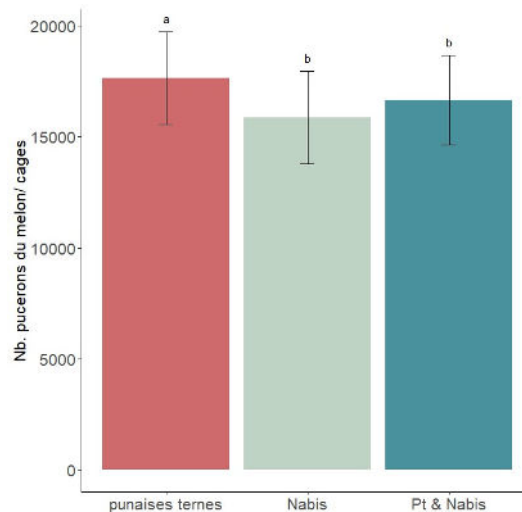


Figure 4 : Nombre de pucerons (*A. gossypii*) par cage en fonction de la présence de *N. americana* et de la punaise terne.

Effet des traitements sur les punaises Nabis

L'abondance des *Nabis* adultes introduites dans les cages diminuait jusqu'à la 4^{ème} semaine (Figure 5). La relation polynomiale à trois degrés entre l'abondance des *Nabis* adultes et le temps indique que la seconde génération d'adulte émerge dès la 5^{ème} semaine ($LRT_3 = 25,56$; $p < 0,0001$). L'abondance des *Nabis* adultes n'était pas influencée par les proies disponibles ($LRT_2 = 0,04$; $p = 0,98$).

L'abondance des larves de *Nabis* suivait une relation polynomiale à trois degrés avec le temps ($LRT_3 = 85,95$; $p < 0,0001$) (Figure 5). Les larves de *Nabis* étaient plus abondantes à partir de la 3^{ème} semaine jusqu'à la 5^{ème}. En plus, le pic populationnel des larves des *Nabis* en présence des proies mixtes s'anticipait d'une semaine, ou deux que quand des pucerons ou des punaises ternes, respectivement, étaient offerts

seuls. Les traitements avec différentes proies n'ont pas eu d'effet significatif sur l'abondance des larves de *Nabis* ($LRT_2 = 5,49$; $p = 0,06$).

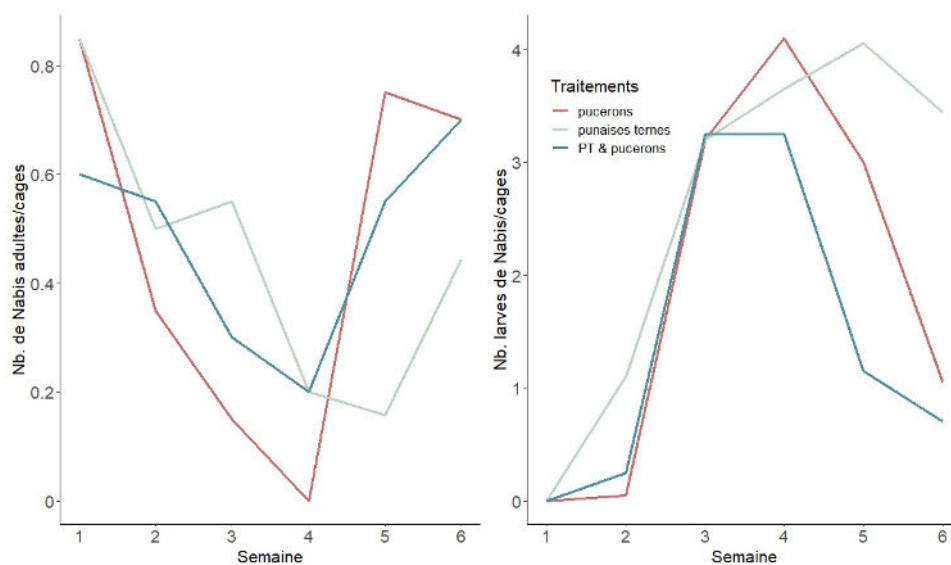


Figure 5 : Nombre de punaise *N. americanoferus* adultes (gauche) et larves (droite) en fonction du temps et des proies disponibles (punaises terroses et/ou pucerons).

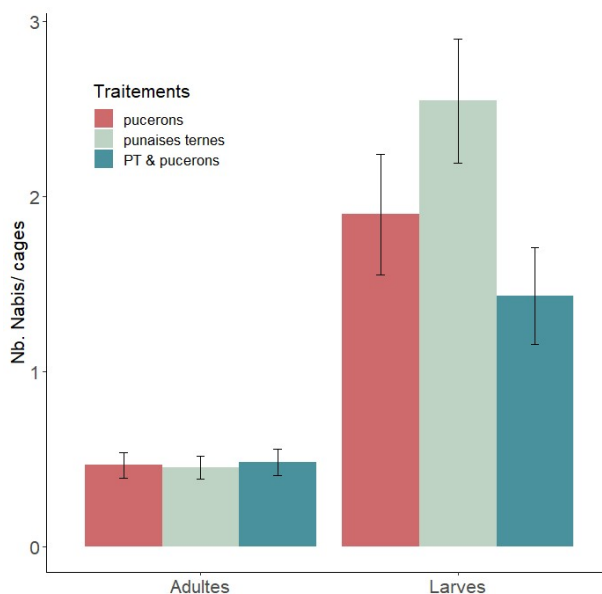


Figure 6 : Nombre de punaise *N. americanoferus* adultes et larves en fonction des proies disponibles (punaises terroses et/ou pucerons).

Discussion

La punaise généraliste *N. americanoferus* a efficacement régulé les populations de punaises terroses dans notre expérience. L'effet du prédateur était principalement observable à la seconde génération de punaises terroses, lorsque l'abondance des adultes était significativement réduite. Toutefois, l'effet sur les larves ne s'est pas révélé dans nos analyses. Ainsi, dans notre système, les *Nabis* n'ont pas eu d'effet notable durant les quatre premières semaines. La capacité de régulation des pucerons du melon par les *Nabis* est toutefois très limitée. Bien que nous ayons observé une réduction significative de l'abondance des pucerons sous la prédation par les *Nabis*, les populations de pucerons ont connues une hausse



exponentielle de leur effectif quatre semaine après leur introduction. Les seuils atteints par les populations de puceron du melon menaçaient l'intégrité des plants. La présence de puceron a d'ailleurs eu un effet nuisible sur les populations de punaises ternes. La compétition directe (i.e. occupation de l'espace) et/ou indirecte (i.e. dégradation des hôtes) par les pucerons du melon était considérable dans notre expérience.

La disponibilité des punaises ternes et/ou des pucerons n'a pas eu d'incidence sur l'abondance des populations de *Nabis*. Dans le volet 1 de ce projet, nous avons observé en laboratoire que les *Nabis* performaient mieux sur une diète de pucerons qu'une de punaises ternes. Toutefois, l'espèce de pucerons utilisée dans le volet 1, soit *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera : Aphididae), n'était pas la même que dans l'expérience en serre (*A gossypii*). Il est possible que ces deux pucerons n'aient pas la même valeur nutritive pour les *Nabis* et que pourtant, des effets significatifs sur l'abondance des larves ne soit pas observé. Cependant, le pic populationnel des immatures a présenté une anticipation d'une semaine quand les deux proies ont été offertes ensemble. Ces résultats suggèrent donc que les plantes réservoirs avec pucerons pourraient ne pas être particulièrement favorable aux *Nabis* mais pourraient anticiper leur émergence sur le champ.

Les punaises *Nabis* ont un cycle d'une durée similaire aux punaises ternes. Dans notre expérience, les punaises ternes et les *Nabis* ont été introduites la même journée. Nos résultats démontrent que les larves des deux espèces de punaises ont été en plus fortes densités lors des troisièmes et quatrième semaine, alors que les adultes de la seconde génération étaient présentes à partir de la cinquième semaine. Dans ce contexte, l'introduction de *Nabis* a pris plus de quatre semaines avant d'avoir des effets désirables en lutte biologique. Les *Nabis* de tous les stades de développement consomment des punaises ternes, mais elles s'attaquent qu'aux proies de stade équivalent ou inférieur. Par exemple, les larves de stade L5 de *Nabis* attaquent les punaises ternes de stade L5 ou inférieur, mais ne s'attaquent pas aux punaises ternes adultes. Le taux de prédation par *Nabis* sur la punaise terne augmente quand l'allométrie est en faveur du prédateur (Dumont et al., en cours). Donc, dans notre système, les *Nabis* étaient au mieux de stade équivalent aux punaises ternes. Les bénéfiques procurés par les *Nabis* en termes de lutte biologique n'étaient donc pas optimaux dans ces conditions. Pour tirer profit de tout le potentiel de *Nabis*, il faudrait les introduire avant que les punaises ternes soient présentes sur les cultures. Une telle stratégie pourrait être améliorée par l'ajout de ressources alimentaires alternatives comme les œufs d'*Ephestia* (Leman and Messelink 2015; Oveja et al. 2016; Labbe et al. 2018). Le ratio initial de pucerons par prédateur, c'est-à-dire 1,25 pucerons par *Nabis*, était en faveur d'une régulation des populations de pucerons par les prédateurs. En laboratoire, le *Nabis* adulte consomme individuellement 47,6 pucerons (*M. persicae*) par jour, soit près de 80 % des pucerons initialement disponibles. Donc, les *Nabis* auraient dû avoir un impact très important sur les populations de puceron du melon. Toutefois, ça n'a pas été le cas dans notre expérience. Ces résultats indiquent que *Nabis* exploitent peu le puceron du melon. Il est donc peu probable que l'introduction de *Nabis* pour lutter contre les punaises ternes perturbe la lutte biologique contre les pucerons du melon. Les *Nabis* ne compétitionneront pas les autres agents de lutte biologique utilisés contre les pucerons du melon (e.g., les guêpes parasitoïdes, syrphes ou cécidomyies).

En 2019 on observait une augmentation de population de *Nabis* en présence des pucerons, spécialement quand les punaises ternes et les pucerons étaient offerts ensemble. Néanmoins, en 2019, les punaises (*Nabis* et punaises ternes) immatures et adultes étaient évalués ensemble et les différences entre les traitements selon l'âge des punaises ne pouvaient pas être déterminées. En 2020, même si des différences significatives d'abondance des *Nabis* n'ont pas été observés entre traitements, il semblerait y avoir plus de variabilité d'abondance des larves de *Nabis* selon la disponibilité des différentes proies offertes dans les différents traitements que pour les adultes. Autrement, la séparation de résultats d'abondance des punaises en deux groupes d'âge en 2020, dessine une diminution significative des punaises ternes adultes



en présence du prédateur où des pucerons et une tendance similaire en nombre des immatures en présence du prédateur *Nabis* qu'en son absence. Ce dernier résultat serait en ligne avec l'augmentation de population de la punaise terne observé en 2019 en présence du prédateur. Ainsi, la diminution d'adultes en présence de *Nabis* pourrait être attribué à la prédation tandis qu'une situation de compétition serait attribuée à la présence des pucerons. Finalement, notre hypothèse pour expliquer les tendances populationnelles des larves de punaise terne est que la présence du prédateur impliquerait l'investissement en reproduction des proies comme stratégie évolutive. En ce qui concerne la population des pucerons, les résultats obtenus dans les deux années se contredisent en montrant en 2020, une diminution de la population en présence du prédateur indépendamment de la présence des punaises ternes. En somme, les résultats obtenus en 2019 nous ont permis d'optimiser l'expérience en 2020 et la séparation d'âges des punaises mieux comprendre les interactions dans le système.

L'ensemble des résultats obtenus fournissent de l'information essentiel pour pouvoir développer une bonne stratégie de control biologique de la punaise terne dans la culture du concombre en serre. Cependant, pour maximiser l'efficacité du *Nabis*, des expériences avec l'introduction du prédateur avant l'introduction des punaises ravageurs ou l'ajout de ressources alimentaires alternatives seraient d'intérêt.

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
- Denno RF, Fagan WF (2003) Might nitrogen limitation promote omnivory among carnivorous arthropods? *Ecology* 84:2522–2531
- Dumont F, Lucas E, Réale D (2017a) Coexistence of zoophytophagous and phytozoophagous strategies linked to genotypic diet specialization in plant bug. *PloS One* 12:e0176369
- Fagan WF, Siemann E, Mitter C, et al (2002) Nitrogen in insects: implications for trophic complexity and species diversification. *Am Nat* 160:784–802
- 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
- Labbe R, Gagnier D, Kostic A, Shipp L (2018) The function of supplemental foods for improved crop establishment of generalist predators *Orius insidiosus* and *Dicyphus hesperus*. *Sci Rep* 8: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36100-0>
- Leman A, Messelink GJ (2015) Supplemental food that supports both predator and pest: a risk for biological control? *Exp Appl Acarol* 65:511–524
- Mayntz D, Toft S (2001) Nutrient composition of the prey's diet affects growth and survivorship of a generalist predator. *Oecologia* 127:207–213
- Oelbermann K, Scheu S (2002) Effects of prey type and mixed diets on survival, growth and development of a generalist predator, *Pardosa lugubris* (Araneae: Lycosidae). *Basic Appl Ecol* 3:285–291. <https://doi.org/10.1078/1439-1791-00094>
- Oveja MF, Riudavets J, Arnó J, Gabarra R (2016) Does a supplemental food improve the effectiveness of predatory bugs on cucumber? *Biocontrol* 61:47–56
- Perkins PV (1971) *Nabis alternatus* Parshley as a predator of *Lygus hesperus* Knight, including studies on their biology
- Symondson WOC, Sunderland KD, Greenstone MH (2002) Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annu Rev Entomol* 47:561–594
- Toft S, Wise DH (1999) Growth, development, and survival of a generalist predator fed single-and mixed-species diets of different quality. *Oecologia* 119:191–197



Annexe I

Design expérimental

Tests de 2019

Chaque test a débuté par l'introduction des proies selon l'un des traitements suivants : 1) cinq punaises ternes (*Lygus lineolaris*) de stade L3 à jeunes adultes (< 3 jours) par plant; 2) deux pucerons du melon (*Aphis gossypii*) par plant; 3) cinq punaises ternes et deux pucerons par plant. Une journée après l'introduction des proies, deux jeunes femelles et un mâle *Nabis* à jeun (pendant 24h), étaient introduits sur le premier plant de la rangée de cinq plants. Un traitement témoin avec cinq punaises ternes par plant, mais sans introduction de *Nabis* ni proie alternative (puceron) était réalisé.

Les populations de *Nabis* et des proies ont été suivies pendant les deux premiers jours après l'introduction, puis une fois par semaine pendant huit semaines. Le suivi des populations a été réalisé par observation directe pendant un maximum de 15 minutes par cage. À chaque suivi, la position et nombre des individus (prédateur et proies) dans la cage selon le : 1) numéro de plante (1 - 5) ; filet ; pot ainsi que leur position sur la plante : a) bas, b) milieu et c) haut, ont été notés. Au dernier suivi, les cages ont été ouvertes et la totalité des insectes (vivants et morts), leur position, le stade de développement (pour les punaises) ainsi que le pourcentage des feuilles endommagées par plante et nombre des fruits ont été notés. Pour chaque traitement, 10 répétitions ont été réalisées.

Résultats

Tests de 2019

La population de *N. americanoferus* est significativement plus élevée en présence des deux proies (puceron + punaise terne) comparativement aux cages où il n'y a que de la punaise terne d'offerte ($X^2 = 1590$, $df = 2$, $p < 0.0001$) (Fig. 1A). De plus, en présence des pucerons, l'abondance de *Nabis* dans la cage est plus élevée par rapport celle dans les cages où il n'y a que la punaise terne. La population de la punaise terne est plus élevée quand le prédateur *Nabis* est présent, et ce spécifiquement lorsqu'il n'y a pas de pucerons ($X^2=1804.$, $df=2$, $p < 0.0001$) (Fig. 1B). La population des pucerons est très élevée et on observe une population de pucerons significativement plus importante en présence du prédateur *Nabis* qu'en son absence lorsque les deux proies sont ensemble ($X^2=169554$, $df=2$, $p < 0.0001$) (Fig. 1C).

La présence de *Nabis* avec la punaise terne dans les cages cause un pourcentage de défoliation important, et ce en présence ou non de pucerons ($X^2=919$, $df=3$, $p < 0.0001$) (Fig.2.A). Le taux de défoliation est plus intermédiaire lorsqu'il n'y a que les deux insectes phytophages, et le plus faible taux est observé en présence de pucerons et de *Nabis*. Le nombre de fruits par cage est significativement plus élevé en présence de *Nabis* et de la punaise terne comparativement au traitement avec les deux proies sans *Nabis* ($X^2=223.05$, $df=3$, $p = 0.05$) (Fig.2.B).

La punaise *Nabis* et la punaise terne ne montrent pas de préférence sur l'endroit où elles se déplacent dans la cage ni de différence de la répartition selon le traitement (Tab. I). Cependant, les pucerons montrent une préférence vers le milieu de la plante.

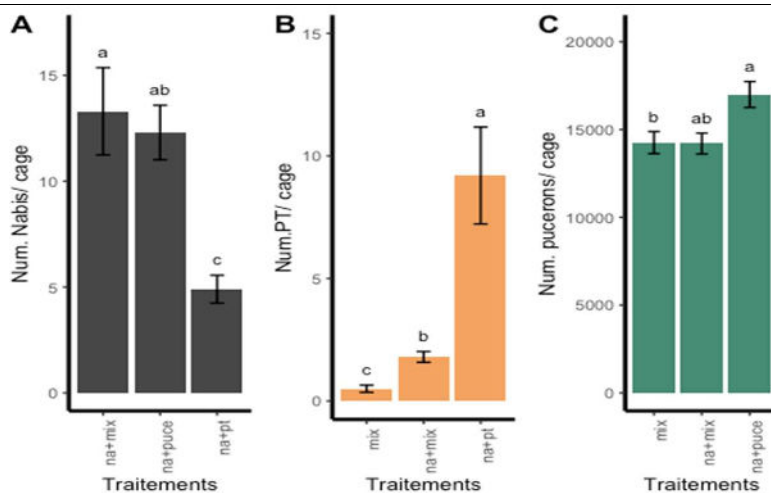


Figure 1. Nombre d'insectes par cage après 6 semaines, A) Nabis, B) Punaise terne, C) Puceron.

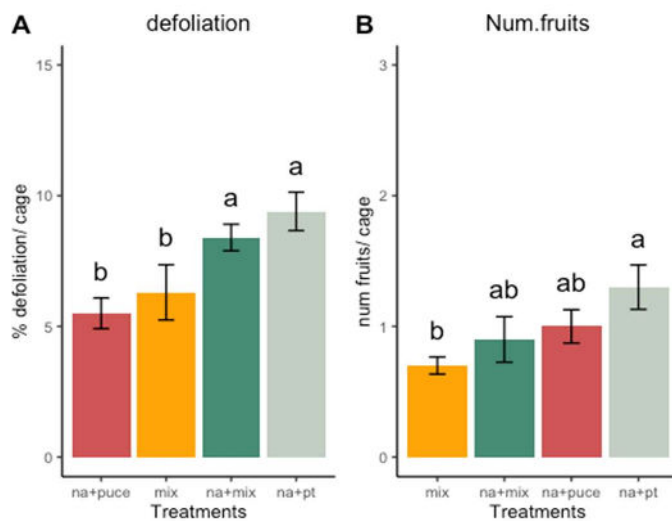


Figure 2. A. Pourcentage de défoliation par cage selon le traitement. **B.** Numéro de fruits per cage selon le traitement.

Table 1. Résultats des analyses de la répartition des insectes dans les cages selon le traitement.

Espèce	Df	Deviance	Pr(>Chi)
Nabis	8	4815.4	1
Punaise terne	8	6293.2	0.999
Puceron de melon	8	7795212	<0.001

La présence des proies mixtes (puçerons et punaise terne) permet une augmentation de la population de



Nabis. Pour cette raison, *Nabis* pourraient performer mieux dans un système en présence des proies mixtes, une situation commune dans les serres. Les résultats suggèrent que le puceron représente une meilleure diète pour le prédateur que la punaise terne. Ce résultat peut être expliqué par le fait que la punaise terne est plus mobile et moins abondante que le puceron ce qui augmente le temps de recherche de la proie et, en conséquence, la population du prédateur se voit favorisé en présence du puceron de melon. La même situation a été observée dans des expériences de voracité de ce prédateur face à ces deux proies. Ces expériences montraient qu'en 24 heures, la consommation maximale des pucerons était deux fois celle des punaises.

Les résultats montrent que la présence du prédateur implique l'investissement en reproduction des proies comme stratégie évolutive ou comportementale. D'autres expériences et références seront nécessaires pour confirmer ce fait. La punaise terne est la principale cause de la défoliation des plantes. Cette haute défoliation observée par la punaise terne en présence du prédateur est liée à l'augmentation des populations des proies lorsque le prédateur est dans la cage. En fait, *Nabis* n'a pas été capable de contrôler la défoliation effectuée par la punaise terne ni de diminuer le nombre des ravageurs. Ainsi, les résultats suggèrent la nécessité d'un ajustement du prédateur-proie, spécialement pour les pucerons. En revanche, *Nabis* a été capable de contrôler la production des fruits, car les résultats indiquent plus de fruits en présence du prédateur.

Nabis et punaise terne ne montrent pas de préférence pour la répartition dans la cage ni de différence en disposition selon le traitement. Cependant, les pucerons montrent une préférence vers le milieu de la plante. Cette préférence pourrait être attribuée au fait que les pucerons ont été introduits manuellement dans les cages directement sur des feuilles à une hauteur moyenne du plant et que les pucerons préfèrent les jeunes pousses comparativement à des feuilles plus âgées.

Problèmes

- Veuillez décrire les obstacles ou les problèmes dans la réalisation de cette activité durant la période visée par le rapport. Comment ont-ils été surmontés ou comment comptez-vous les surmonter?
- Veuillez décrire tout changement potentiel au plan de travail et au budget durant la période visée par le rapport. Comment ont-ils été gérés ou comment comptez-vous les gérer?

Réalisations clé

Une réalisation clé est une importante réalisation ou un résultat concret que les agriculteurs, le secteur ou le milieu scientifique pourraient utiliser. Veuillez décrire des réalisations clé (un à trois paragraphes) qui répondent à l'un des critères suivants :

- 4) Le produit à un certain potentiel commercial (tous les essais sont terminés).
- 5) Le produit a été commercialisé.
- 6) Le produit a été adopté par le secteur.

Nouvelle stratégie de lutte intégrée avec la punaise prédatrice *Nabis* pour lutter contre la punaise terne en serre.



La punaise généraliste *N. americoferus* a efficacement régulé les populations de punaises ternes dans notre expérience. L'effet du prédateur était principalement observable à la seconde génération de punaises ternes, lorsque l'abondance des adultes était significativement réduite. Toutefois, l'effet sur les larves ne s'est pas révélé dans nos analyses. Ainsi, dans notre système, les *Nabis* n'ont pas eu d'effet notable durant les quatre premières semaines. La capacité de régulation des pucerons du melon par les *Nabis* est toutefois très limitée. Bien que nous ayons observé une réduction significative de l'abondance des pucerons sous la prédation par les *Nabis*, les populations de pucerons ont connues une hausse exponentielle de leur effectif quatre semaine après leur introduction. Les *Nabis* de tous les stades de développement consomment des punaises ternes, mais elles s'attaquent qu'aux proies de stade équivalent ou inférieur. Donc, dans notre système, les *Nabis* étaient au mieux de stade équivalent aux punaises ternes. Les bénéfices procurés par les *Nabis* en termes de lutte biologique n'étaient donc pas optimaux dans ces conditions. Pour tirer profit de tout le potentiel de *Nabis*, il faudrait les introduire avant que les punaises ternes soient présentes sur les cultures. Une telle stratégie pourrait être améliorée par l'ajout de ressources alimentaires alternatives comme les œufs d'*Ephestia*.

En laboratoire, le *Nabis* adulte consomme individuellement 47,6 pucerons (*M. persicae*) par jour, soit près de 80 % des pucerons initialement disponibles. Donc, les *Nabis* auraient dû avoir un impact très important sur les populations de puceron du melon. Toutefois, ça n'a pas été le cas dans notre expérience. Ces résultats indiquent que *Nabis* exploite peu le puceron du melon. Il est donc peu probable que l'introduction de *Nabis* pour lutter contre les punaises ternes perturbe la lutte biologique contre les pucerons du melon. Les *Nabis* ne compétitionneront pas les autres agents de lutte biologique utilisés contre les pucerons du melon (e.g., les guêpes parasitoïdes, syrphes ou cécidomyies). L'ensemble des résultats obtenues fournissent de l'information essentiel pour le développement d'une bonne stratégie de contrôle biologique de la punaise terne dans la culture du concombre en serre. Cependant, pour maximiser l'efficacité du *Nabis*, des expériences avec l'introduction du prédateur avant l'introduction des punaises ravageurs ou l'ajout de ressources alimentaires alternatives seraient d'intérêt.