

**ÉVALUATION DU POTENTIEL DE L'ACARIEN PRÉDATEUR  
AMBLyseIUS ANDERSONI DANS LA LUTTE AU TARSONÈME DU  
FRAISIER.**

**CRAM-1-16-1797**

DURÉE DU PROJET : MAI 2017 / MARS 2019

**RAPPORT FINAL**

Réalisé par : François Dumont (Ph.D.) et Caroline Provost (Ph.D.)



1<sup>er</sup> février 2019

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.

# Évaluation du potentiel de l'acarien prédateur *Amblyseius andersoni* dans la lutte au tarsonème du fraisier.

CRAM-1-16-1797

## Résumé du projet

Le tarsonème du fraisier, *Phytonemus pallidus*, cause des diminutions de rendement dans les fraisières du Québec. Ce ravageur est difficile à réprimer puisqu'il prolifère dans le coeur des plants, un endroit difficile à atteindre avec les acaricides. Certains prédateurs se sont avérés efficaces dans la lutte au tarsonème, notamment l'acarien *Neoseiulus fallacis*. D'autres prédateurs ont cependant été négligés. C'est le cas d'*Amblyseius andersoni*, un acarien prédateur polyphage, plus gros, plus compétitif, vivant plus longtemps et surtout moins dispendieux que *N. fallacis*. Cependant, l'établissement des acariens prédateurs en champ de fraise pourrait être compromis par l'utilisation d'insecticide à large spectre contre d'autres ravageurs, notamment la punaise terne. Le projet vise à définir le potentiel en lutte intégrée d'*A. andersoni* contre le tarsonème du fraisier. En laboratoire, la voracité d'*A. andersoni* (en présence et absence de proie alternative) (volet 1), les interactions avec un autre acarien prédateur (*N. fallacis*) (volet 2) et l'effet de l'application d'un insecticide sur les interactions entre les ennemis naturels du tarsonème (volet 3) ont été déterminés. Les résultats suggèrent que les tarsonèmes du fraisier seraient des proies secondaires pour le prédateur *A. andersoni* et que son potentiel serait faible comparativement au prédateur *N. fallacis*. La prédation intragilde (IGP) entre les deux acariens prédateurs était faible ou absente, et les traitements insecticides n'avaient qu'un effet limité sur les interactions entre les prédateurs. De plus, les insecticides semblent nuire davantage à *A. andersoni* qu'à *N. fallacis*. Nos résultats suggèrent donc que l'utilisation unique de *N. fallacis* demeure la meilleure option en termes de lutte biologique contre le tarsonème du fraisier.

## Objectifs poursuivis et aperçu de la méthodologie

L'objectif du projet est de définir le potentiel de l'acarien prédateur *A. andersoni* comme agent de lutte biologique contre le tarsonème du fraisier dans le cadre d'un programme de lutte intégrée. Les objectifs secondaires sont: 1) établir le taux de prédation d'*A. andersoni* sur le tarsonème en présence ou en absence d'une proie alternative (tétranyque à deux points); 2) déterminer la présence ou non de la prédation intragilde (IGP) entre *A. andersoni* et *N. fallacis* ainsi que le taux de prédation intragilde; et 3) caractériser l'effet de l'application d'un insecticide sur la prédation intragilde entre les deux prédateurs.

**Volet 1 :** Les essais ont été réalisés dans des Solo Cup dans lesquels ont été déposés des feuilles de fraisier découpées pour former des cercles de 28 mm de diamètre. Avant les tests, les prédateurs *A. andersoni* et *N. fallacis* ont été mis à jeun pendant 24h. Dans les tests de prédateurs sur les tarsonèmes (d'une durée de 24 h), 20 tarsonèmes (adultes) ont

été transférés sur la feuille de fraisier. Les organismes suivants ont été transférés sur les feuilles pour composer cinq traitements : 1) un adulte *A. andersoni*; 2) 10 tétranyques à deux points (formes mobiles) et un adulte *A. andersoni*; 3) un adulte *N. fallacis*; 4) un adulte *A. andersoni* et un adulte *N. fallacis*; et 5) aucun autre organisme ajouté (traitement témoin). Dans les tests de prédateurs sur les tétranyques à deux points par *A. andersoni*, 10 tétranyques ont été transférés dans les Solo Cup. Trois traitements ont été réalisés : 1) un adulte *A. andersoni*; 2) ajout de 20 tarsonèmes et d'un adulte *A. andersoni*; et 3) sans ajout de prédateur (témoin). Les proies retrouvées vivantes et mortes ont été comptées après 24 heures. Pour chaque traitement, 15 répétitions ont été réalisées.

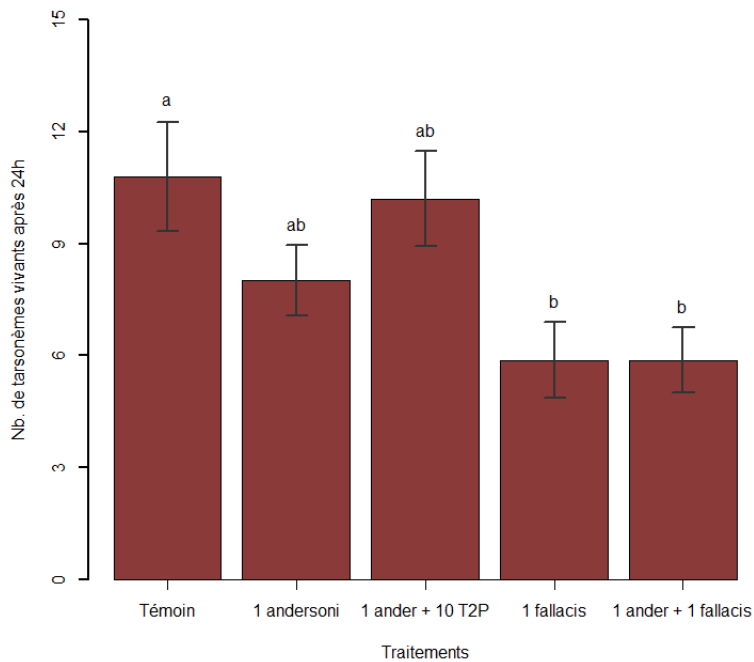
**Volet 2 et 3 :** Le même dispositif qu'au volet 1 a été utilisé pour les volets 2 et 3. Les traitements suivants ont été réalisés : 1) témoin 10 œufs de proie intraguilde sans prédateur intraguilde (*N. fallacis*); 2) œufs de proie intraguilde (*N. fallacis*) et un prédateur intraguilde adulte (*A. andersoni*), et 3) œufs de proie intraguilde, 10 tarsonèmes du fraisier (la proie extraguilde) et un prédateur intraguilde (*A. andersoni*). Les œufs de *N. fallacis* ont été déposés manuellement sur la feuille de fraisier à l'aide d'une aiguille entomologique. Dans une seconde série de tests, le rôle de *A. andersoni* et *N. fallacis* a été interchangé. Le prédateur intraguilde devenait *N. fallacis* et les proies intraguilde devenaient les œufs d'*A. andersoni*. Le nombre d'œufs vivants après 24 heures a été comptabilisé. Pour chacun des traitements, 10 répétitions ont été réalisées. Pour le volet 3, les mêmes traitements ont été réalisés. Une application d'insecticide (Ripcord; cyperméthrine) sur les feuilles au début du test a été réalisée à l'aide d'un vaporisateur à chromatographie liquide à débit contrôlé.

## Résultats notables obtenus

### Volet 1 : Prédation sur les acariens phytophages

#### *Prédation d'*A. andersoni* et *N. fallacis* sur les tarsonèmes*

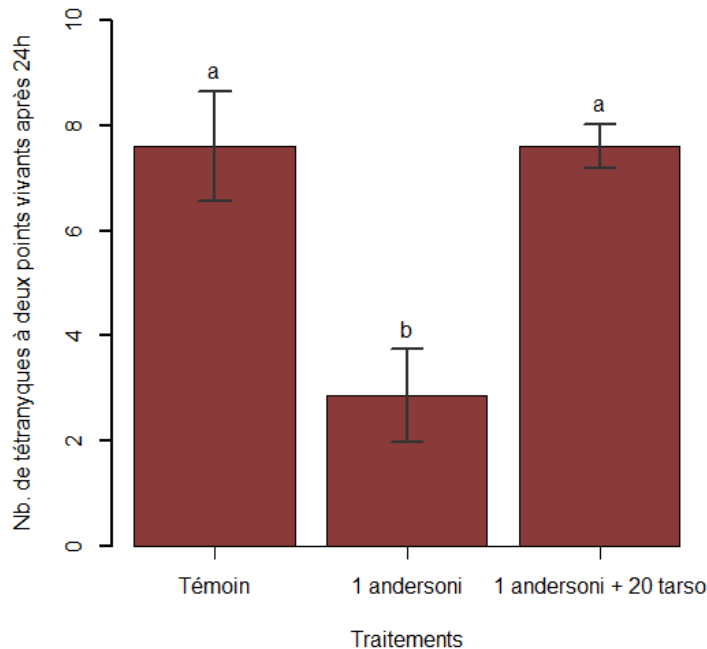
En moyenne, seulement 10,8 ( $\pm$  5,6 é.-t.) tarsonèmes ont été retrouvés vivants après une période de 24 heures dans le traitement témoin (sans prédateur) (Figure 1). Le prédateur *A. andersoni* n'a pas réduit significativement la survie des tarsonèmes contrairement au prédateur *N. fallacis* ( $F_{2, 72} = 4,28$ ;  $p = 0,004$ ). Le nombre de tarsonèmes vivants après 24 h en présence *A. andersoni* était de 8,0 ( $\pm$  3,7 é.-t.), alors qu'il était de 5,9 ( $\pm$  4,1 é.-t.) en présence de *N. fallacis*. Ainsi, *A. andersoni* tuait en moyenne 2,8 tarsonèmes en 24 h, tandis que *N. fallacis* en tuait 4,9. Lorsque les deux prédateurs étaient introduits en même temps, 5,9 ( $\pm$  3,5 é.-t.) tarsonèmes survivaient pendant 24 h. La disponibilité de 10 tétranyques à deux points, offert comme ressource alternative, n'affectait pas le comportement d'*A. andersoni* envers les tarsonèmes (Figure 1).



**Figure 1** : Nombre de tarsonèmes du fraisier vivant après 24 heures en fonction du traitement : 1) témoin sans prédateur; 2) 1 *A. andersoni*; 3) 1 *A. andersoni* et 10 tétranyques à deux points; 4) 1 *N. fallacis*; et 5) *A. andersoni* et *N. fallacis*. Au départ 20 tarsonèmes étaient introduits dans le vivarium.

#### *Prédation d'*A. andersoni* sur les tétranyques à deux points*

Après 24 heures, 7,6 ( $\pm$  4,0 é.-t.) tétranyques à deux points (sur les 10 individus introduits) étaient retrouvés vivants dans le traitement témoin sans prédateur (Figure 2). Sous la prédation par *A. andersoni* pendant 24 h, seulement 2,9 ( $\pm$  3,4 é.-t.) tétranyques avaient survécu. Le prédateur *A. andersoni* tuait donc en moyenne 4,7 tétranyques par jour. Lorsque des proies alternatives (20 tarsonèmes du fraisier) étaient offertes au prédateur *A. andersoni*, 7,6 ( $\pm$  1,6 é.-t.) tétranyques survivaient à la période de 24 h. Ainsi, *A. andersoni* réduisait la survie des tétranyques à deux points uniquement lorsque les tarsonèmes n'étaient pas présents ( $F_{2, 42} = 10,92$ ;  $p = 0,0002$ ) (Figure 2).



**Figure 2** : Nombre de tétranyques à deux points vivant après 24 heures en fonction du traitement : 1) témoin sans prédateur; 2) 1 *A. andersoni*; et 3) 1 *A. andersoni* et 20 tétranyques à deux points. Au départ 10 tétranyques étaient introduits dans le vivarium.

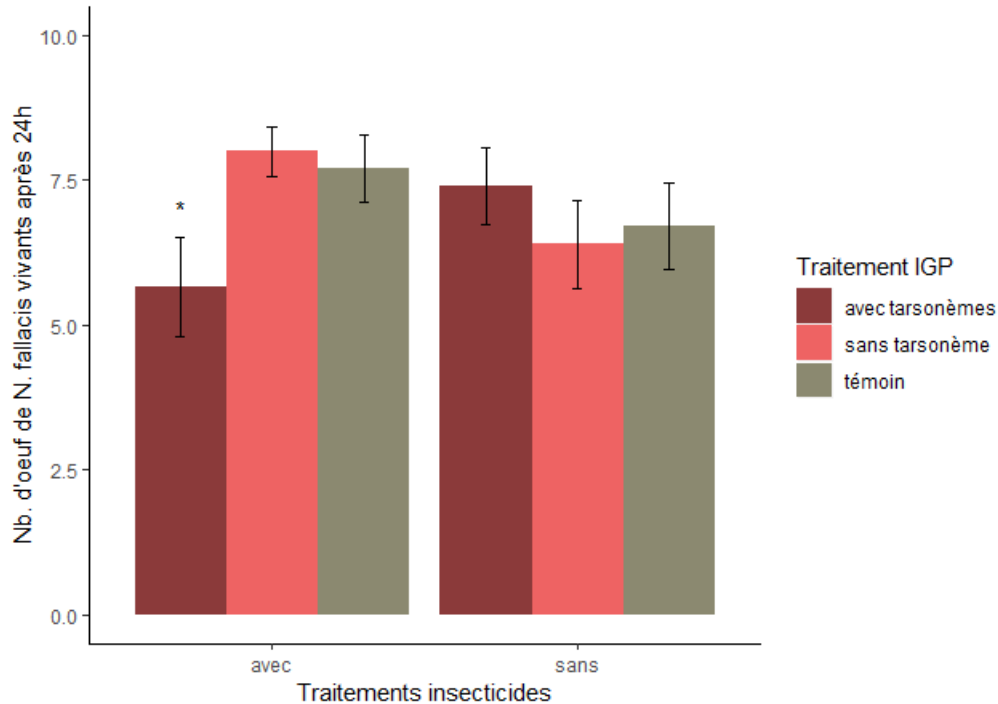
Ces résultats nous permettent de mieux comprendre le potentiel du prédateur *A. andersoni* dans la lutte au tarsonème du fraisier et aux tétranyques à deux points. Le tarsonème du fraisier serait plutôt une proie secondaire pour *A. andersoni*, alors que celui-ci préfère les tétranyques à deux points. Ainsi, seul *N. fallacis* réduit significativement la population de tarsonème. De plus, la présence simultanée des deux proies semble causer un effet de confusion pour *A. andersoni*. Dans cette situation, le taux de prédation est faible sur l'une ou l'autre des proies. Toutefois, en milieu naturel les tarsonèmes et les tétranyques ne se retrouvent pas au même endroit sur le plant. Ainsi, il est peu probable que cet effet de confusion s'observe en conditions de champ. De plus, dans le cas où les deux proies seraient présentes en même temps sur le fraisier, on pourrait s'attendre à ce que *A. andersoni* soit davantage observé près du tétranyque à deux points.

## Volet 2 et 3 : Prédation intraguilde et effet des insecticides

### Prédation intraguilde d'*A. andersoni* sur *N. fallacis*

Dans les tests sans insecticide, en moyenne 67 % ( $\pm 23,6$  é.-t.) des œufs de *N. fallacis* étaient toujours vivants après une période de 24 heures dans le traitement témoin (sans prédateur) (Figure 3). La présence du prédateur *A. andersoni* n'a pas réduit significativement la survie des œufs de *N. fallacis* que ce soit en présence ( $74 \pm 20,7$  %) ou en absence ( $64 \pm 24,1$  %) de tarsonèmes comme ressource alternative ( $F_{2, 54} = 0,59$ ;  $p = 0,56$ ) (Figure 3). L'application d'insecticide n'a pas eu d'effet négatif sur les œufs de *N. fallacis* alors qu'un taux de survie de 77 % ( $\pm 18,3$ ) était observé dans le traitement témoin (sans prédateur) ( $F_{1, 54} = 0,40$ ;  $p = 0,53$ ) (Figure 3). Il y avait toutefois un effet significatif,

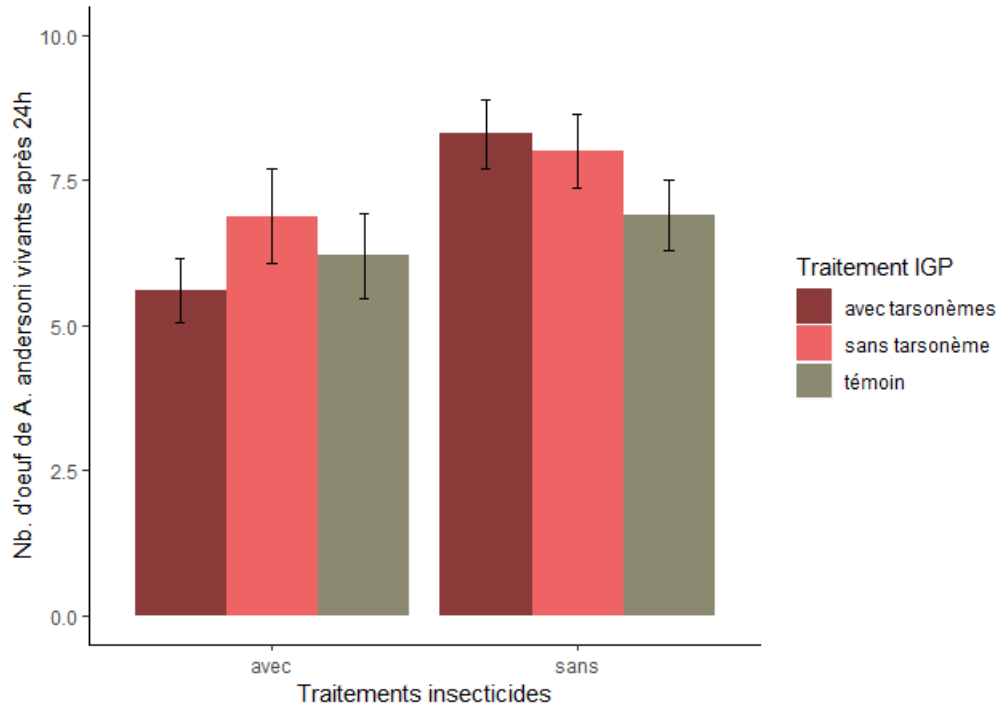
mais faible, de l'interaction entre les traitements IGP et l'application d'insecticide ( $F_{2, 54} = 3,43$ ;  $p = 0,04$ ). Dans les traitements avec présence de tarsonèmes, le taux de survie des œufs de *N. fallacis* était de 56,7 % ( $\pm 25,5$ ) dans les tests avec insecticide comparativement à 74 % ( $\pm 20,7$ ) sans insecticide (Figure 3).



**Figure 3** : Nombre d'œufs de *N. fallacis* vivant après 24 heures en fonction du traitement : 1) témoin sans prédateur; 2) 1 *A. andersoni*; et 3) 1 *A. andersoni* et 10 tarsonèmes; et de l'application d'insecticide (cyperméthrine). Au départ 10 œufs de *N. fallacis* étaient introduits dans le vivarium. L'astérisque (\*) indique que le traitement est influencé par l'interaction entre le traitement IGP et l'application d'insecticide.

#### *Prédation intraguild de N. fallacis sur A. andersoni*

Dans le traitement témoin sans insecticide, un taux de survie de 69 % ( $\pm 19,1$  e.-t.) des œufs d'*A. andersoni* après une période de 24 heures était observé (Figure 4). La présence du prédateur *N. fallacis* n'a pas eu d'incidence sur la survie des œufs de *A. andersoni* que ce soit en présence ( $83 \pm 18,9$  %) ou en absence ( $80 \pm 20,0$  %) de tarsonèmes comme ressource alternative ( $F_{2, 63} = 1,28$ ;  $p = 0,28$ ) (Figure 4). L'application d'insecticide réduisait de façon générale la survie des œufs d'*A. andersoni* ( $F_{1, 63} = 8,92$ ;  $p = 0,004$ ) (Figure 4). Il n'y avait toutefois pas d'interaction entre les traitements IGP et l'application d'insecticide ( $F_{2, 63} = 1,35$ ;  $p = 0,27$ ).



**Figure 4** : Nombre d'œufs de *A. andersoni* vivants après 24 heures en fonction du traitement : 1) témoin sans prédateur; 2) 1 *N. fallacis*; et 3) 1 *N. fallacis* et 10 tarsonèmes; et de l'application d'insecticide (cyperméthrine). Au départ 10 œufs d'*A. andersoni* étaient introduits dans le vivarium.

Les interactions entre les prédateurs *A. andersoni* et *A. fallacis* pourraient être déterminantes dans leur impact sur les tarsonèmes. Toutefois, nous n'avons pas observé de prédation intragilde entre les deux prédateurs. Il serait donc possible que ces deux prédateurs coexistent en fraisière s'ils peuvent se partager les ressources (notamment les tétranyques à deux points et les tarsonèmes du fraisier). Des données sur la compétition entre ces deux espèces seront nécessaires pour définir sous quelles conditions ces prédateurs peuvent coexister dans le même environnement. Il pourrait être avantageux d'établir une communauté de prédateurs en fraisière qui se partageraient les proies. La compétition pourrait forcer certains prédateurs à exploiter davantage une ressource secondaire comme le tarsonème. Cependant, l'utilisation des insecticides de synthèse pourrait compromettre l'établissement des acariens prédateurs en champs de fraise, et débalancer l'équilibre entre les différents prédateurs. Dans notre expérience, les applications d'insecticides (cyperméthrine) ont eu un effet négatif sur les œufs d'*A. andersoni*, mais pas sur les œufs de *N. fallacis*. Ainsi, les traitements destinés à réguler les populations d'importants ravageurs comme la punaise terne pourrait compromettre l'établissement du prédateur *A. andersoni* en fraisière. De plus, le traitement insecticide causait la mortalité de la quasi-totalité des prédateurs (autant *A. andersoni* que *N. fallacis*).

Les applications d'insecticides pourraient modifier le comportement des prédateurs et leurs interactions. Ainsi, l'application de cyperméthrine entraîne une mortalité plus élevée des œufs de *N. fallacis* quand les tarsonèmes sont présents. Ce résultat est difficile à expliquer.

L'absence d'effet du traitement IGP sur la survie des œufs de *N. fallacis* indique que la prédation intragilde par *A. andersoni* est très faible ou nulle. Il est donc peu probable que les applications d'insecticide aient entraîné un changement de comportement d'*A. andersoni* seulement en présence de proies alternatives (les tarsonèmes). Une explication alternative serait que les tarsonèmes du fraisier s'attaquent aux œufs de leur prédateur après les applications d'insecticide. Cependant, cet effet serait aussi observé pour les œufs de *N. fallacis* qui sont très semblables. Ce n'était pas le cas dans notre expérience. Une autre hypothèse peut aussi être apportée, soit que le comportement de *A. andersoni* peut être modifié en présence d'un insecticide et de plusieurs proies. Ainsi, en présence d'un stress (insecticide) et de plusieurs proies, le comportement de prédation du prédateur peut être affecté tout comme l'activité de prédation. En effet, l'insecticide peut désorienter le prédateur et affecter ses déplacements, ce qui fait en sorte qu'il entre en contact avec un plus grand nombre de proies et peut évaluer la valeur d'une proie en la tuant mais sans la consommer.

### **Diffusion des résultats**

Les résultats du projet ont été présentés :

- 1) Au congrès annuel de la Société d'entomologie du Québec (SEQ) de 2018 à Québec (présentation affiche; voir annexe I).
  - a. F. Dumont et C. Provost. 2018. Évaluation du potentiel de l'acarien prédateur *Amblyseius andersoni* dans la lutte au tarsonème du fraisier. Congrès annuel de la Société d'entomologie du Québec, Québec, 29-30 novembre 2018.
- 2) Diffusion des résultats lors des rencontres bilan fin de saison RAP petits fruits, rencontre tenue le 1er novembre 2018.
- 3) Conférence aux producteurs et intervenants dans les petits fruits lors des Journées horticoles de St-Rémi 2017.
  - a. Provost, C. 2017. Activités et projets de recherche en productions fruitières au Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel. Journées horticoles de St-Rémi, 7 décembre 2017.
- 4) La fiche technique sera diffusée sur Agri-réseau section petits fruits et sur le site internet du CRAM suite à son approbation par le MAPAQ

### **Applications possibles pour l'industrie**

Les résultats de notre expérience indiquent que l'acarien prédateur généraliste *A. andersoni* n'a qu'un potentiel faible ou négligeable pour la lutte biologique contre les tarsonèmes du fraisier. Le potentiel d'*A. andersoni* pour la lutte aux tétranyques à deux est toutefois confirmé par nos résultats. L'absence de prédation intragilde entre *A. andersoni* et *N. fallacis* suggère que ces deux prédateurs pourraient être utilisés simultanément en lutte biologique. Si la compétition entre ces deux prédateurs favorise l'expansion des niches écologiques et l'inclusion accrue de tarsonème du fraisier dans la diète de *N. fallacis*, il pourrait être avantageux pour les producteurs d'utiliser ces deux prédateurs plutôt qu'un



seul. Cette hypothèse pourra être confirmée par un projet subséquent. Néanmoins, l'utilisation d'insecticide à large spectre comme la cyperméthrine contre des ravageurs principaux de la fraise (notamment la punaise terne) a un effet négatif sur *A. andersoni* (autant ses œufs que sur l'adulte) et sur la forme adulte de *N. fallacis*. Les fraisières conventionnelles représenteraient donc un milieu hostile pour les acariens prédateurs. Il est donc difficile d'envisager une lutte biologique efficace contre le tarsonème du fraisier sans diminuer l'utilisation des pesticides nuisibles aux acariens prédateurs.

#### **Personne-ressource (pour information)**

Nom du responsable du projet : Dr. François Dumont

Téléphone : 450-434-8150 #5768

Télécopieur : 450-258-4197

Courriel : [fdumont@cram-mirabel.com](mailto:fdumont@cram-mirabel.com)

#### **Remerciements aux partenaires financiers**


Nous tenons à remercier Stefano Campagnaro (CRAM) et l'équipe du CRAM pour l'assistance technique en laboratoire. Nous tenons à souligner l'apport technique et l'expertise que Mme. Liette Lambert, agronome au MAPAQ, a apportée au projet. 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 par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021.


# ANNEXE I : Diffusion des résultats

145<sup>e</sup>ème réunion annuelle de la Société d'entomologie du Québec (2018)

## Évaluation du potentiel de l'acarien prédateur *Amblyseius andersoni* dans la lutte au tarsonème du fraisier

Dumont F<sup>1</sup> & Provost C<sup>1</sup>  
Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel






### Introduction

Le tarsonème du fraisier, *Phytonemus pallidus*, cause d'importants dommages et diminutions de rendement dans les fraisières du Québec. Ce ravageur est difficile à réprimer puisqu'il prolifère dans le cœur des plants, un endroit difficile à atteindre avec les acaricides. Certains prédateurs se sont avérés efficaces dans la lutte au tarsonème, notamment l'acarien *Neoseiulus fallacis*<sup>1,2</sup>. D'autres prédateurs ont cependant été négligés. C'est particulièrement le cas d'*Amblyseius andersoni*.

### Pourquoi *A. andersoni* ?

C'est un prédateur indigène généraliste, plus gros, plus compétitif vivant plus longtemps et surtout moins dispendieux que *N. fallacis*<sup>3,4</sup>. *Amblyseius andersoni* peut se nourrir de plusieurs ressources (incluant pollen et champignon) et pourrait se maintenir même en absence de proie<sup>5</sup>.

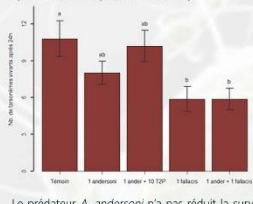


### Volet 1

Établir le taux de prédation d'*A. andersoni* sur le tarsonème en présence ou en absence d'une proie alternative (tétranyque à deux points).

#### Prédation sur tarsonèmes

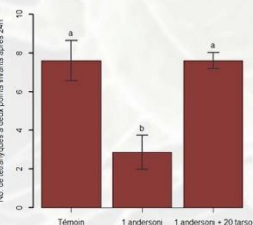
- 20 tarsonèmes + 1 *A. andersoni* (adulte)
- 20 tarsonème + 10 tétranyques + 1 *A. andersoni*
- 20 tarsonèmes + 1 *N. fallacis*
- 20 tarsonèmes + 1 *A. andersoni* + 1 *N. fallacis*
- 20 tarsonèmes (traitement témoin)



Le prédateur *A. andersoni* n'a pas réduit la survie des tarsonèmes contrairement à *N. fallacis* ( $p = 0,004$ ).

#### Prédation sur tétranyques

- 10 tétranyques + 1 *A. andersoni* (adulte)
- 10 tétranyques + 20 tarsonèmes + 1 *A. andersoni*
- 10 tétranyques (traitement témoin)



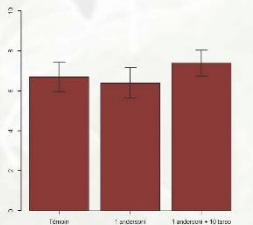
*A. andersoni* a réduit la survie des tétranyques à deux points uniquement lorsque les tarsonèmes n'étaient pas présents ( $p = 0,0002$ ).

### Volet 2

Déterminer l'occurrence ou non de prédation intraguilde entre *A. andersoni* et *N. fallacis* ainsi que le taux de prédation intraguilde (le cas échéant).

#### Prédation intraguilde (IGP)

- 10 oeufs *N. fallacis* (traitement témoin)
- 10 oeufs *N. fallacis* + 1 *A. andersoni* (adulte)
- 10 oeufs *N. fallacis* + 10 tarsonèmes + 1 *A. andersoni*



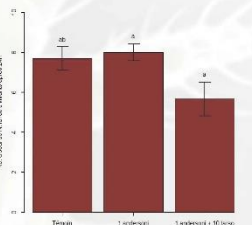
*A. andersoni* n'engendre pas une hausse de mortalité des oeufs de *N. fallacis* ( $p = 0,61$ ).

### Volet 3

Caractériser l'effet de l'application d'un insecticide sur la prédation intraguilde entre les deux prédateurs

#### Application de l'insecticide

Traitements identiques aux volets 2 + application d'un insecticide chimique (Ripcord; cyperméthrine) à l'aide d'un vaporisateur à chromatographie liquide à débit contrôlé.



La présence de tarsonèmes a un effet négatif sur la survie des oeufs de *N. fallacis* lorsque le système est soumis à une application d'insecticide ( $p = 0,03$ ).

### Objectif général


Définir le potentiel de l'acarien prédateur *A. andersoni* comme agent de lutte biologique contre le tarsonème du fraisier dans le cadre d'un programme de lutte intégrée.

### Méthodologie

Tous les essais ont été réalisés dans des Solo Cup dans lesquels ont été déposés des feuilles de fraisier découpées pour former des cercles de 28 mm de diamètre. Les feuilles étaient déposées, face inférieure vers le haut, dans un godaï. Les Solo Cup étaient refermés avec leur couvercle et placés dans une chambre de croissance à 25°C, 70 % HR et 16:8 de photopériode. Les prédateurs utilisés dans ce projet provenaient de fournisseurs (Plant Pro et Anatis bioprotection), les tarsonèmes ont été récoltés sur le terrain et les tétranyques à deux points étaient issus d'un élevage.

### Conclusions

- Le potentiel d'*A. andersoni* pour la lutte biologique contre le tarsonème du fraisier est faible.
- La présence d'*A. andersoni* ne semble pas affecter l'efficacité de *N. fallacis*.
- Pas de prédation intraguilde de *A. andersoni* sur *N. fallacis*.
- Amblyseius andersoni* est moins efficace contre les tétranyques lorsque les tarsonèmes sont présents.
- La présence de tarsonèmes réduit la survie des oeufs de *N. fallacis* quand le système est soumis à un traitement chimique.



### Remerciements

Nous tenons à remercier Stefano Campagnaro, Maud Lemay et Mylène Vallancourt du CRAM pour leur aide technique sur le projet, ainsi que Laris Zenoïlla et Lorne Lambert (MADAC) pour leur aide à la réalisation de ce projet. Ce projet a été financé par l'entente du programme Prime Vert (Volet 4 - Appui au développement et au transfert de connaissances en agroenvironnement) en appui à la stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture.

### Références

[1] Croft et al. 1996. J Econ Entomol 89:1307-1316; [2] Bernislay et al. 2016. Prime-Vert (CIE) : 1-11-1326; [3] Zhang et Croft 1994. Ent App Araco 18:63-67; [4] Arango et Chang 1977. Can J Zool 55:1878-1883; [5] Zhang et Croft 1995. Ent App Araco 18:247-257; [6] Dasso et al. 2004. BioControl 49:397-415.

**Figure A.1.** : Affiche présentant les résultats du projet dans le cadre du congrès de la Société d'entomologie du Québec 2018 à Québec.