



Integrated Pest Management (IPM) compatible with insecticide seed treatments?

Geneviève Labrie, Ph.D.

Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel

Outline of the presentation

- Integrated Pest Management (IPM)
- Systemic insecticides
- Steps to develop an IPM program for insecticide seed treatments
- Available tools for judicious choice of insecticide seed treatment
- When it is not enough...



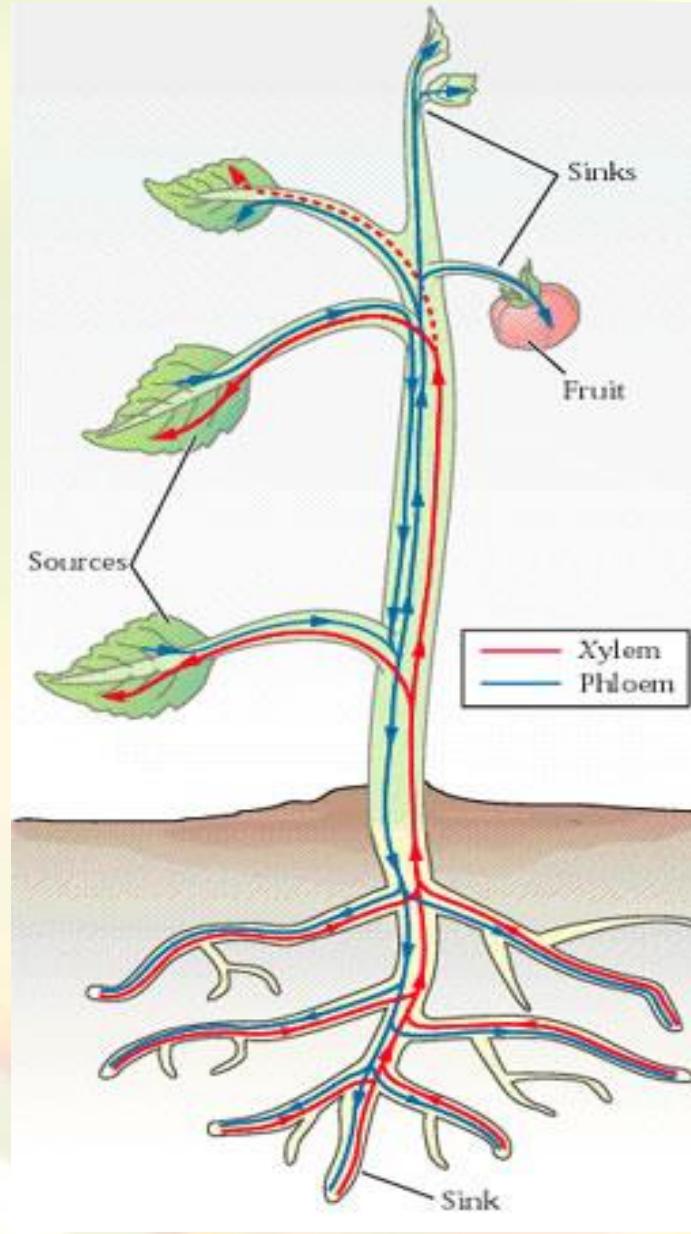
IPM

- 1- Knowledge of the pest
- 2- Prevention of the infestation
(indirect methods)
- 3- Monitoring
- 4- Control method when threshold is reached (mechanical, biological, chemical)
- 5- Evaluation of the evolution of the infestation and planification

➤ In order to protect the environment, human health, and optimize rentability of the farm



Systemic insecticides



- Insecticide move from the grain to the xylem and phloem
- Can be found in pollen and nectar (in ppb)
- Bind strongly with water (to move into the plant)
- Inhibition of acetylcholinesterase in insect brain (neonicotinoids) or overstimulation of muscles (new seed treatment - diamide)
- Efficient against many sucking and chewing pest species in almost all crops (vegetables, fruits, field crops, ornamentals, golf, lice and fleas...)

> 500 000 ha treated with insecticide seed treatment during 2010's
= *insurance to risk strategy*

Insecticide seed treatments characteristics

	Thiamethoxam	Clothianidine
	CRUISER®*	PONCHO®*
Acute toxicity	Low	Low
Long term effects	High	High
Fishes or Daphnies	Low	Low
Birds	Low	Low
Bees	High (0,03 µg/bee)	High (0,04 µg/bee)
Persistence in soil	High (101-353 days)	High (495-990 days)
Leaching	High (33-177 ml/g)	High (84-345 ml/g)
IRS (health risk index)	62	66
IRE (environment risk index)	170	211

250 to 1250 µg a.i./seed

* Commercial name presented as examples

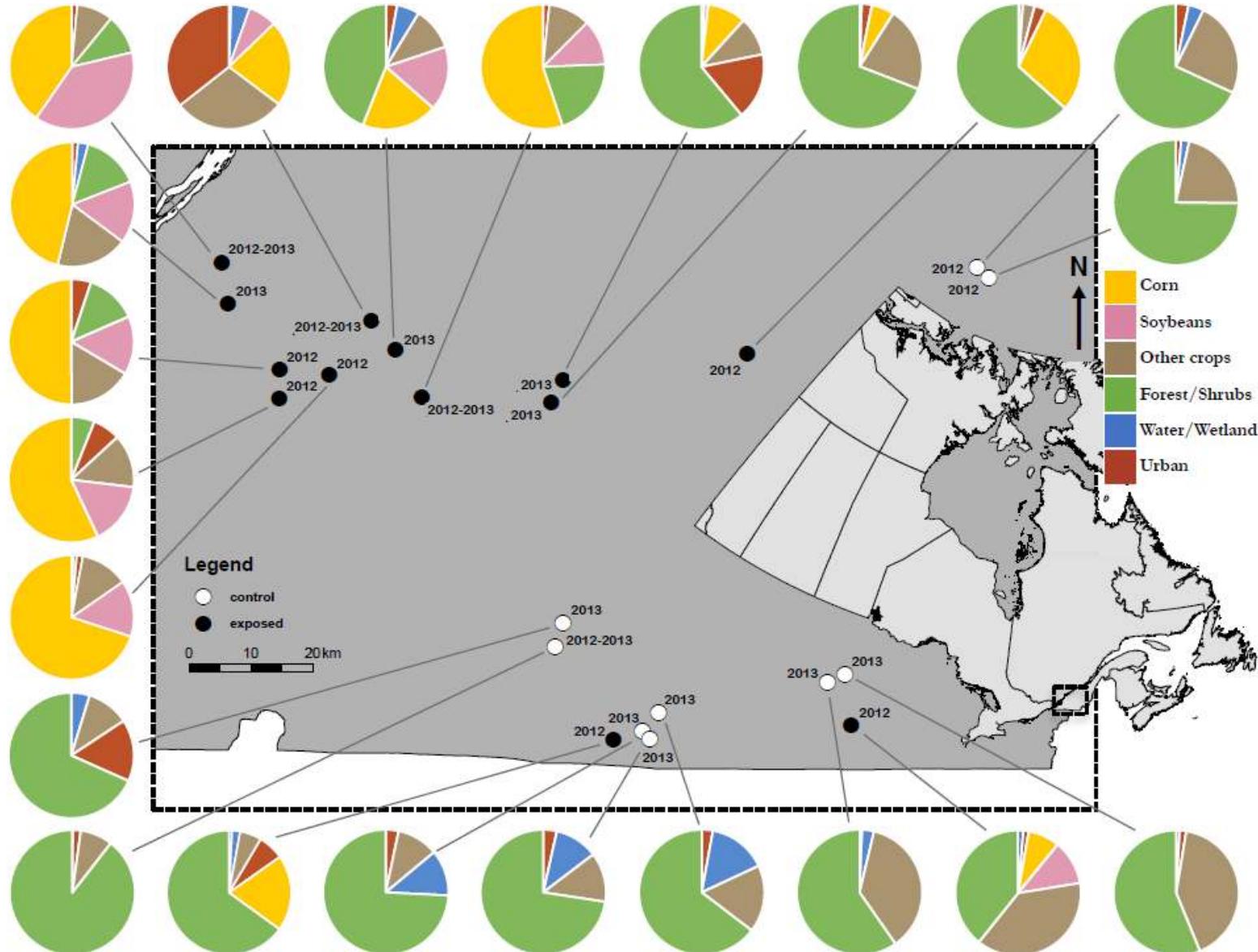


Figure 1 Map of study sites. Study area in Southern Quebec and locations of commercial apiaries in corn-free areas (open circles) or corn-dominated areas (filled circles). Circle charts describe land cover of each site within a 3 km radius.



Planting of neonicotinoid-coated corn raises honey bee mortality and sets back colony development

Olivier Samson-Robert¹, Geneviève Labrie², Madeleine Chagnon¹ and Valérie Fournier¹

¹Centre de recherche en innovation sur les végétaux, Université Laval, Québec, Canada

²Centre de recherche sur les grains Inc., Saint-Mathieu-de-Beloeil, Québec, Canada

¹Département des Sciences Biologiques, Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, Canada

PeerJ 5:e3670; DOI 10.7717/peerj.3670



Olivier Samson-Robert
M. Sc. ULaval

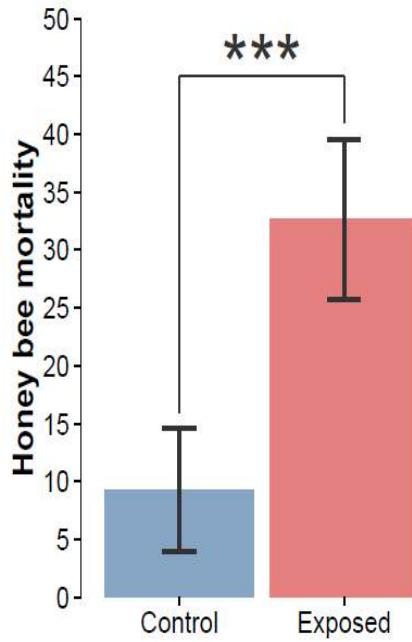


Figure 2 Honey bee mortality index. Mean (\pm CI) number of dead bees collected in front of hives during a 48-hour period over the whole corn planting season ($F_{1,22} = 19.44$; $p = 0.0002$).

Clothianidin : the only one insecticide > threshold

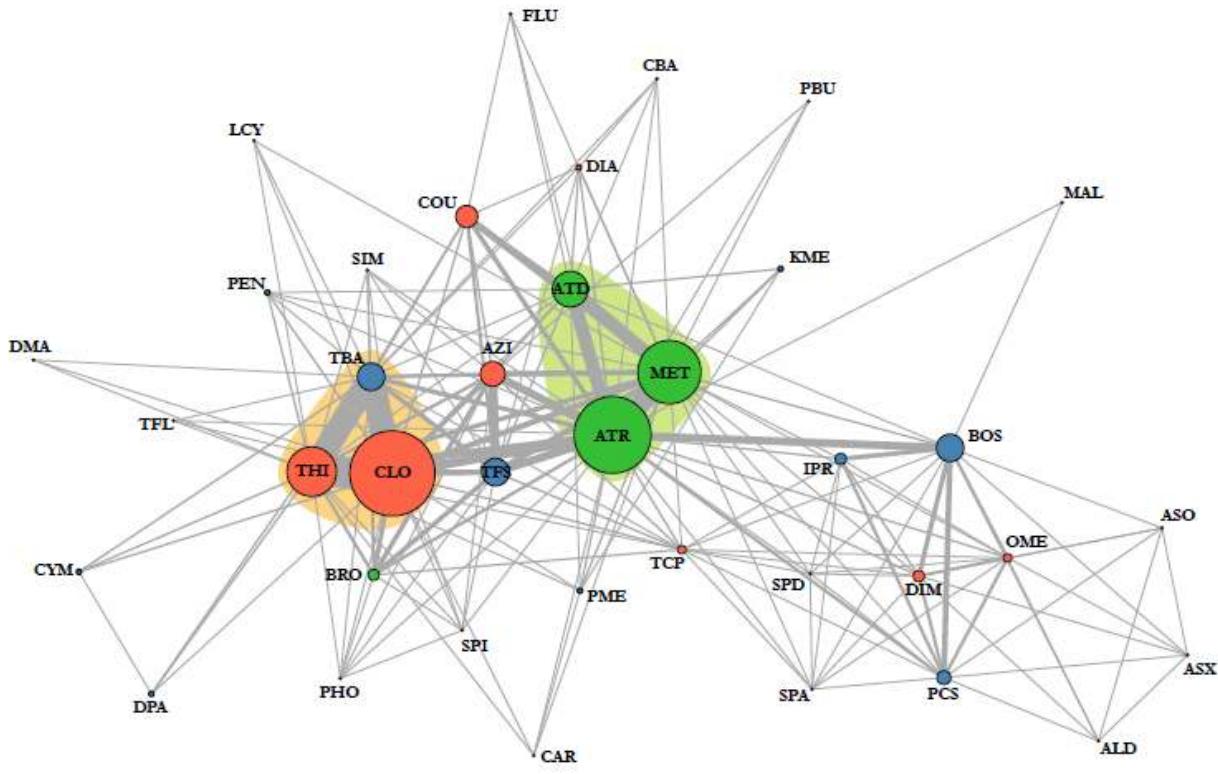


Figure 4 Pesticide detection network highlights the combinations of agrochemicals that were detected in a single sample. The wider the circle, the more frequent this compound was detected; the wider the line, the more frequent the combination was. Insecticides are marked in red, fungicides in blue, herbicides in green and synergist in yellow. Coloured areas indicate most common cocktails of chemicals. ALD, Aldicarb; ASO, Aldicarb sulfone; ASX, Aldicarb sulfoxide; ATR, Atrazine; AZI, Azinphos-methyl; BOS, Boscalid; BRO, Bromoxynil; CAR, Carbaryl; CBA, Carbendazim; CLO, Clothianidin; COU, Coumaphos; CYM, Cymoxanil; DAT, Desethyl atrazine; DIA, Diazinon; DIM, Dimethoate; DMA, Dimethenamid; DPA, Diphenylamine; FLU, Fludioxonil; IPR, Iprodione; KME, Kresoxym methyl; LCY, λ cyhalothrin; MAL, Malathion; MET, Metolachlor; OME, Omethoate; PBU, Piperonyl butoxide; PCS, Pyraclostrobin; PEN, Pendimethalin; PHO, Phosmet; PME, Pyrimethanil; SIM, Simazine; SPA, Spinetoram A; SPD, Spinetoram D; SPI, Spinosad A; TBA, Thiabendazole; TCP, Thiacloprid; TFL, Tau-fluvalinate; TFS, Trifloxystrobin; THI, Thiamethoxam.

Neonicotinoid-Contaminated Puddles of Water Represent a Risk of Intoxication for Honey Bees

Olivier Samson-Robert¹, Geneviève Labrie², Madeleine Chagnon³, Valérie Fournier^{1*}

PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0108443 December 1, 2014

Table 1. Pesticide concentrations found in puddle water samples taken from a corn field in 2012 and 2013, when planting was in progress.

Pesticide	Class*	Detection	Samples (N)	%	Concentrations ($\mu\text{g/L}$)				LOQ [†]
					Min	Max	Mean [‡]	SEM [‡]	
Atrazine	HERB, S	25	25	100	0.1	7189.0	312.8	1434.6	0.1
Thiabendazole	FUNG, S	25	25	100	0.1	5.7	0.6	1.3	0.1
Clothianidin	NEO, S	23	25	92	0.1	55.7	4.6	12.1	0.1
Desethylatrazin	HERB	21	25	84	0.1	705.0	39.5	152.9	0.1
Thiamethoxam	NEO, S	18	25	72	0.1	63.4	7.7	16.7	0.1
Metolachlor	HERB, PS	11	25	44	0.2	10660.0	1401.9	3353.9	0.1
Metalaxyl	FUNG, S	10	25	40	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1
Propazine	HERB	7	25	28	0.4	170.7	25.1	64.2	0.1
Spiroxamine	FUNG	5	25	20	0.4	49.5	13.9	20.1	0.1
Mesotrione	HERB	4	25	16	9.7	10681.0	3437.6	5036.5	0.1
Imazethapyr	HERB	3	25	12	0.1	1.6	0.6	0.8	0.1
Boscalid	FUNG, S	2	25	8	0.2	0.8	0.5	0.4	0.1
Dimetachlore	HERB	2	25	8	3.5	7.1	5.3	2.5	0.1
Dimethenamid	HERB	2	25	8	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1
Simazine	HERB, S	2	25	8	1.3	40.7	21.0	27.9	0.1
Benoxacor	HEBR	1	25	4	6.1	6.1	6.1	NA	0.1
Bentazone	HERB	1	25	4	1.5	1.5	1.5	NA	0.1
Chlorimuron-ethyle	HERB	1	25	4	0.4	0.4	0.4	NA	0.1
Metobromuron	HERB	1	25	4	1.5	1.5	1.5	NA	0.1
Nicosulfuron	HERB, S	1	25	4	8.4	8.4	8.4	NA	0.1
Picoxystrobin	FUNG	1	25	4	2.5	2.5	2.5	NA	0.1
Rimsulfuron	HERB	1	25	4	6.0	6.0	6.0	NA	0.1

* Class: FUNG = fungicide, HERB = herbicide, NEO = neonicotinoid, PS = partially systemic, S= systemic.

[†]LOQ = limit of quantification ($\mu\text{g/L}$).

[‡]Mean and SEM for detections > LOQ.

Sources of contamination of the ecosystems by insecticide seed treatments

→ Neonicotinoids found in soil before planting; in snow during winter, in natural reserves...

Research Article

SCI

Received: 12 June 2017

Revised: 27 July 2017

Accepted article published: 8 August 2017

Published online in Wiley Online Library:

(wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/ps.4696

The role of field dust in pesticide drift when pesticide-treated maize seeds are planted with vacuum-type planters

Arthur W Schaafsma,*  Victor Limay-Rios and Luis G Forero



→ 3 way of pesticide drift:

- Abrasion by talc added as seed lubricant
- Seed-to-seed abrasion during handling, distribution and planting
- Soil dust stirred up by planters that enter into the vacuum air intake



Figure 1. Kinze (Kearney Canada) vacuum planter showing exhaust location and dust collection device (top inset).

Long-term exposure water quality criterion among years

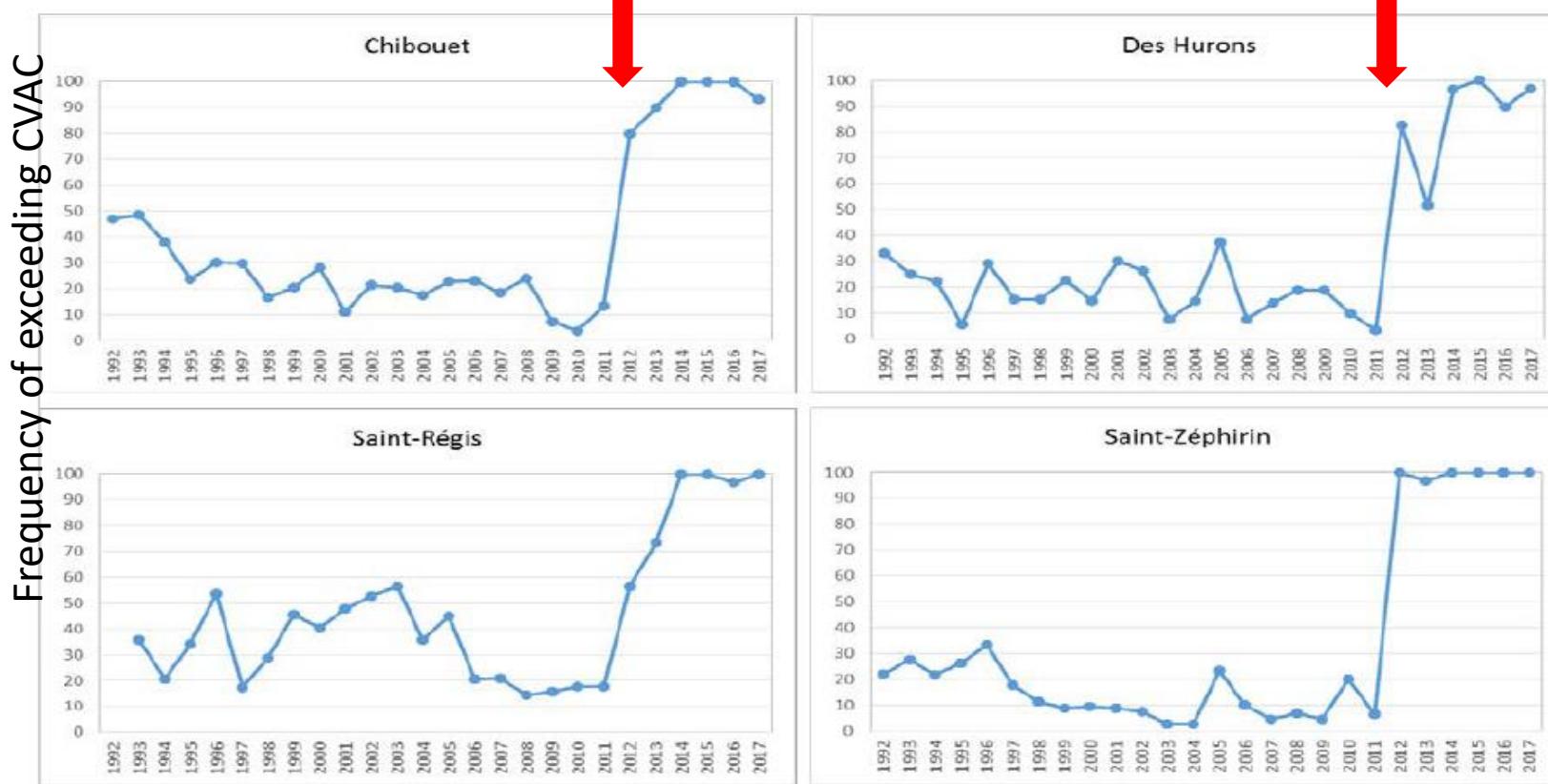


Figure 6 Évolution des tendances des fréquences de dépassement de critères de qualité de l'eau¹

¹ Proportion (%) des échantillons prélevés chaque année pour lesquels il y a un ou plusieurs dépassements de critère de qualité de l'eau (CVAC)

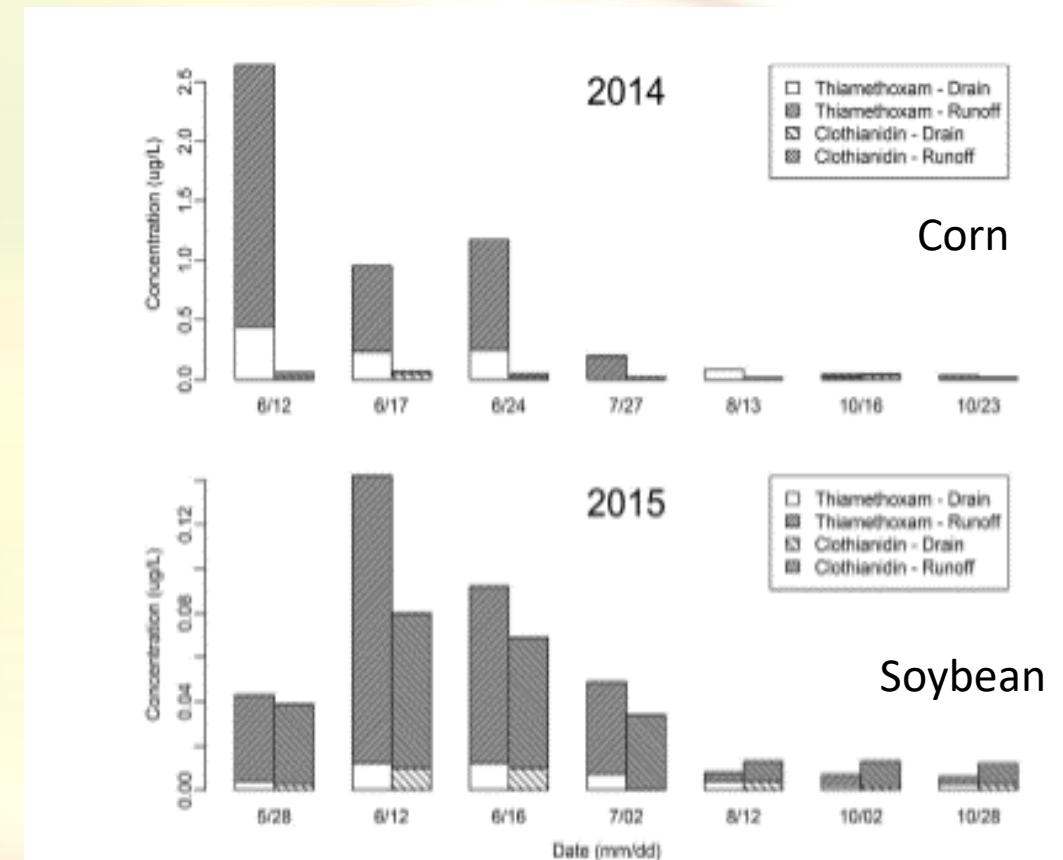
➤ Detection of neonicotinoids integrated in monitoring network only since 2012 : why long-term exposure water quality criterion explode since 2012...

(Giroux et al. 2018)

Neonics detected in 89-100% rivers in Ontario (Schaafsma et al. 2015a), in United States (Hladik et al. 2014), in Europe (van Dijk et al. 2013; Kreuger et al. 2010), in Asia (Lamers et al. 2011)...

Sources of contamination of the ecosystems by insecticide seed treatments

- Study in St-Samuel (Qc) on surface runoff and tile drain losses of pesticides (Chrétien et al. 2017)
- 100% detection of thiamethoxam in 2014 and 2015 (while used only in 2014)
- Until 2,20 µg/l at surface
- 53% exported by surface runoff
- 47% exported by drain losses



Thiamethoxam and clothianidin concentrations for the 14 sampled events. There was no tile drain discharge on July 27, 2014 and no samples were collected for surface runoff on August 13, 2014. Note: A different concentration scale (y-axis) was used for 2015 to facilitate the assessment of the temporal dynamics of the neonicotinoid concentrations.

How to develop IPM strategy with the systematic use of an insecticide?

1- Knowledge of the pest

Species ?

Life cycle ?

2- Prevention

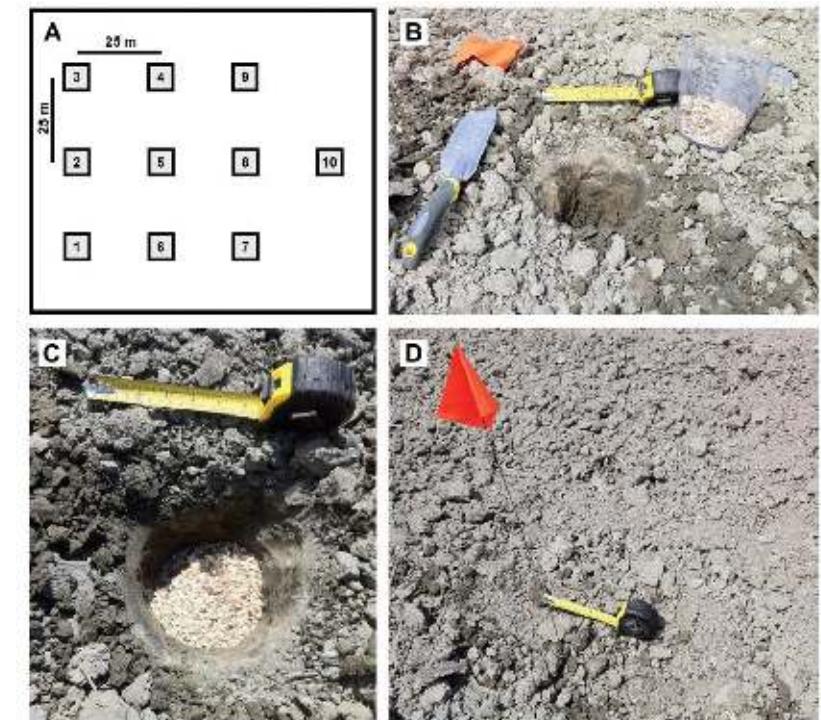
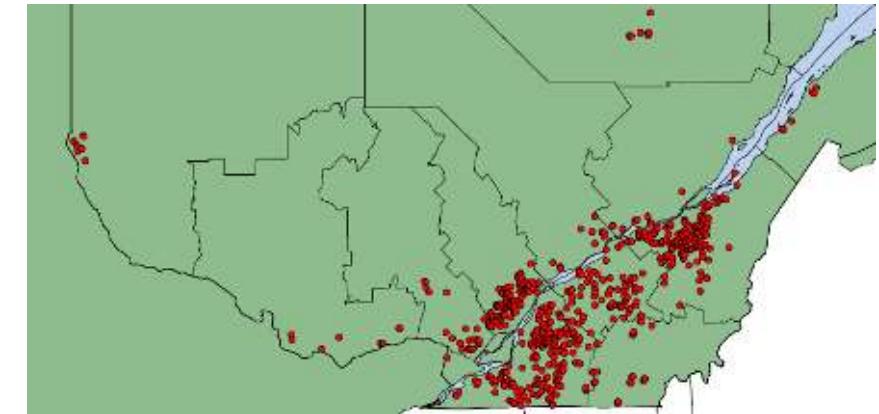
Characteristics which explain
and prevent invasion by pests or
build-up of the population

3- Monitoring method and
threshold



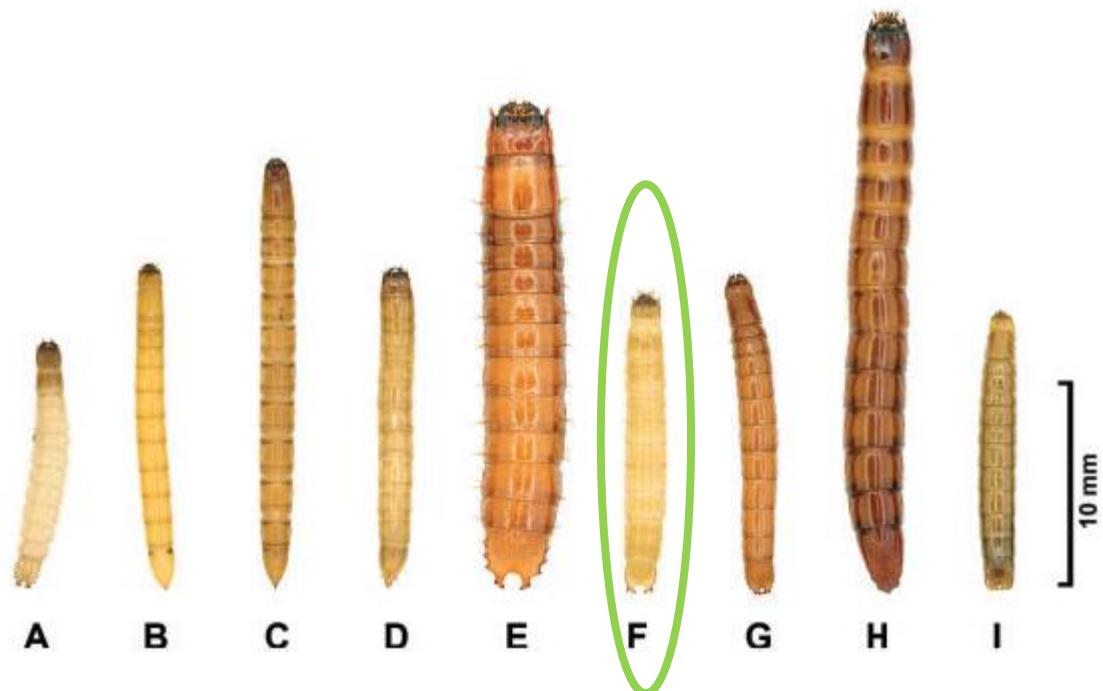
Monitoring of soil insect pests in Quebec

- Bait trap (10/fields)
- Agronomists from MAPAQ and agri-environmental group and data from research projects
- 778 sites monitored between 2011-2017
- Agronomic, edaphic, climatic data collected for each sites
- > 32 000 seedlings observed (2012-2016)

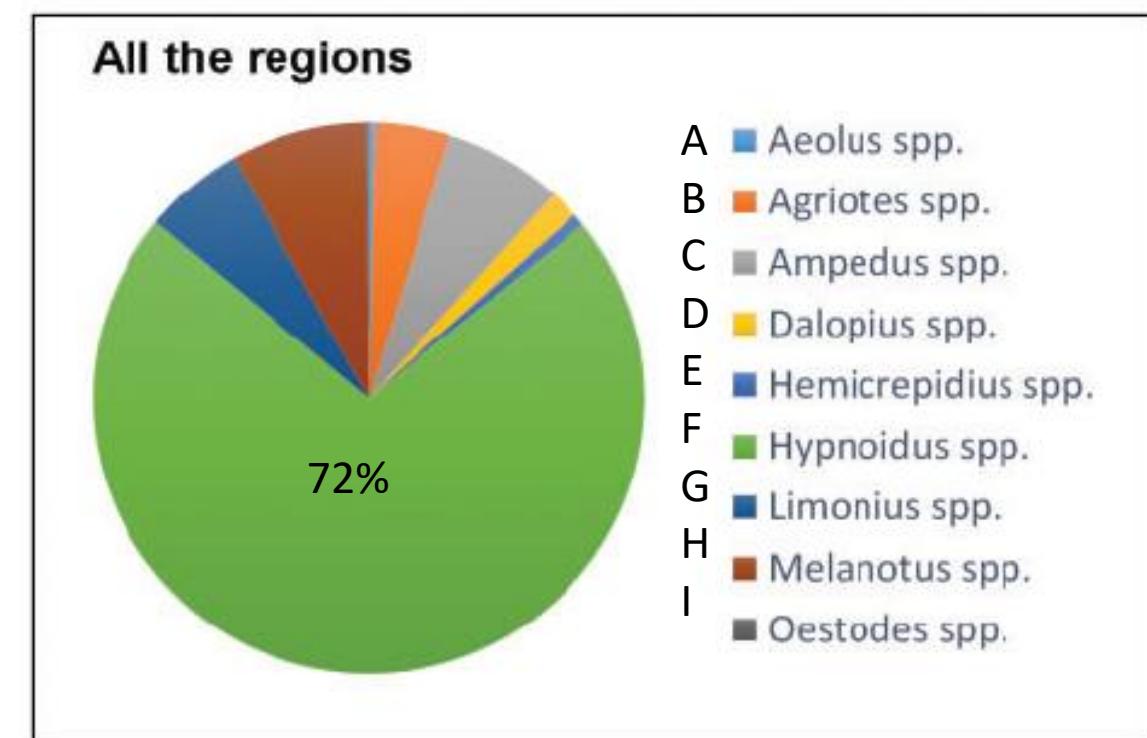


Wireworm in Quebec Field Crops: Specific Community Composition in North America

J. Saguez,^{1,2} A. Latraverse,¹ J. De Almeida,¹ W. G. van Herk,³ R. S. Vernon,³
J-P. Légaré,⁴ J. Moisan-De Serres,⁴ M. Fréchette,⁴ and G. Labrie¹

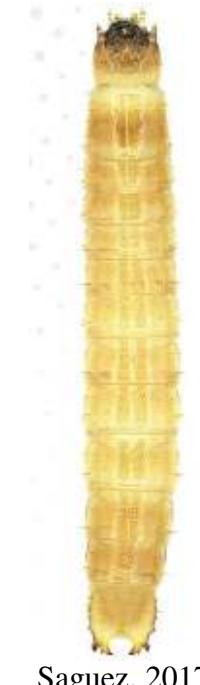
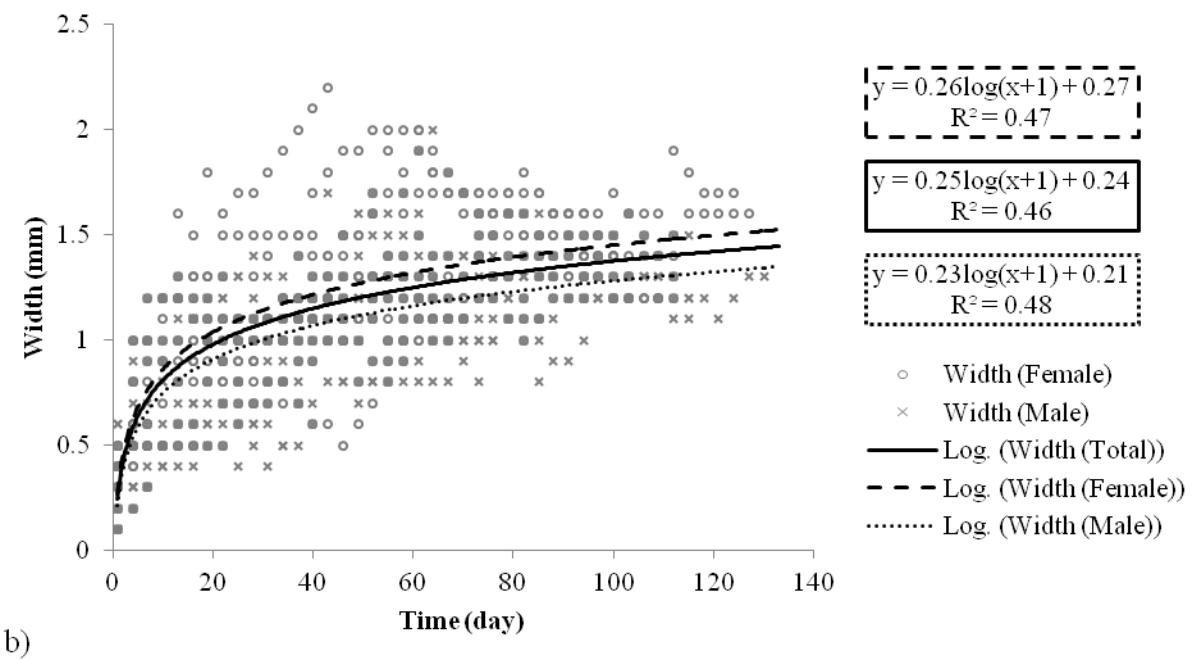
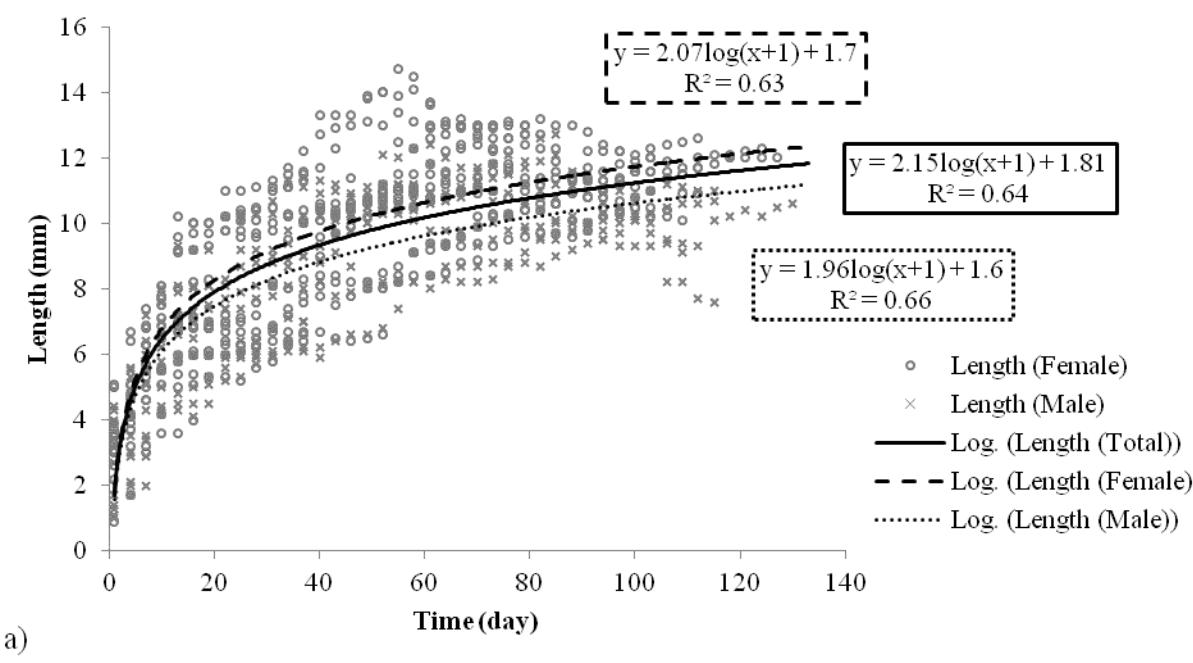


616 sites (2011 – 2015); 13 859 bait traps



Life cycle of *Hypnoidus abbreviatus*

- 96 larvae observed each day during 140 days...
- Very small species of wireworm (12 mm at last larval stage)
- Adults are mainly walking (don't fly)



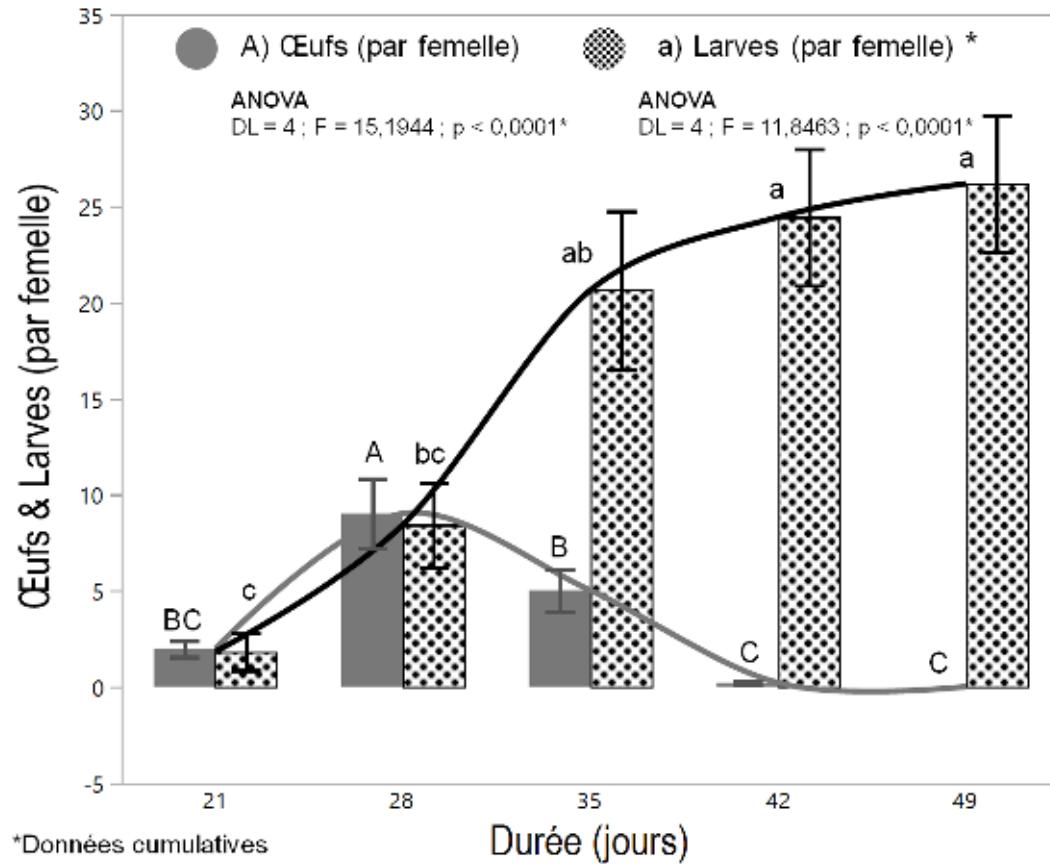
Saguez, 2017



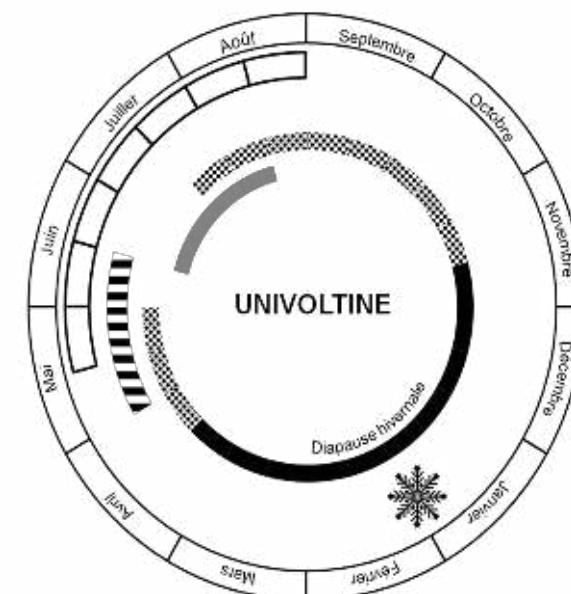
- Jonathan Bernardo-Santos, M. Sc. UQAM

Figure 1. Larval growth over time in laboratory condition of 24 isolated larvae of *H. abbreviatus* (from neonate larvae to pupation), a) length and b) width.

Reproductive capacity of *Hypnoidus abbreviatus*



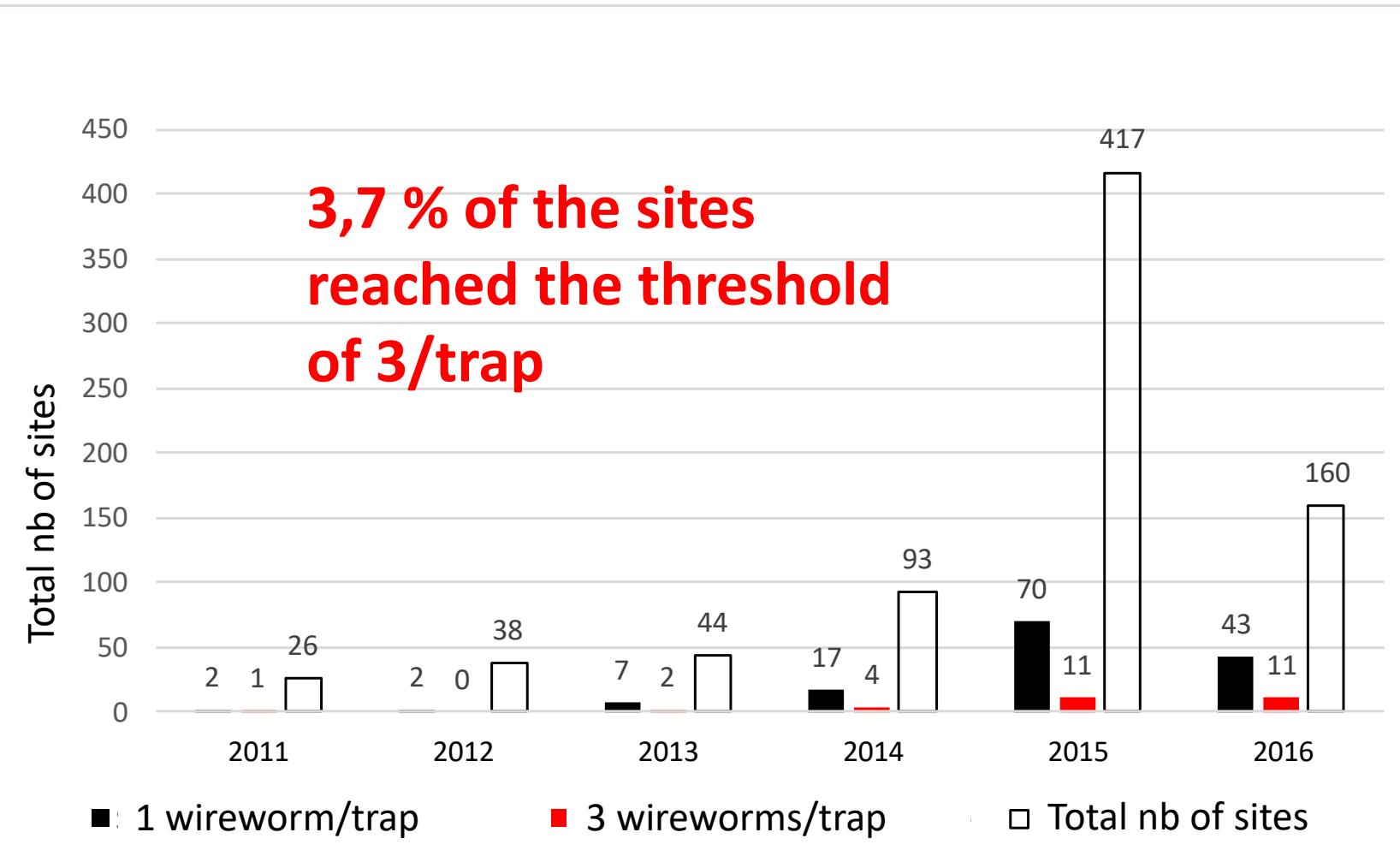
- Mean of 27 larvae/females ($N = 80$)



- Stade d'œuf** ● → 10 jours ± 0,7
- Stade larvaire** ● → 101 jours ± 17
→ 24% de survie
- Stade nymphal** ● → 8,5 jours ± 1,4
→ 84,33% d'émergence
- Stade adulte** ○ → 56% ♀ : 44% ♂
(rapport des sexes)
→ 27 larves par femelle ± 14,3
→ ≈ 28 à 42 jours de pontes

Figure 1. Moyenne d'œufs et de larves d'*H. abbreviatus* produits par femelle par semaine sur une population initiale de 80 femelles durant 49 jours. Le nombre de larves par femelle est cumulatif d'une semaine à l'autre.

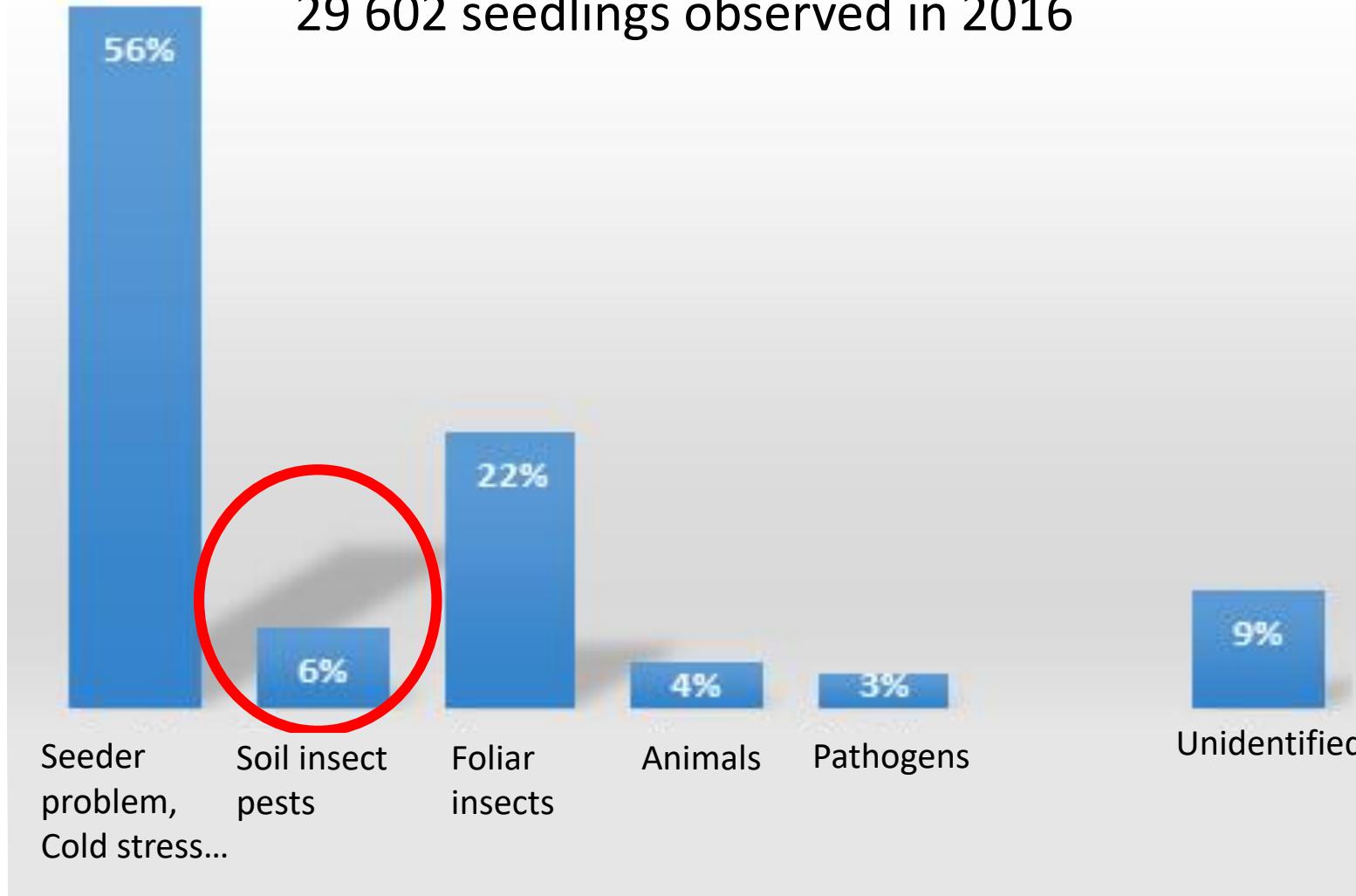
Abundance - threshold



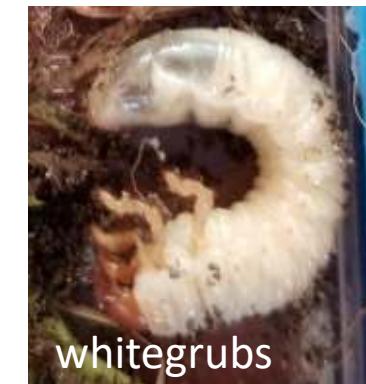
- Threshold between 1 and 5/bait traps following the size of the wireworm (Furlan 2014)
- 10-30% damaged seedlings for yield losses (Chabert and Blot 1992)
- 3 wireworm/ bait traps for *H. abbreviatus* = 5% of damaged seedlings

What about the other insect pests?

29 602 seedlings observed in 2016



- 218 damaged seedlings by soil insect pests:
 - 165 wireworms
 - 24 seedcorn maggot
 - 29 whitegrubs



seedcorn maggot

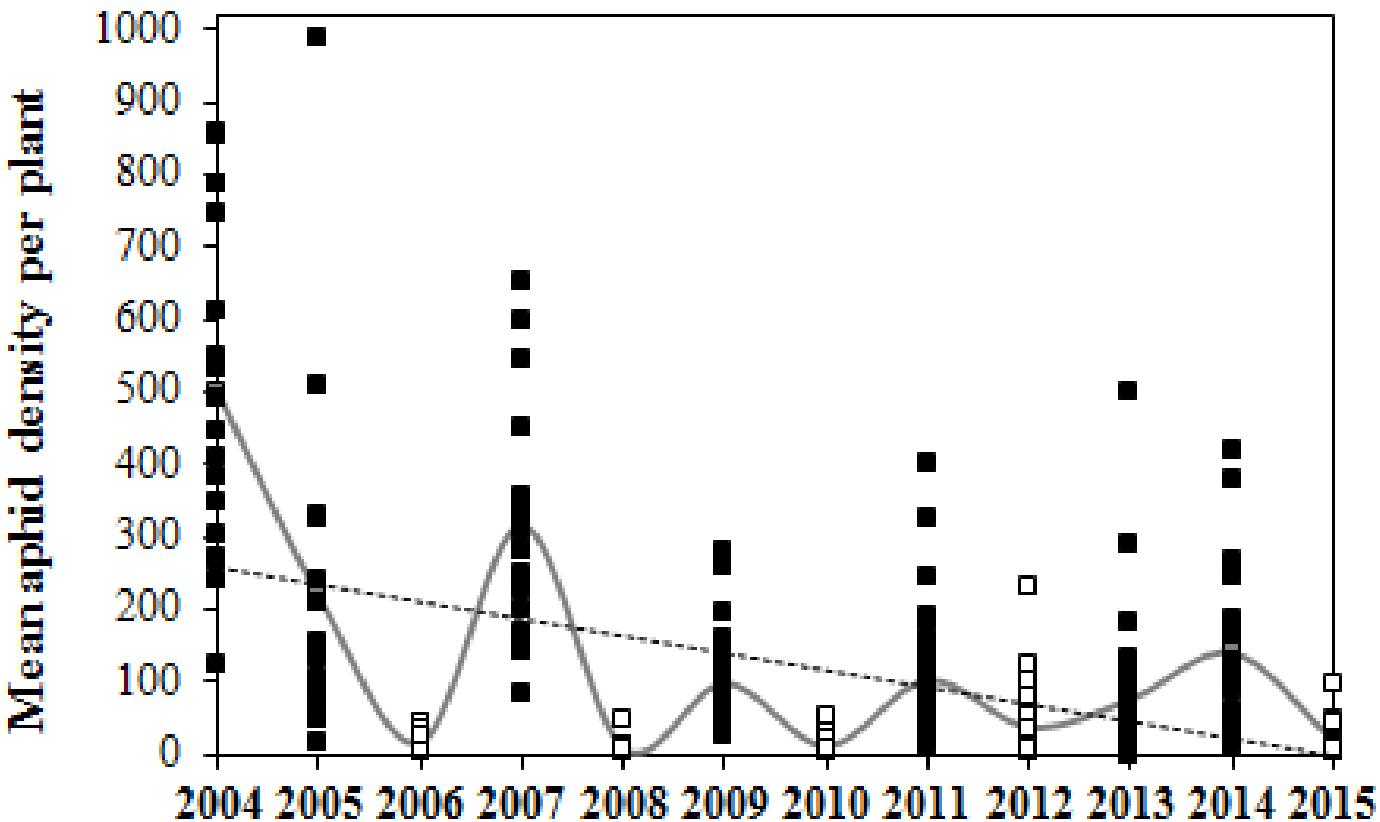


Black cutworms



R.S. Bernard

Soybean aphid



Journal of Economic Entomology, 2016, 1–4
doi: 10.1093/jee/tow048
Short communication

Field and Forage Crops

Population Dynamics of the Soybean Aphid (Hemiptera:
Aphididae) in Quebec (Canada)

J.-É. Maisonneuve,^{1,2} G. Labrie,³ and E. Lucas¹

- Reduction of the population since it's arrival in Quebec
- Arrive in the field beginning of July = insecticide seed treatment not efficient (efficiency of 45 days after planting)

Why using those pesticides even in absence of pests?

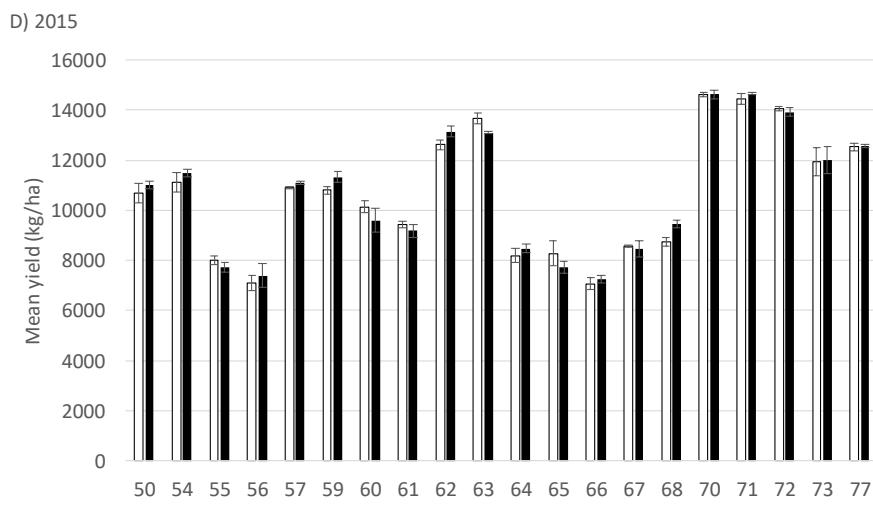
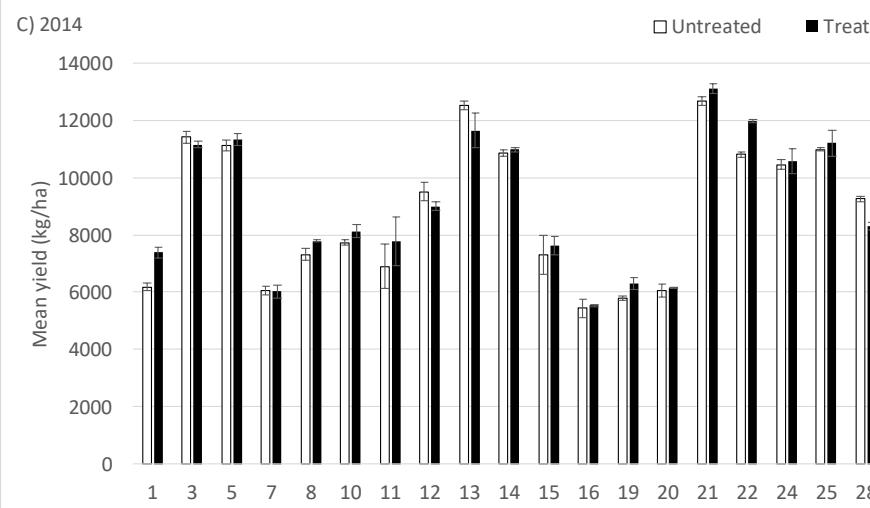
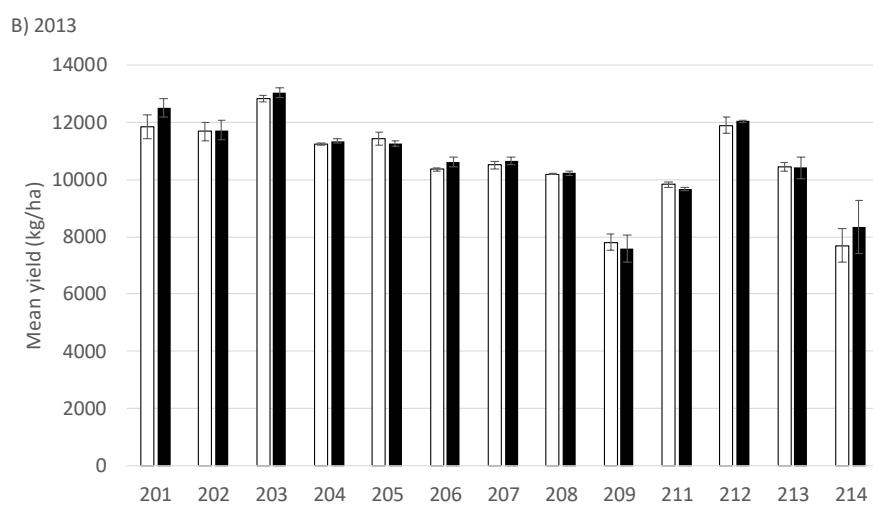
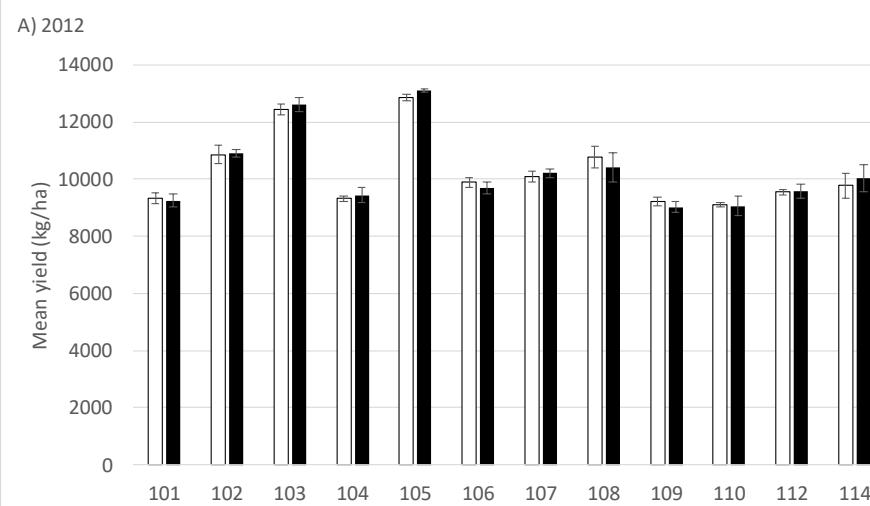
- Laboratory and greenhouses studies = ↑ germination and growth of seedlings treated with neonics in presence of stress (water, weeds)

(Afifi et al. 2015; Cataneo et al. 2011; Ford et al. 2010; Macedo and Castro 2011; Szczepaniec et al. 2013)

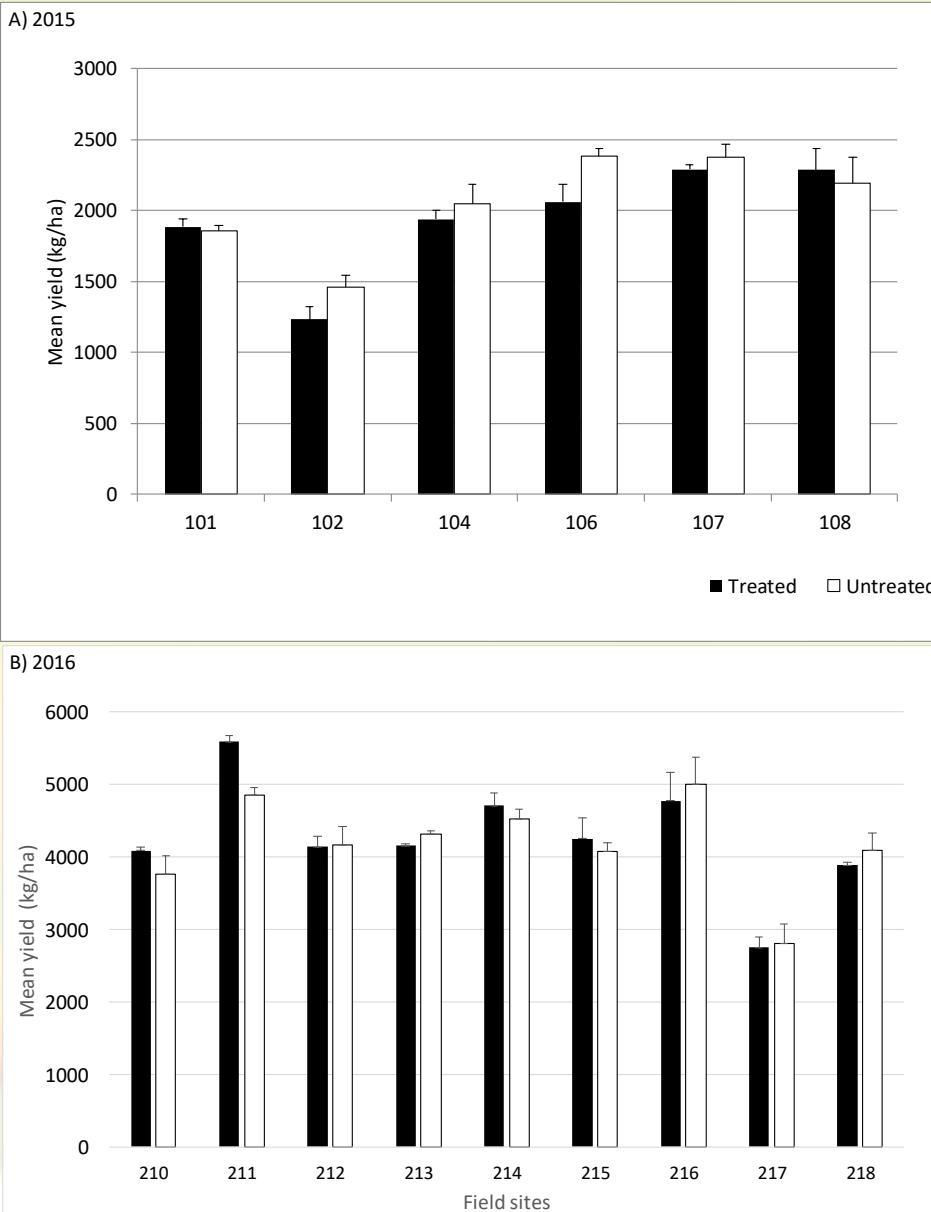
- Not easy to monitor all fields of a farm

Yield study in corn and soybean in Québec

- 68 sites
- 1.5 ha each trial
- 3 replicates of untreated and treated corn
- 4 years (2012-2015)
- 0,5% differences (NS)
- 4/68 with > 3 wireworms/trap



Yield study in corn and soybean in Québec



- 16 sites
- 2 ha each trial
- 3 replicates of untreated and treated corn
- 2 years (2015-2016)
- No yield differences

How to monitor soil insect pest in all fields?

- Building a predictive tool
- Data from 616 sites analyzed (agronomic, edaphic, climatic, abundance and species of insects)
- Boosted regression tree analysis (BRT)
(De'ath and Fabricius, 2000; Elith et al. 2006, 2008, Leathwick et al. 2006, 2008)
- 8 factors explaining the presence of wireworms
- Analysis validated by Legendre and Borcard (U. de Montréal)
- Predictions validated on 162 sites in 2016

Champs avec 1 et + VFF/piège

Positifs = 123

Négatifs = 320

Vrai positifs = 90 (0.73)

Vrai négatifs = 312 (0.98)

Faux positifs = 8 (0.02)

Faux négatifs = 33 (0.27)

Champs avec 1.5 et + VFF/piège

Positifs = 71

Négatifs = 372

Vrai positifs = 54 (0.76)

Vrai négatifs = 372 (1)

Faux positifs = 0 (0)

Faux négatifs = 17 (0.24)

Champs avec 2 et + VFF/piège

Positifs = 51

Négatifs = 392

Vrai positifs = 38 (0.75)

Vrai négatifs = 390 (0.99)

Faux positifs = 2 (0.01)

Faux négatifs = 13 (0.25)

Champs avec 3 et + VFF/piège

Positifs = 24

Négatifs = 419

Vrai positifs = 20 (0.83)

Vrai négatifs = 417 (1)

Faux positifs = 2 (0)

Faux négatifs = 4 (0.17)

Champs avec 4 et + VFF/piège

Positifs = 15

Négatifs = 428

Vrai positifs = 13 (0.87)

Vrai négatifs = 428 (1)

Faux positifs = 0 (0)

Faux négatifs = 2 (0.13)

Pseudo R² = 0.92

85% well predicted

10% overestimated

5% underestimated

Tools for judicious choice of insecticide seed treatment

VFF QC

L'application numérique
sur les vers fil-de-fer
en grandes cultures au Québec

Entrer



Tools for judicious choice of insecticide seed treatment

info-sols.ca
Montérégie-Ouest

Agriculture, Pêches et Alimentation Québec

The screenshot shows a GIS application interface for managing agricultural fields. On the left, a sidebar lists various data layers such as personal layers, drainage plans, roads, boundaries, cadastre, hydrography, soils, agricultural zones, elevation, forests, cultures, and base maps. The main area displays an aerial map of fields, with one specific field outlined in yellow. A toolbar at the top includes icons for zoom, search, and various data layers. A red circle highlights the 'Select' icon in the toolbar. A red arrow points from this icon to a selection dialog on the right.

VFFQC

- Informations
- Évaluer le niveau de risque
- Sélectionner un champ**

Sélectionner un champ :

- Sélectionner un champ de la couche « Cultures 2017 »**
- Sélectionner un polygone dans une couche personnelle

Si le champ n'est pas assuré, vous ne serez pas en mesure de choisir un champ (polygone) sur la carte avant d'avoir créé au préalable une couche personnelle contenant les contours des champs, leurs coordonnées GPS et leurs superficies. L'aide pour la création d'un polygone de champ fournit toutes les informations nécessaires pour réaliser cette tâche.

[Aide pour la création d'un polygone de champ](#)

Vous avez sélectionné le polygone numéro **5541097** dans la couche "Base de données des cultures assurées de la financière agricole 2017".

[Suivant](#)

COUCHES PERSONNELLES (GENEVIEVE LABRIE@OBV-YAMASKA.QC.CA)

PRÉFÉRENCES DÉCONNEXION Changer de région

Couvertures Routes Limites Cadastre Hydrographie Sols Zone agricole Élévation Forêt Cultures Fond de carte Aucun fond Photos aériennes 1979 ? Photos aériennes 2000 ?

Localisation Échelle

Google

22:03:21 - Sauvegarde des données VFF dans la couche "VFF, 2018-02-19 22:03:19" complétée.

1 : 13542 500 m MTM 8 295149.18247, 4994260.45462

Interface développée par GéoMont - Une question ou un problème? [Contactez-nous](#).

Tools for judicious choice of insecticide seed treatment



Couche personnelle sélectionnée : VFFQC

Préférences

Déconnexion

Changer de région

COUCHES PERSONNELLES (GENEVIEVE.LABRIE@OBV-YAMASKA.QC.CA)

Plans de drainage

Routes

Limites

Cadastre

Hydrographie

Sols

Zone agricole

Élévation

Forêt

Cultures

Fond de carte

Aucun fond

Photos aériennes 1979 ?

Photos aériennes 2000 ?

Localisation

Échelle

Google

22:03:21 - Sauvegarde des données VFF dans la couche "VFF, 2018-02-19 22:03:19" complétée.

1 : 13542 500 m MTM 8 295149.18247, 4994260.45462

Conditions d'utilisation

VFFQC

Selectionner un champ

Description du champ

Valider les données suivantes :

Région administrative : Montérégie-Ouest

MRC : Les Jardins-de-Napierville

Municipalité : Hemmingford

Coordonnées GPS (LAT) : 45.0875864719445

Coordonnées GPS (LON) : -73.6361812548294

Élévation : 57 m

Producteur :

Identification du champ :

Type de sol : Organique (TO) 100.0%

Culture actuelle : -- Choisir une culture --

Culture précédente 1 an : Avoine

Culture précédente 2 ans : Avoine

Culture précédente 3 ans : Cultures maraîchères feu

Suivant

Interface développée par GéoMont - Une question ou un problème? Contactez-nous.

Tools for judicious choice of insecticide seed treatment

info-sols.ca
Montérégie-Ouest

Agriculture, Pêches et Alimentation Québec

Couches

- Couches personnelles
- Plans de drainage
- Routes
- Limites
- Cadastre
- Hydrographie
- Sols
- Zone agricole
- Élévation
- Forêt
- Cultures
- Fond de carte

Aucun fond

Photos aériennes 1979 ?

Photos aériennes 2000 ?

Localisation

Échelle

COUCHES PERSONNELLES (GENEVIEVE.LABRIE@OBV-YAMASKA.QC.CA) PRÉFÉRENCE DÉCONNEXION Changer de région

Google

22:07:49 - Sauvegarde des données VFF dans la couche "VFF, 2018-02-19 22:07:47" complétée.

1 : 13542 500 m MTM 8 295003.51063, 4993994.68643

Interface développée par GéoMont - Une question ou un problème? [Contactez-nous](#).

VFFQC

Niveau de risque attendu

D'après les renseignements que vous avez fournis, le niveau de risque lié à la présence et l'abondance de vers fil-de-fer dans la parcelle est :

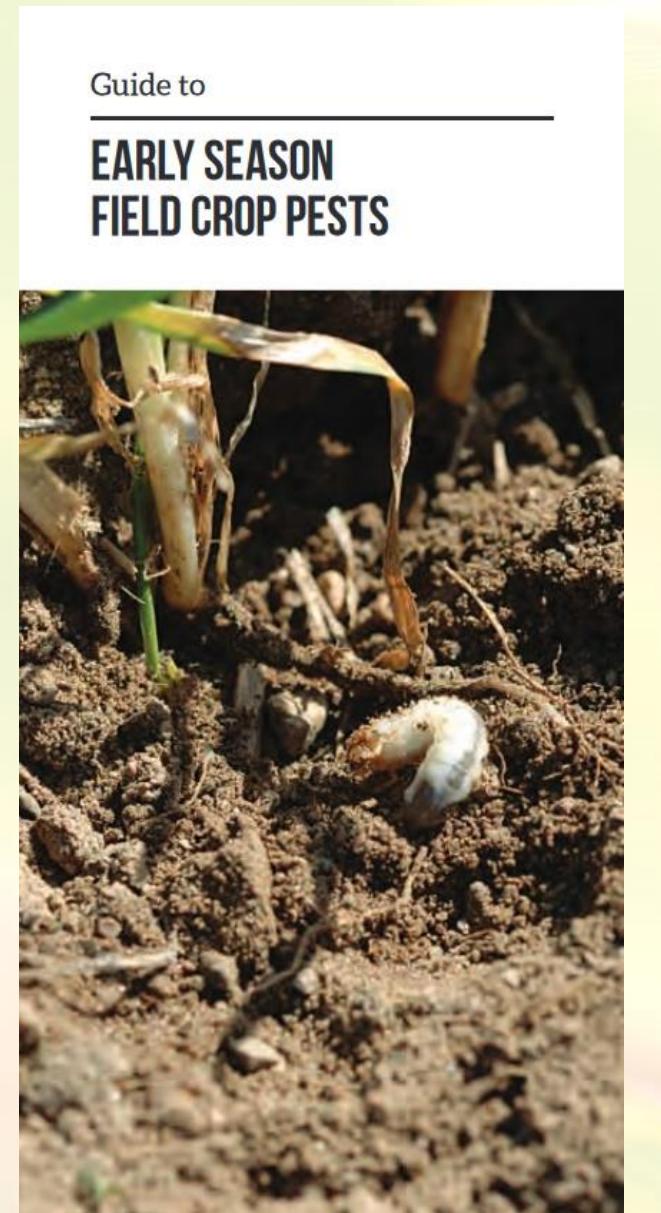
Élevé

Les résultats issus de cette application sont une évaluation du niveau de risque d'observer des vers fil-de-fer dans une parcelle. Le MAPAQ et le CEROM ne peuvent être tenus responsables de quelques dommages liés à l'utilisation de l'application.

Voir les éléments à considérer en cas de risque élevé

N.B. Ce niveau de risque a été élaboré pour le Québec, à partir de données collectées dans près de 800 parcelles entre 2011 et 2016. On considère un taux élevé lorsqu'on

Tools for judicious choice of insecticide seed treatment



When it is not enough...



RÈGLEMENT MODIFIANT LE CODE DE GESTION DES PESTICIDES
RÈGLEMENT MODIFIANT LE RÈGLEMENT SUR LES PERMIS ET LES CERTIFICATS POUR LA VENTE ET L'UTILISATION DES PESTICIDES

NOUVELLES RESPONSABILITÉS POUR LES AGRONOMES

(Mise à jour septembre 2018)

JUSTIFICATION AGRONOMIQUE

L'agronome pose un nouvel acte :

l'élaboration d'une justification agronomique, destinée à l'agriculteur, pour l'application à des fins agricoles des pesticides les plus à risque ou pour la mise en terre des pesticides de la classe 3A. Ces travaux doivent obligatoirement être exécutés en respectant les conditions mentionnées dans la justification agronomique.

Sans justification agronomique, il est interdit à l'agriculteur d'effectuer ou de faire exécuter l'application de ces pesticides. L'entrée en vigueur de cette exigence s'étalera selon le calendrier suivant.

Pesticides de la classe 3A

Néonicotinoïdes (clothianidine, imidaclopride ou thiaméthoxame) enrobant les semences de ces cultures :

- avoine
- blé
- canola
- maïs fourrager
- maïs-grain
- maïs sucré
- orge
- soya

Insecticide seed treatments characteristics

	Thiamethoxam	Clothianidine	Chlorantraniliprole	Cyantraniliprole
	CRUISER®*	PONCHO®*	LUMIVIA®*	FORTENZA®, LUMIDERM®*
Acute toxicity	Low	Low	Low	Low
Long term effects	High	High	Low	Low
Fishes or Daphnies	Low	Low	Extremely high	Extremely high
Birds	Low	Low	Low	Low
Bees	High (0,03 µg/bee)	High (0,04 µg/bee)	Low (104 µg/bee)	High (0,09 µg/bee)
Persistence in soil	High (101-353 days)	High (495-990 days)	High (228-924 days)	Moderate (30-212 days)
Leaching	High (33-177 ml/g)	High (84-345 ml/g)	High (153-526 ml/g)	High (133 ml/g)
IRS (health risk index)	62	66	3	3
IRE (environment risk index)	170	211	91	73

250 to 1250 µg a.i./seed

250 to 750 µg a.i./seed

* Commercial name presented as examples

Chlorantraniliprole and Cyantraniliprole

- Low toxicity for fishes
- Highly toxic for aquatic invertebrates (CH = 8.59 µg/l; CY = 20.4 µg/l)

Summary of the results of pesticides in water

	Fréquence moyenne de détection %				Concentration maximale mesurée (µg/l)			CVAC
	2015	2016	2017	Moyenne	2015	2016	2017	
Insecticides								
Thiaméthoxame	100	96,6	98,3	98,3	4,5	0,69	0,86	0,0083
Clothianidine	100	93,3	79,5	90,9	0,52	0,34	0,51	0,0083
Chlorantraniliprole	53,4	83,2	92,2	76,3	0,39	0,22	0,42	0,22
Imidaclopride	NA	NA	54	54	NA	NA	0,23	0,0083
Cyantraniliprole	NA	NA	12,95	12,95	NA	NA	0,1	ND

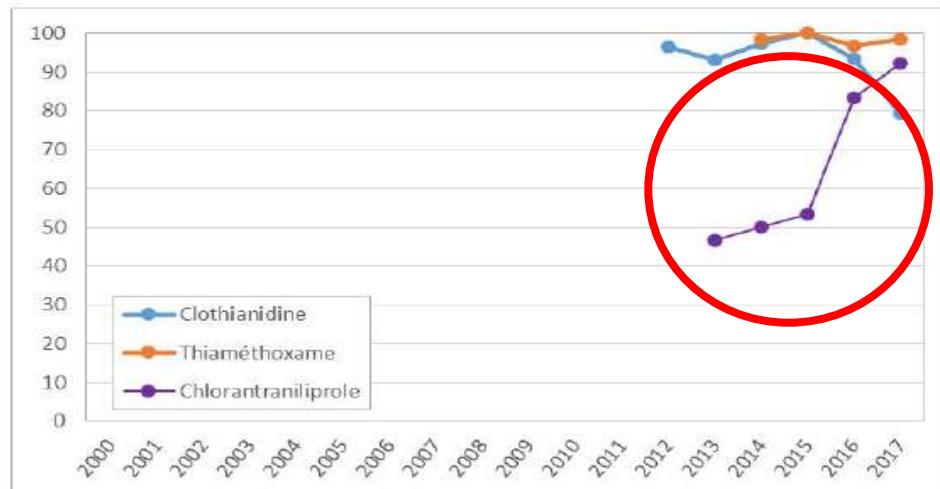


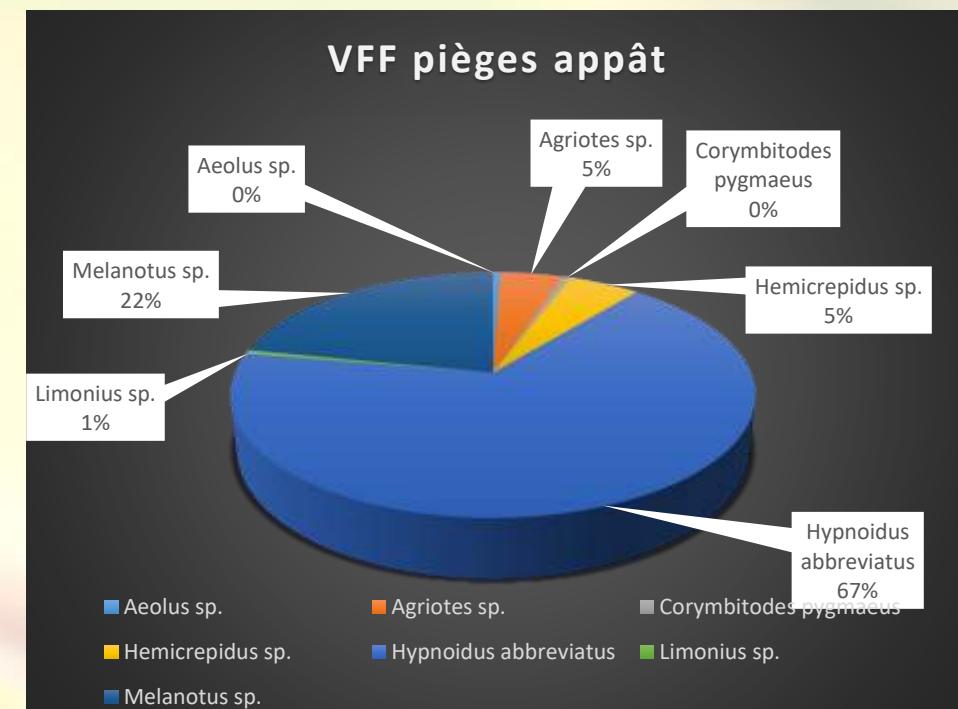
Figure 7 Tendances des fréquences de détection pour quelques pesticides

Note : les limites de détection pour la clothianidine et le thiaméthoxame ont varié pendant la période

- Clothianidin and Thiamethoxam detected ~ 100% in 2017
- But Chlorantraniliprole is increasing and reached the threshold for aquatic life in some rivers

The next steps in IPM against soil insect pest

- Alternatives methods :
 - Brown mustard and buckwheat: reduce population of wireworms (Noronha, 2017, 2019)
 - Insecticide on the soil against seedcorn maggot (tefluthrin)
 - Emergence model for seedcorn maggot (to adapt seeding date) (in course)
 - Bio-insecticides (*Metarhizium anisopliae*, not registered yet; Kabaluk et Ericsson 2007; Kabaluk et al. 2007; Reddy et al. 2014)
 - Insurance (Furlan et al. 2018)
- Research in other crops: Sweet corn
 - 2019: 50 sweet corn fields in 8 regions of Quebec
 - 2020 – 2021: yield evaluation on 24 fields



Acknowledgements

Les producteurs (62 entreprises). Les immeubles C. Dubois; Ferme Durantaye S.E.N.C; Ferme des Aigles; Ferme Tourigny; Ferme Candrine; Ferme Rayluc inc.; Ferme Gilpero inc.; Ferme M.C. Beaujour enr.; Ramvin Holstein inc.; Ferme Oli inc.; Ferme G. Roch et fils senc.; Jaguy; Ferme Corbeil & Fils senc; 9001-4226 Québec inc.; Ferme Forget 2001 inc; R. Paré et fils; Ferme Bessette et frères; Ferme Patrivan senc; CÉROM; Les Entreprises F. Dubreuil inc.; Ferme D. Beaudry inc.; Ferme La Franconie inc.; Ferme C. Beaulieu Enr.; Ferme Fyfe; Paroucel; Bonne Escale; Amiénoise; C. Lavoie; Drumdale; Simak; Jadies; P. Omer et D. Lavallée SENC; SP Leroux; L. Charbonneau; Patrivan; Bessette et frères Waterville; M.A Dubreuil (9ème rang); C. Dumouchel; S. Malette; Bayel; Forcier; Fyfe; Grutman; Larocque; Laurizon; Lussier; Quesnel; Sillons Verts; Technolait; Wallace; Bayel; Berleur; Boucher; Riendeau; Robert; Sillons Verts; Tynant; Semence Nicolet; Ferme des Rêves; D. Vadnais.; G. Pion; Bourg-Joie; Léoflora.

Les clubs-conseils impliqués dans les projets de recherche. Fertior; Club fertilisation Beauce; Yamasol; Dura-Sol; Cogenor; Profit-eau-sol; CAE Estrie; Gestrie-Sol; Pleine Terre; Club conseil les Patriotes; Conseilsol; Club agroenvironnemental Nova-Terre; Agri-conseil Maska; Club agroenvironnemental du Bassin Laguerre; Agrinove; Agri-Action de la Montérégie; Groupe conseil Montérégie sud; Club agri-durable; Proconseil.

Les clubs-conseils impliqués dans les projets néonics MAPAQ et l'arbre décisionnel.

Acknowledgements

Les membres du groupe de travail du RAP sur les ravageurs des semis. L. Bilodeau, J. Bonneville, J. Breault, B. Duval, I. Fréchette, D. Froment, J.-P. Légaré, S. Mathieu, C. Parent, D. Touzin, K. Colton-Gagnon.

Les responsables régionaux en phytoprotection du MAPAQ. L. Bilodeau, E. Menkovic, B. Duval, A. Rondeau, Y. Faucher, S. Mathieu, S. Goyette, J. Breault.

Chercheurs impliqués dans les projets. G. Tremblay, A. Vanasse, S. Rioux, A.-È. Gagnon, J. Brodeur, É. Lucas, P. Legendre, D. Borcard.

L'équipe d'entomologie du CÉROM. J. de Almeida, A. Latraverse, P. Hamelin, J. Saguez, C. Audette.

Nombreux étudiants d'été et ouvriers du CÉROM

Ce projet a été réalisé en vertu du sous-vollet 3.2 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 (MAPAQ) par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture (SPQA) 2011-2021.



MERCI à Louis Robert!

