

Leçons du passé : comment se préparer aux possibles infestations du puceron du soya

Geneviève Labrie, Ph. D., biologiste-entomologiste, chercheure en phytoprotection
et






Julie Breault, agronome, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de
l'Alimentation

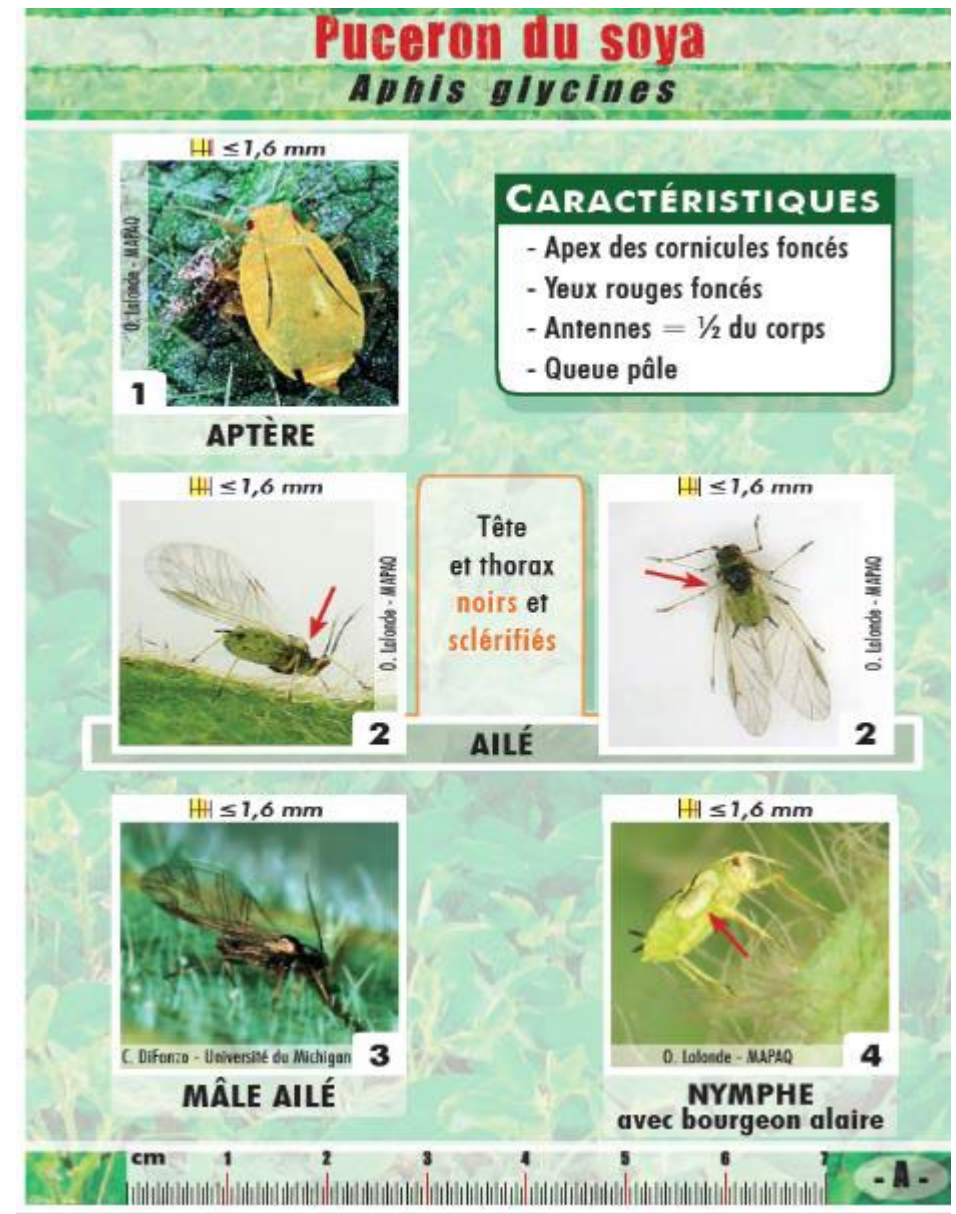
Plan de la présentation

- Le puceron du soya : biologie, cycle de vie, hibernation et ennemis naturels
- Dynamique des populations 2002 à 2022
- Facteurs expliquant les niveaux de population
- Impacts sur le rendement du soya
- Stratégie d'intervention



Puceron du soya (*Aphis glycines*)

-  Couleur jaune à vert pâle
-  Yeux rouges foncé
-  Cornicules noires
-  Queue jaune pâle
-  Antenne $\frac{1}{2}$ corps



Origines du puceron du soya

- 1^{re} observation en Amérique du Nord aux États-Unis en 2000
- Colonisé 22 états et 3 provinces canadiennes en 3 ans
- 2001 : 28/30 comtés échantillonnés en Ontario avec puceron du soya
- 2001 : observé dans un champ en Montérégie-Ouest à la fin de l'été
- Progression fulgurante : 2002 = 51/59 champs dans 9 régions du Québec

Hôtes primaires et secondaires du puceron du soya

Tableau 1. Hôtes primaires et secondaires répertoriés du puceron du soya en Asie et Amérique du Nord.

Nom commun	Nom latin	Type d'hôte	Région hôte	Morphes observés			Références
				Printemps	Été	Automne	
Nerprun cathartique	<i>Rhamnus cathartica</i> (L.)	primaire	Amérique du Nord	Fondatrices ^A , aptères, ailées		gynopares ^C , mâles, ovipares ^D , œufs,	1; 2; 4
Nerprun alnifolié	<i>R. alnifolia</i> L'Héritier	primaire	Amérique du Nord	Fondatrices, aptères, ailées		gynopares, mâles, ovipares, œufs,	1; 2; 3; 4
Nerprun bourdaine	<i>R. frangula</i> (L.)	primaire	Amérique du Nord			gynopares, mâles, ovipares	2
Nerprun lancéolé	<i>R. lanceolata</i> Pursh	primaire	États-Unis	Fondatrices, aptères, ailées		gynopares, mâles, ovipares, œufs,	2
Nerprun de Caroline	<i>R. caroliniana</i> Walter	primaire	États-Unis			gynopares, ovipares	2
Nerprun	<i>R. davurica</i> Pallas	primaire	Chine			gynopares, ovipares, œufs,	3
Nerprun japonais	<i>R. japonica</i> Maximowicz	primaire	Japon			gynopares, ovipares, œufs,	3
Soya	<i>Glycine max</i> L.	secondaire	Amérique du Nord		vivipares ^B , aptères, ailées		5
Soja	<i>G. soja</i> Sieb. et Zucc.	secondaire	Amérique du Nord		vivipares, aptères, ailées		5
Kudzu	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.)	secondaire	Amérique du Nord		vivipares, aptères, ailées		2; 6
Kudzu	<i>Desmodium intortum</i> (P. Mill.)	secondaire	Amérique du Nord		vivipares, aptères, ailées		2; 6
Trèfle des prés	<i>Trifolium pratense</i> L.	de passage	Amérique du Nord		vivipares, aptères, ailées		7; 10
Trèfle d'Alexandrie	<i>T. alexandrinum</i> L.	de passage	Amérique du Nord		vivipares, aptères, ailées		7
Trèfle incarnat	<i>T. incarnatum</i> L.	de passage	Amérique du Nord		vivipares, aptères, ailées		7
Trèfle Kura	<i>T. ambiguum</i> M. Bieb.	de passage	Amérique du Nord		vivipares, aptères, ailées		7
Mélilot blanc	<i>Melilotus alba</i> Medikus	de passage	Amérique du Nord		alimentation, faible reproduction		7
Mélilot officinal	<i>M. officinalis</i> L. Lam	de passage	Amérique du Nord		alimentation, faible reproduction		7
Haricot	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	de passage	Amérique du Nord		alimentation, faible reproduction		7; 10
Luzerne	<i>Medicago sativa</i> L.	de passage	Amérique du Nord		alimentation, faible reproduction		7; 10
Tabac	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	de passage	Amérique du Nord		présence, sans alimentation		8
Pomme de terre	<i>Solanum tuberosum</i> L.	de passage	Amérique du Nord		présence, sans alimentation		9

Tiré de Labrie, 2010. [Synthèse de la littérature scientifique sur le puceron du soya, *Aphis glycines* Matsumura.](#)

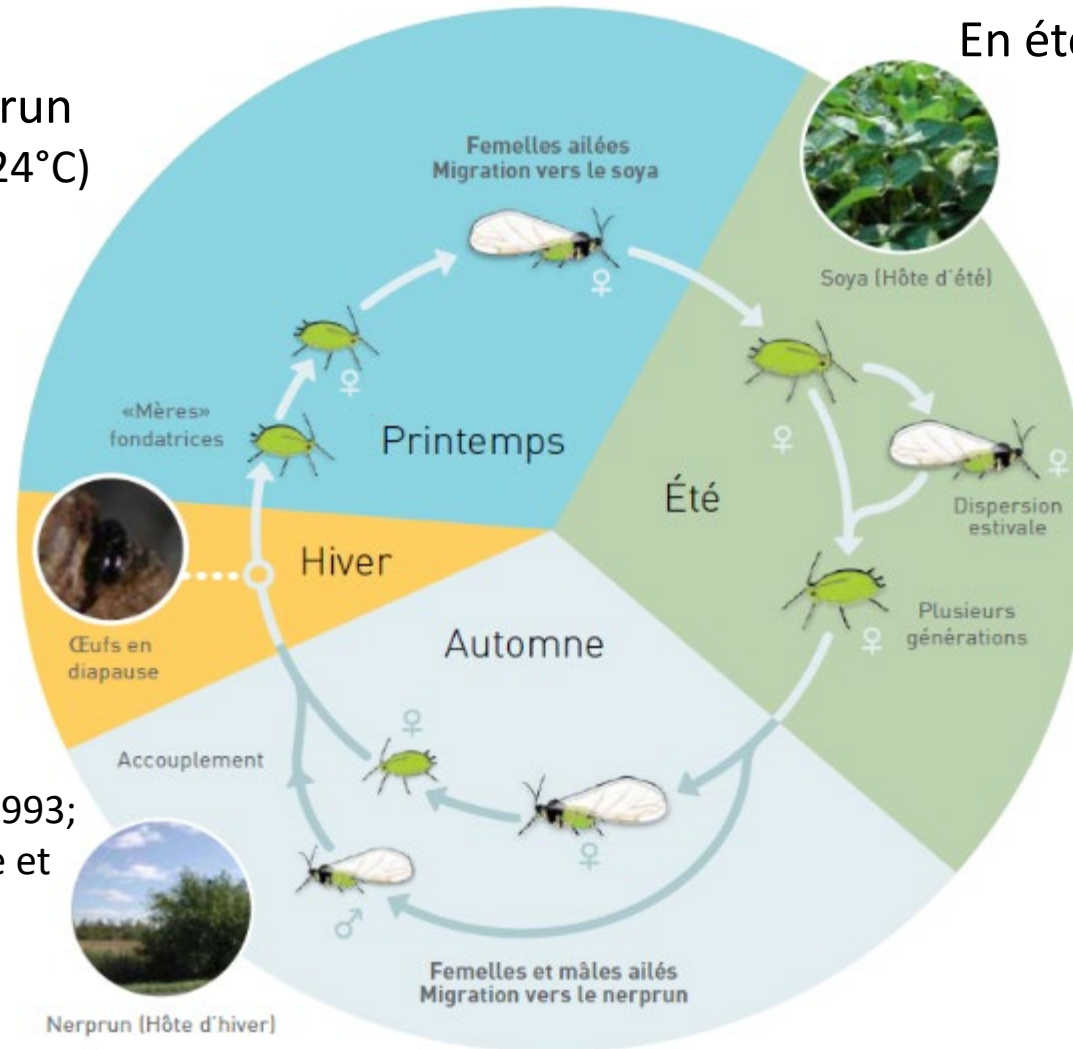
Cycle de vie du puceron du soya

Au printemps : jusqu'à 3 générations sur le nerprun (1,5 générations par jour à 24°C)



Fruit du nerprun (hôte d'hiver)

(Hirano et al. 1996; Lu et Chen 1993; McCornack et al. 2004; Ragsdale et al. 2004; Rhainds et al. 2008)



En été : 10 à 22 générations sur le soya

- Temps de génération : 2 à 16 jours selon la température
- Clones/femelle : entre 20 et 63 (à 30 et 20°C)
- Durée de vie : 11 à 40 jours selon la température

Production d'ailés :

- tout l'été (contrairement à plusieurs autres espèces de pucerons)
- lié à la densité de population et à la photopériode
- la diminution de la photopériode induit la production de mâles et femelles ailés → nerprun

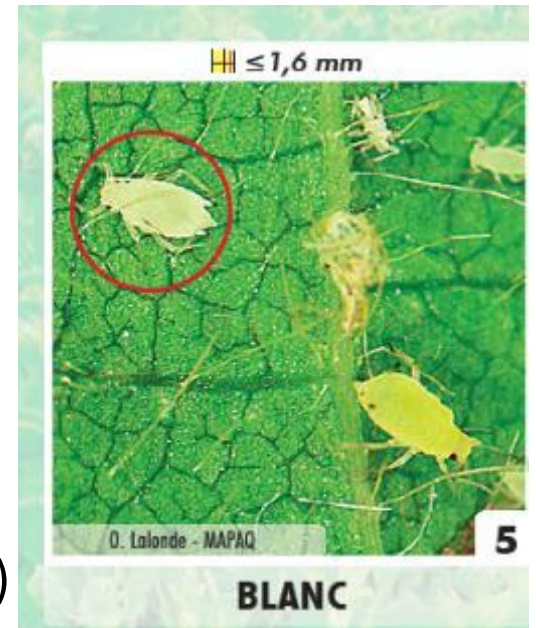
Est-ce que le puceron du soya hiberne au Québec?

- Observation en 2004 de pucerons sur le nerprun au printemps (Roy et Lachance, 2005)
- Suivis de nerprun en Montérégie-Est et Ouest entre 2009 et 2012 (CÉROM, MAPAQ) et en bordure de champs infestés entre 2012 et 2015 (JE Maisonhaute, Ph. D., UQAM)
 - Aucun puceron du soya retrouvé au printemps
- Survie des œufs jusqu'à -34°C (McCornack et al. 2005)
 - Indices indirects pour une certaine hibernation, mais en faible quantité (analyses de paysage) (Maisonhaute et al. 2017a; 2017b)
 - Selon les observations aux États-Unis :
 - Champs infestés en JUIN = pucerons provenant des sites d'hibernation
 - Champs infestés en JUILLET = pucerons ailés provenant de migration à courte et longue distance (Fox et al. 2004; Ragsdale et al. 2004)



Facteurs qui influencent les niveaux de population l'été

- Conditions météorologiques
 - Température optimale : 22-25 °C
 - Précipitations très intenses et - 20 °C = ↓ potentielle de population
 - > 35 °C = mortalité importante sans reproduction
- Densité de population
 - Population importante → ↓ taille des individus (pucerons blancs) et ↓ taux de reproduction
- Qualité nutritionnelle des plants
 - ↓ taux de croissance avec l'âge des plants de soya (composés secondaires)
 - Carence en potassium → ↑ taux de croissance de population
- Quantité et espèces d'ennemis naturels

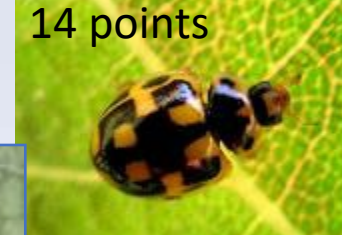


Ennemis naturels et contrôle biologique

- Coccinelles (asiatique, maculée, 14 points, 7 points, convergente, variée)
- Chrysopes et hémérobès
- Syrphes
- Cécidomyie du puceron
- Punaises (*Orius*, *Nabis*, *Perilus*...)
- Guêpes parasitoïdes (Aphelinidae, Braconidae)
- Champignons entomopathogènes



Orius insidiosus



Larve Syrphe



Photos : Labrie et CÉROM



Ennemis naturels et contrôle biologique

- Prédateurs peuvent réguler les populations de pucerons
 - 1 larve de coccinelle asiatique/7 plants → ralentit significativement la croissance de population du puceron (Ellingson et Hogg 2003)
 - 5 prédateurs/m² = contrôle en deux semaines (Fox et al. 2004)
 - Peut retarder l'atteinte du seuil d'alerte entre 2 à 8 semaines (Desneux et al. 2006; Gardiner et Landis 2007; Gardiner et al. 2009; Costamagna et al. 2008)
 - Permet de réduire l'utilisation des insecticides de 25 à 43 % (étude sur 26 champs à travers 4 états américains; Gardiner et al. 2009)
- Outil *Aphid advisor* → intègre les prédateurs pour évaluer le moment d'application d'insecticide (*ne considère pas les champignons entomopathogènes)



Disponible sur Google Play et App Store

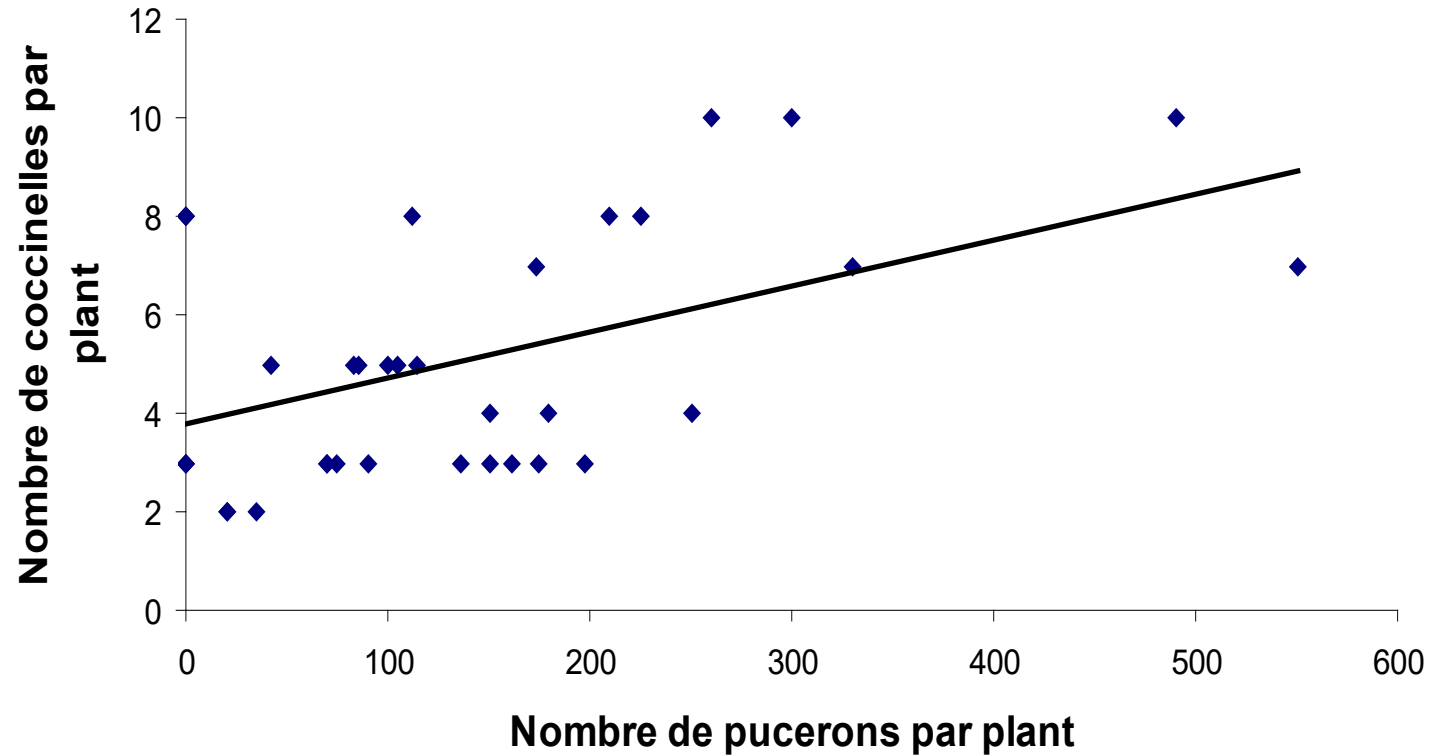
Ennemis naturels et contrôle biologique

Prédateur	Voracité* pucerons par jour	Fécondité œufs par femelle	Longévité adulte
Coccinelle asiatique	15 - 270	200 à 3800	Plusieurs mois
Coccinelle à 7 points	20 - 200	200 à 1800	Plusieurs mois
Coccinelle convergente	10 - 170	200 à 350	Plusieurs mois
Coccinelle maculée	10 - 50	300 à 650	Plusieurs mois
Coccinelle à 14 points	5 - 40	200 à 450	Plusieurs mois
Punaise anthocoride (Orius)	5 - 30	10 à 50	25-50 jrs
Cécidomyie du puceron (larve)	2 - 20	50 à 70	7-10 jrs
Syrphe (larve)	5 - 40	500 à 1000	2-3 mois
Chrysope (larve)	40 - 100	100 à 600	2-3 mois

* À titre indicatif: la voracité peut varier selon le stade et le sexe du prédateur, l'espèce de puceron et la température.

[Carnet de champ du dépisteur](#)

Ennemis naturels et contrôle biologique



Labrie et al. 2008

+ il y a de pucerons du soya par plant → + il y a de coccinelles

➤ Odeur de pucerons attirent les prédateurs et parasitoïdes

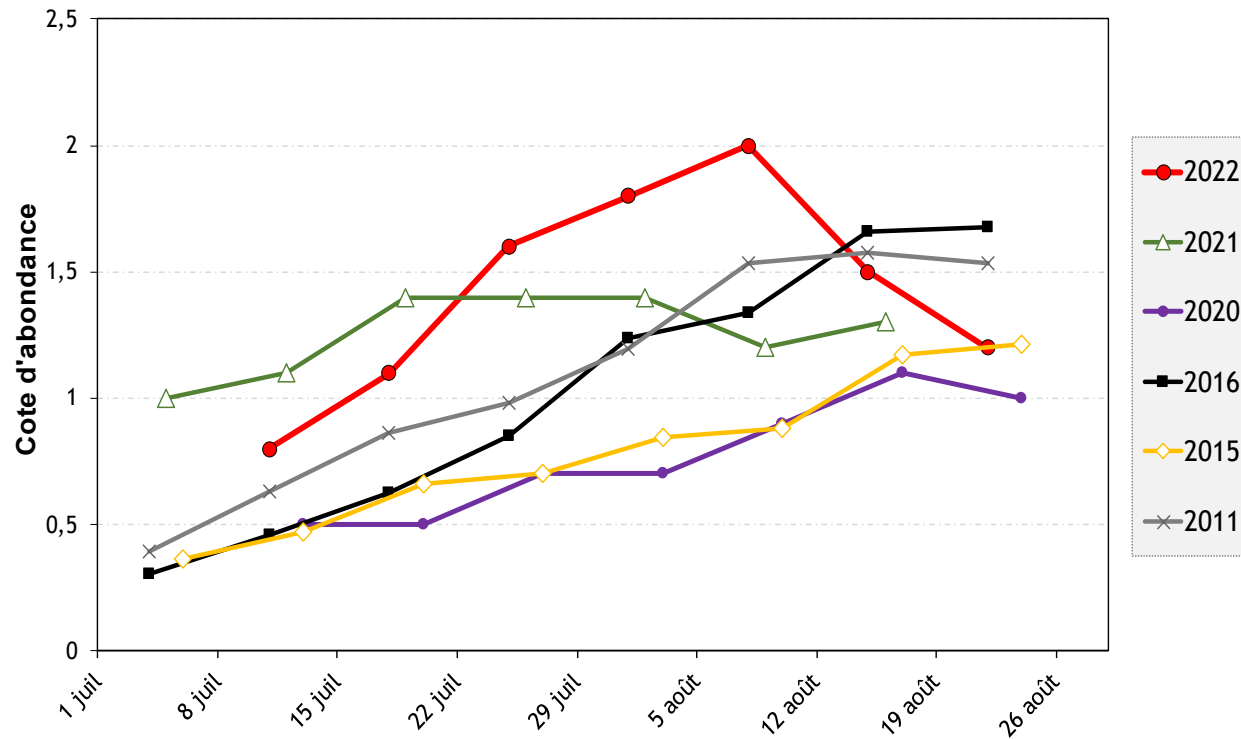
Ennemis naturels et contrôle biologique

- Guêpes parasitoïdes (Aphelinidae, Braconidae)
 - Espèces exotiques arrivées ou introduites en Amérique du Nord (*Aphelinus certus*; *Binodoxys communis*)
 - Taux de parasitisme de **42 % = contrôle du puceron** (Kaser et Heimpel 2018)
- Champignons entomopathogènes
 - Principalement *Pandora neoaphidis*
 - Contamine l'ensemble de la population en **3-5 jours**
 - Pucerons ailés 200-400 % plus susceptibles à l'infection
 - Transportés par les ennemis naturels
 - Neutralisés par les traitements fongicides (Nielsen et Hajek 2005)

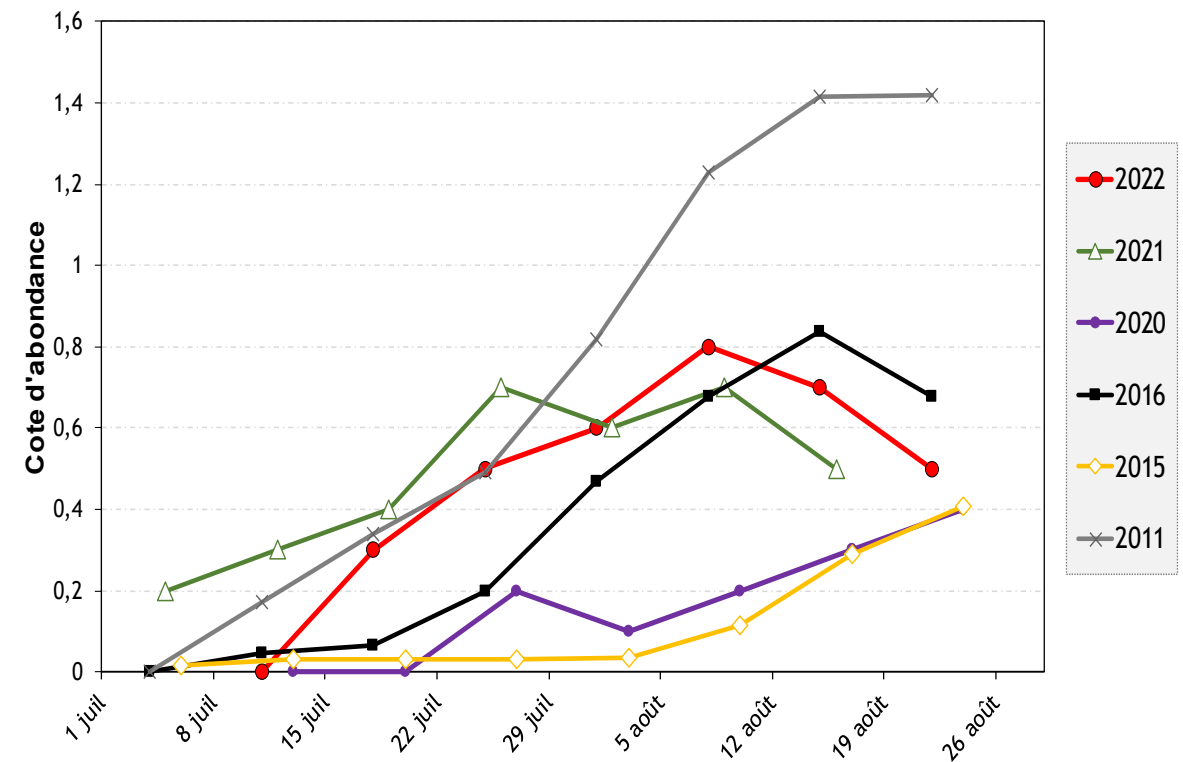


Ennemis naturels de 2011 à 2022

Cote moyenne hebdomadaire de prédateurs



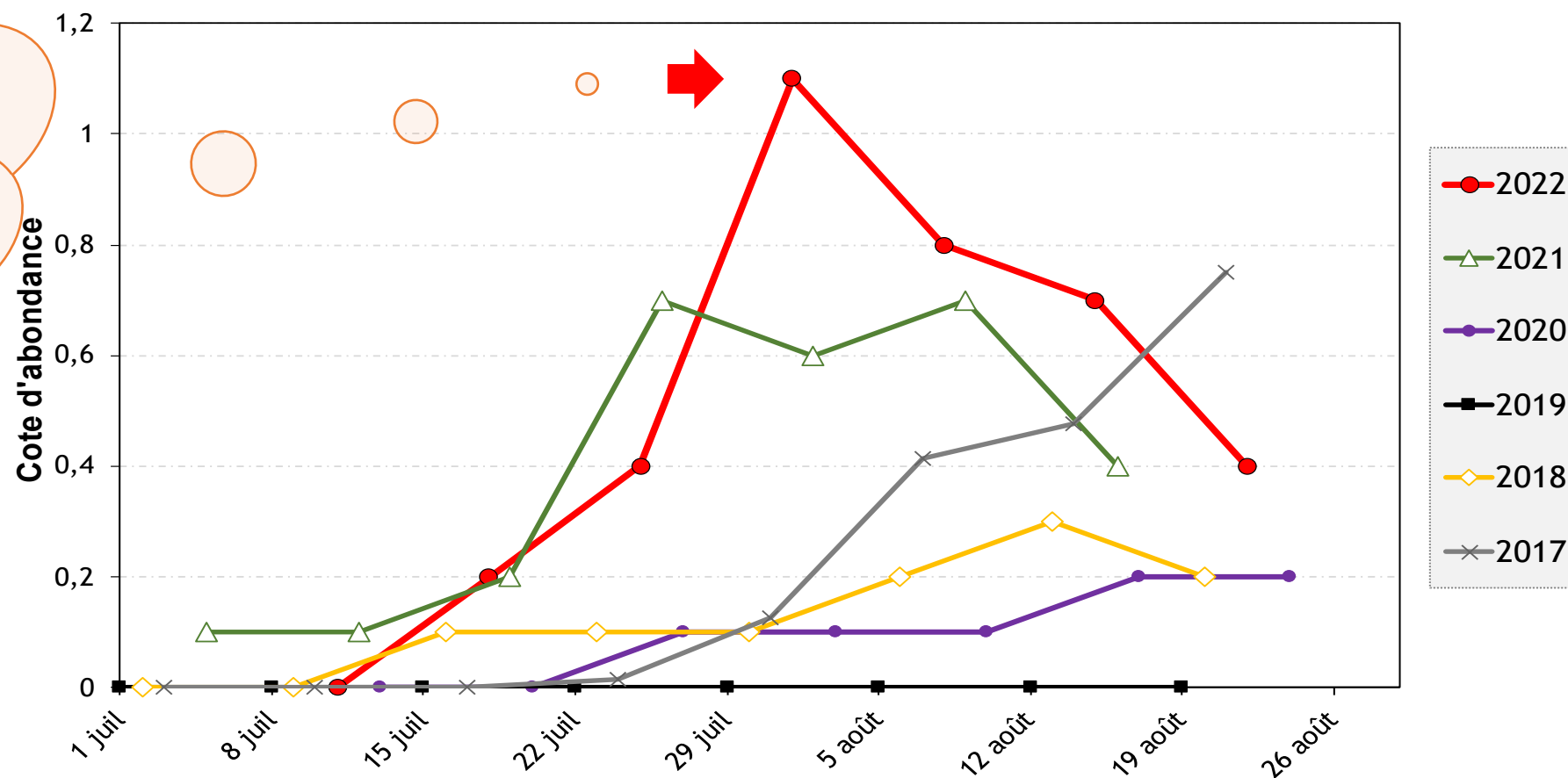
Cote moyenne hebdomadaire de pucerons momifiés



Cotes d'abondance : 0 = aucun; 1 = faible nombre; 2 = 1/plant; 3 = 2 à 5/plant; 4 = > 5/plant

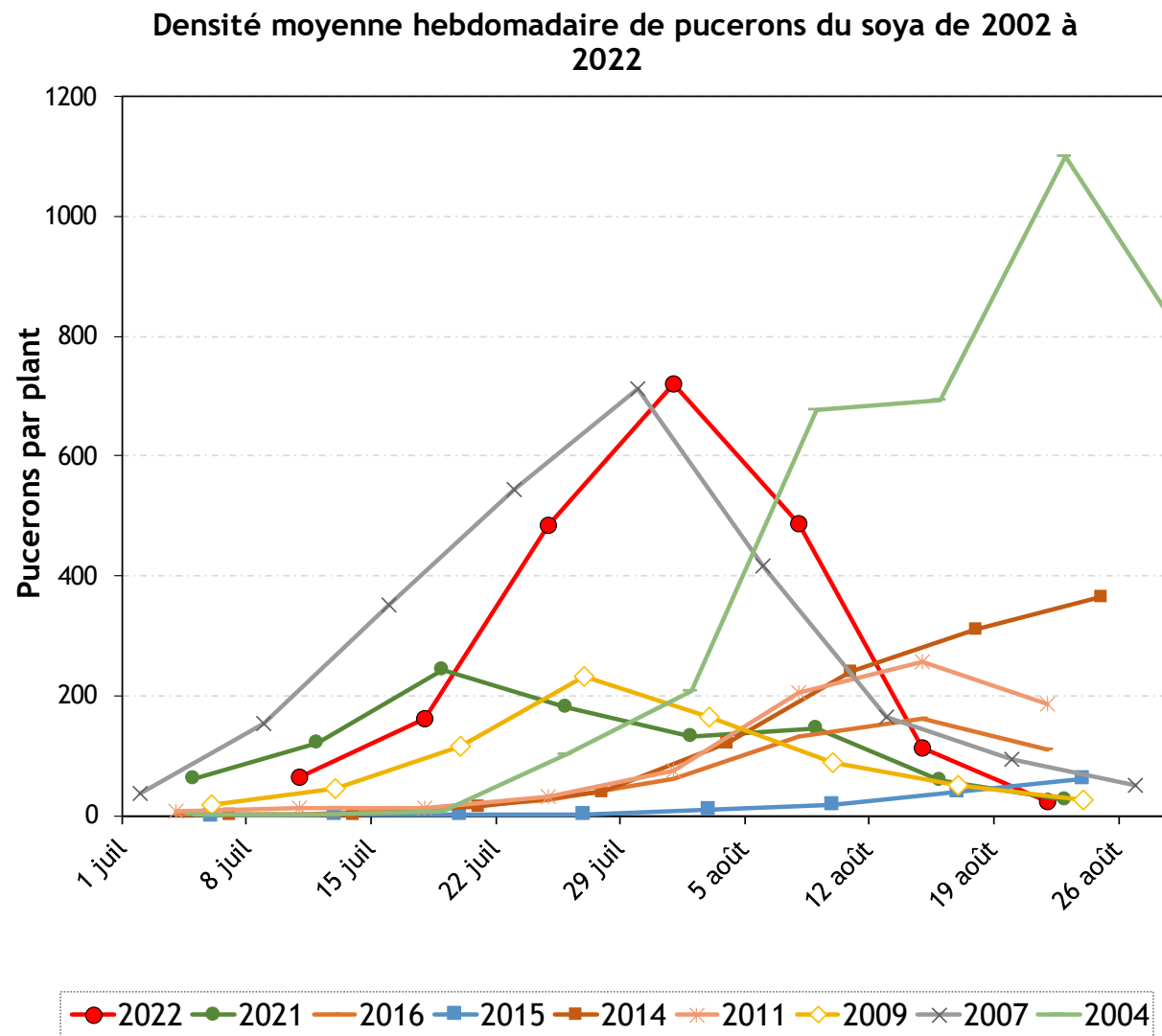
Ennemis naturels de 2011 à 2022

Cote moyenne hebdomadaire de champignons entomopathogènes



Cotes d'abondance : 0 = aucun; 1 = faible nombre; 2 = 1/plant; 3 = 2 à 5/plant; 4 = > 5/plant)

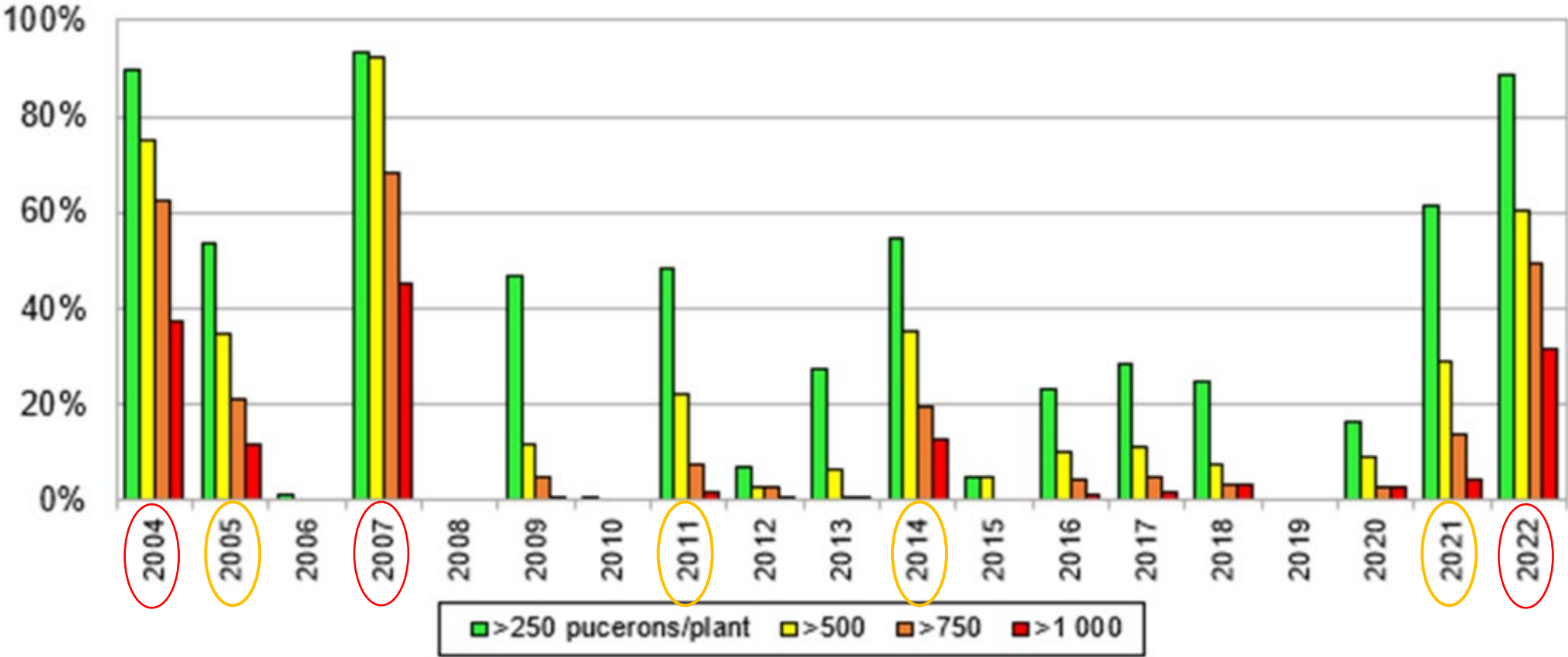
Dynamique de population 2002 à 2022



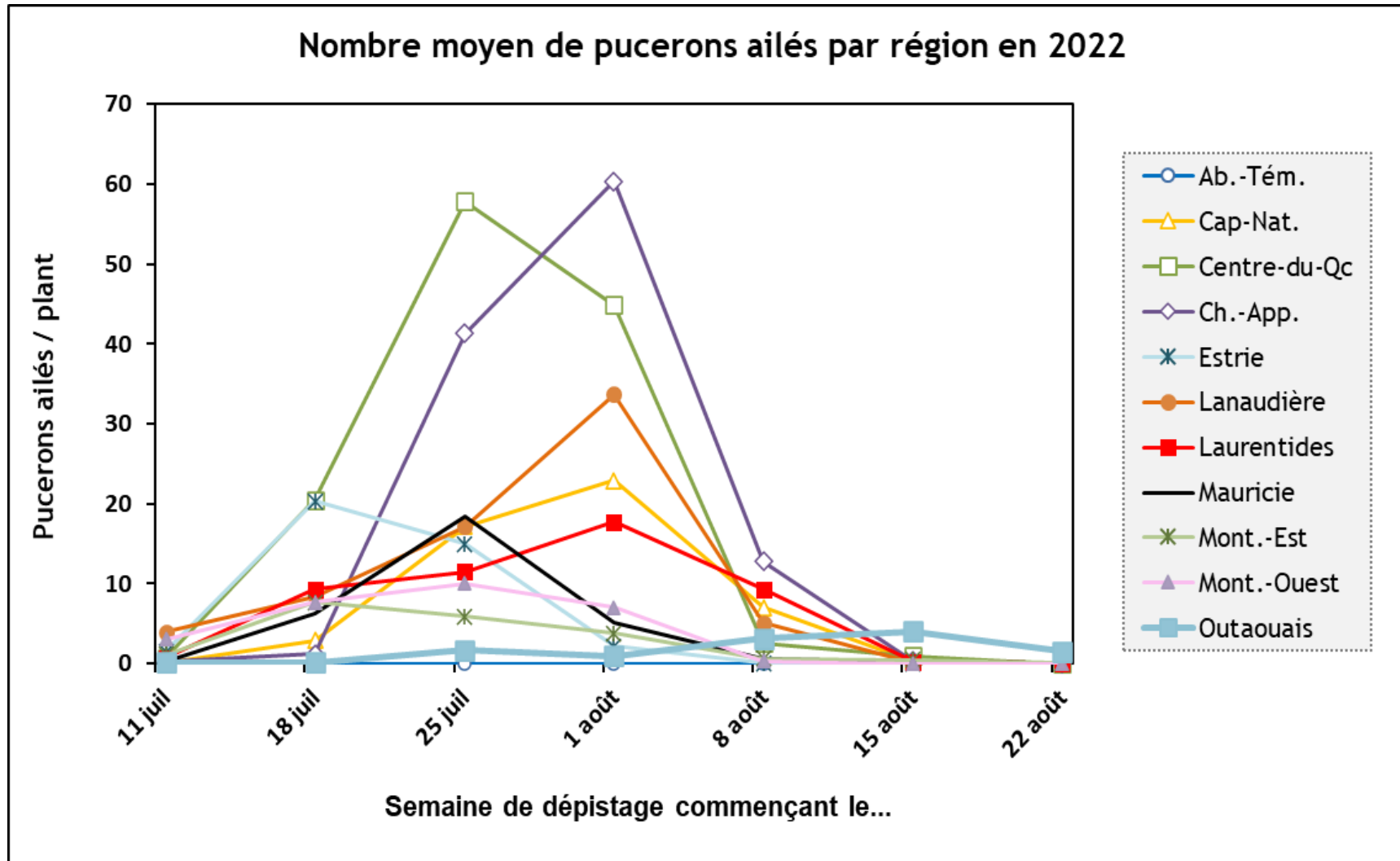
- 67 sites suivis dans le RAP en 2022
- Seulement 6 sites traités avec un insecticide foliaire – absents de la figure
- **2022** = Même pic d'infestation qu'en 2007 vers la fin juillet

Dynamique de population 2002 à 2022

Proportion des champs du réseau de dépistage dont les populations ont atteint plus de 250, 500, 750 ou 1000 pucerons/plant durant les années 2004 à 2022



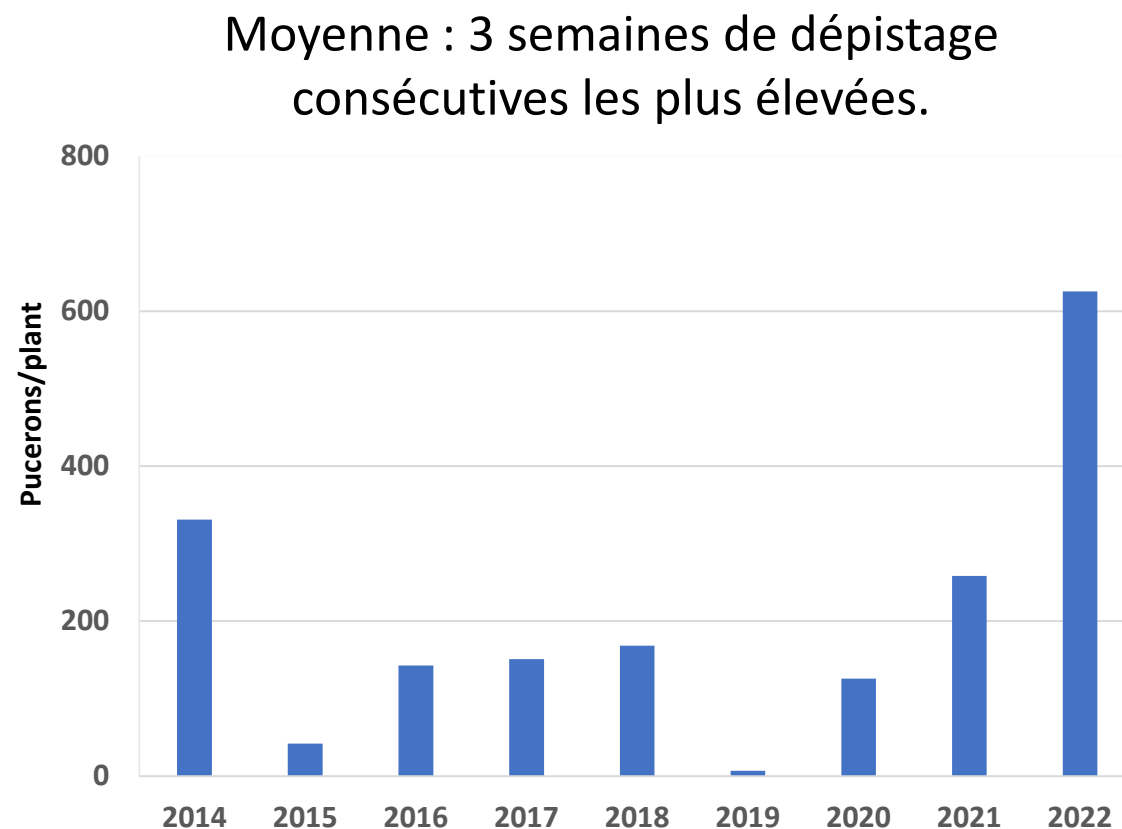
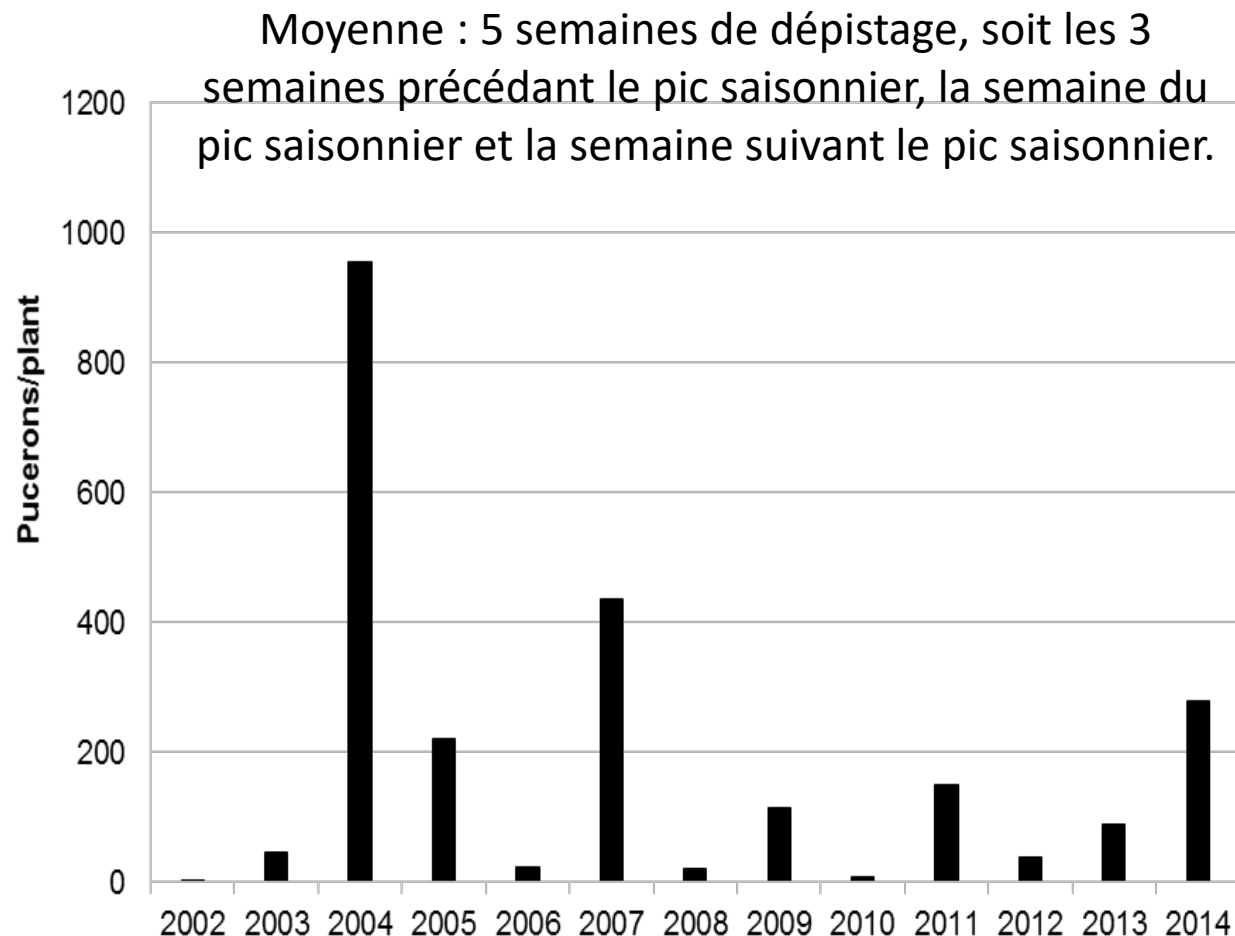
Migrations durant la saison



- Apparition d'ailés selon la densité de population dans les champs
- Transmission de virus dans les champs adjacents?

Dynamique des populations

Moyennes de pucerons par plant de 2002 à 2022

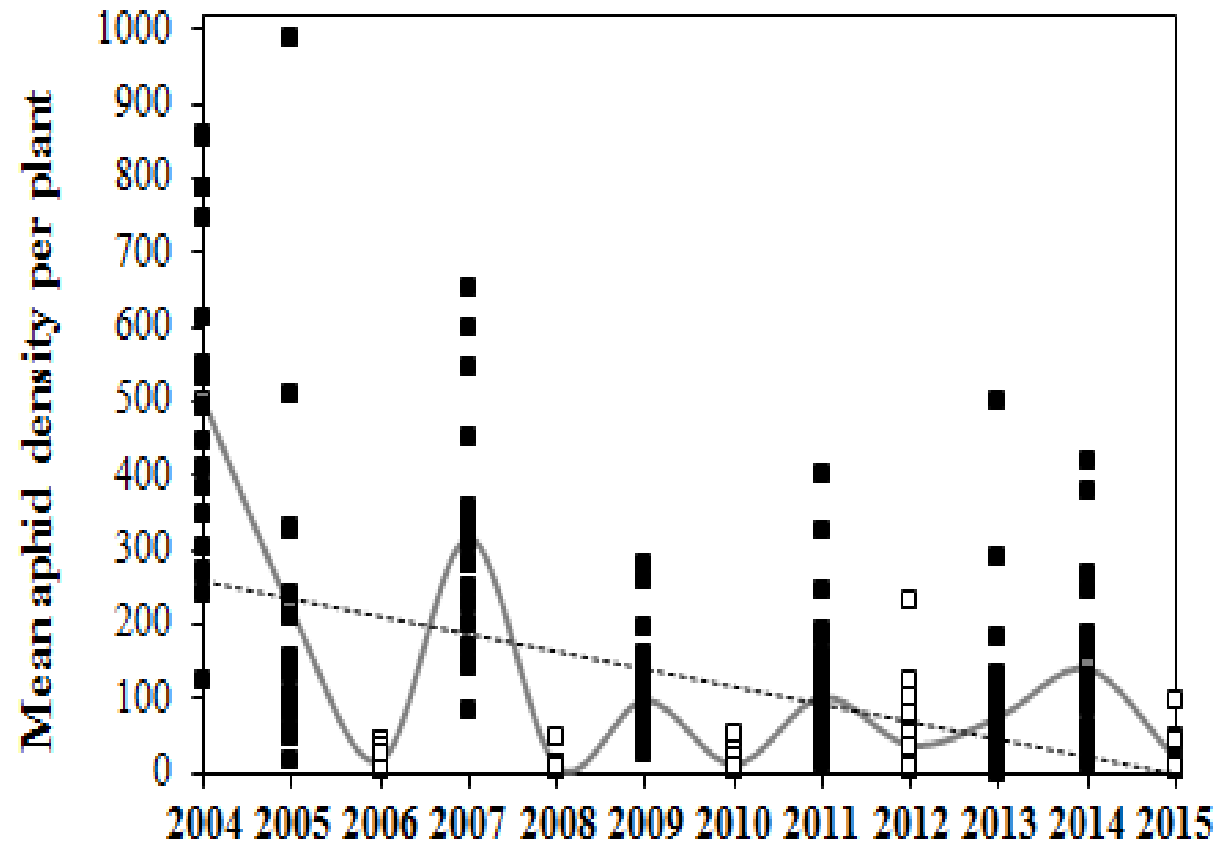


Pourquoi cette résurgence de fortes infestations du puceron du soya?

- Cycles des pucerons
- Paysage agricole
- Résistance aux insecticides
- Ennemis naturels

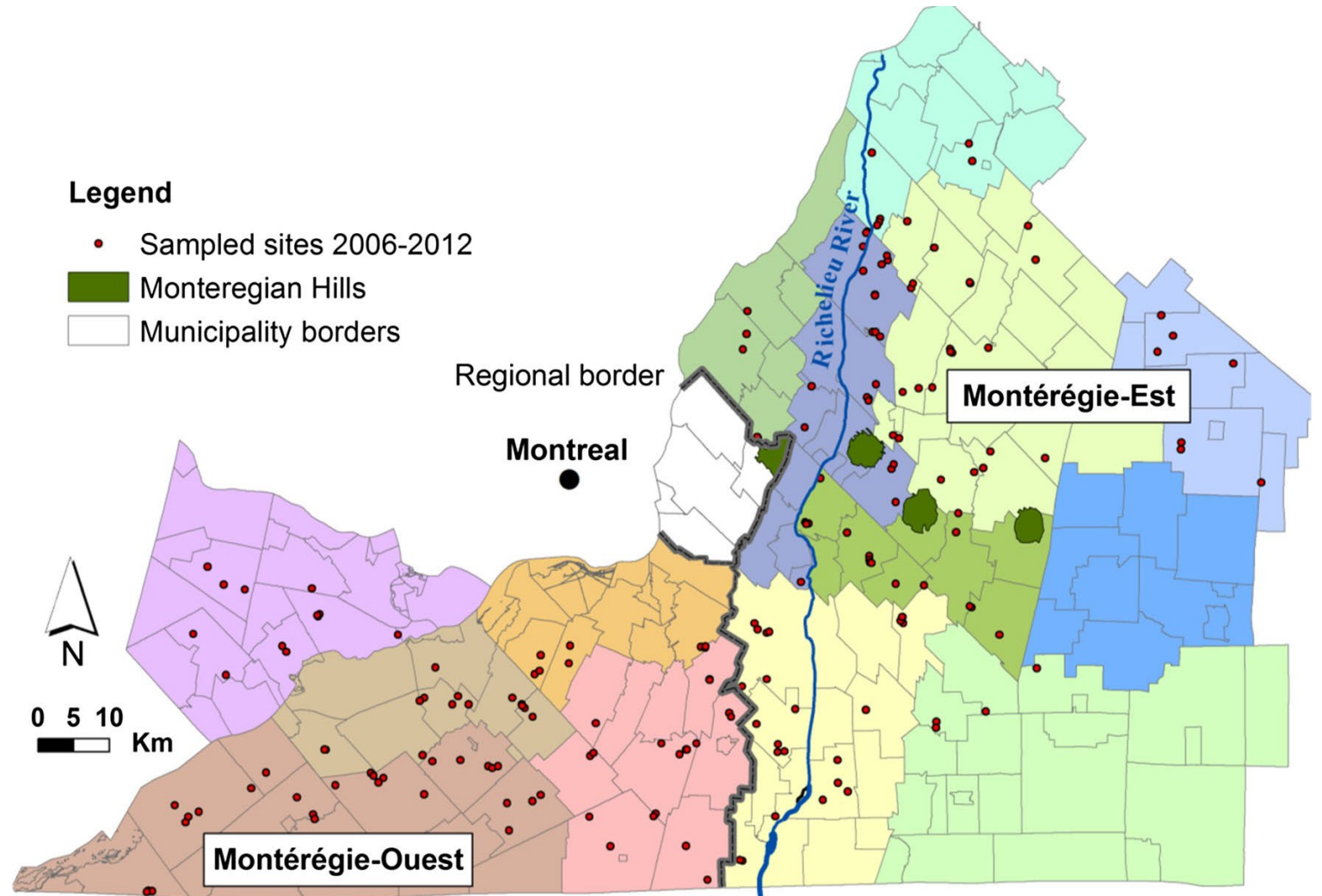


Cycle du puceron du soya



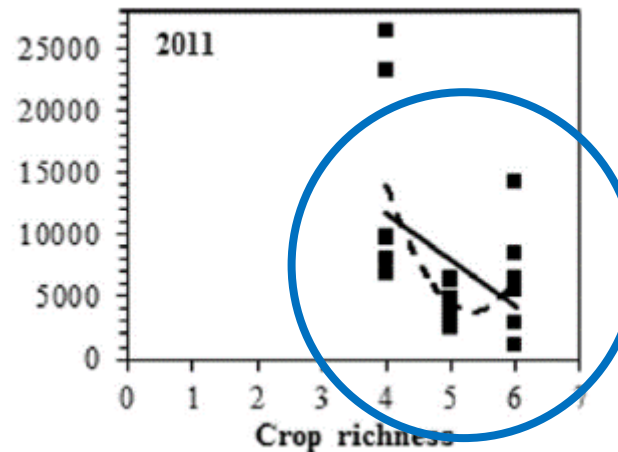
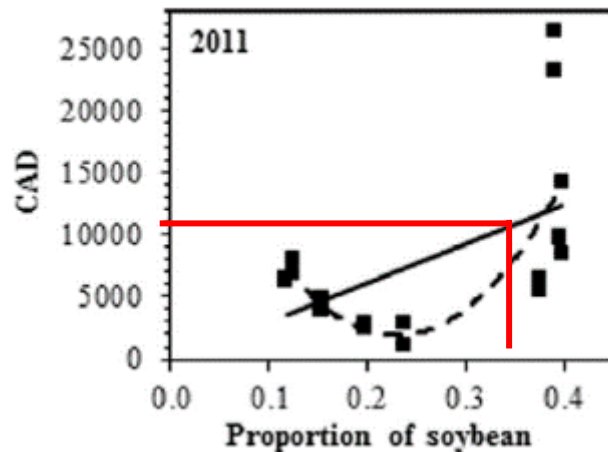
- Baisse du niveau d'infestation au Québec entre 2009 et 2015 (par les ennemis naturels)
- Apparition d'un cycle sur deux années de forte infestation en 2013 et 2014...
- Perturbations dans les cycles peuvent être dus à différents facteurs

Puceron du soya et paysage agricole



Puceron du soya et paysage agricole – large échelle

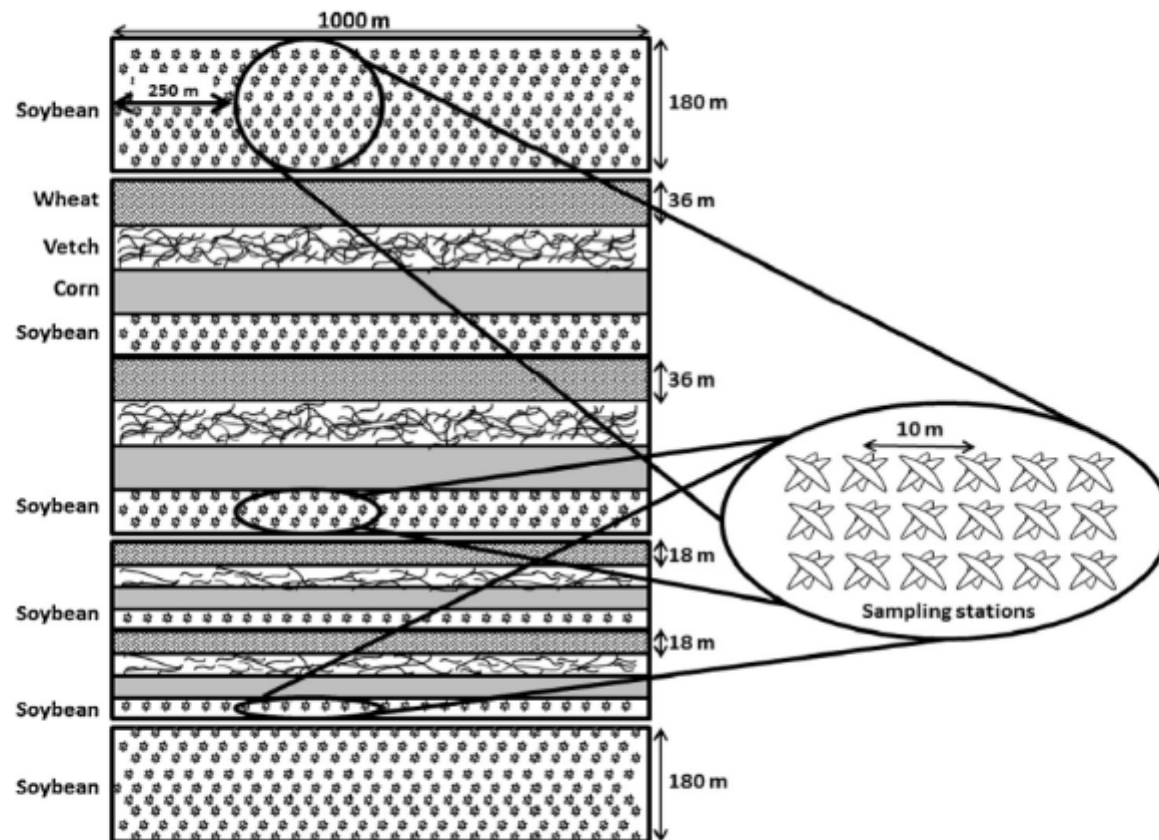
- ~ **35 % soya** sur un diamètre de 1,5 km de paysage = seuil économique d'intervention 10 000 pucerons-jour (CAD)
- plus la diversité du paysage est grande, moins il y a de pucerons



Puceron du soya et paysage agricole – petite échelle

G. Labrie et al. / Agriculture, Ecosystems and Environment 222 (2016) 249–257

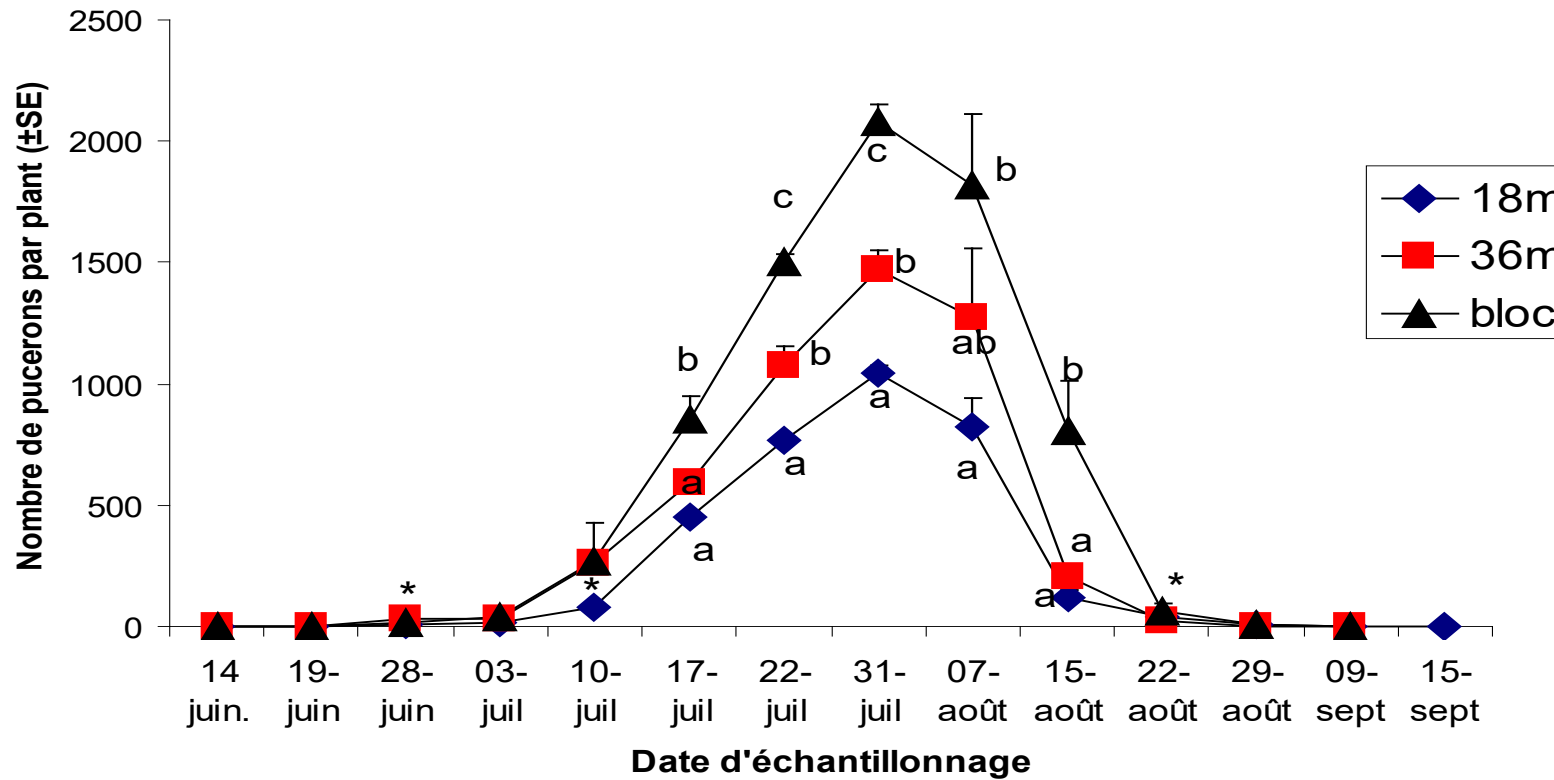
251



- Bandes alternées de 18 m et 36 m de soya, maïs, blé et vesce
- 2007-2010
- Abondance des ravageurs et ennemis naturels
- Impact sur le rendement

Fig. 1. Experimental design of the strip cropping system and control plots on the farm. Note: Crops are in rotation each year and changed following this scheme: Vetch–corn–soybean–wheat. Strips remained at the same place while control plots could be distant from a maximum of 1 km of the strips on other parts of the farm.

Puceron du soya et paysage agricole – petite échelle



➤ 2x - de pucerons dans les bandes de 18 m en 2007

➤ Taux de prédation plus élevé dans les bandes que dans la monoculture (bloc)

➤ Rentabilité plus élevée dans les bandes de 18 m (toutes cultures confondues)

Résistance aux insecticides

- Traitements insecticides inefficaces au Minnesota, Iowa, Dakota du Nord et Sud et Manitoba depuis 2017
- Résistance du puceron du soya au **lambda-cyhalothrine (3-37 %)** et au bifentrin (5-54 %)
- Pas d'effet des mutations sur le taux de reproduction ou de survie
- Résistance aux néonicotinoïdes observée (Ribeiro et al. 2018)

➤ ↑ des populations dans les champs de soya
→ migration plus intense et rapide

➤ **Potentiel de pucerons du soya résistants au Matador® dans nos champs au Québec**

Research Article

Received 18 November 2021 Revised 21 January 2022 Accepted article published 27 January 2022 Published online in Wiley Online Library 5 March 2022

(wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/jipm.6820

Evidence of enhanced reproductive performance and lack-of-fitness costs among soybean aphids, *Aphis glycines*, with varying levels of pyrethroid resistance

Ivair Valmorbidia,^a Brad S. Coates,^b Erin W. Hodgson,^a Molly Ryan^c and Matthew E. O'Neal^{b*}

Journal of Integrated Pest Management, (2018) 9(1): 23; 1–7
doi: 10.1093/jipm/pmy014
Recommendations

Management of Insecticide-Resistant Soybean Aphids in the Upper Midwest of the United States

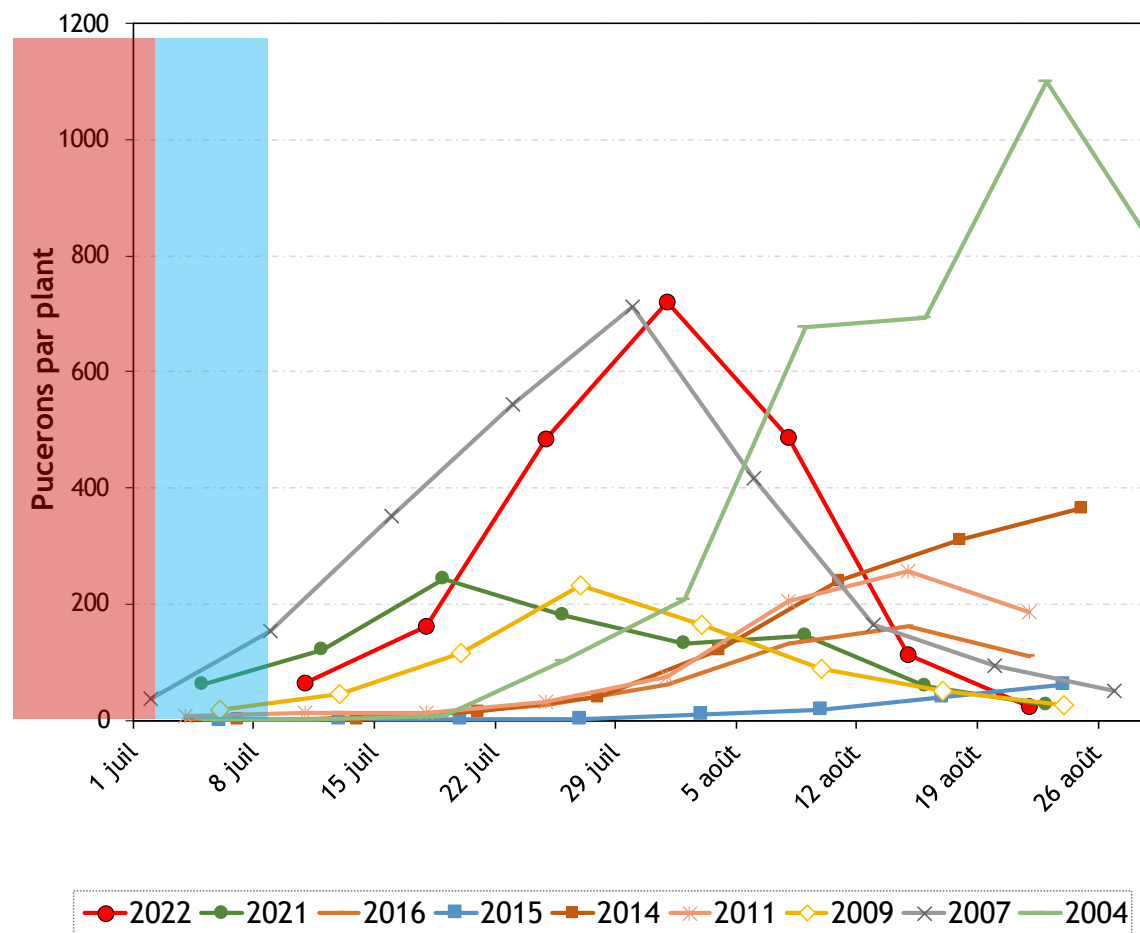
Robert L. Koch,^{1,6} Erin W. Hodgson,² Janet J. Knodel,³ Adam J. Varenhorst,⁴ and Bruce D. Potter⁵

Réduction des ennemis naturels et du biocontrôle

- Utilisation des traitements de semences insecticides
 - ↓ du parasitisme par *A. certus* entre 69 à 88 % avec TSI imidaclopride ou thiaméthoxame (Frewin et al. 2014)
 - ↓ de punaises *Orius* avec TSI thiaméthoxame ou chlorantraniliprole (Gontijo et al. 2015)
 - Coccinelles maculées et convergentes affectées – lorsqu’elles consomment du nectar de tournesol avec thiaméthoxame ou chlorantraniliprole (Moscardini et al. 2015)
 - Développement, fécondité et longévité de la coccinelle asiatique perturbés lorsque soumise au chlorantraniliprole (Nawaz et al. 2017)
 - ↓ de 45 % des ennemis naturels dans le soya avec thiaméthoxame au Québec (Labrie et al. 2017b)
- Utilisation de **fongicides** (Stratego Pro et Priaxor) ont ↓ significativement les prédateurs et parasitoïdes dans le soya au Québec (Labrie et al. 2017b)
- Combinaison de **chlorantraniliprole et lambda-cyhalotrine** en application foliaire réduit significativement les prédateurs dans le soya (Whalen et al. 2016)

Pertinence d'utiliser les TSI dans le soya?

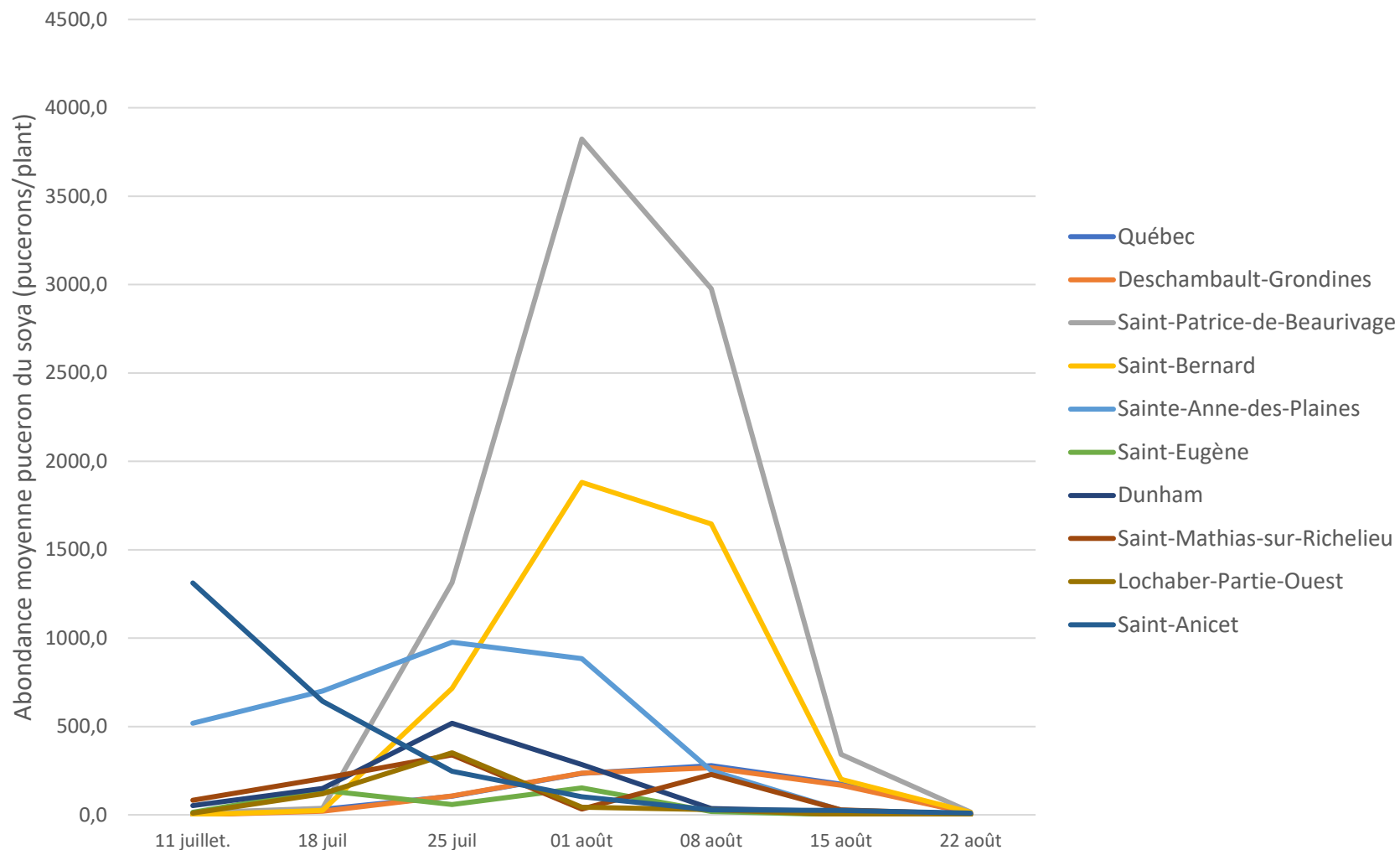
Densité moyenne hebdomadaire de pucerons du soya de 2002 à 2022



- Durée des **néonicotinoïdes** dans la plante = 46 à 49 jours (McCornack & Ragsdale, 2006, Seagraves & Lundgren, 2012)
- Durée des **diamides** = 50-60 jours (Pes et al. 2022)

Puceron du soya et TSI en 2022 – Avec TSI

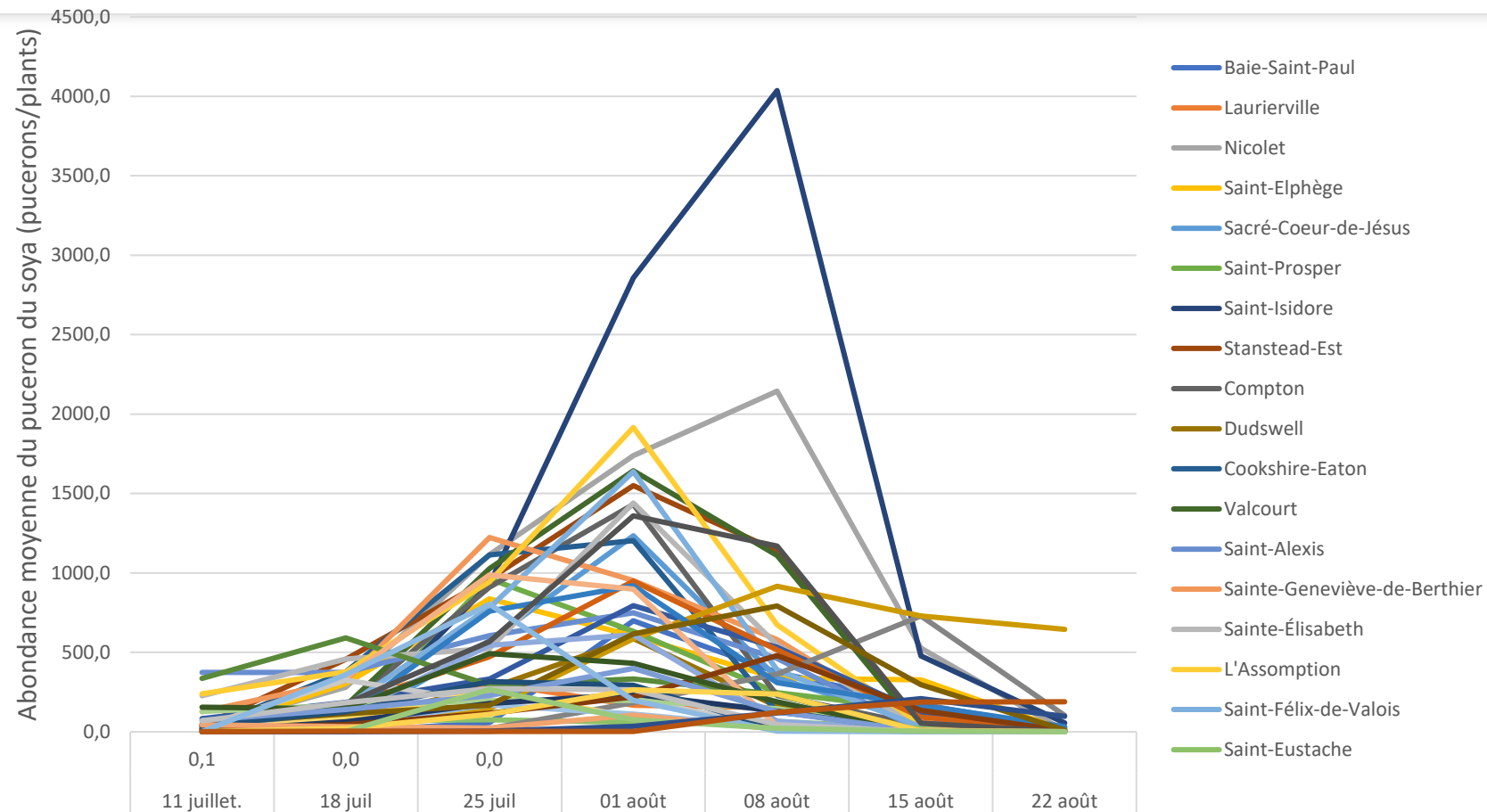
Abondance du puceron du soya sur des sites avec traitement de semences insecticide



- Fortenza (4)
- Lumivia (1)
- Non identifiés (5)

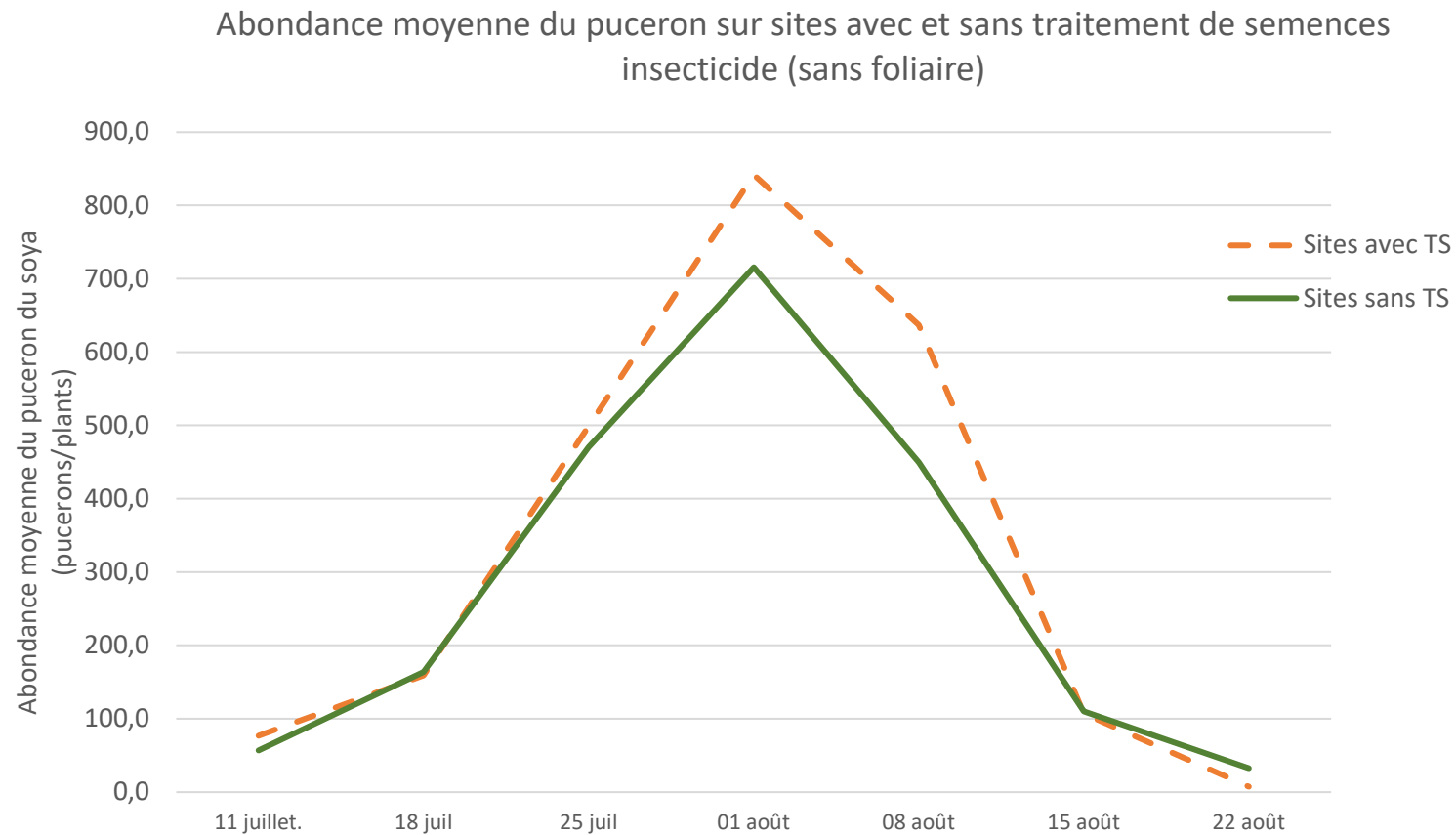
Puceron du soya et TSI en 2022 – Sans TSI

Abondance du puceron du soya sur les sites sans traitement de semences insecticide



- 45 sites sans traitements de semences ni insecticide foliaire

Moyenne des sites avec et sans traitements de semences



➤ Aucune différence dans l'arrivée et l'augmentation du puceron avec et sans TS

Impact des traitements de semences sur le rendement du soya

- Étude comparable avec et sans TS sur 16 sites en 2015 et 2016
- Année faible et moyenne abondance du puceron du soya
- Aucune différence de rendement entre les bandes traitées et non-traitées

Labrie et al. 2020, Plos One 15(2): e0229136

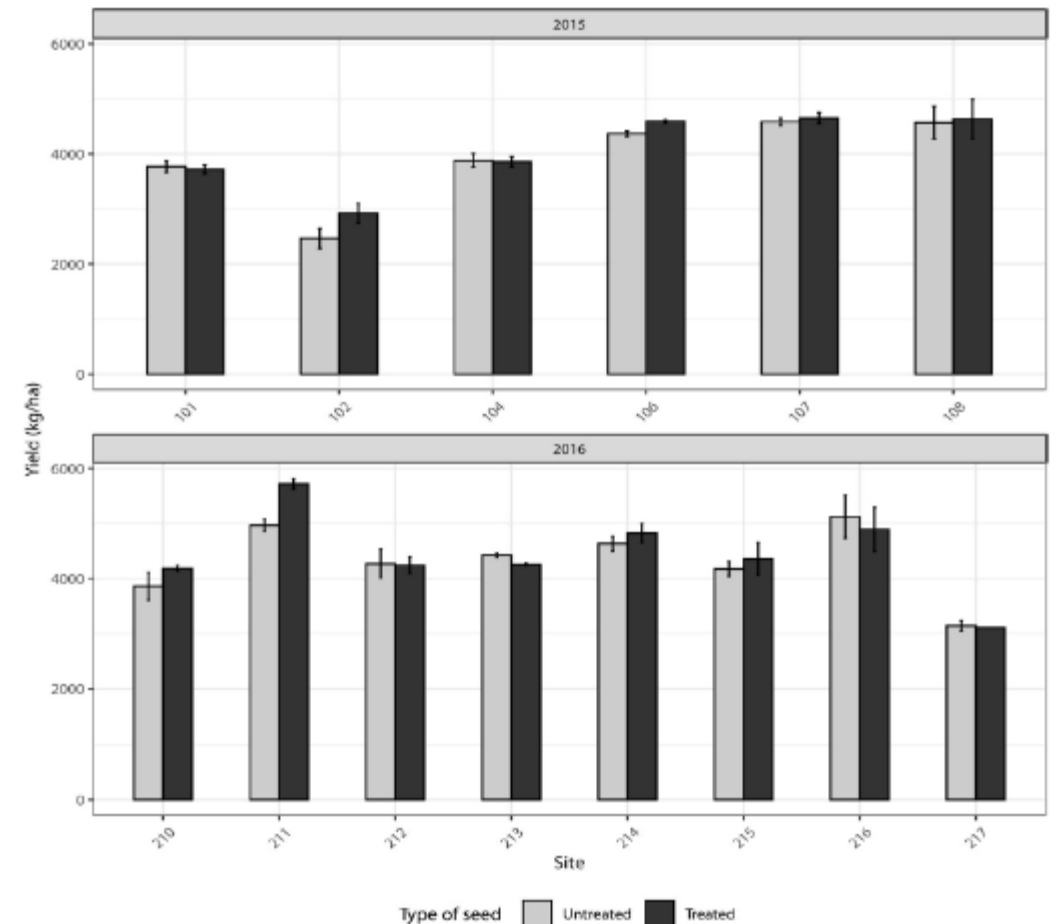
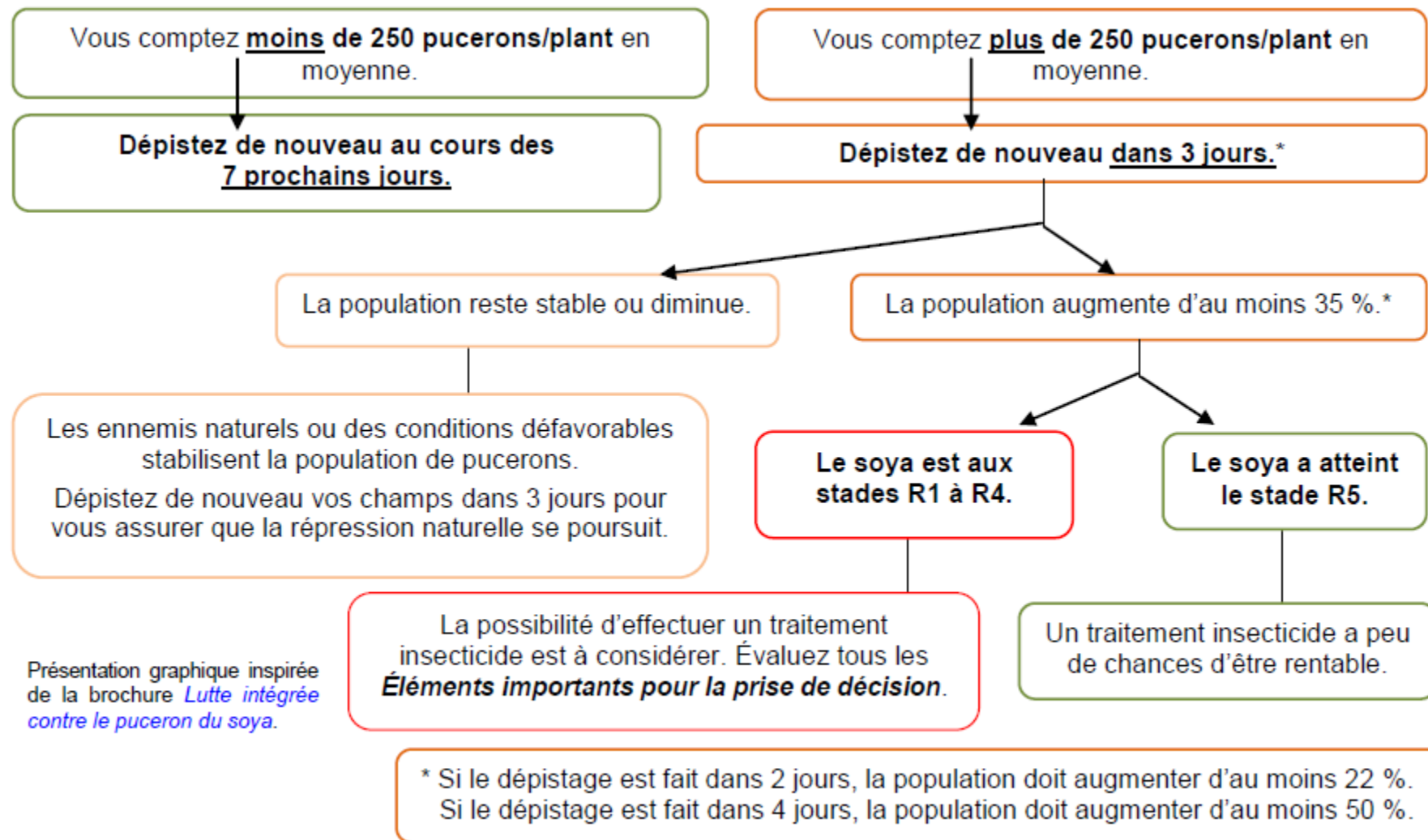


Fig 6. Mean yield (kg/ha) (1SE) in 15 commercial soybean fields in the province of Quebec, Canada with neonicotinoid seed treatments or without (control strips) in 2015 (A) and 2016 (B).

Impacts du puceron du soya sur le rendement

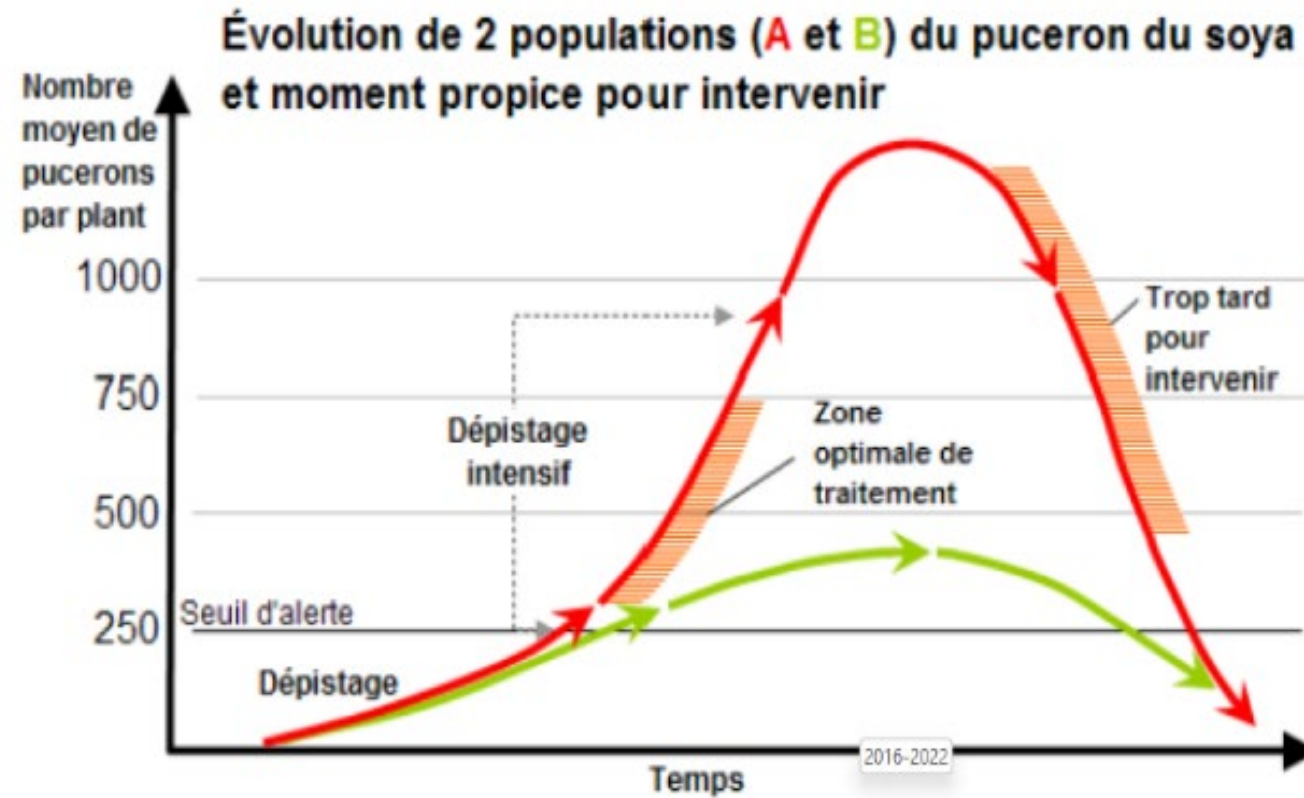
- Dommages
 - ↓ de croissance du plant
 - ↓ nombre de gousses et de grains
 - Transmission de virus possible
 - Au Québec : dans le haricot en 2007 et courges, poivrons, haricots en 2022
- Pertes de rendement
 - ↓ de 6,88 % pour chaque 10 000 pucerons/jours cumulatifs (Ragsdale et al. 2011)
- Seuil d'alerte : 250 pucerons/plant
- Seuil économique d'intervention = ~ 600 à 750 pucerons/plant

Comment déterminer le meilleur moment d'intervention?



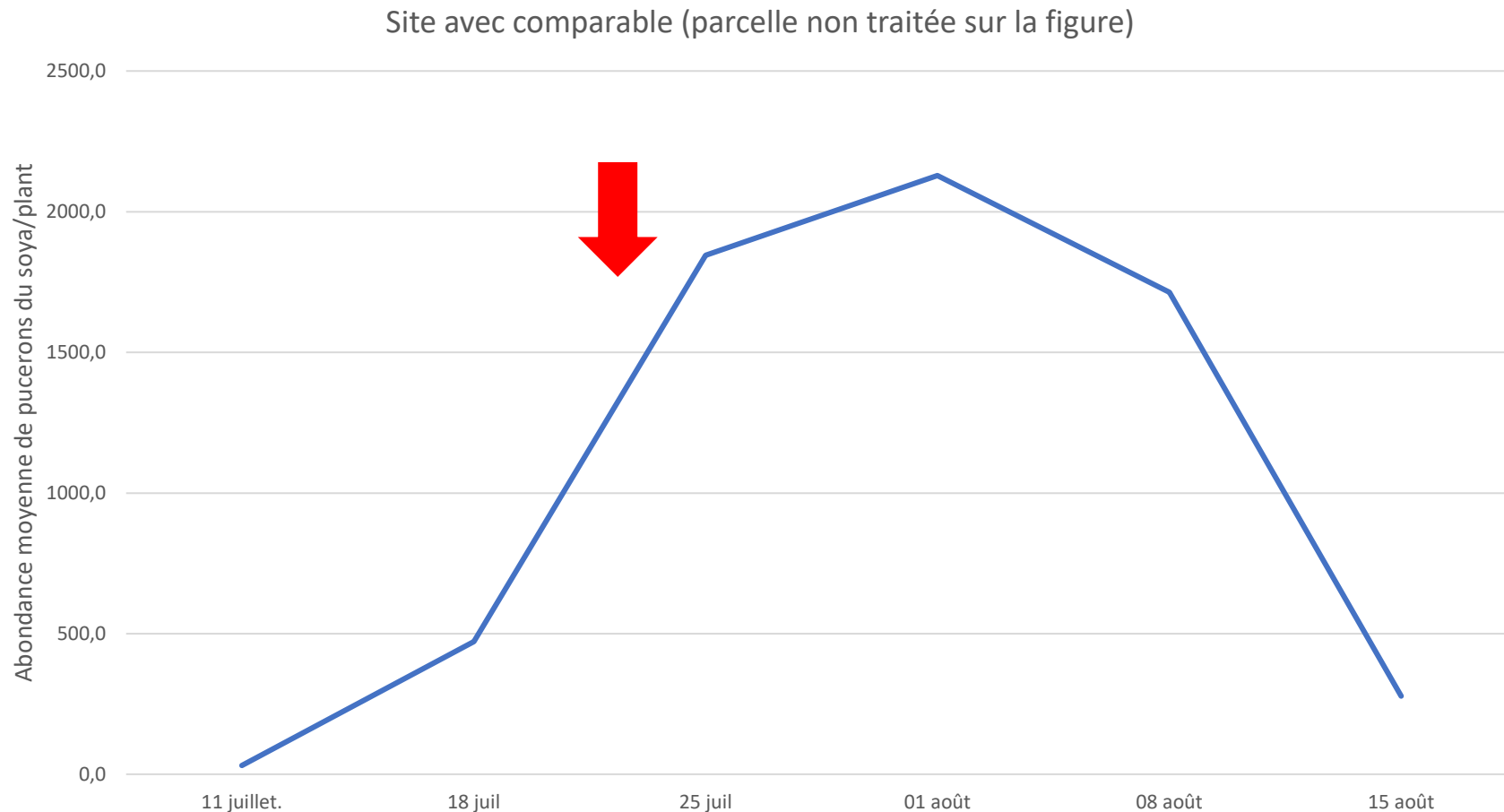
Présentation graphique inspirée de la brochure *Lutte intégrée contre le puceron du soya*.

Comment
déterminer le
meilleur
moment
d'intervention?



Source : RAP Grandes cultures, Stratégie d'intervention recommandée au Québec contre le puceron du soya

Essai avec comparable : avec et sans insecticide foliaire



1 site d'essai en 2022

- Elgin
- Soya IP affecté par fonte du semis (**stress**)

Traitement insecticide

- 23 juillet
- Labamba (Lambda-cyhalothrine)
83 ml/ha

Gain de rendement

- ✓ 220 kg/ha de gain

Retour sur investissement

- ✓ 110,50 \$/ha

Prix soya : 730 \$/t

Coût total du traitement : 50,10 \$/ha

Comprendre pour mieux intervenir

- Résurgence de fortes infestations du puceron du soya
 - Résistance aux pyréthroides aux États-unis → Migration plus importante
 - Réduction des ennemis naturels par l'utilisation accrue de pesticides
 - Superficies plus importantes en soya → ↑ pucerons et ↓ ennemis naturels
- **Méthodes préventives** de lutte contre le puceron du soya
 - Semer tôt (pour éviter des populations importantes aux premiers stades)
 - Diversification des cultures sur la ferme
 - Cultures intercalaires, bandes alternées, haies brise-vent et bandes riveraines
 - Diversifier le paysage (< 35 % de soya sur 1,5 km diamètre)
 - cultures différentes
 - intercaler les champs pour éviter des *mers* de soya

Puceron du soya – effets des cultures de couvertures et intercalaires

- Méta-analyse de l'effet des cultures de couverture (Carmona et al. 2021)
 - Abondance du PS 2,8-7,6x + dans soya sans culture de couverture de seigle (5/6 sites) (Koch et al. 2015; Koch et al. 2012)
 - Luzerne = + grande abondance d'ennemis naturels et meilleur contrôle du PS (Schmidt et al. 2007)
 - Globalement (tous ravageurs confondus) = pas d'impact – sur les cultures (contrôle biologique égal ou plus efficace)

Comprendre pour mieux intervenir

- Utilisation d'insecticide
 - Le moins possible pour **éviter le développement de résistance**
 - Lorsque la population de pucerons est dans la phase exponentielle de croissance
 - Soya aux stades vulnérables (jusqu'à R5)
 - Qu'il y a absence d'ennemis naturels (prédateurs, parasitoïdes ou champignons)
 - Les conditions météorologiques s'annoncent optimales pour le puceron
 - [Outil Excel](#) pour calculer le gain net de rendement estimé ou Aphid Advisor (ne tient pas compte des champignons entomopathogènes)
 - **Rotation** des matières actives
 - Risques de résurgence des populations si traité tôt en saison

À quoi s'attendre en 2023?

- Potentiel d'hibernation?
 - températures très froides début février 2023 ($-40^{\circ}\text{C} < -34^{\circ}\text{C}$ pour survie oeufs)
- Ennemis naturels très abondants en fin de saison
 - historiquement réduisait l'abondance du puceron → Année suivante faible
- Populations résistantes aux insecticides aux États-Unis, au Canada et au Québec?
 - Traitement de semence insecticide n'a aucun effet sur les populations, ni sur le potentiel de transmission de virus en culture horticole
 - Suivez les avertissements du RAP en 2023 et allez dépister!

Remerciements

- Brigitte Duval et Stéphanie Mathieu, agronomes, MAPAQ
- Tous les participants au réseau de surveillance du puceron du soya du RAP grandes cultures :
 - ✓ Conseillers (MAPAQ, CCAE, privé)
 - ✓ Chercheurs (CÉROM)
 - ✓ Producteurs
 - ✓ Étudiants

Québec 



Réseau d'avertissements phytosanitaires

Abonnement ***gratuit***



www.mapaq.gouv.qc.ca/rap



[RAP Grandes cultures](#)

