

**PHYTOPHAGIE DE *DICYPHUS HESPERUS* : COMPARAISON DE SOUCHES ET RÉDUCTION DES
DOMMAGES SUR TOMATE**

Projet # 6860159

DURÉE DU PROJET : MAI 2021 / FÉVRIER 2022

RAPPORT FINAL

Réalisé par :
François Dumont, CRAM
Maud Lemay, CRAM
Caroline Provost, CRAM



1 février 2022

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 Pêcheries et de l'Alimentation.

PHYTOPHAGIE DE *DICYPHUS HESPERUS* : COMPARAISON DE SOUCHES ET RÉDUCTION DES DOMMAGES SUR TOMATE

NUMÉRO DU PROJET : 6860159

RÉSUMÉ DU PROJET

La punaise omnivore *Dicyphus hesperus* Knight (Hemiptera : Miridae) est un agent de lutte biologique utile en serre contre plusieurs ravageurs, notamment les aleurodes des serres en production de tomates. Divers fournisseurs vendent cet insecte à des fins de lutte biologique. Toutefois, quand les proies sont moins abondantes, la punaise *Dicyphus* peut elle-même engendrer des dommages aux productions lorsqu'elle s'alimente sur la fleur ou le fruit en développement. Son utilisation comporte donc un certain niveau de risque. Les préférences alimentaires des individus d'une population sont, en partie, génétiquement déterminées. Ces variations génétiques dans les comportements d'alimentation ont été récemment observées chez *D. hesperus* et d'autres Miridae omnivores. Ces préférences alimentaires mènent à un certain degré de spécialisation alimentaire sur les ressources animales ou végétales. Ainsi, en lutte biologique, certaines lignées pourraient être plus bénéfiques et d'autres plus dommageables. Cependant, la disponibilité de ressources alimentaires alternatives (p. ex., sucre) pourrait réduire les dommages aux fruits, surtout chez les lignées peu zoophages. L'objectif de cette recherche est de tester, en conditions de serre, le niveau de dommages aux fruits causés par des lignées à zoophagie élevée ou basse et tester l'effet de ressources alternatives (miel dilué dans de l'eau) sur la quantité de dommages aux tomates. Trois lignées très zoophages et autant peu zoophages ont été développées pendant quatre générations à partir d'une population source composée d'individus provenant de plusieurs fournisseurs d'agents de lutte biologique. En serre (Sagami), cinq larves de *Dicyphus* issues des lignées à zoophagie élevée ou basse ont été introduites dans des manchons recouvrant une jeune grappe de tomates en développement. Dans la moitié des manchons, un Eppendorf de miel et d'eau a été offert aux *Dicyphus*. Après quatorze jours, les *Dicyphus* ont été retirés et le nombre de piqûres visibles aux fruits a été compté. La lignée peu zoophage engendrait significativement plus de piqûres que la lignée très zoophage. L'apport de ressources alternatives réduisait la quantité de dommages aux tomates pour la lignée peu zoophage. Ainsi, *Dicyphus* présente un certain degré de spécialisation alimentaire qui se traduit par une valeur économique variable en lutte biologique. Des lignées très zoophages et peu phytophages pourraient être développées pour améliorer l'efficacité de ce prédateur et réduire les dommages engendrés aux cultures.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif du projet de recherche est de comparer le niveau de phytophagie de lignées de *Dicyphus hesperus* à zoophagie élevée ou basse et de tester l'efficacité de la mise en disponibilité d'alternative alimentaire (solution de miel et d'eau) dans le but de réduire les risques de dommages aux tomates par les punaises.

Méthodologie

La sélection et les élevages de *Dicyphus* ont été réalisés dans les laboratoires du Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel (CRAM) à Sainte-Scholastique (Mirabel). L'expérience en serre s'est tenue dans les serres de Sagami à Sainte-Sophie.

Populations sources

La population source a été fondée le 28 octobre 2020 à partir de cinq sources commerciales (Anatis bioprotection, Natural Insect Control, une serre commerciale au Québec et une autre en Ontario) ou

d'élevage de laboratoire (issue des sources précédentes). Une première génération a été complétée avant de commencer les tests en laboratoire pour la sélection artificielle. Cet élevage a été maintenu dans des cages (47,5 cm X 47,5 cm X 47,5 cm) contenant quatre plants de molènes et un plant d'aubergine. Les *Dicyphus* étaient nourris aux œufs d'*Ephestia*. Les élevages étaient maintenus à une température de 25 °C, 55% d'humidité relative et 16 heures de luminosité par jour.

Sélection artificielle et lignées

À partir des populations sources, une première sélection a été réalisée du 14 au 29 janvier en testant 210 individus adultes (105 mâles et 105 femelles). Chaque individu a été préalablement mis à jeun avec un morceau de feuille de laitue (pour source d'eau) pendant une période de 24 heures dans un *Solo cup*. Par la suite, chaque *Dicyphus* était placée dans une boîte de Petri (10 cm de diamètre) contenant deux carrés (1 cm²) d'œufs d'*Ephestia* et deux cubes d'agar-agar (7 mm³). Après 24 heures dans la boîte de Petri, l'adulte *Dicyphus* était retiré et le nombre d'œufs d'*Ephestia* consommés sur chaque post-it était compté. À partir des résultats obtenus, trois lignées très zoophages et trois lignées peu zoophages ont été fondées chacune par cinq mâles et cinq femelles sélectionnées. De plus, cinq mâles et cinq femelles par lignée ont été sélectionnés au hasard pour créer trois lignées témoin. Au total, neuf lignées ont été créées soit trois pour chaque trait sélectionné. Une période de six semaines séparait les sélections entre elles afin de laisser le temps à une nouvelle génération d'adultes d'être produite. À partir de la première sélection, 15 mâles et 15 femelles ont été testés par le même procédé que la première sélection. Les cinq mâles et les cinq femelles présentant les meilleurs résultats de leur trait sélectionné étaient choisis pour créer la génération suivante. Ce processus de sélection a été répété sur quatre générations.

Élevage de masse

Après quatre générations, deux lignées (la plus zoophage et la moins zoophage) ont été élevées en masse pour produire de nombreux individus en vue des tests en serre. En moyenne, les femelles de la lignée très zoophage consommaient 200,15 (\pm 57,37 e.t.) œufs par jour contre 134,22 (\pm 27,53) pour les femelles de la lignée peu zoophage. Chez les mâles, ceux issus de la lignée à zoophagie élevée consommaient en moyenne 170,39 (\pm 27,53) œufs par jour versus 115,63 (\pm 27,53) pour la lignée à zoophagie basse. Dix adultes de chacune de ces lignées (5 mâles et 5 femelles) ont été placés dans des cages carrées (47,5 cm x 47,5 cm x 47,5 cm) contenant six plants de molènes. Ces élevages ont été maintenus deux mois. Les individus nécessaires à l'expérience en serre ont été extraits de ces élevages le 23 septembre 2021 et le 30 septembre 2021.

Expérience en serre

En serre (Sagami), des manchons de mousseline de 40 cm de longueur et 25 cm de largeur ont été installés sur de jeunes grappes de tomates cocktail en développement cultivées en conditions biologiques (T24h moy 18-19°C, HR 24h moy 67-70%, DH 24h moy 5-6 g/m³, photopériode de 16h)]. Cinq larves de stade L3 ont été introduites dans ces manchons. Les larves provenaient soit de la lignée très zoophage ou peu zoophage. Dans la moitié des manchons, un Eppendorf contenant 1,8 ml d'une solution composée en quantités égales de miel et d'eau distillée était offert aux punaises. Les Eppendorf étaient fermés avec un coton de dentiste. Ce dispositif permet aux punaises de s'alimenter de la solution sucrée. Des manchons témoins, sans *Dicyphus*, ont été installés pour mesurer le nombre de dommages qui auraient pu être causés avant l'installation des manchons. Pour chaque traitement, 15 manchons ont été installés pour un total de 75 manchons. Quatorze jours après l'introduction des *Dicyphus*, les manchons ont été retirés. La survie des *Dicyphus* a été notée. Le nombre de piqûres sur chacune des tomates et le nombre de tomates ont été comptés. Les manchons où les tiges ont été brisées pendant l'expérience ont été exclus des analyses. Ainsi, les traitements avaient entre 11 et 15 répétitions.

Le nombre de piqûres dans les manchons témoins était négligeable (0,44 \pm 1,02 (e.s.) piqûre par manchon).

Analyses statistiques

Un modèle généralisé linéaire (GLM) pour distribution Poisson a été utilisé pour tester l'effet des lignées et de l'alternative alimentaire sur le nombre total de piqûres aux tomates observé par manchon. L'interaction entre les deux variables explicatives a aussi été incluse dans le modèle.

L'effet des traitements lignées et ressources alternatives sur la proportion de tomates avec au moins une piqûre sur le nombre total de tomates par manchon a été testé avec un modèle GLM pour distribution binomial (données proportionnelles). Le modèle incluait l'interaction entre les deux variables explicatives.

La survie des *Dicyphus* en fonction des traitements lignées et alternatives alimentaires a été testée avec un modèle GLM pour distribution binomial (données proportionnelles). L'interaction entre les lignées et l'alternative alimentaire était incluse dans le modèle.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Nombre de piqûres aux tomates

La lignée très zoophage engendrait significativement moins de piqûres aux tomates ($4,57 \pm 0,64$ e.s.) que la lignée peu zoophage ($12,54 \pm 1,58$ e.s.) ($\beta = -1,17 \pm 0,14$; $z = -8,63$; $p < 0,0001$) (Figure 1). Ainsi, la lignée peu zoophage cause en moyenne 2,74 fois plus de dommages que la lignée très zoophage. En moyenne, la disponibilité de ressources alternatives réduisait le nombre de piqûres aux tomates ($\beta = -0,39 \pm 0,12$; $z = -3,33$; $p = 0,0009$) (Figure 1). L'interaction significative entre les traitements lignées et ressources alternatives ($\beta = -1,17 \pm 0,14$; $z = -8,63$; $p < 0,0001$), indique que la réduction des piqûres quand une ressource alternative est disponible n'est pas la même pour les deux lignées. La lignée peu vorace cause moins de dommages en présence d'une ressource alternative, mais la lignée très zoophage n'ajuste pas sa phytophagie en réponse à cette ressource (Figure 1).

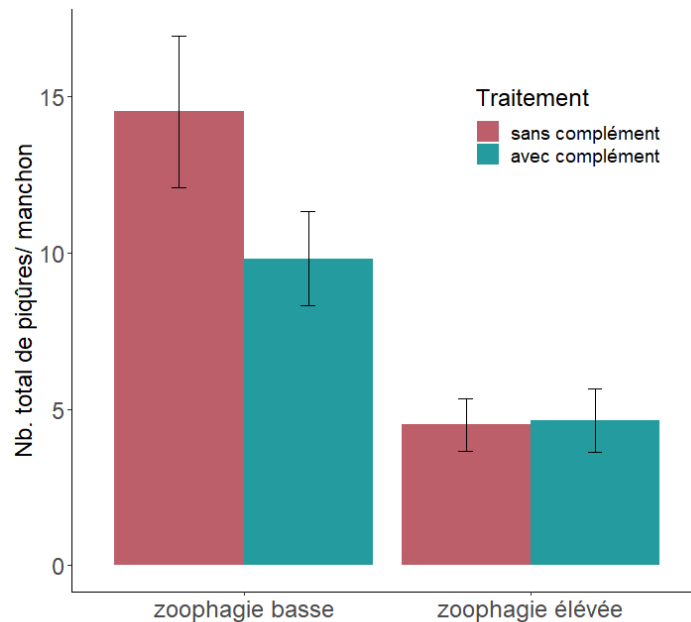


Figure 1. Nombre total de piqûres sur tomates par *D. hesperus* observé par manchon en fonction des lignées (zoophagie basse vs zoophagie élevée) et de la disponibilité d'une ressource alternative (solution sucrée).

Proportion des tomates piquées

La proportion de tomates piquées était plus faible pour la lignée très zoophage ($0,32 \pm 0,03$ e.s.) que pour la lignée peu zoophage ($0,68 \pm 0,04$ e.s.) ($\beta = -0,73 \pm 0,25$; $z = -2,84$; $p = 0,005$) (Figure 2). La disponibilité d'une ressource alternative n'avait pas d'effet sur la proportion de tomates piquées ($\beta = 0,01 \pm 0,25$; $z = 0,06$; $p = 0,96$). L'interaction entre la lignée et la ressource alternative n'avait pas d'effet ($\beta = 0,11 \pm 0,39$; $z = -0,28$; $p = 0,78$).

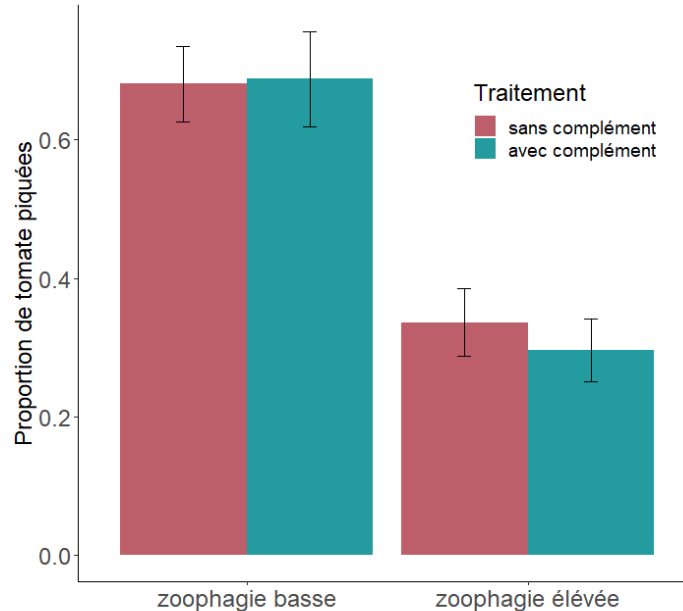


Figure 2. Proportion de tomates avec piqûre de *Dicyphus* sur le nombre total de tomates disponibles dans les manchons en fonction des lignées (zoophagie basse vs zoophagie élevée) et de la disponibilité d'une ressource alternative (solution sucrée).

La survie des *Dicyphus* ne dépendait ni de la lignée ($\beta = -0,24 \pm 0,89$; $z = -0,26$; $p = 0,79$) ni de la disponibilité d'une ressource alternative ($\beta = 0,30 \pm 1,08$; $z = 0,28$; $p = 0,78$).

Les *Dicyphus* très zoophages piquent moins les tomates et sont donc susceptibles d'engendrer moins de dommages. Nos résultats confirment donc l'hypothèse de la spécialisation alimentaire chez les punaises omnivores [1,2]. Cette spécialisation alimentaire a été observée chez d'autres punaises Miridae comme *Campylomma verbasci* (Meyer-Dür) et *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) [2,3].

La disponibilité de ressources alternatives (sucre) réduit le nombre de piqûres. Ce résultat est similaire à ceux obtenus par Urbaneja-Bernat et al. [4,5] sur *N. tenuis*. Notre étude montre cependant que la réponse à cette ressource dépend de la spécialisation alimentaire.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Ces résultats en serre appuient l'hypothèse que les punaises omnivores comme *Dicyphus* ont un certain degré de spécialisation alimentaire qui est génétiquement déterminé. Ainsi, des lignées très zoophages ont le potentiel d'être à la fois plus efficaces en lutte biologique et moins néfaste en piquant moins les tomates. Ces lignées seraient donc plus intéressantes en lutte biologique. Elles pourraient être développées par le biais du test simple que nous avons développé. L'élevage de ces lignées n'est pas plus complexe que l'élevage d'une population non sélectionnée. Le processus de sélection devrait cependant être périodiquement refait pour assurer le maintien des caractéristiques souhaitées et le rafraîchissement génétique des lignées.

Offrir une source de sucre en guise de ressource alimentaire alternative réduit le nombre de piqûres. Cette approche est simple à utiliser, mais requiert un grand nombre de distributeurs pour protéger les cultures. Notre étude démontre que l'efficacité de cette méthode dépend de la spécialisation alimentaire des *Dicyphus*. Elle est peu efficace lorsqu'utilisée avec des *Dicyphus* très vorace.

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 Nancy Clermont, directrice recherche et développement Les Serres Sagami inc-Savoura pour la collaboration ainsi eu l'accès aux installations de serres. Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le cadre du volet 2 du programme Prime-Vert.

RÉFÉRENCES

1. Dumont F, Aubry O, Lucas E. From evolutionary aspects of zoophytophagy to biological control. *Front Ecol Evol.* 2018;6: 221.
2. Dumont F, Lucas E, Réale D. Coexistence of zoophytophagous and phytozoophagous strategies linked to genotypic diet specialization in plant bug. *PloS One.* 2017;12: e0176369.
3. Chinchilla-Ramírez M, Pérez-Hedo M, Pannebakker BA, Urbaneja A. Genetic Variation in the Feeding Behavior of Isofemale Lines of *Nesidiocoris tenuis*. *Insects.* 2020;11: 513.
4. Urbaneja-Bernat P, Bru P, González-Cabrera J, Urbaneja A, Tena A. Reduced phytophagy in sugar-provisioned mirids. *J Pest Sci.* 2019;92: 1139–1148.
5. Urbaneja-Bernat P, Alonso M, Tena A, Bolckmans K, Urbaneja A. Sugar as nutritional supplement for the zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis*. *BioControl.* 2013;58: 57–64.