



## Colloque en agroenvironnement

Le jeudi 14 novembre 2013

# Les néonicotinoïdes en grandes cultures : pertinence agronomique et impacts environnementaux

**Valérie Fournier, Ph.D.**

Professeure agrégée  
Département de phytologie  
Université Laval, Québec

**Geneviève Labrie, Ph.D.**

Chercheure en entomologie  
CÉROM  
Saint-Mathieu-de-Beloeil

**Isabelle Giroux, M.Sc.**

Responsable du suivi environnemental des pesticides  
Direction du suivi de l'état de l'environnement  
MDDEFP, Québec

## **Les néonicotinoïdes en grandes cultures : pertinence agronomique et impacts environnementaux**

**Suivi d'abeilles durant les semis de maïs traitées aux néonicotinoïdes : mortalité plus élevée aux sites exposés et l'eau comme nouvelle source d'exposition potentielle**

**Valérie Fournier<sup>1</sup>, Geneviève Labrie<sup>2</sup>, Madeleine Chagnon<sup>3</sup>, Olivier Samson-Robert<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Université Laval

<sup>2</sup>CÉROM

<sup>3</sup>UQAM

La mise en terre, à l'aide d'un semoir pneumatique, de semences traitées aux néonicotinoïdes produit un échappement atmosphérique de particules d'insecticide. Les pollinisateurs risquent l'intoxication suite à un contact avec des poussières contaminées dans l'air, en butinant les fleurs où des particules se sont déposées ou en s'abreuvant de l'eau accumulée à la surface des champs.

Lors de cette étude de 2 ans, 12 ruchers commerciaux ont été suivis au cours de la période des semis de maïs 2012 et 2013 (début mai à la mi-Juin). Les sites « exposés » étaient à moins de 500 m d'un champ de maïs dont les semences étaient enrobées de néonicotinoïdes, alors que les sites « témoins » étaient situés à une distance minimale de 3 km de ce type de cultures. Pour chacun des ruchers, les abeilles mortes devant 5 colonies-cibles étaient dénombrées et recueillies à intervalles de 48 heures puis analysées par chromatographie liquide couplée à de la spectrométrie de masse afin de détecter la présence de pesticides (N=65). Des échantillons d'eau à la surface de champs de maïs ont également été prélevés à deux moments (mi-mai et fin juin) et analysés pour les mêmes résidus de pesticides (N=74). Finalement, une colonie de bourdons commerciaux fut installée sur chaque site d'étude. À tous les 2 jours, des bourdons furent capturés vivants et analysés par PCR quantitative (N=84) afin de déterminer le niveau d'expression d'un marqueur biologique (acétylcholinestérase, AChE).

Les résultats démontrent que le taux de mortalité des abeilles domestiques est 4 fois plus élevé lorsqu'elles sont à proximité de semis de maïs. Les analyses d'eau de surface révèlent que tous les échantillons contenaient des traces de composés néonicotinoïdes : 97 % desquels présentaient des résidus de clothianidine et 86 % contenaient des résidus de thiaméthoxame. Aussi, les analyses d'eau prélevée plus d'un mois après les semis de maïs (fin juin) révèlent que les concentrations en néonicotinoïdes sont 100 fois plus élevées que celles détectées durant les semis (mi-mai). Ces derniers résultats suggèrent que les événements de pluie solubilisent les néonicotinoïdes persistants dans le sol, exposant les abeilles et la faune sauvage (oiseaux, chevreuil, etc.), qui s'y abreuvent, à de très fortes concentrations. Enfin, les analyses génomiques ont révélé que l'expression d'AChE dans les bourdons est significativement plus élevée à proximité des sites traités, suggérant un stress chronique dû à une exposition sous-létale.

## **Suivi des néonicotinoïdes dans les cours d'eau du Québec**

***Isabelle Giroux***

MDDEFP

Depuis 1992, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs opère un programme de suivi des pesticides dans les cours d'eau du Québec. Plus d'une cinquantaine de rivières en milieu agricole ont déjà fait l'objet d'échantillonnage pour vérifier la présence de pesticides. Au fil des ans, le suivi environnemental a été progressivement adapté pour tenir compte des nouveaux pesticides employés sur les cultures. Ainsi, le suivi des insecticides néonicotinoïdes a débuté au milieu des années 1990, avec le suivi de l'imidaclopride dans l'eau souterraine des secteurs en culture de pommes de terre. Mais plus récemment, le thiaméthoxame et le clothianidine ont aussi été ajoutés aux produits analysés dans l'environnement. Les résultats présentés portent sur les 16 cours d'eau échantillonnés en 2012. Ces cours d'eau drainent des secteurs à dominance de maïs et de soya, des secteurs en culture de pommes de terre ainsi que des bassins versants à cultures mixtes.

En plus des autres pesticides détectés, les résultats révèlent que les insecticides néonicotinoïdes, malgré leur usage relativement récent, sont régulièrement détectés dans les milieux aquatiques. Lorsque l'interprétation des résultats sera complétée, ces données seront publiées sur le site Web du MDDEFP.

# Suivi de colonies d'abeilles durant les semis de maïs enrobés aux néonicotinoïdes



© Alex Wild  
alexanderwild.com

Valérie Fournier (U Laval)  
Olivier Samson-Robert (U Laval)  
Geneviève Labrie (CÉROM)  
Madeleine Chagnon (UQAM)



1

## Remerciements



Olivier Samson-Robert  
Candidat à la maîtrise  
(U Laval)

Dr. Madeleine Chagnon  
Collaboratrice  
(UQAM)

2

# Introduction

- Voies d'exposition des abeilles aux néonicotinoïdes en enrobage de semences:
  - Air (Girolami et al, 2012; Krupke et al, 2012)
  - Pollen et nectar (Marzaro et al, 2011; Krupke et al, 2012; Boily et al, 2013)
  - Eau de rosée, eau de guttation (Marzaro et al, 2011)
  - Autres sources d'eau (e.g., flaques d'eau): ?
- Besoin en eau chez abeille domestique (Winston 1987)
  - Décrystalliser le miel (printemps)
  - Réguler T° de la colonie (été)

3

# Objectifs

- 1) Quantifier l'impact des semences traitées aux néonicotinoïdes sur les colonies d'abeilles domestiques durant la **période de semis** du maïs
- 2) Déterminer si **l'eau de surface** prélevée dans champs de maïs traités comportent un risque potentiel pour les abeilles

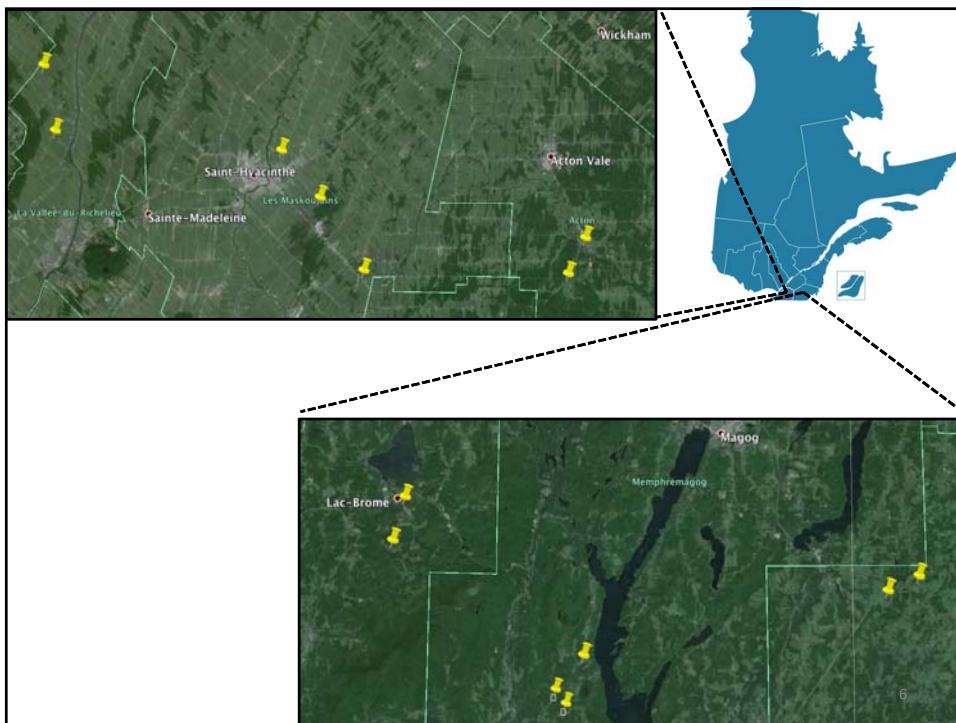


© Alex Wild  
alexiawild.com

4

## Méthodes – suivi des colonies d'abeilles (2013)

- 14 ruchers commerciaux en Montérégie et Estrie
  - Sites exposés ( $N=7$ )  $\leq 500$  m
  - Sites contrôles ( $N=7$ )  $\geq 3$  km



## Méthodes (suite)

Cadavres comptés et récoltés aux 48 heures devant  
5 ruches-cibles/rucher



## Méthodes (suite)

Analyses des cadavres d'abeilles via LC-MS-MS (MAPAQ)



8

## Méthodes: eau

- Flaques d'eau échantillonnées
  - durant semis: 5 juin 2012 (N=10) et 20 mai 2013 (N=30)
  - après semis: 29 juin 2013 (N=34)
- Analyses via LC-MS-MS (MAPAQ et CEAEQ)

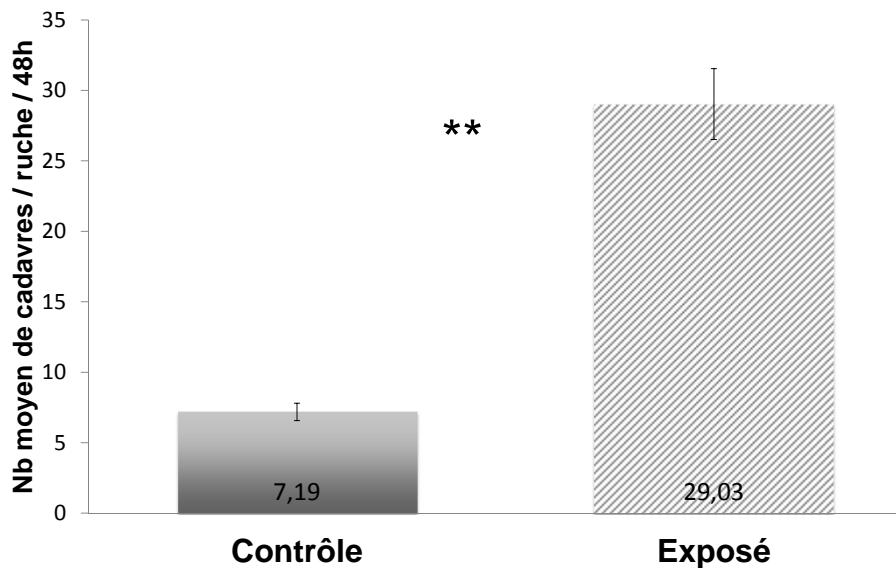


## Résultats: Suivi des colonies d'abeilles



10

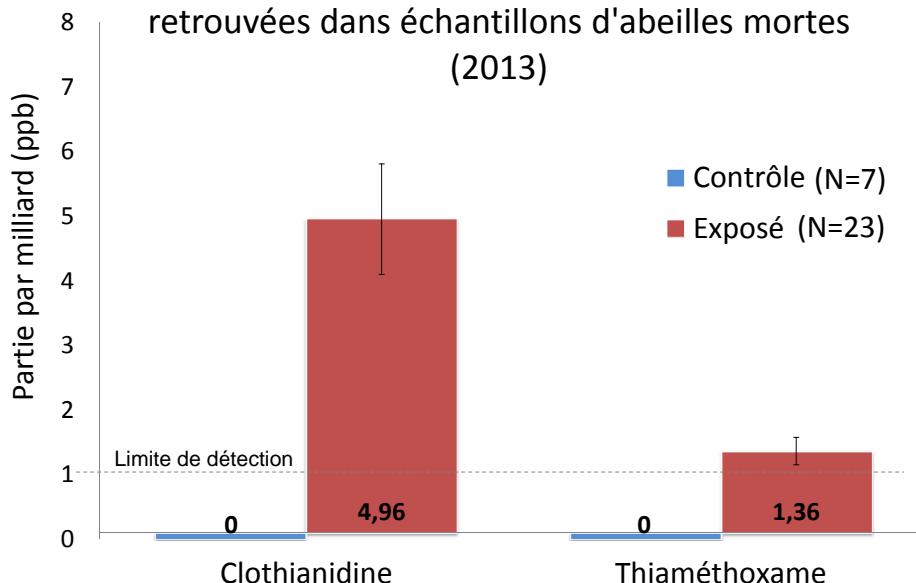
### Indice de mortalité des abeilles (2013)



ANOVA (modèle de mesures répétées) :  $p = 0,0117$

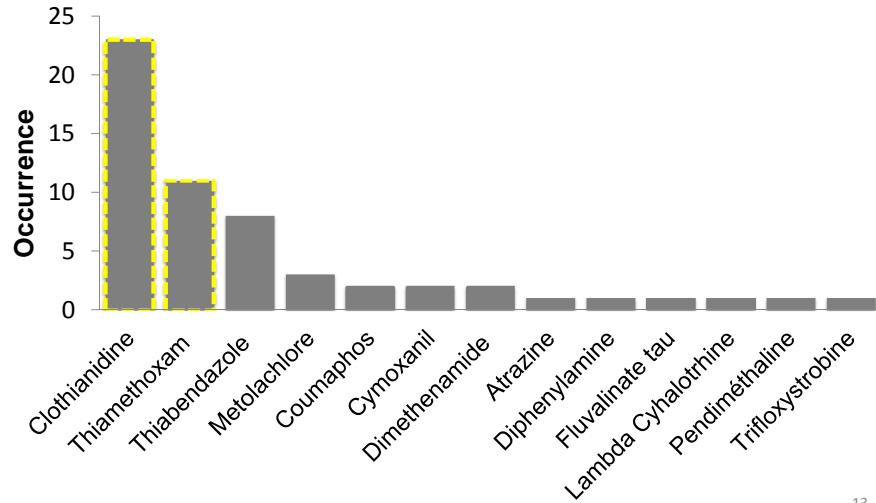
11

### Concentrations moyennes (ppb) de néonics retrouvées dans échantillons d'abeilles mortes (2013)



12

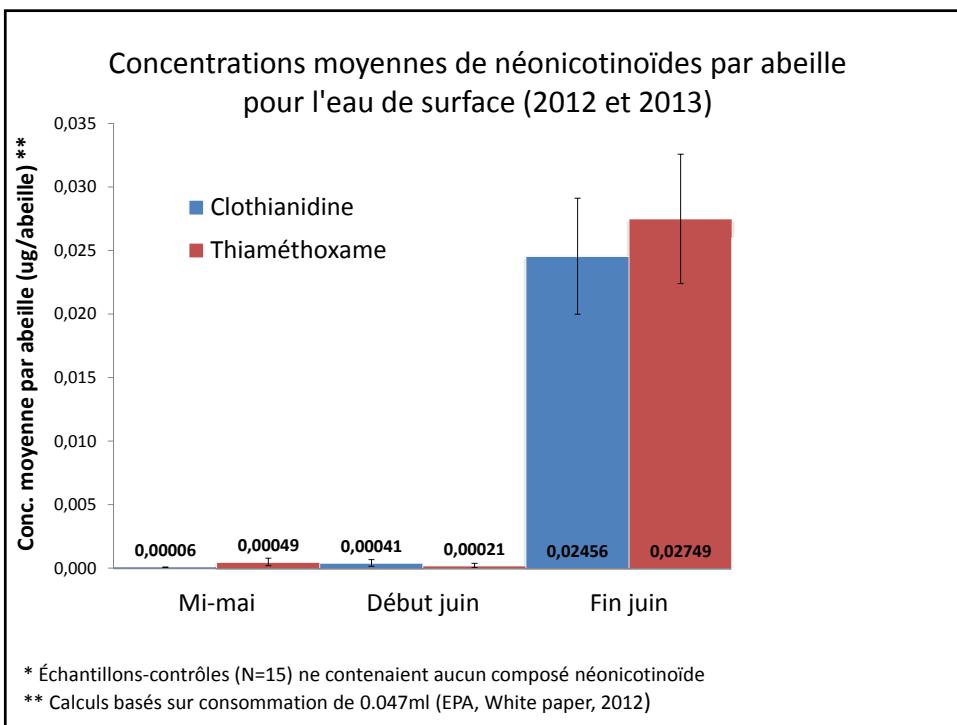
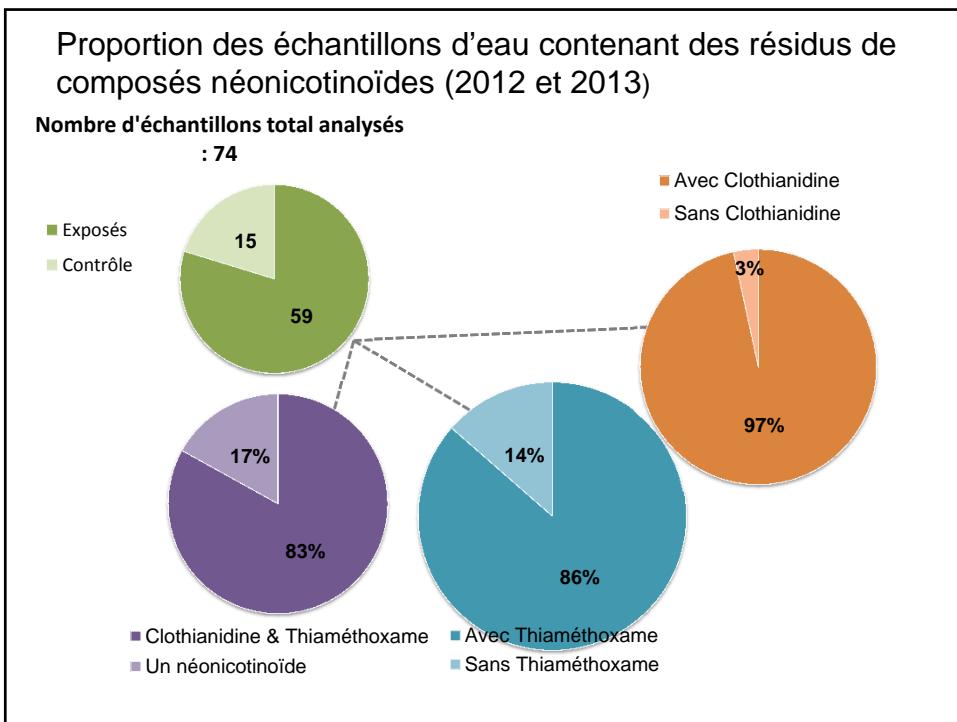
Nombre de détections de tous les **pesticides**  
retrouvés lors des analyses de cadavres  
d'abeilles aux sites exposés (N=23) en 2013

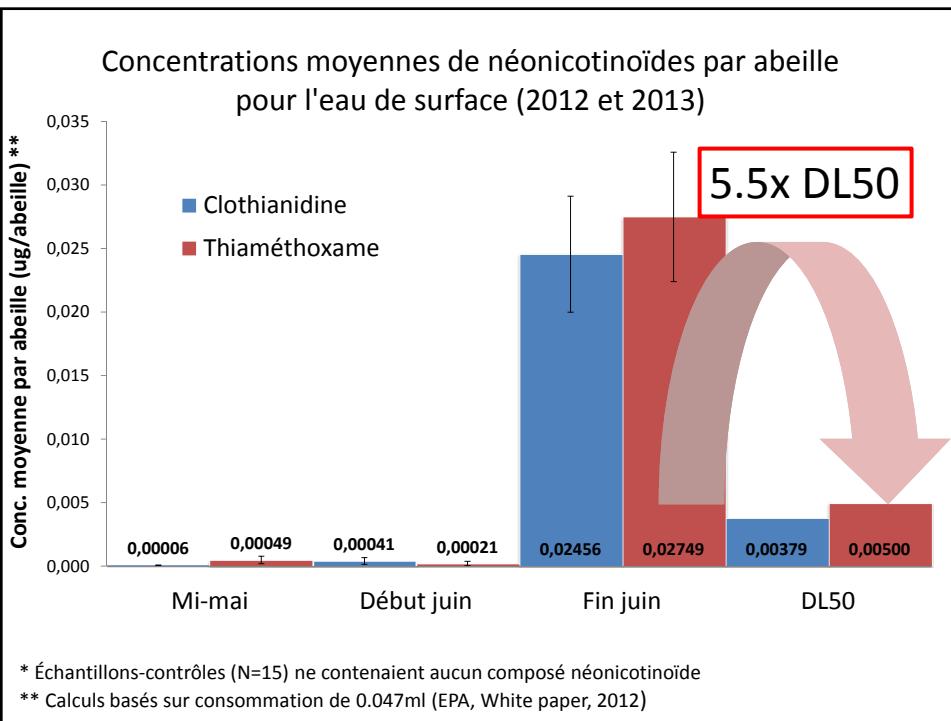
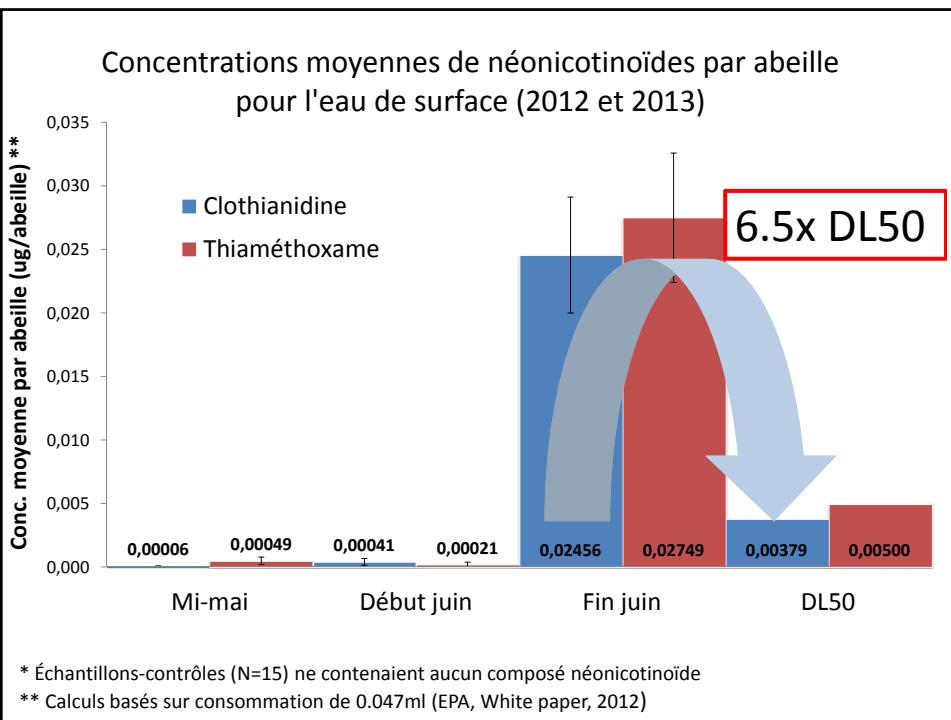


13

## Résultats: eau







## En résumé

1. Indice mortalité 4 x +élevé sites exposés
2. Concentrations néonicotinoïdes 100 x +élevée dans flaques d'eau 1 mois après les semis
3. 1ère étude qui démontre que flaques d'eau posent risque potentiel important pour abeilles (fin juin: clothianidine 6.5 x DL50)

19

## À venir...

- Suivi dans le temps mêmes flaques d'eau
- Lien pluie - mortalité abeilles
- Suivi ruchers à plus long terme
- Translocation des néonics par les plantes mellifères de bordures (ex. Saules, verges d'os salicaires, etc.)



20  
© Alex Wild

## Remerciements

- André Rondeau, Claude Boucher, Jean Cantin, Ermin Menkovic, André Pettigrew, Josée Rondeau, Diane Boucher (MAPAQ).
- Gaétan Roy et Didier Bichhi (MDDEFP) pour heures gratuites au CEAEQ.
- Étienne Nadeau & Amélie Gervais (aide terrain et labo)
- Apiculteurs participants
- Financement: Prime-Vert (MAPAQ)



*Agriculture, Pêches  
et Alimentation*

Québec



© Alex Wild  
alexanderwild.com



## Les néonicotinoïdes

- Insecticides systémiques, inhibiteurs d'acétylcholinestérase
- Développés dans les années 1980 et début d'utilisation dans les années 1990 (Kollmeyer et al. 1999; Hopwood et al. 2012)
- Certains produits homologués sur une base temporaire depuis 2004 au Canada (PMRA 2012)
- Protection efficace contre les insectes ravageurs de sol et les défoliateurs en début de saison
- Permettent de diminuer l'application d'insecticides foliaires et la quantité de matière active (Taylor et al. 2001; Albajes et al. 2003)

## Les néonicotinoïdes

Matière active	Noms commerciaux	Culture
Imidaclopride	GAUCHO®, STRESSHIELD® ADMIRE®	maïs, soya, céréales, canola, haricot pommes de terre
Thiaméthoxame	CRUISER®, HELIX®	soya, maïs, canola
Clothianidine	PONCHO®, PROSPER®	maïs, canola

- Temps de persistance dans le sol: 88 à 990 jours (SAgE Pesticides)
- 1-20 % du traitement de semence est absorbé par la plante (Sur et Stork 2003)
- Potentiel de lessivage important (SAgE Pesticides)
- 100% du maïs-grain, 100% du canola, 50-75% du soya traités

→ + de 500 000 ha de cultures traitées au Québec chaque année

Lutte intégrée?

## Les ravageurs ciblés

- Vers fil-de-fer
- Mouches des semis
- Vers blancs
- Altises
- Ver gris-noir
- Chrysomèle des racines du maïs
- Puceron du soya



## Objectifs

- Évaluer l'effet de traitements de semence insecticides sur
  - L'abondance des vers fil-de-fer et leurs dommages
  - L'abondance des mouches des semis et leurs dommages
  - Le rendement du maïs-grain

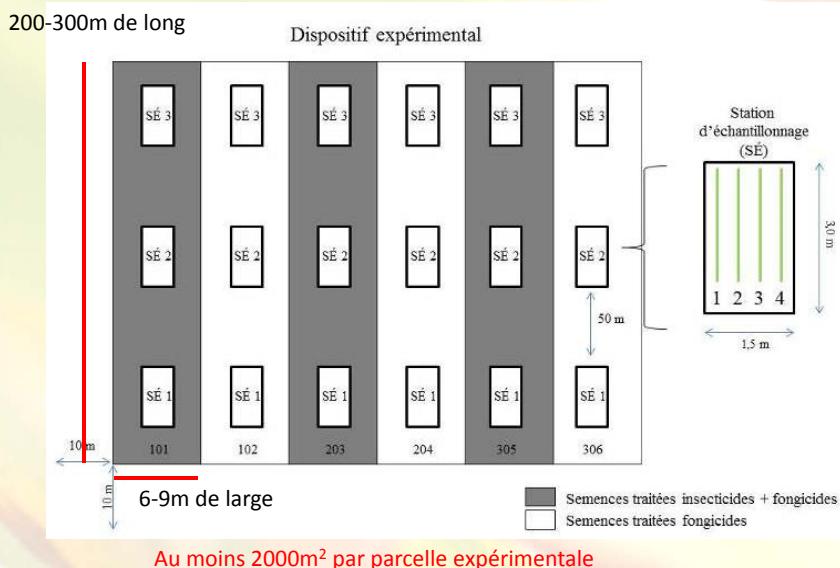
## Méthodologie

- 14 champs de producteurs par année (2012, 2013)
- Montérégie-Est et Ouest
- 8 champs en retour de prairie, 6 en retour de soya
- Maïs-grain semé fin avril à mi-mai
  - Hybride Pride K293 RR, 2825 UTM (2012)
  - HZ872 GT/CB/LL, 2750 UTM (2013)

## Méthodologie

- 3 parcelles traitées et 3 parcelles non traitées
  - Semences traitées :
    - 2012: Maxxim Quattro et PONCHO 600F 250
    - 2013: Maxxim Quattro et CRUISER MAX 250
  - Semences non traitées : Maxxim Quattro seulement

## Méthodologie



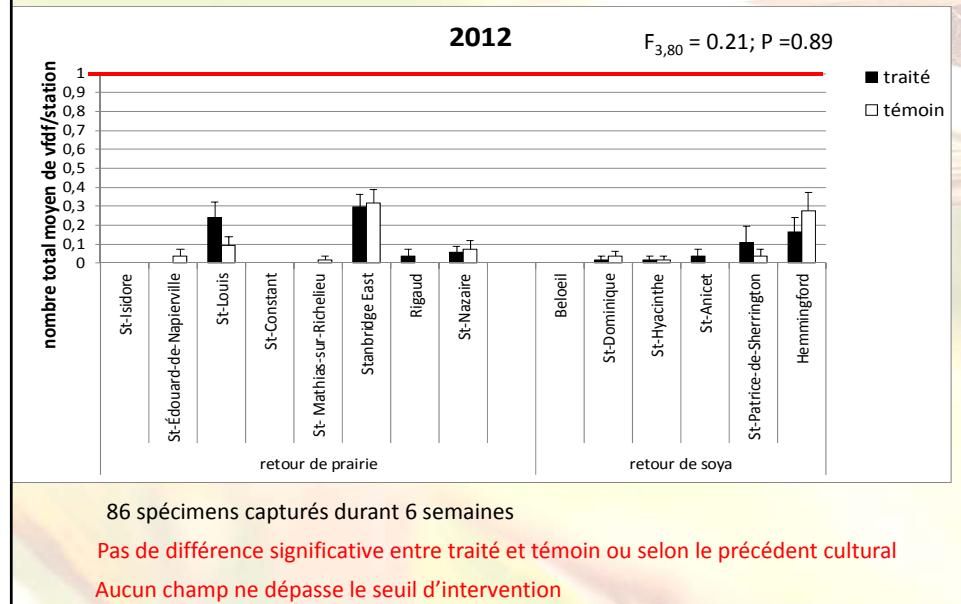
## Méthodologie

- Densité de peuplement (V6, V9, V12)
- Récolte de 3 plants ciblés/station (entre V2 et V5)
- Mouche des semis
- Vers fil-de-fer
- Rendement:
  - Manuel: récolte de 2 rangs x 3 m à chaque station
  - Pesée par le producteur

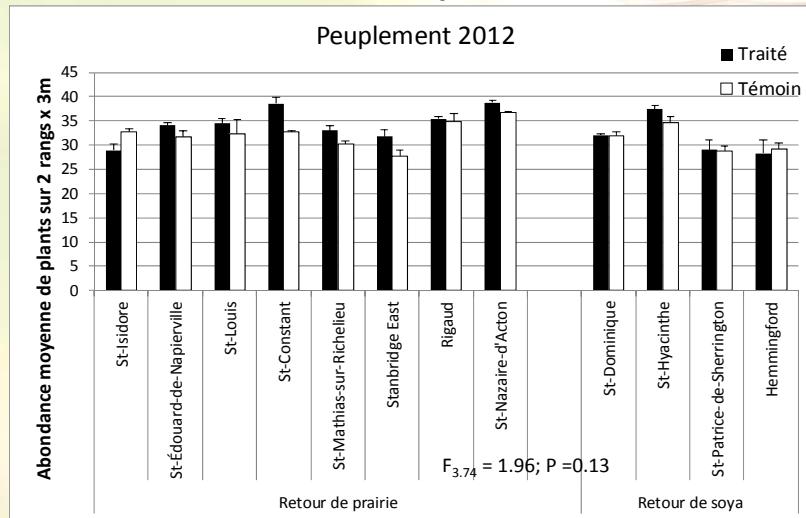


## Résultats

## Résultats – Vers fil-de-fer 2012

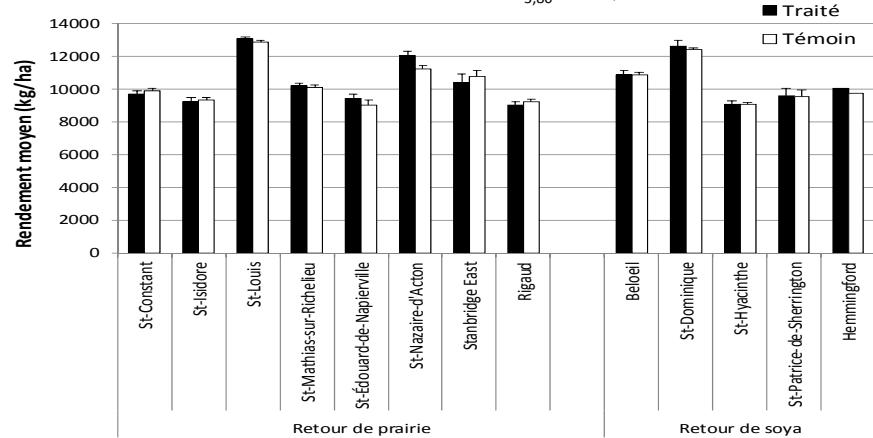


## Résultats - Peuplement 2012



## Résultats – Rendement 2012

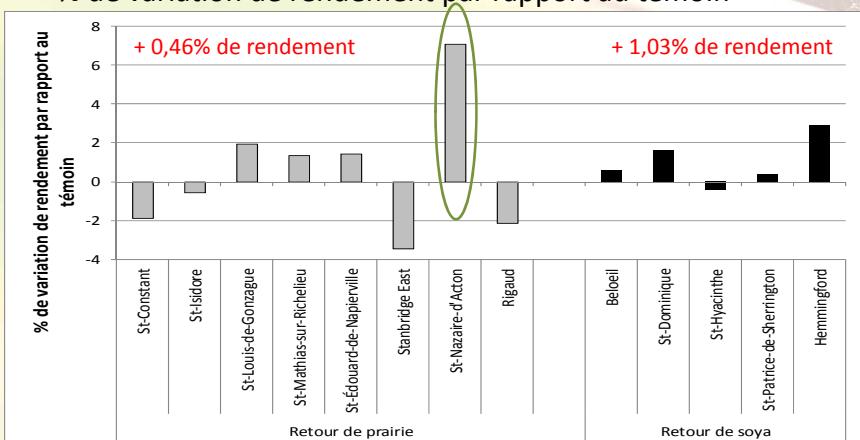
**2012**  $F_{3,80} = 0.92$ ;  $P = 0.44$



Pas de différence significative entre traité et témoin, ou selon précédent cultural

## Résultats - 2012

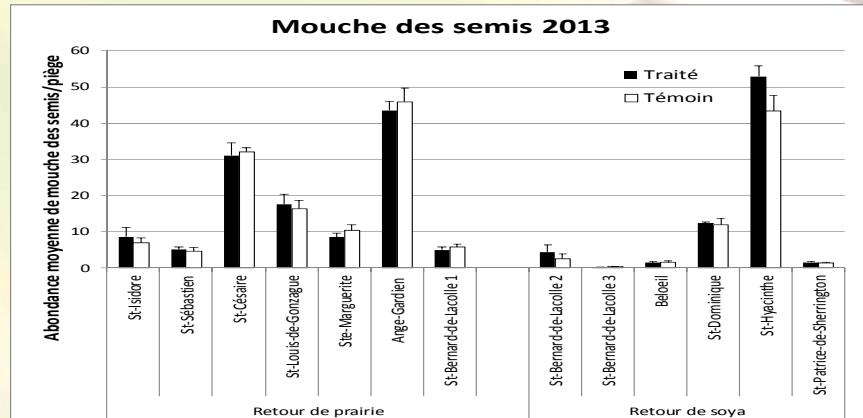
- % de variation de rendement par rapport au témoin



St-Nazaire: dégâts de VGN observés

## Résultats – Mouche des semis 2013

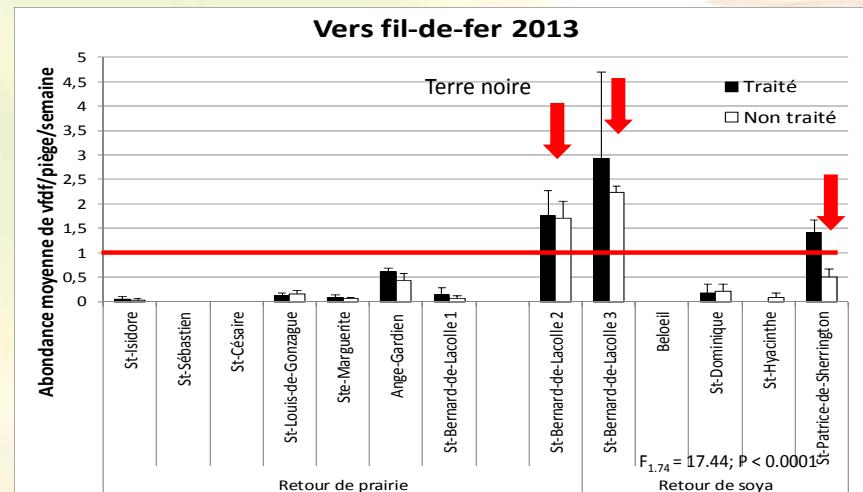
- Mouche des semis: **13 000** individus identifiés en 3 semaines



Nombre variable selon les sites

Aucune différence selon le traitement ou le précédent cultural

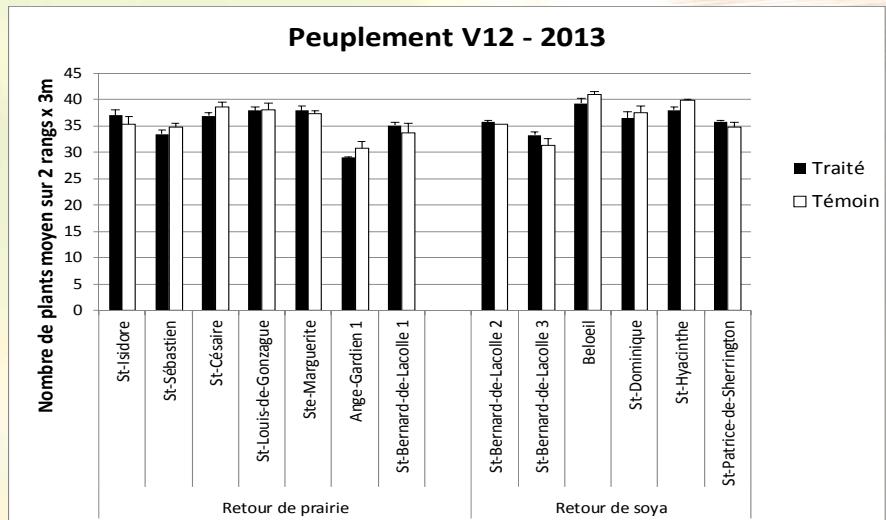
## Résultats – Vers fil-de-fer 2013



Aucune différence selon traitement; + sur retour de soya

3 sites dépassent le seuil d'intervention (2 sites en terre noire)

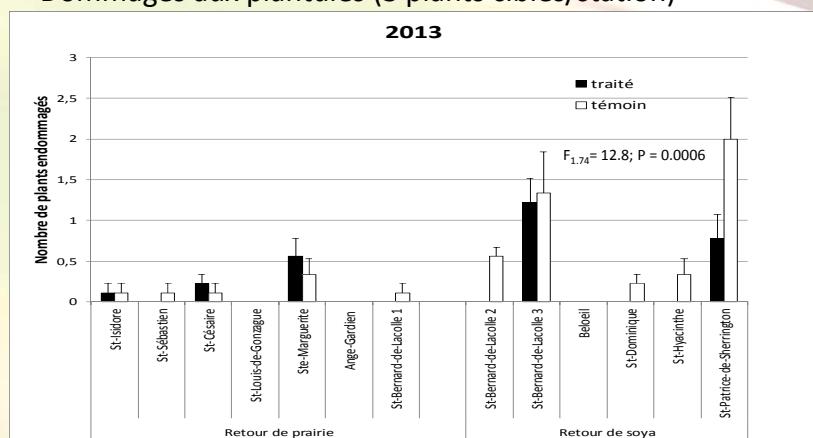
## Résultats – Peuplement 2013



Aucune différence significative entre traitement de semence ou précédent cultural

## Résultats - 2013

- Dommages aux plantules (3 plants ciblés/station)

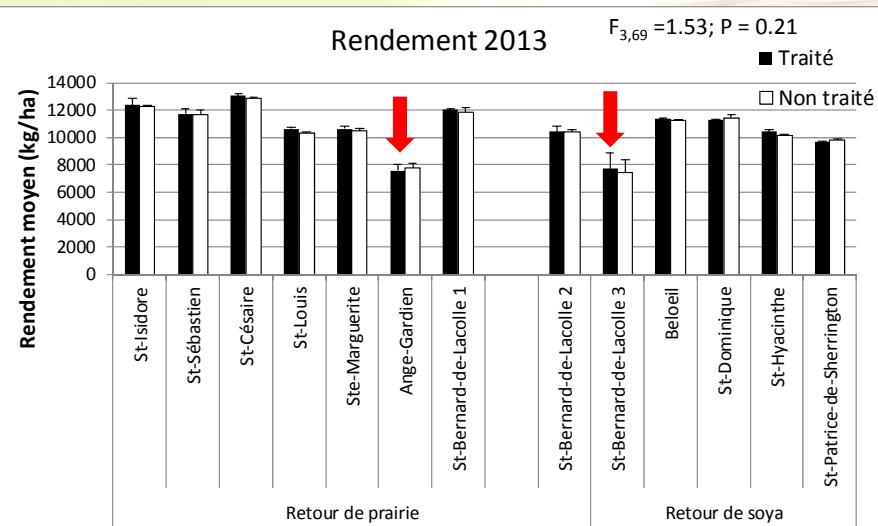


Aucune différence selon traitement; + de dommages sur retour de soya

4 plants/756 (0,5%) endommagés par mouche des semis

69 plants/756 (9%) endommagés par vers fil-de-fer

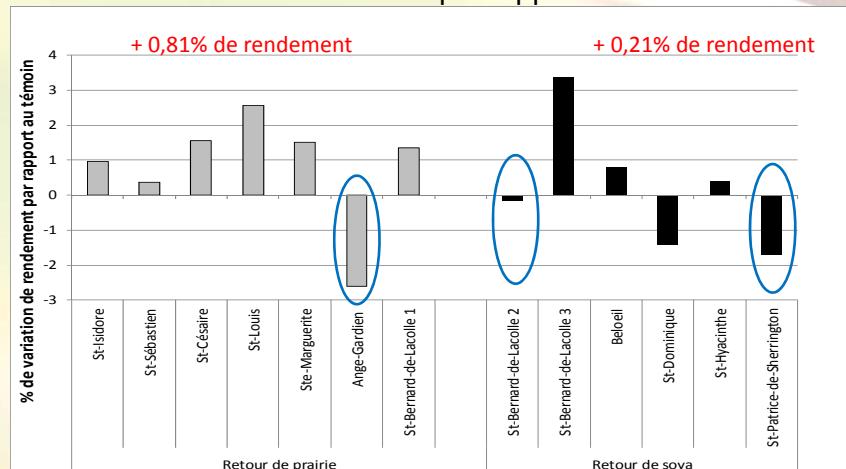
## Résultats – Rendement 2013



Pas de différence significative entre traité et témoin, ou selon précédent cultural  
2 champs en terre noire, avec forte pression de VFF, + gel

## Résultats - 2013

- % de variation de rendement par rapport au témoin



Sites avec beaucoup de VFF et de dommages = + rendement dans les parcelles témoin

## Discussion

- **Nécessaire d'utiliser des traitements de semence?**
  - 3 sites sur 28 qui dépassent le seuil d'intervention VFF en 2 ans
    - 2 sites sur terre noire
  - 9% des plants ciblés endommagés par les VFF
  - 0,5% des plants ciblés endommagés par la mouche des semis (pour 13 000 mouches capturées en 3 semaines)



*Coenosia tigrina* (Tiger fly)

➤ Mouche prédatrice de la mouche des semis

## Discussion

- **Nécessaire d'utiliser des traitements de semence?**
  - Pas de différence dans le peuplement
  - **Pas de différence statistique dans le rendement**
  - Étude de Seagraves et Lundgren, USDA (2012)
    - Pas d'effet des traitements de semence sur le puceron du soya, les thrips ou les sauterelles
    - Pas de différences dans le rendement
    - Ennemis naturels 25% plus faibles dans les parcelles traitées

## Discussion

- **Nécessaire d'utiliser des traitements de semence?**
  - Gain de rendement entre 0,21 et 1,03%
  - Effets environnementaux non pris en compte
    - Traitements de semences ne tuent pas les vers fil-de-fer  
(Vernon et al. 2009)
      - Développement de résistance? (Goulson 2013)
    - Accumulation dans les plantes non ciblées (Krupke et al. 2012)

## Discussion

- **Nécessaire d'utiliser des traitements de semence?**
  - Effets des traitements insecticides sur la faune?
    - Coccinelles (Moser et Obrycki 2009)
    - Ennemis naturels (Seagraves et Lundgren 2012)
    - Oiseaux granivores (Lopez-Antia et al. 2013)
    - Faune aquatique (Van Dijk et al. 2013)
    - Abeilles (Krupke et al. 2012; Henry et al. 2012; Tapparo et al. 2011; 2012; ...)

## Discussion

- **Besoin d'études futures**

- Identification des vers fil-de-fer dommageables ou non
- Effet d'autres ravageurs secondaires du semis
- Effet du travail de sol, du type de sol, du précédent cultural
- Impact sur le rendement à court et moyen terme
- Effets environnementaux non pris en compte

➤ **Effectuez des essais à la ferme et dépistez!**

## Remerciements

### PRODUCTEURS

Nancy Gélinas (Agrinove)  
Élise Tremblay (ProConseil)  
Valérie Bouthillier Grenier, Gabriel Deslauriers (DuraClub)  
Isabelle Martineau, Frédéric Boivin, Mathieu Dubuc (Gestrie Sol)  
Joëlle Desjardins, Marie-Pier Daunais-Lemay (Agri Conseil Maska)  
Amélie Gauthier, Joëlle Blouin, Suzanne Gagnon (Les Patriotes)  
Julie Boisvert, Valérie Thomas, Simon Lacombe (Agri Durable)  
Rosemarie Allen, Geneviève Roy (Agro-Moisson Lac St-Louis)  
Éric Thibault, Samuel Comptois (Techno-Champ 2000)  
Renaud Bussières (Groupe Conseil Montérégie-Sud)  
Carl Bérubé (Agri-Action de la Montérégie)  
Roxanna Bindea, Marcel Moreau, Alexandre Tessier (MAPAQ MO)  
Sabrina Talbot, Fannie Blanchard, Sandrine Potvin (MAPAQ ME)  
Roxanne S. Bernard, Alexis Latraverse, Jennifer De Almeida, Julie Guérin, Simon Chaussé, Virginie Faucher, Laurence Cadotte, Marie-Eve Gagnon, Marie-Eve Rivard, Andréanne Lavallée, Martine Fugère, Charles Ricard, Eddy Michaud, Georges-Étienne Fréchette, Stéphane Beaulieu (CÉROM)  
\$\$\$ Prime-Vert Volet 11.1, MAPAQ, CÉROM