

Lutte biologique au puceron du soja : le rôle des parasitoïdes

JACQUES BRODEUR

Institut de recherche en biologie végétale, Département de sciences biologiques
Université de Montréal, 4101, rue Sherbrooke Est, Montréal (Québec) H1X 2B2

Jacques.brodeur@umontreal.ca

Mots clés: *Aphis glycines*, *Aphidius colemani*, *Aphelinus certus*.

Problématique

Le puceron du soja, *Aphis glycines*, une espèce invasive et présente au Québec depuis 2002, est le principal insecte ravageur avec lequel les producteurs de soja et les conseillers agricoles du Québec doivent désormais composer. Ce puceron menace la productivité de la culture du soja et l'environnement. Les infestations sévères, particulièrement celles qui se produisent tôt en saison, entraînent des diminutions significatives de rendement (Ragsdale et al. 2011). D'importantes infestations du puceron du soja ont entraîné ces dernières années, particulièrement aux États-Unis et en Ontario, des pulvérisations d'insecticides dans les cultures de soja, lesquelles en étaient traditionnellement exemptes. Il importe de développer des alternatives aux insecticides de synthèse afin de prévenir des problèmes d'environnement et de santé humaine.

Des progrès importants ont été réalisés ces dernières années quant à notre connaissance de la nature et des conséquences agronomiques des infestations du puceron du soja au Québec. Les efforts ont d'abord porté sur la caractérisation à l'échelle du Québec de l'ampleur et de la distribution des infestations saisonnières, le développement d'outils de gestion dans le cadre d'un programme de lutte intégrée (détermination de seuils d'intervention et stratégie de dépistage), l'impact des populations de puceron du soja (abondance et période d'infestation) sur les rendements, l'incidence des maladies virales potentiellement transmises par les pucerons, l'efficacité des traitements insecticides et le rôle des prédateurs indigènes comme facteur de régulation des populations de puceron du soja. Ce dernier aspect est à l'origine du présent projet. Nos résultats (Migneault et al. 2006, Rhainds et al. 2007) ainsi que ceux de différentes équipes de recherche aux États-Unis (Ragsdale et al. 2011) démontrent clairement la contribution majeure de différents groupes d'insectes prédateurs (coccinelles, syrphes, punaises prédatrices, chrysopes) à la réduction des populations de puceron du soja dans les champs de l'Amérique du Nord. Toutefois, la faune indigène et naturalisée de prédateurs n'a pas toujours la capacité de contrôler les populations du ravageur sous des densités acceptables, en particulier lorsque les infestations de pucerons sont subites et massives. De plus, le phénomène de prédation intraguilde est omniprésent et fort élevé au sein des communautés de prédateurs aphidiphages dans les champs de soja (Gagnon et al. 2011), ce qui aurait comme conséquence néfaste de diminuer leur rôle d'agents de lutte biologique.

Hypothèse et objectifs

Afin de bonifier l'impact des prédateurs du puceron du soja au Québec, nous avons émis l'hypothèse qu'il est nécessaire d'introduire dans les champs de soja un autre type d'ennemis naturels, soit des parasitoïdes. Ces derniers présentent une très grande capacité à repérer de faibles densités de leur hôte au sein d'une culture, ainsi qu'un excellent synchronisme saisonnier, en particulier au printemps, avec les activités du ravageur, ce qui n'est souvent pas le cas avec les prédateurs généralistes. Ces attributs des parasitoïdes leur permettent d'avoir un impact rapide sur les populations du ravageur avant que ces dernières ne prennent de l'ampleur. Le rôle des parasitoïdes sera donc d'avoir un effet spécifique, densité-dépendant, hâtif, et donc complémentaire à ceux des prédateurs aphidiphages indigènes. Nous espérons ainsi créer une guilde diversifiée d'ennemis naturels qui permettra de contenir les populations du puceron du soja comme cela s'observe dans sa zone d'origine.

Nos travaux ont porté sur trois espèces de parasitoïdes qui a priori s'avéraient des candidats prometteurs en lutte biologique. Notre premier objectif consistait à évaluer la capacité de *Binodoxys communis* à s'établir au Québec.

Originnaire d'Asie, cette espèce fait actuellement l'objet d'un vaste programme de lutte biologique classique en Amérique du Nord. Le second objectif visait à déterminer les taux de parasitisme et la capacité de dispersion d'*Aphidius colemani* en conditions naturelles. Déjà disponible commercialement au Québec, cette espèce a démontré un fort potentiel en laboratoire et en serre contre le puceron du soja. Notre troisième objectif était de caractériser l'écologie saisonnière d'*Aphelinus certus* au Québec et de quantifier son potentiel intrinsèque comme agent de lutte biologique au puceron du soja. Les approches méthodologiques furent très diverses, tant au laboratoire qu'en champ, de la détermination des points de surfusion des parasitoïdes en diapause à leurs lâchers au champ.

Résultats

Les travaux en laboratoire et en champ ont contribué à élucider des aspects originaux de l'écologie saisonnière, de la dispersion au champ et de l'exploitation de l'hôte chez les parasitoïdes du puceron du soja. L'une des conclusions importantes est la mise en évidence chez *B. communis* de la perte de sa capacité à entrer en diapause hivernale à la suite des longues périodes d'élevage en laboratoire lors des étapes de quarantaine et de travaux sur sa spécificité parasitaire (Gariépy 2011). Ce résultat, bien que négatif, nous permet désormais de comprendre pourquoi les essais de lutte biologique avec cette espèce réalisés ces dernières années aux États-Unis n'ont pas donné les résultats attendus.

Des essais en champ ont rapidement permis d'éliminer le parasitoïde *A. colemani* comme agent de lutte biologique potentiel du puceron du soja. Fort prometteur lors d'essais réalisés en laboratoire et en serre, déjà disponible à faible coût sur le marché des auxiliaires biologiques, ce parasitoïde s'est avéré un échec en champ de soja puisque les taux de parasitisme observés suite à des lâchers de milliers de parasitoïdes furent très faibles (Gariépy 2011).

Lors des essais au champ, nous avons identifié un nouveau parasitoïde, *A. certus*. Nos travaux démontrent que cette espèce a la capacité d'entrer en diapause, survit très bien aux hivers québécois, avec un point de cristallisation de -35,6°C, et est déjà active au printemps lorsque le puceron du soja colonise les champs de soja au Québec. Tous les stades de développement du puceron du soja peuvent être exploités par *A. certus*, toutefois le plus convenable s'avère le stade III. Le parasitoïde présente une fécondité et une longévité relativement plus faibles que celles observées chez d'autres espèces d'Aphelinidae, mais que le taux intrinsèque d'accroissement des populations est très élevé (0.35 jour⁻¹), cela essentiellement parce que *A. certus* se développe très rapidement.

Conclusion

Ces résultats sont très significatifs pour les producteurs de soja du Québec. D'abord parce qu'ils ont permis rapidement d'éliminer *B. communis*, du moins la souche actuelle, et *A. colemani* comme options de lutte biologique. Ensuite parce que nous avons identifié un nouveau parasitoïde fort prometteur, *A. certus*. Cette espèce exotique colonise naturellement les champs de soja du Québec depuis quelques années et nos travaux suggèrent que l'espèce possède tous les attributs biologiques pour exploiter avec succès le puceron du soja. Lors d'échantillonnage en champ en 2010 nous avons observé des taux de parasitisme atteignant 51% des pucerons exposés sur des plantes sentinelles. De par sa nature distincte, *A. certus* s'avère complémentaire aux prédateurs aphidiphages déjà présents dans les champs de soja du Québec et justifie la poursuite des efforts actuels de réduction des traitements insecticides, et ce pour préserver les ennemis naturels, lesquels contribuent dans la plupart des situations à réduire les populations de puceron du soja sous des seuils acceptables pour les producteurs. Il semble donc que la nature elle-même nous offre une solution durable au problème du puceron du soja.

Références

- Gagnon, A.È., Heimpel, G.E., et Brodeur, J. 2011. Ubiquity of intraguild predation among predatory arthropods. *PLoS ONE* 6, e28061
- Gariépy, V. 2011. Évaluation du potentiel des parasitoïdes *Binodoxys communis*, *Aphidius colemani* et *Aphelinus certus* pour la lutte au puceron du soja. Mémoire de maîtrise, Université de Montréal.
- Mignault, M.-P., Roy, M., et Brodeur, J. 2006. Soybean aphid predators in Québec and the suitability of *Aphis glycines* as prey for three Coccinellidae. *Biocontrol* 51, 89-106.
- Ragsdale, D. W., Landis, D.A., Brodeur, J., Heimpel, G.E., et Desneux, N. 2011. Ecology and management of the soybean aphid in North America. *Annual Review of Entomology* 56, 375-399.
- Rhainds, M., Roy, M., Daigle G., et Brodeur, J. 2007. Toward management guidelines for soybean aphid in Québec. I. Feeding damage in relationship with seasonality of infestation and incidence of native predators. *The Canadian Entomologist* 139, 728-741.



Lutte biologique au puceron du soya : le rôle des parasitoïdes

Jacques Brodeur

Institut de recherche
en biologie végétale

IRBV

JARDIN BOTANIQUE
DE MONTRÉAL

Université
de Montréal

Le puceron du soya

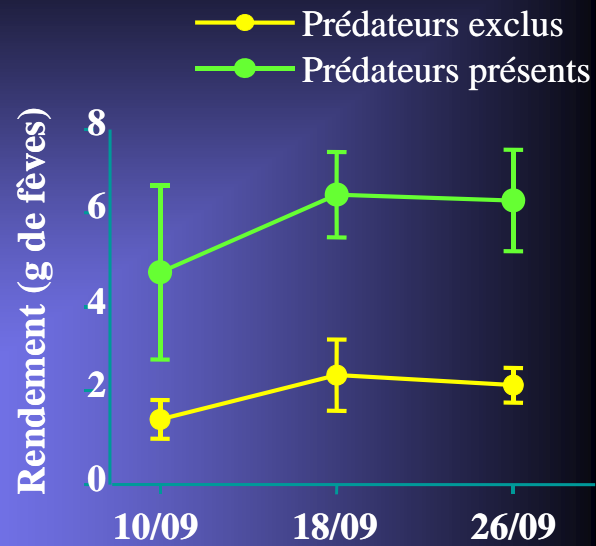
Aphis glycines

- Originaire d'Asie
- Introduction en Amérique
Wisconsin, 2000
Québec, 2002
- Distribution actuelle
21 États américains
3 provinces canadiennes









Lutte biologique

Un constat : Les prédateurs aphidiphages ne suffisent pas toujours à la tâche!

Une solution : Les parasitoïdes

- Action complémentaire
- Spécifique
- Réponse en début d'infestation



Lutte biologique au puceron du soya, *Aphis glycines*

J. Brodeur, M. Roy & G. Boivin

Objectif : Déterminer au Québec la capacité de diverses espèces de parasitoïde à contrôler les populations de *Aphis glycines*

Financement : Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire

Durée : 2008- 2011



- *Binodoxys communis*

Lutte biologique classique

- *Aphidius colemani*

Lutte biologique inondative/inoculative

- *Aphelinus certus*

Lutte biologique par aménagement de l'agroécosystème

Lutte biologique classique

Binodoxys communis

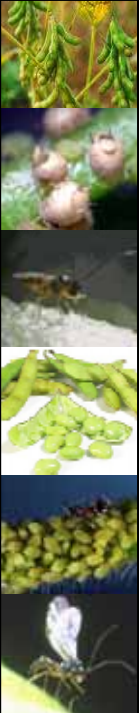
Lutte biologique classique

B. communis

➤ Objectifs


```

graph TD
    A[Synchronisme saisonnier] --> B[Automne]
    A --> C[Printemps]
    D[Survie hivernale] --> E[Taux survie]
    D --> F[Résistance au gel]
  
```

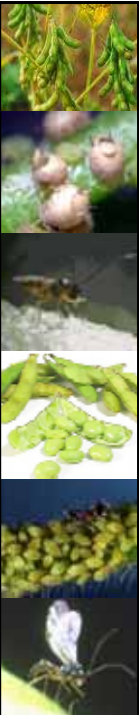



Lutte biologique classique


B. communis



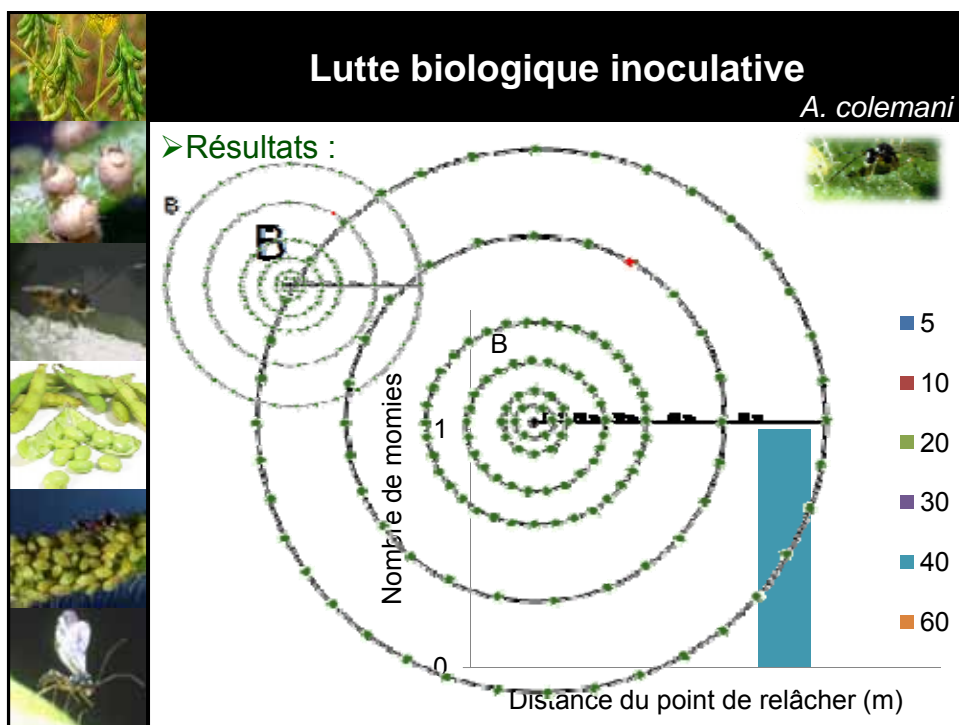
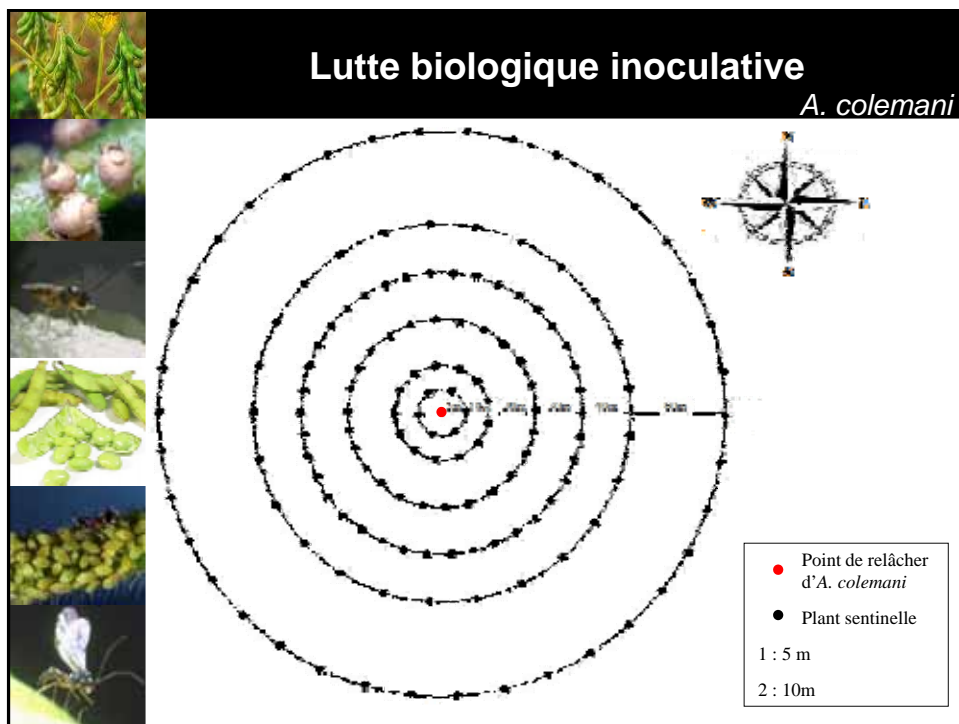
| Température (°C) | Photopériode (L:D) | n | Diapause (%) |
|------------------|--------------------|-----|--------------|
| 15,0 | 12:12 | 116 | 0 |
| 13,0 | 12:12 | 155 | 0,8 |
| 13,0 | 10:14 | 146 | 0,8 |

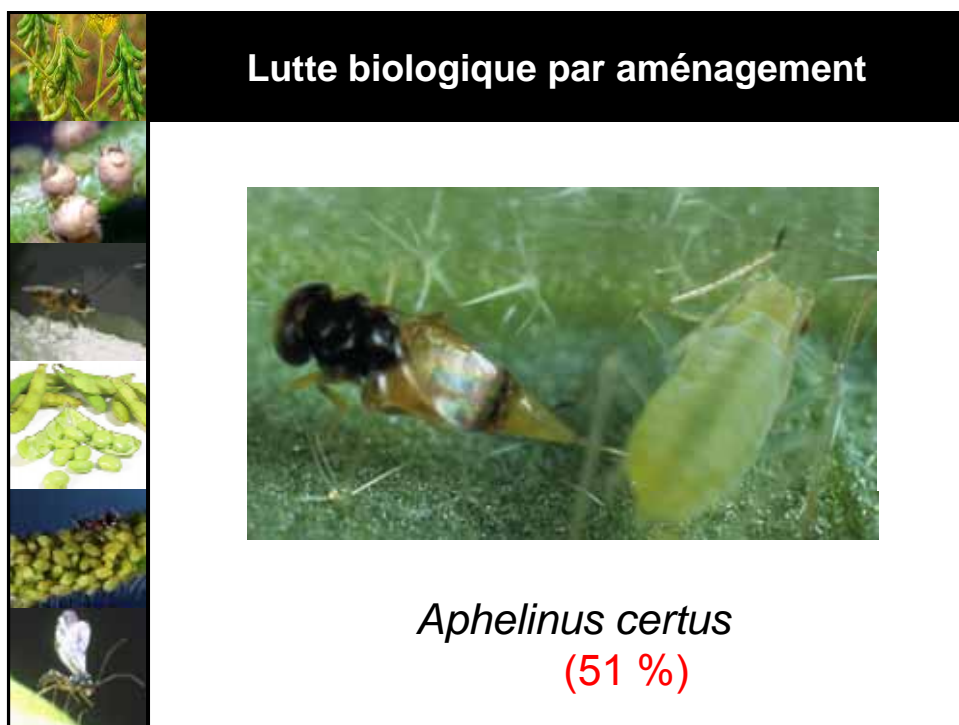
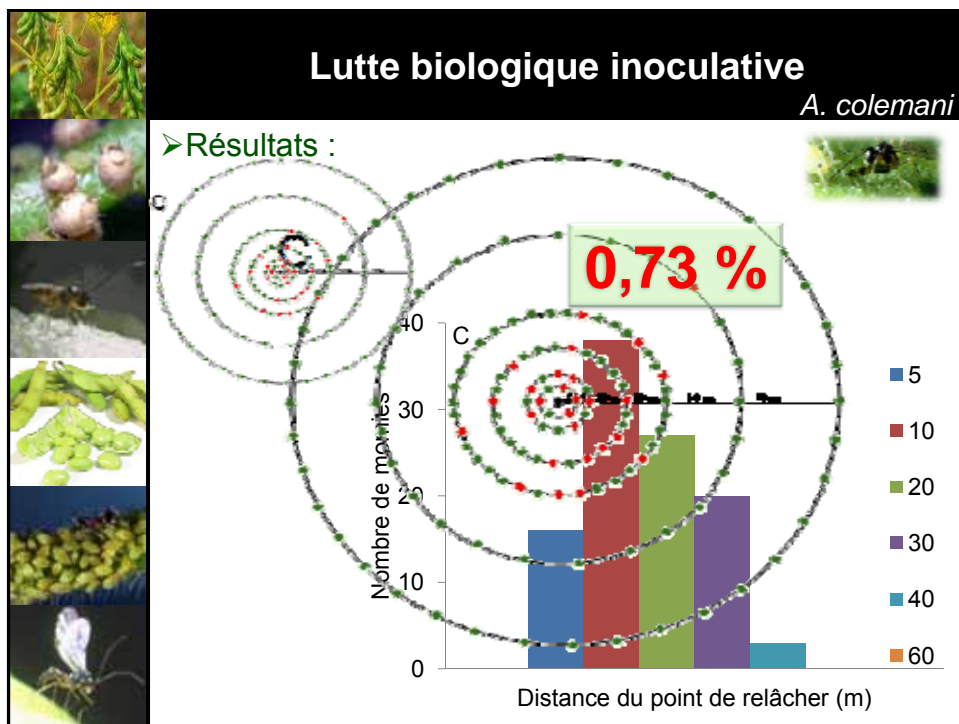


Lutte biologique inoculative



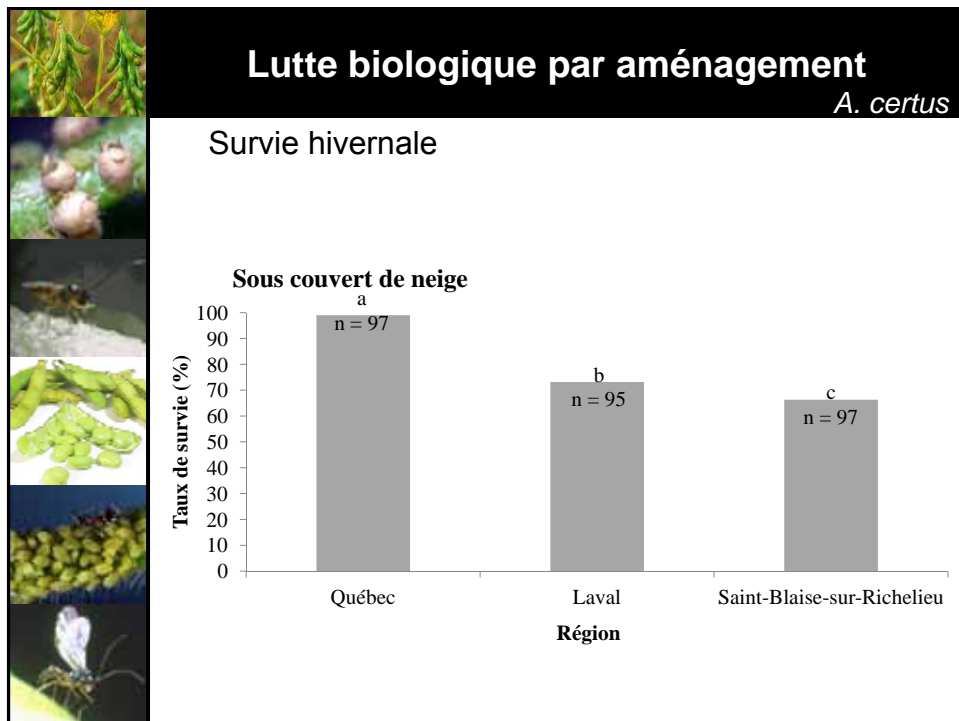
➤ *Aphidius colemani*

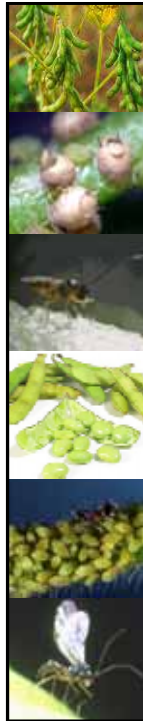




Travaux sur *Aphelinus certus*

- Identification et origine
- Survie hivernale
- Synchronisme saisonnier
- Convenance du puceron du soya
- Réponse fonctionnelle
- Parasitisme au champ
- Distribution



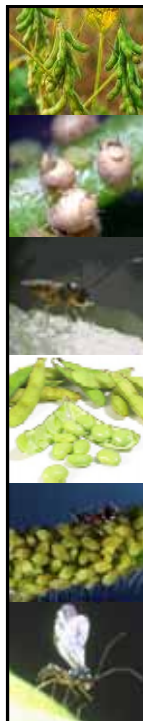


Lutte biologique par aménagement

A. certus

Point de cristallisation

- 35,56 ± 2,89 °C
n=77

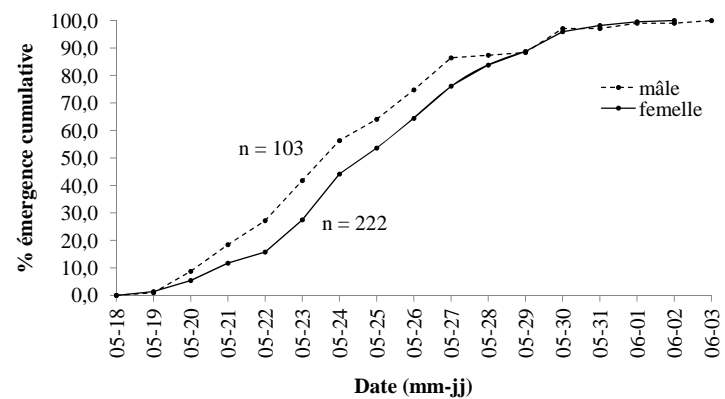


Lutte biologique par aménagement

A. certus

Synchronisme saisonnier

➤ Printemps



Nos conclusions

- *Binodoxys communis* **NON**
- *Aphidius colemani* **NON**
- *Aphelinus certus* **OUI**
 - Complémentaire aux prédateurs aphidiphages

**Dynamisme et succès de l'approche
au Québec face à la problématique
du puceron du soya**

Remerciements

- ✓ Véronique Gariépy
- ✓ Josée Doyon
- ✓ Jelte Stam
- ✓ Émilie Gousse-Matte
- ✓ Étudiants d'été

Michèle Roy
Guy Boivin
George Heimpel
Geneviève Labrie

PSIA
CRSNG
USDA
Chaire de recherche du Canada en lutte biologique