

Traitements de semences néonicotinoïdes: impacts sur les abeilles, les bourdons et la contamination de l'eau

Olivier Samson-Robert, M.Sc., professionnel de recherche, Université
Laval, Québec



Les insecticides néonicotinoïdes, notamment pour leurs propriétés systémiques, sont à la base d'une véritable révolution dans le domaine de la lutte agrochimique (3). Introduits sur le marché agricole et horticole il y a moins de 20 ans, ils sont aujourd'hui la classe d'insecticide la plus utilisée à travers le monde et comptent pour plus de 25% des parts du marché insecticide mondial (6). Au Québec, par exemple, la quasi-totalité des semences de maïs en est enrobée et plus de 75% des semences de soya le sont également. À elles seules, ces deux cultures représentent près de 650 000 hectares de culture, soit un territoire plus grand encore que la superficie combinée des 20 municipalités les plus peuplées du Québec (2).

Les traitements de semence néonicotinoïdes ont été longtemps considérés comme une avenue sécuritaire pour les pollinisateurs (4). Cependant, de récentes études ont démontré l'existence de plusieurs voies d'intoxication potentielle pour les insectes pollinisateurs. Notamment, la mise en terre de semences traitées aux néonicotinoïdes produit un échappement atmosphérique de particules d'insecticide (5). Un contact direct avec la poussière contaminée constitue une exposition suffisante afin d'entraîner la mort d'un insecte pollinisateur. De surcroît, la simple action de butiner de la végétation où de la poussière s'est déposée, de collecter ou consommer du pollen, du nectar ou de l'eau contaminés représente des voies d'exposition possibles (5, 1). Bien que les traitements de semences néonicotinoïdes soient très répandus en agriculture, leurs impacts sur les pollinisateurs sont encore mal compris.

La présente étude a pour objectif de documenter les pertes d'abeilles domestiques (*Apis mellifera*) lors des semis du maïs, de démontrer l'existence d'une nouvelle voie d'exposition pour les pollinisateurs et de vérifier le niveau d'intoxication d'un pollinisateur indigène du Québec (*Bombus impatiens*) par une approche génomique. Spécifiquement, les hypothèses sont que 1) le niveau de mortalité des abeilles domestiques est aggravé par la présence de semis traités aux néonicotinoïdes, que 2) les flaques d'eau accumulées à la surface des champs sont contaminées par des insecticides néonicotinoïdes et représentent un risque pour les pollinisateurs et que 3) l'activité neuronale des pollinisateurs indigènes est négativement influencée par les semis de maïs enrobés.

Lors de cette étude de 2 ans, des ruchers commerciaux ont été suivis lors de la période des semis de maïs. Les sites «exposés», 16 au total, étaient situés à moins de 500 m d'un champ de maïs dont les semences étaient enrobées de néonicotinoïdes, alors que les sites «témoins», au nombre de 10, étaient situés à une distance minimale de 3 km de ce type de cultures. Pour chacun des ruchers, les abeilles mortes gisant 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. Tous les 2 jours, des bourdons furent capturés vivants puis disséqués afin d'analyser leur cerveau par PCR quantitative (N=84) dans le but de déterminer le niveau d'expression d'un marqueur biologique (acétylcholinestérase, AChE).

Les résultats démontrent que le taux de mortalité des colonies d'abeilles domestiques est significativement plus élevé lorsqu'elles sont à proximité de semis de maïs enrobés. Les analyses d'eau de flaque révèlent que la totalité des échantillons prélevés dans des champs de maïs contiennent des traces de composés néonicotinoïdes, desquels 86% contiennent des résidus de clothianidine et de thiaméthoxame. Enfin, les analyses génomiques ont révélé que l'expression d'AChE dans les bourdons est significativement plus élevée à proximité des sites traités et suggère un stress chronique dû à une exposition sous-létale.

L'utilisation extensive d'enrobage de semences néonicotinoïdes exacerbe le niveau de mortalité des abeilles butineuses ce qui peut avoir des répercussions à long terme sur le développement de la colonie et constitue une perte monétaire pour les apiculteurs et les producteurs agricoles qui dépendent de la pollinisation. Il s'agit de la première étude à identifier les flaques d'eau comme une nouvelle voie d'exposition potentielle à des néonicotinoïdes pour les pollinisateurs. Enfin, cette étude est également la première à démontrer dans des conditions naturelles que l'activité neuronale des bourdons est perturbée, ce qui confirme que les abeilles domestiques ne sont pas les seuls pollinisateurs affectés par ces traitements de semence.

Références :

1. Cresswell, J. E., Desneux, N., et VanEngelsdorp, D. 2012. Dietary traces of neonicotinoid pesticides as a cause of population declines in honey bees: an evaluation by Hill's epidemiological criteria. *Pest Management Science*, 68: 819–827.
2. Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2013. Superficie des grandes cultures, rendement à l'hectare et production, par région administrative, Québec, 2012 [En ligne]. Disponible

à http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/agriculture/grandes-cultures/gc_2013.htm [cité le 11 décembre 2013].

3. Jeschke, P., et Nauen, R. 2008. Neonicotinoids – from zero to hero in insecticide chemistry. *Pest Management Science*, 64: 1084–1098.

4. Jeschke, P., Nauen, R., Schindler, M., et Elbert, A. 2011. Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 2897–2908.

5. Krupke, C. H., Hunt, G. J., Eitzer, B. D., Andino, G., et Given, K. 2012. Multiple routes of pesticide exposure for honey bees living near agricultural fields. *PLoS ONE* 7(1): e29268. doi:10.1371/journal.pone.0029268.

6. Van der Sluijs, J. P., Simon-Delso, N., Goulson, D., Maxim, L., Bonmatin, J.-M., et Belzunces, L. P. 2013. Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5: 293–305.

Suivi d'abeilles domestiques et de pollinisateurs indigènes lors des semis de cultures traitées aux néonicotinoïdes.

Journée champêtre en apiculture, CRSAD - 12 juillet 2014

OLIVIER SAMSON-ROBERT¹, GENEVIÈVE LABRIE², MADELEINE CHAGNON³ et VALÉRIE FOURNIER⁴

¹ Université Laval, Centre de recherche en horticulture

² CÉROM, Centre de recherche sur les grains

³ UQAM, Département des sciences biologiques

olivier.samson-robert.1@ulaval.ca



1

Équipe de recherche



Valérie Fournier
Université Laval



Geneviève Labrie
CÉROM Inc.



Madeleine Chagnon
UQAM

2

Les néonicotinoïdes

- « Petits nouveaux » : < 50 ans (Sheets 2010) ;
- Au Québec, ils visent principalement à contrôler les :
 - ver-gris noir
 - ver fil-de-fer
 - chrysomèle des racines du maïs
 - vers blancs
 - Altises
 - mouche des semis
- Insecticides à large spectre !



INTRODUCTION
OBJECTIFS
MÉTHODOLOGIE
RÉSULTATS
DISCUSSION
CONCLUSIONS

3

Les néonicotinoïdes

- Insecticides systémiques
- Formes d'application :
 - Pulvérisation ;
 - Granules ;
 - Enrobage.



INTRODUCTION
OBJECTIFS
MÉTHODOLOGIE
RÉSULTATS
DISCUSSION
CONCLUSIONS

4

Toxique pour les abeilles aussi

Produits commerciaux	Matière active	Produits pour l'environnement	Plantes non-cibées	Oiseaux	Abeilles	Persistance	Mobilité	Développement	Comportement
POURCHO 600 FS	clothianidine							Élevée	Élevée
IMPISIT INSIDE 500	clothianidine							Élevée	Élevée
CRUISER SFS	thiaméthoxame							Élevée	Élevée
CRUISER 330FS	thiaméthoxame							Élevée	Élevée
CRUISER SFS	thiaméthoxame							Élevée	Élevée

Source : SAgE pesticides, 2013

Composé	DL ₅₀ topique	DL ₅₀ orale
Clothianidine	0,022 µg/abeille ¹ à 0,044 µg/abeille ²	0,00379 µg/abeille ³
Thiaméthoxame	0,024 µg/abeille ⁴ à 0,029 µg/abeille ¹	0,005 µg/abeille ⁴

¹Iwasa et al., 2004; ²EPA, 2003; ³EC, 2005; ⁴Syngenta, 2005

5

Voies d'exposition



INTRODUCTION
OBJECTIFS
MÉTHODOLOGIE
RÉSULTATS
DISCUSSION
CONCLUSIONS

Traitements de semences au Québec

- **Homologation temporaire** au Canada:
 - 1996 (ARLA 2012);
 - dans le **maïs** : 2004 (ARLA 2012).
- 2008 = Quasi-totalité du maïs est enrobé...
 - **> 99%** du maïs-grain et **> 75%** du soya (Parent 2011);
 - Maïs + Soya = **650 000 ha traités** au Québec (ISQ 2013) !



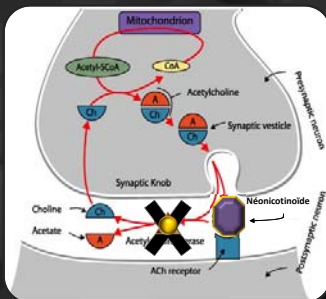
Objectifs et hypothèses

- 1) Évaluer l'impact des semences traitées aux **néonicotinoïdes** sur les colonies d'**abeilles domestiques** durant la période de semis du maïs (mai-juin).
- 2) Déterminer si l'**eau de surface** prélevée dans des champs de maïs traités comporte un **risque potentiel** pour les abeilles.
- 3) Déterminer si les traitements de semences néonicotinoïdes affectent le **système nerveux des bourdons**, en utilisant le biomarqueur AChE.



Mode d'action des néonics.

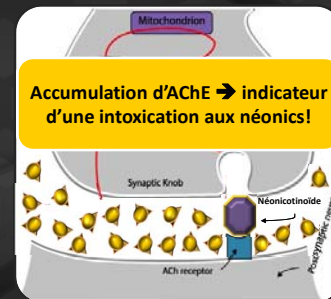
Pourquoi l'AChE est-elle un biomarqueur ?



(Badiou-Beneteau et al. 2012 ; Bolly et al. 2013)

Mode d'action des néonics.

Pourquoi l'AChE est-elle un biomarqueur ?



(Badiou-Beneteau et al. 2012 ; Bolly et al. 2013)

Objectifs et hypothèses

- 1) Évaluer l'impact des semences traitées aux **néonicotinoïdes** sur les colonies d'**abeilles domestiques** durant la période de semis du maïs (mai-juin).
- 2) Déterminer si l'**eau de surface** prélevée dans des champs de maïs traités comporte un **risque potentiel** pour les abeilles.
- 3) Déterminer si les traitements de semences néonicotinoïdes affectent le **système nerveux des bourdons**, en utilisant le biomarqueur AChE.



Méthodologie – Aire d'étude



- 26 ruchers commerciaux au Québec ;
- Suivi : période des semis du maïs **2012 et 2013** (mai à mi-juin).



Méthodologie – Sélection des sites

Emplacements annuels de ruchers commerciaux.

Sites contrôles (N=10) ≥ 3 km Sites exposés (N=16) ≤ 500 m

13

Méthodologie – Abeilles

- 5 ruches sélectionnées aléatoirement (de force similaire) / rucher ;
- Toile de 1 m² ;
- Abeilles mortes comptées et collectées toutes les 48 hrs ;
- LC/ MS-MS.

14

Méthodologie – Flaques d'eau

- Échantillons récoltés à partir de :
 - Champs de maïs (exposés) VS champs non traités (contrôle) ;
 - Pendant les semis : Début juin 2012 (N=10) et mi-mai 2013 (N=30) ;
 - Après les semis : Fin juin 2013 (N=34) ;
- LC-MS/MS.

© Olivier Samson-Robert

15

Méthodologie – Biomarqueur AChE

- 1 QUAD de bourdons (4 colonies) (*Bombus impatiens*) ;
- 10 butineuses vivantes / 48 hrs ;
- Dissection des cerveaux → Extraction d'ARN → qRT PCR.

© Olivier Samson-Robert

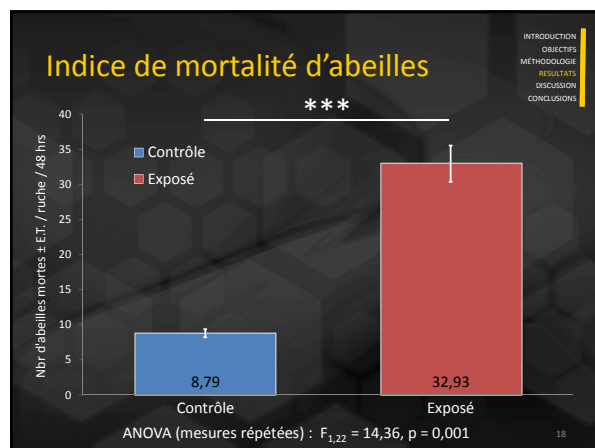
© Koppert Canada

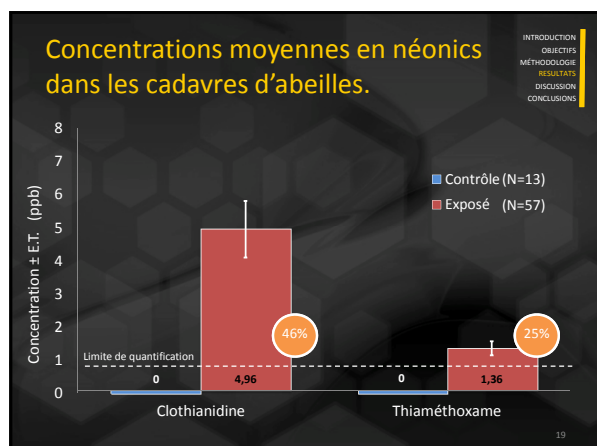
16

Résultats – Abeilles

© Olivier Samson-Robert

17





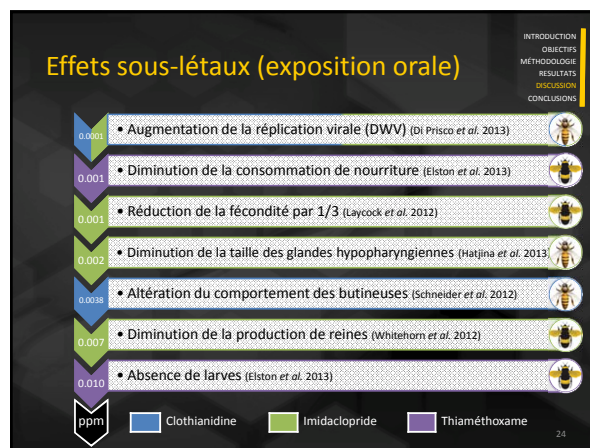
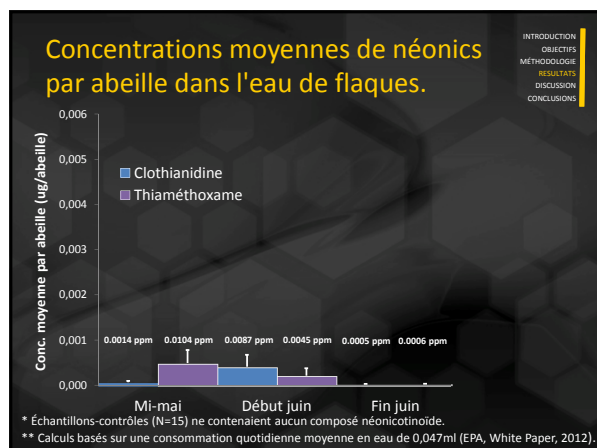
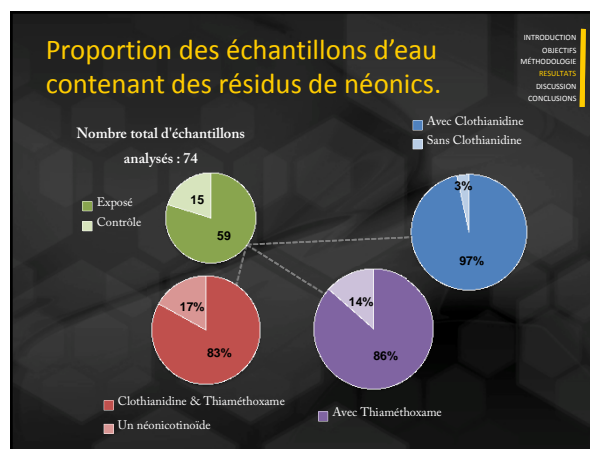
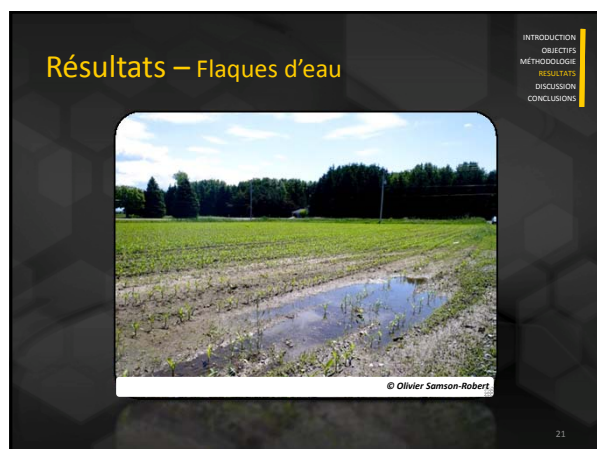
Discussion – Abeilles

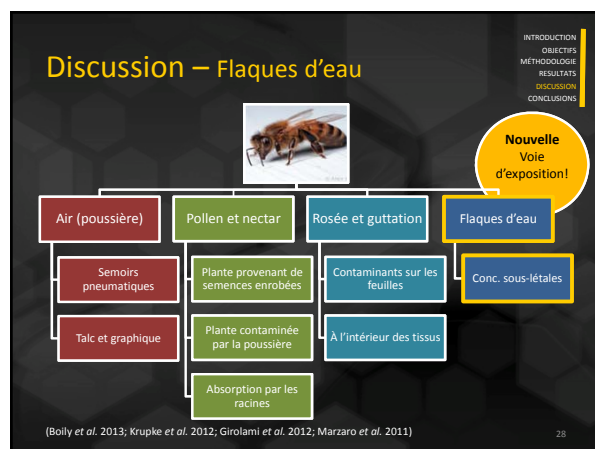
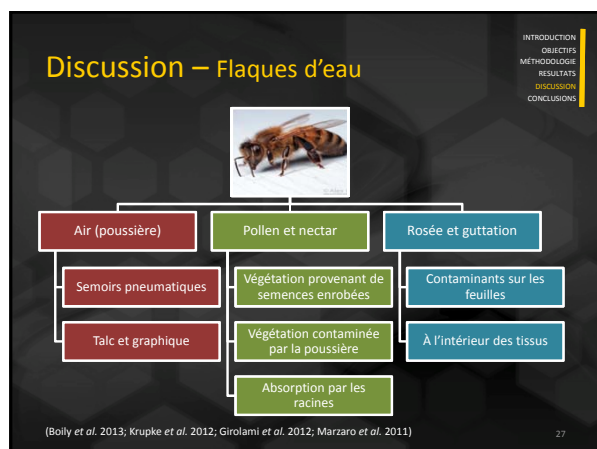
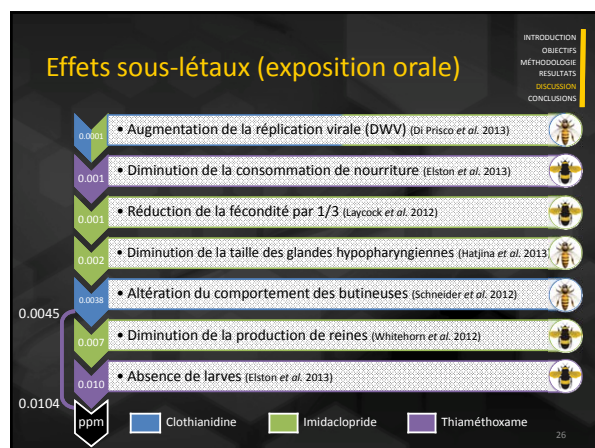
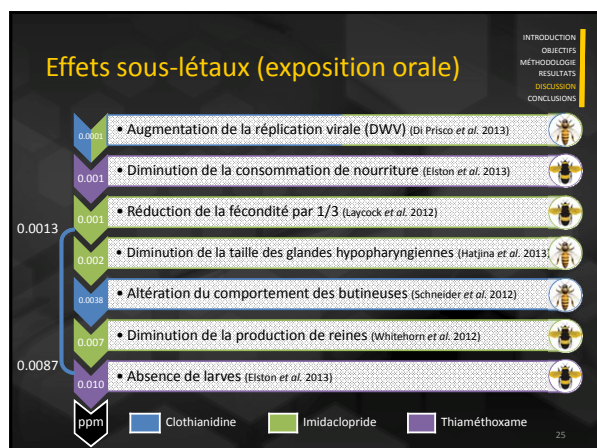
INTRODUCTION
OBJECTIFS
MÉTHODOLOGIE
RÉSULTATS
DISCUSSION
CONCLUSIONS

- Indice de mortalité **4x plus élevé** pour les ruchers exposés.
- Quelques événements d'intoxication aiguë, mais surtout des **mortalités journalières plus importantes**
 - Beaucoup plus difficile à détecter pour les apiculteurs
- Perte de **butineuses** = Perte de production (miel ET cultures)

Aspect novateur
1^{ère} étude réalisée en conditions NATURELLES réalistes !

20





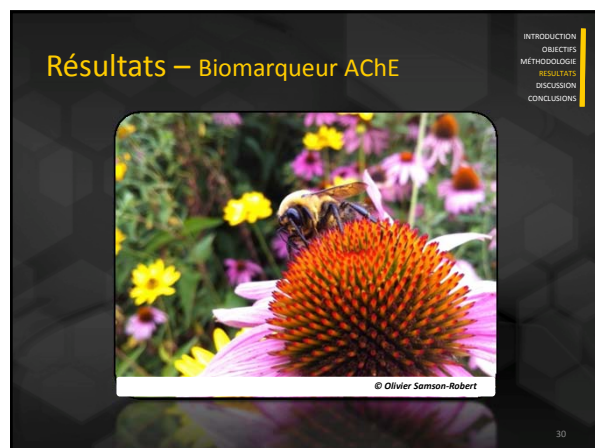
Discussion – Flaques d'eau

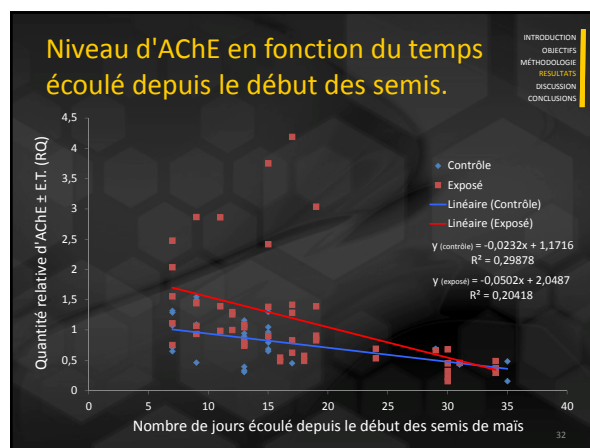
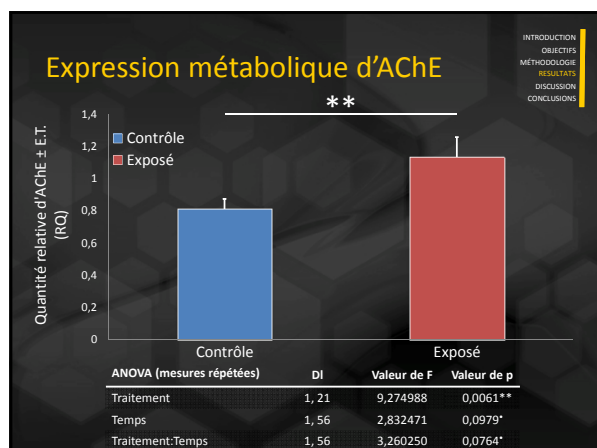
INTRODUCTION
OBJECTIFS
MÉTHODOLOGIE
RÉSULTATS
DISCUSSION
CONCLUSIONS

- L'eau de flaque est **chaude** et **stagnante** = Source d'eau **intéressante** pour les abeilles
 - Précipitations = flaques très abondantes dans les champs
- Consommation de l'eau VS **Collecte** et **transport** de l'eau (Winston, 1987) :
 - Printemps : **Décrystallisation** du miel (Park 1946 ; Lindauer 1954) ;
 - Été : Régulation de la **température** (Johansson & Johansson 1978 ; Seeley 1995).
- **Synergie** de plusieurs insecticides

Aspect novateur
1^{ère} étude à examiner l'eau de flaques !

29





Discussion – Biomarqueur AChE

- 40% d'augmentation d'expression d'AChE pour les bourdons des sites exposés ;
- Exposition aux néonicotinoïdes représente un **facteur de stress additionnel** ;
- Biomarqueur AChE bon indicateur pour réaliser un **suivi des intoxications** aux néonicotinoïdes :
 - bon marché ;
 - sensible ;
 - fiable.

Aspect novateur
 1^{ère} étude : bourdons sont affectés en conditions NATURELLES !

Conclusions

- Multiples **voies d'exposition** présentes tout au long de la **saison apicole**.
 - Printemps** : **Production de poussière** → Indice de mortalité 4 x plus élevé.
 - Été** : **Flaques d'eau** = Risque potentiel pour les abeilles (effets sous-létaux).
- Système nerveux des **bourdons** est **affecté** (AChE 40 % plus élevée).

La suite... 2014

- Abreuvoirs** pour abeilles :
 - Source d'eau plus **attirante** pour les abeilles ;
 - Suivi de la **mortalité** ;
 - Analyses d'eau (**flaques**).

© Olivier Samson-Robert

Remerciements

- André Rondeau, Claude Boucher, Jean Cantin, Ermin Menkovic, André Pettigrew, Josée Rondeau & Diane Boucher du MAPAQ.
- Gaëtan Roy et Didier Bichhi du CEAEQ pour les heures de laboratoire.
- Luc Gagnon (MAPAQ) & Christian Deblois (CEAEQ) pour les analyses chimiques.
- Nicolas Derome & Pierre-Luc Mercier pour les analyses génomiques.
- Étienne Nadeau & Amélie Gervais pour le travail de terrain et de laboratoire.
- Koppert Canada pour avoir fourni les ruchettes de bourdons.
- Apiculteurs.
- Financement: Prime-Vert (MAPAQ).

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

KOPPERT BIOLOGICAL SYSTEMS

