

L'intégration des cultures de couverture et de la diversité paysagère pour une lutte intégrée plus efficace

Par Geneviève Labrie

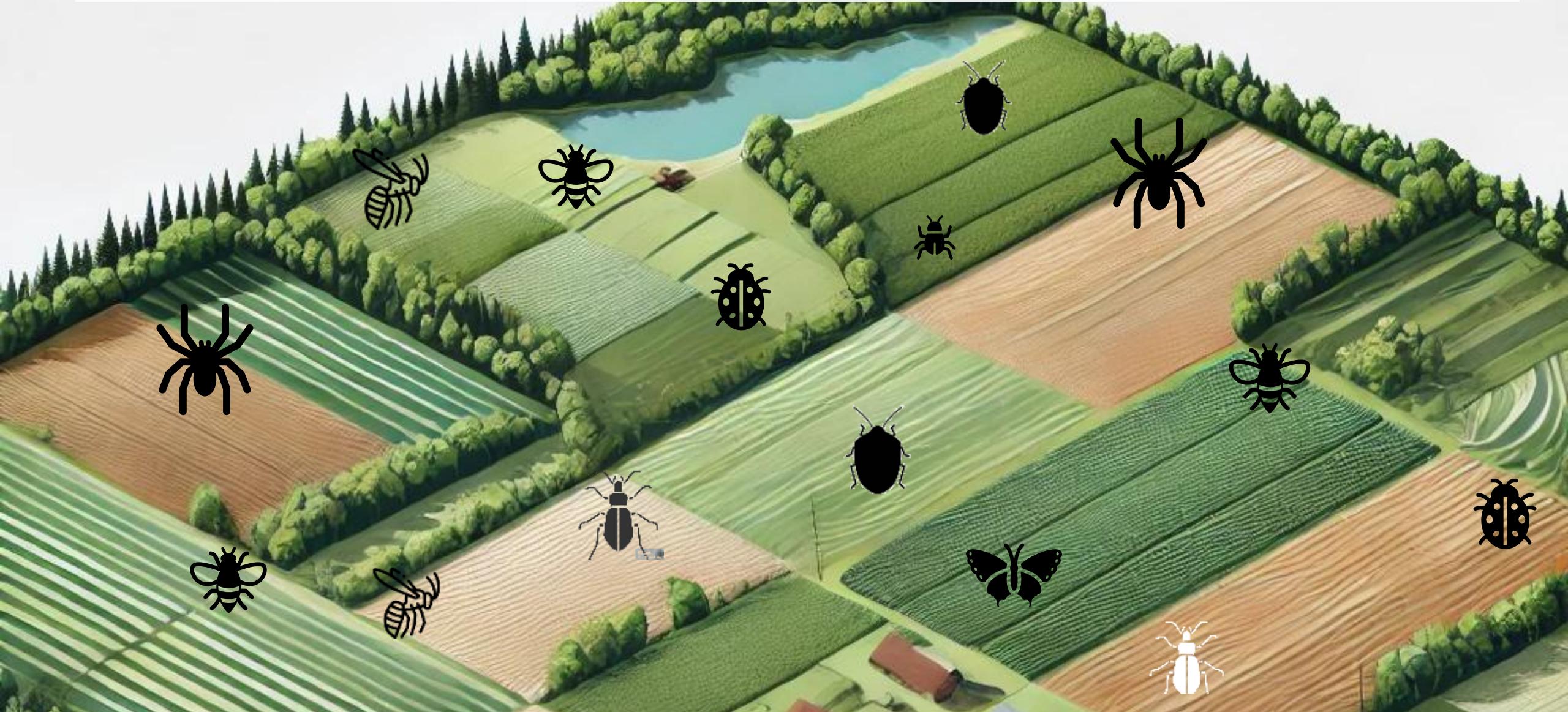
Ph. D. Biologiste-entomologiste

Plan de la conférence

- Biodiversité fonctionnelle et paysage
- Biologie 101 des insectes: Pourquoi réagissent-ils autant au paysage?
- Cultures de couverture et LI
- Bordures de champ et LI
- Diversité à plus large échelle et LI
- Par où commencer?



La biodiversité **fonctionnelle** en milieu agricole



= tous les organismes qui vont avoir un impact ++ sur la production agricole

La lutte intégrée à diverses échelles



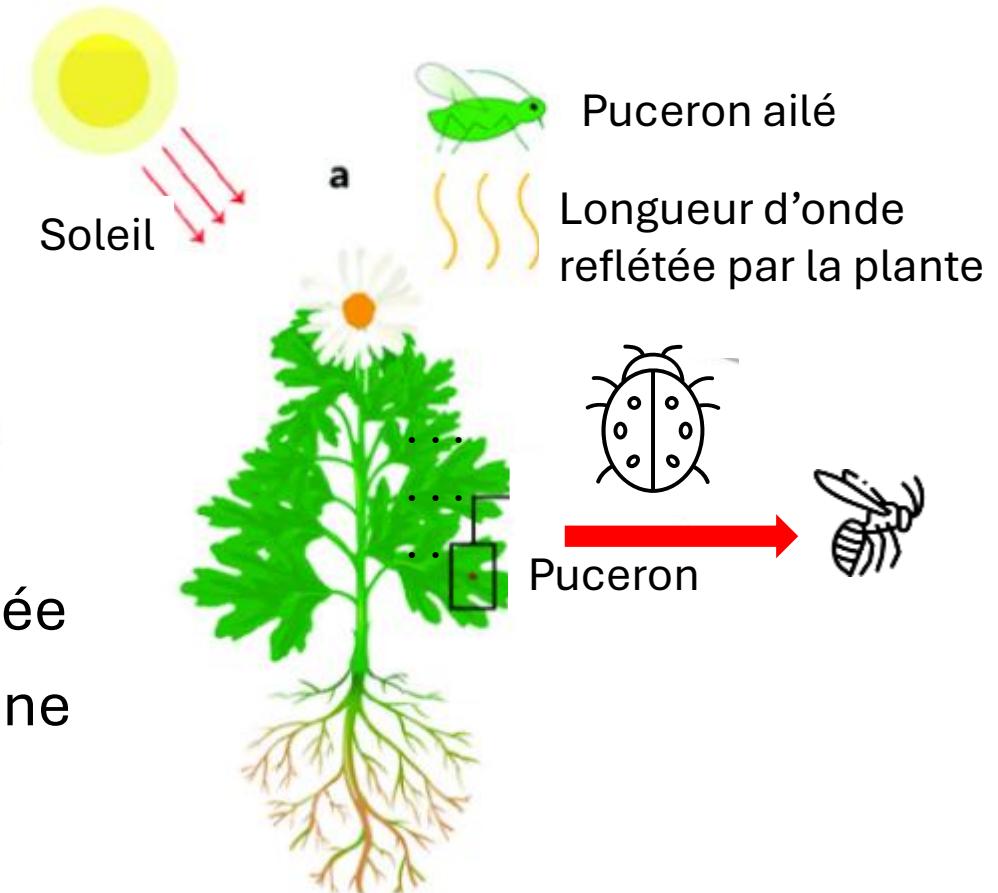


Pourquoi les insectes sont-ils affectés par le paysage?

Choix de la plante ou de la proie chez les insectes

Insecte ravageur:

- Visuel
 - Ex. pucerons: selon les longueurs d'ondes émises par la plante au soleil (jaune vert privilégié)
 - Par récepteurs chimiques



Prédateur et parasitoïde:

- 1) Visuel: couleur de la plante différente si stressée
- 2) Odeur de proies et/ou de plante stressée par une proie (récepteurs chimiques)
 - Premiers répondants = parasitoïdes
 - Prédateurs quand +++ proies

Pollen et nectar pour tous!

- +++ prédateurs adultes se nourrissent de pollen (ex. coccinelles)
- Guêpes parasitoïdes adultes ont besoin de nectar et pollen



G. Labrie

Diversité à l'intérieur du champ

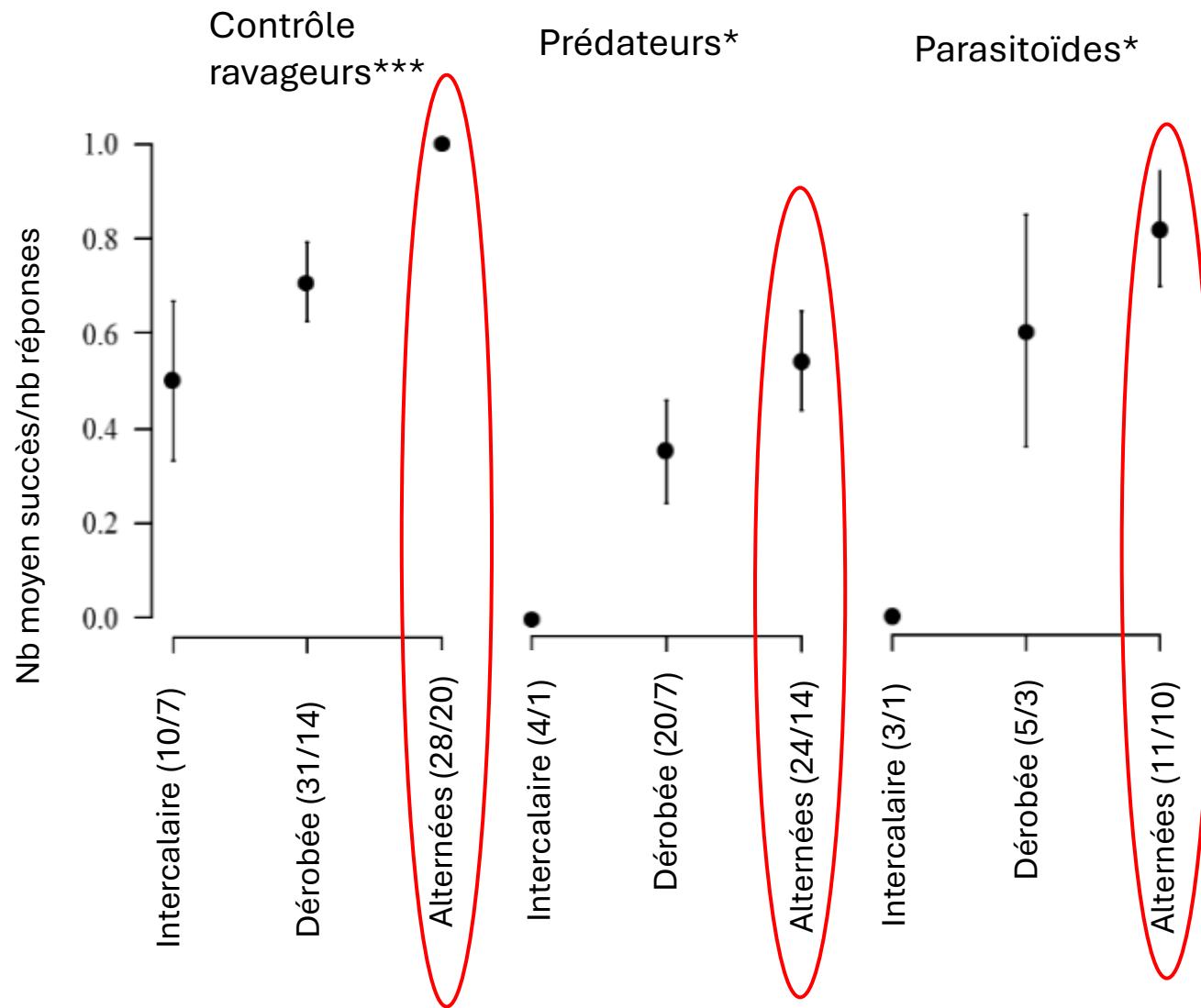
- Rotation des cultures
- Variétés différentes
- Cultures trappes
- Cultures répulsives
- Cultures de couverture (bandes alternées, intercalaires, à la volée, en dérobée)
- Cultures allélopathiques (létales)



Méta-analyse de 50 études sur les CC dans le blé

- 4 types de cultures de couverture évaluées
 - En bandes alternées (*strip cropping*)
 - Intercalaires (*intercropping*)
 - A la volée (*mixed intercropping*)
 - En dérobée (*relay intercropping*)
- Impact sur la réduction des ravageurs, abondance des prédateurs et parasitoïdes, dommages aux cultures et rendement du blé

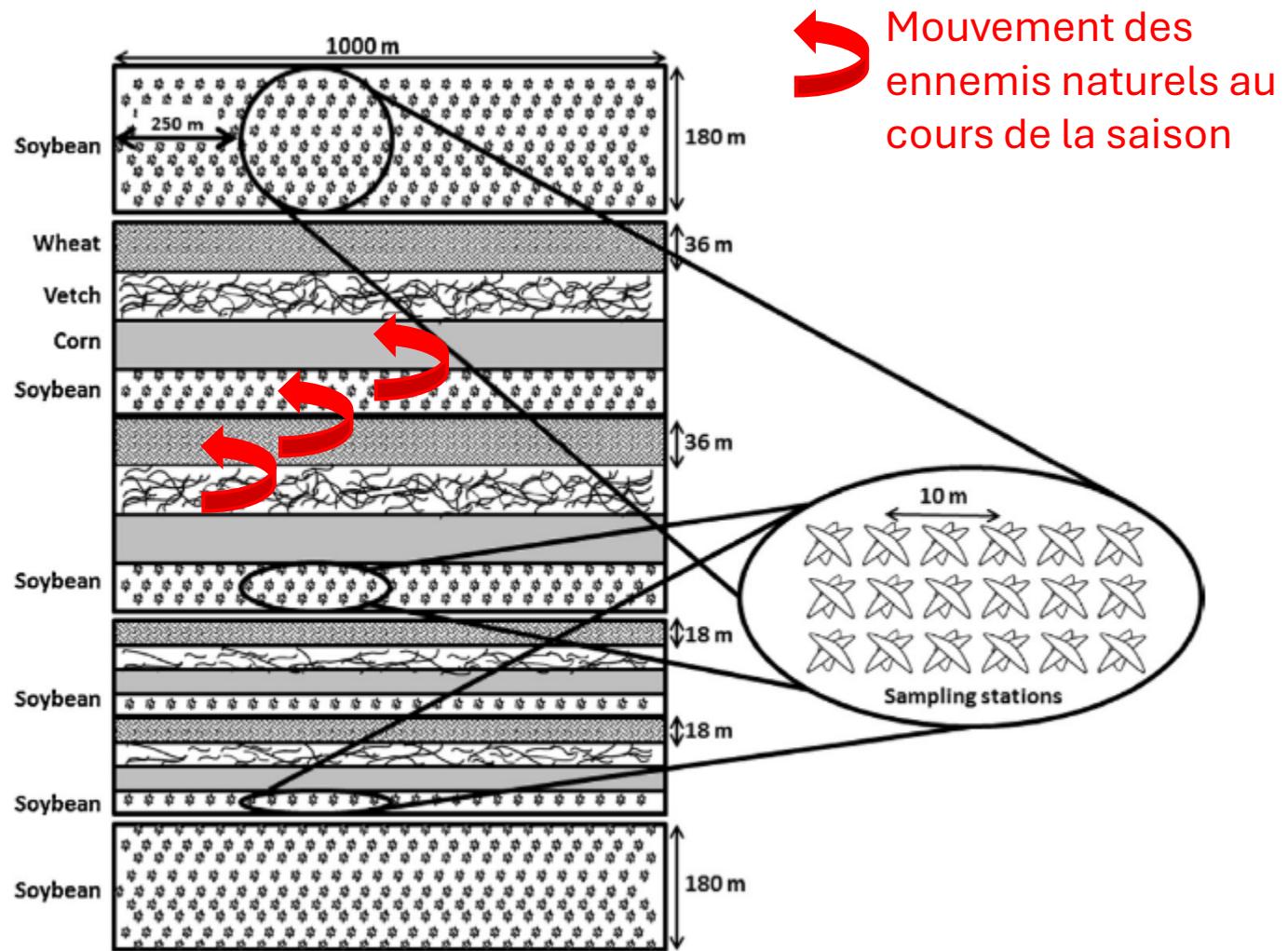
Méta-analyse de 50 études sur les CC dans le blé



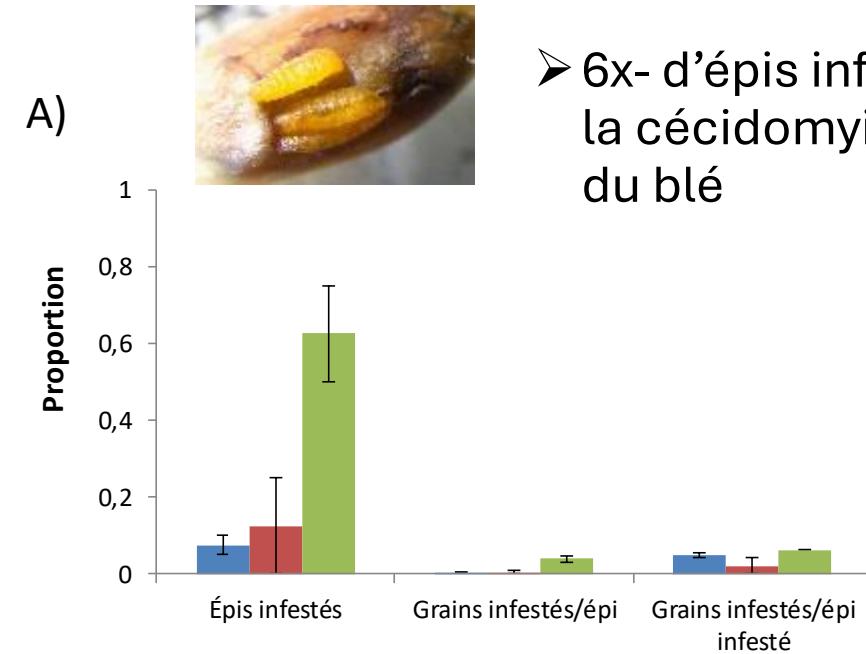
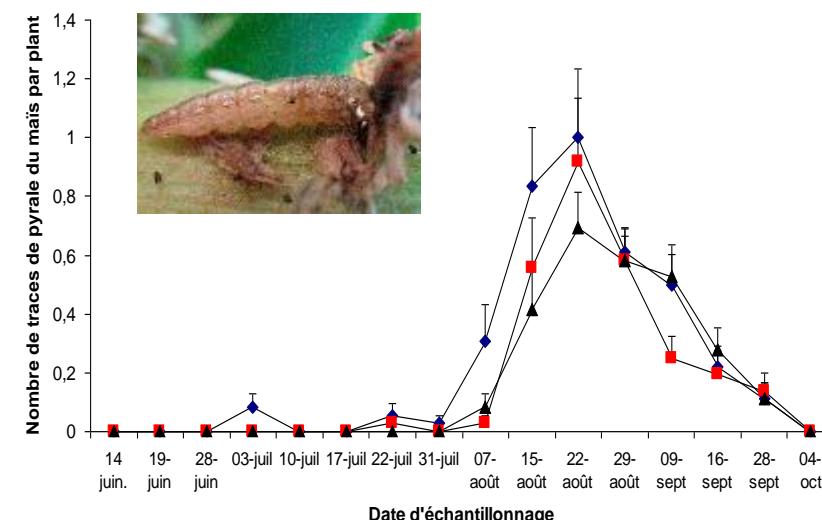
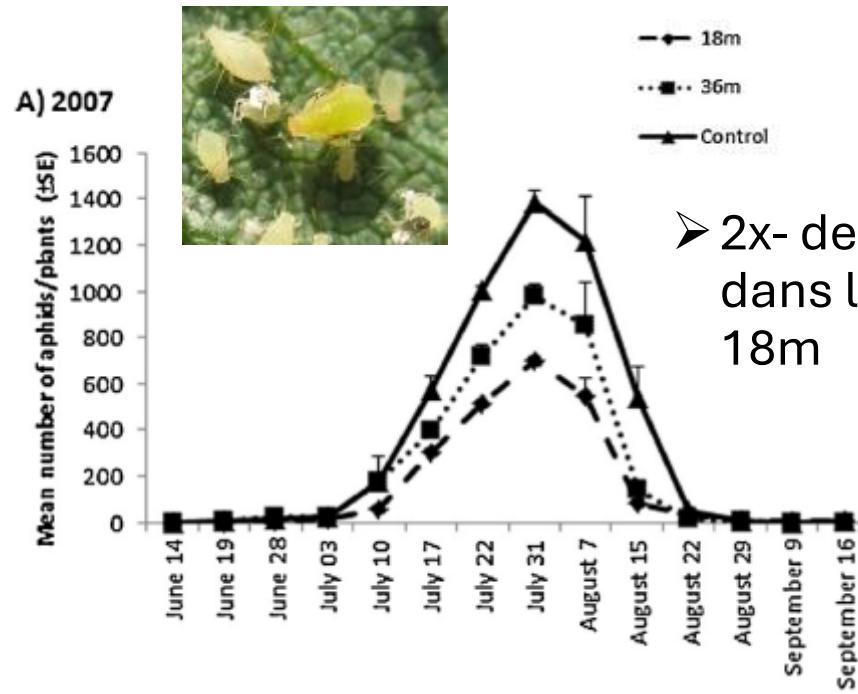
Meilleure stratégie = Bandes alternées:

- ++ prédateurs (24/14 études +)
 - +++ parasitoïdes (11/10 études)
 - Meilleur contrôle des ravageurs du blé (28/20 avec réponse +)
- Globalement: meilleur rendement si ++ prédateurs

Bandes alternées de blé-maïs-soya au Québec



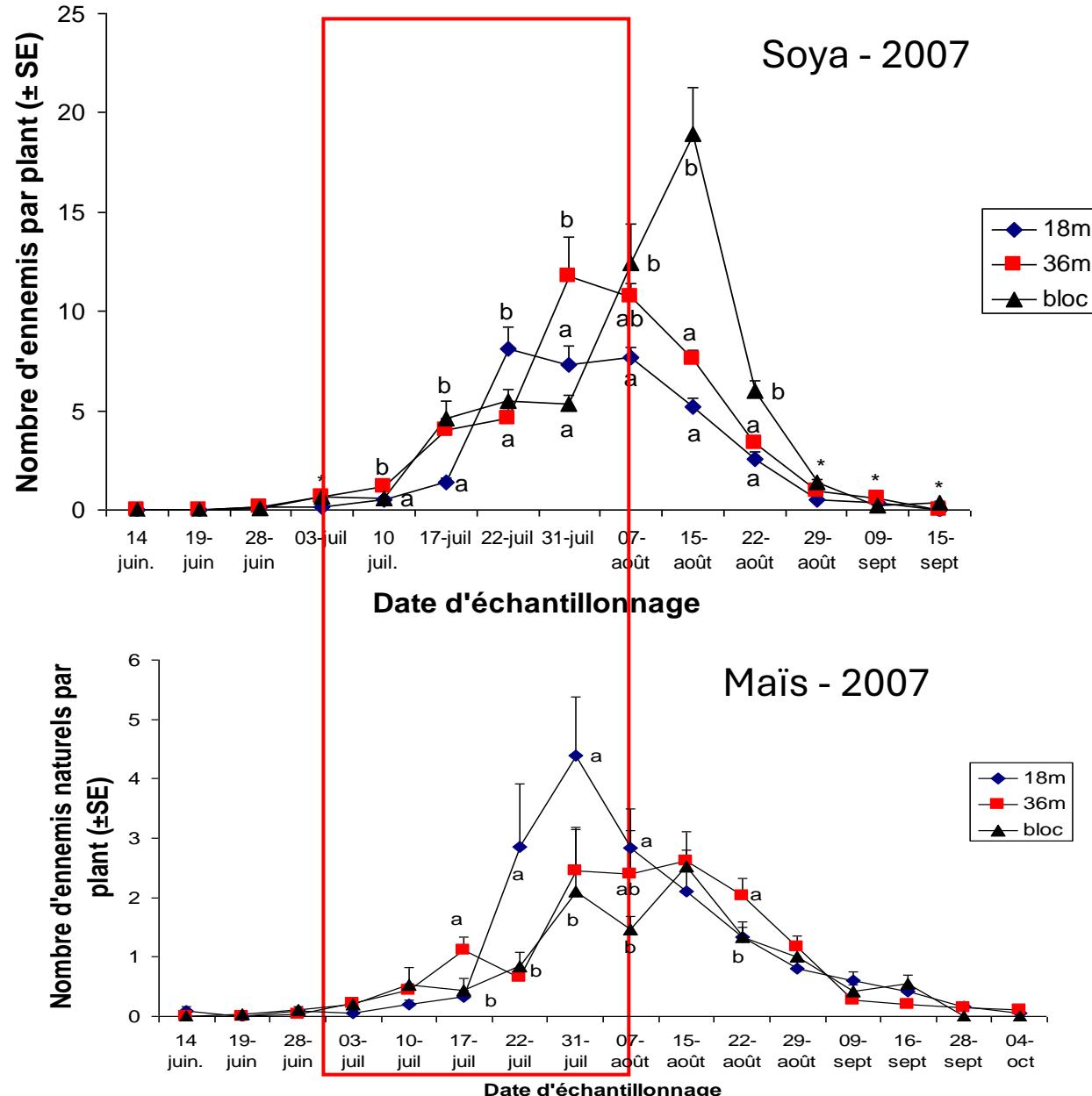
Bandes alternées de blé-maïs-soya au Québec



➤ 6x- d'épis infestés par la cécidomyie orangée du blé

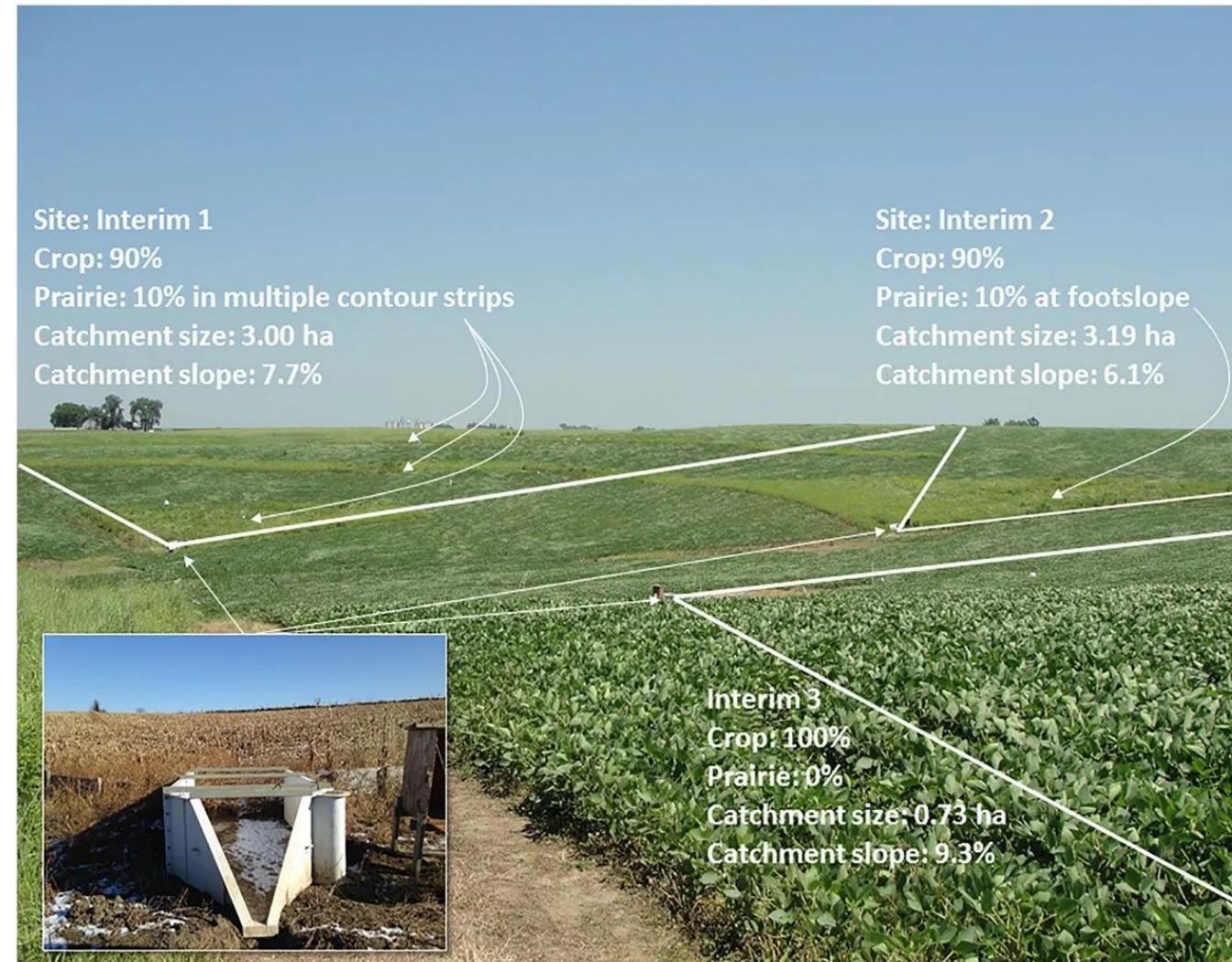
➤ Pas d'effet sur la pyrale du maïs

Bandes alternées de blé-maïs-soya au Québec



- Arrivée + tôt des ennemis naturels dans les bandes que dans les grands blocs de culture (au pic des ravageurs)
- Parasitisme et ratio prédateur/proie + élevé dans les bandes 2 années/4
- Meilleur rendement des bandes de soya 2/4 années

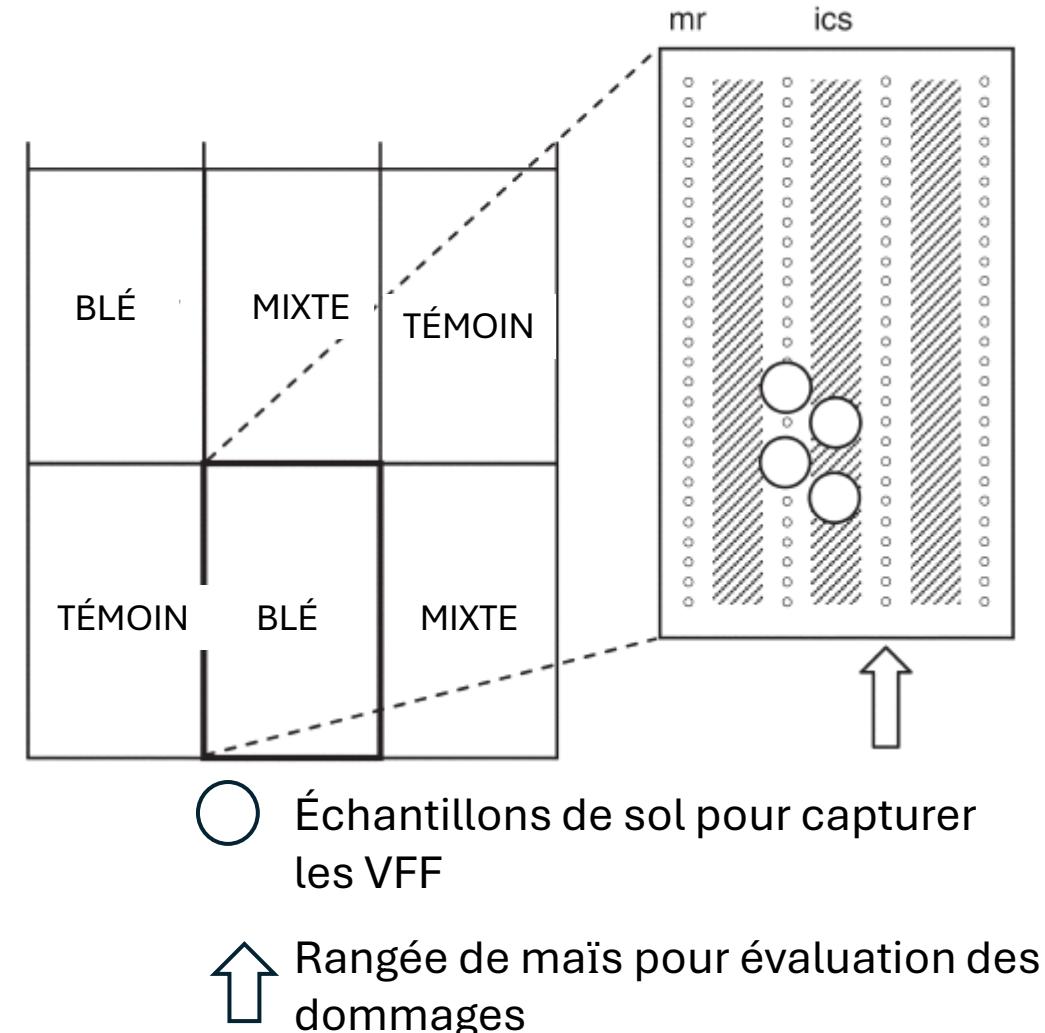
Projet STRIPS aux É-U: Bandes alternées de prairies et grandes cultures



- 2,6 x + d'espèces d'insectes
- 3,5x + de polliniseurs
- 2,1x + d'espèces d'oiseaux
- 37% de ↓ sédiments dans l'eau
- Rétention 20x+ de sol
- Rétention de 4,3x + de phosphore
- Rendements ↓ équivalent de superficie utilisée en prairies

Cultures intercalaires et lutte intégrée

- Diversifier l'entre-rang pour réduire les dommages à la culture principale
- Étude dans le maïs grain sur l'impact des intercalaires sur les VFF (Staudacher et al. 2013)
- 3 types d'intercalaires:
 - Aucun
 - Blé seul
 - 6 cultures (blé, lupin, moutarde blanche, sarrasin, raygrass, haricot d'Espagne)
- intercalaires semés le même jour que le maïs



Cultures intercalaires et lutte intégrée

KARIN STAUDACHER ET AL.

Ecological
v

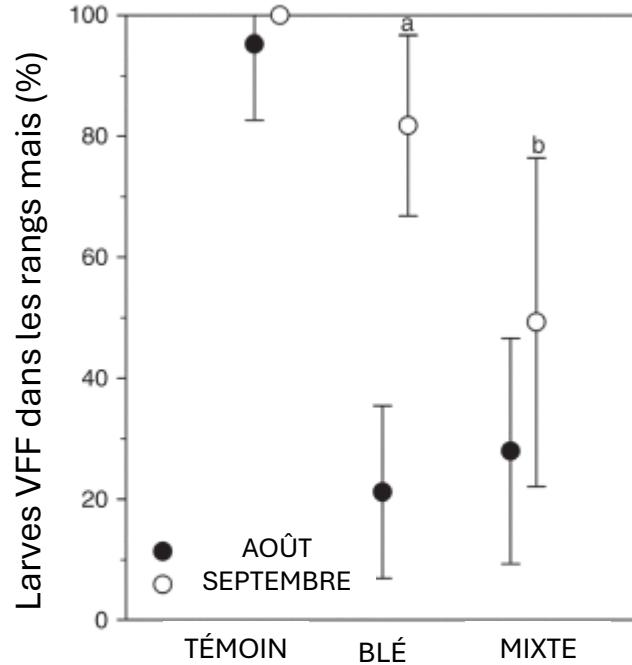
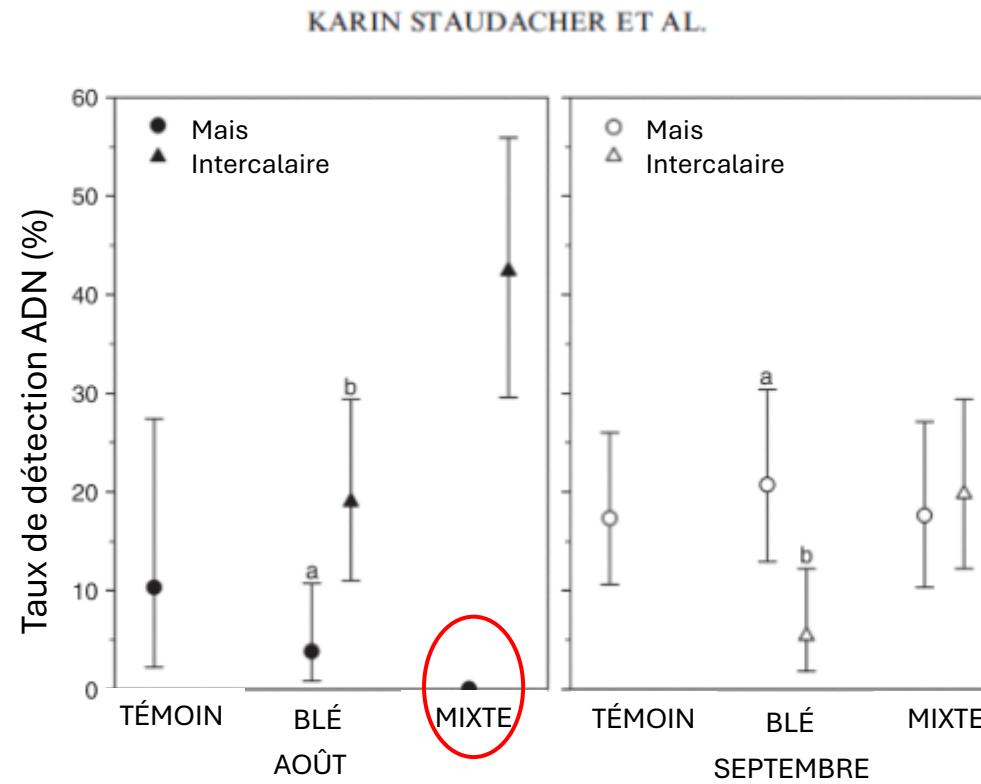


FIG. 2. Percentage (mean \pm SD) of *Agriotes* larvae collected in maize rows in the three different cropping treatments in August and September 2009. Different letters above error bars indicate significantly different percentages between WHEAT and MIX treatments at $P = 0.007$.

➤ Très peu de VFF dans les rangs de maïs avec intercalaire mixte en août et septembre



- Pas de maïs consommé par les VFF dans l'intercalaire mixte en août
- Utilisation d'intercalaire de blé ou mixte ↓ de 38% et 55% les dommages au maïs.

Effets des cultures intercalaires

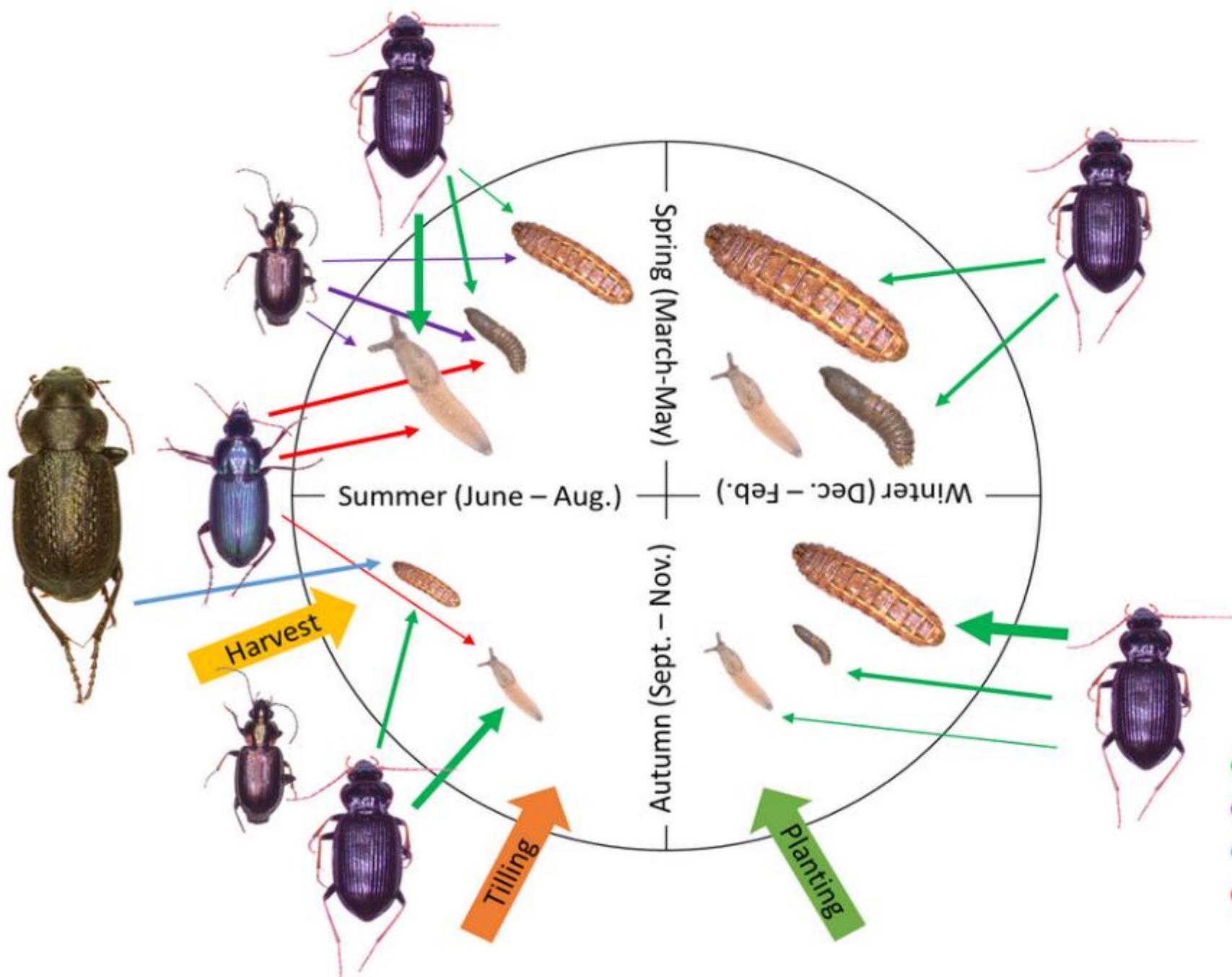
- 1) perturbe la recherche visuelle de l'insecte
- 2) perturbe la reconnaissance chimique du ravageur
- 3) attire une plus grande abondance et diversité d'ennemis naturels

Ex. **Trèfle** dans le maïs

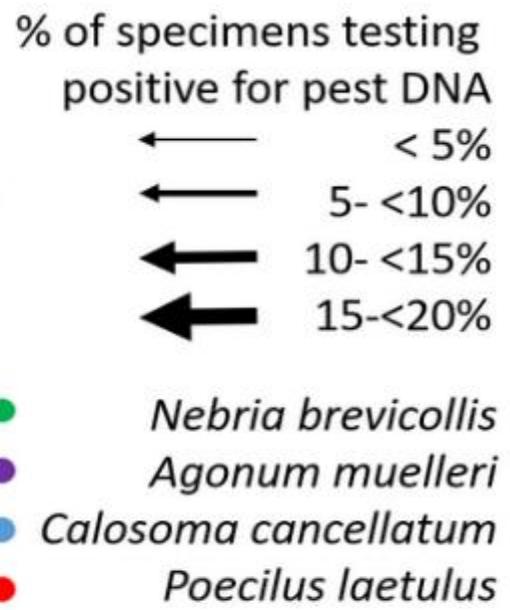
- Réduit les dommages par la chrysomèle des racines du maïs, la pyrale du maïs; très attractif pour les prédateurs et parasitoïdes.

Ex. **Raygrass**

- attire des pucerons (non ravageurs de la culture principale) → ++ coccinelles → migrent vers la culture principale
- Plus grande abondance et diversité de carabes si raygrass dans l'agroécosystème (Reich et al. 2020)



Culture en dérobée de raygrass l'automne apporte une plus grande quantité de carabes omnivores → ↓ **limaces**, vers gris, tipules, graines d'adventices



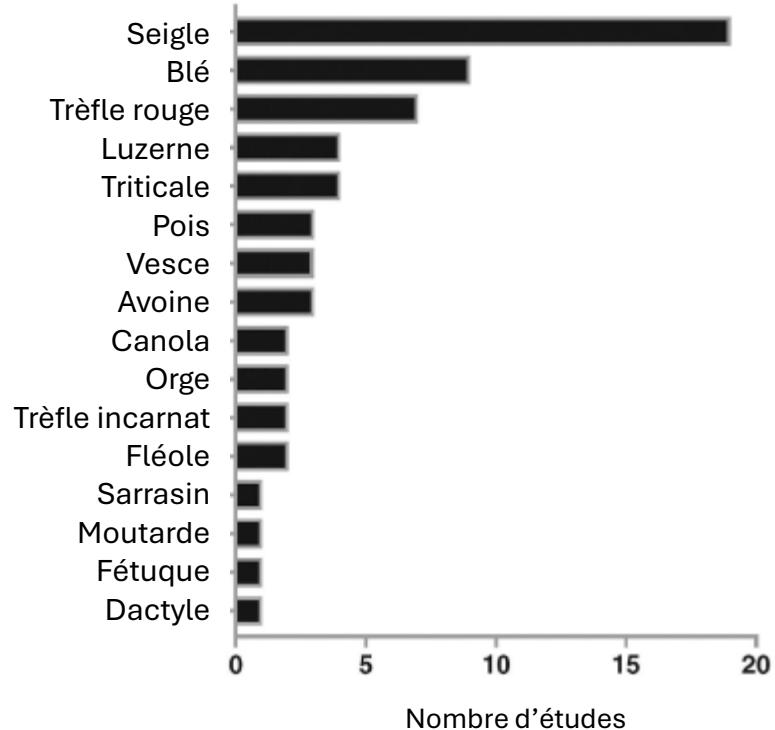
Cultures en dérobée et lutte intégrée

- Revue de 37 études sur les effets de la culture en dérobée avant un maïs, soya ou blé aux États-Unis (Carmona et al. 2021)

- ↑ des insectes bénéfiques (carabes, araignées, staphylins)
- ↓ chrysalides de papillons et de grillons

Seigle:

- ↓ puceron du soya
- ↓ chrysomèle des racines du maïs
- ↑ mouche des semis
- ↑ Ver-gris noir



si incorporé juste avant le semis

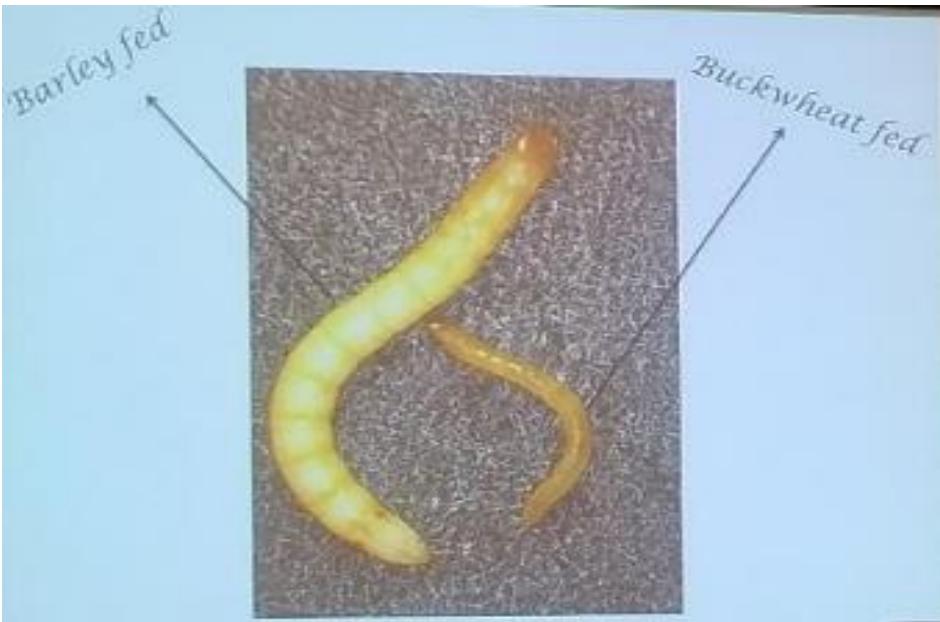
Cultures allélopathiques utilisées en CC – Exemple du sarrasin

Phénols et flavonoïdes dans les racines et la plante avec potentiel allélopathique et insecticide



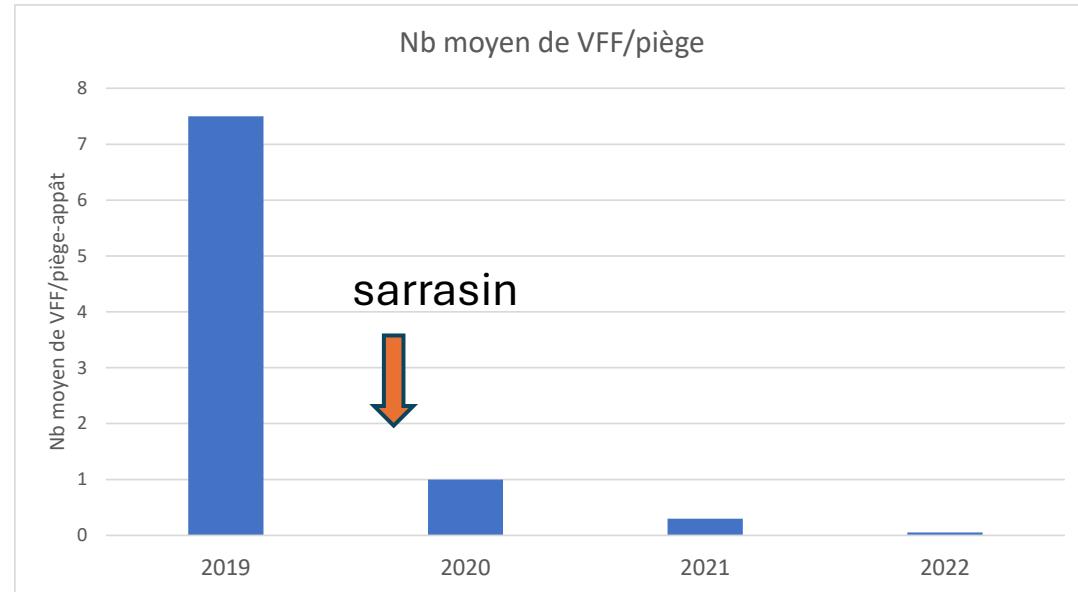
- Impacts reconnus depuis des centaines d'années
- Utilisé pour lutter contre les vivaces en couvert dense ou incorporés
- Extraits de feuilles de sarrasin en laboratoire inhibent la germination de l'anthracnose, moisissure grise, *Verticillium dahliae*.
- ↓ abondance des pucerons, mouches blanches, chrysomèle rayée du concombre (paillis ou intercalaire), des dommages de mouche de la carotte, dommages de VFF dans la pomme de terre, réduit l'abondance des larves de scarabée japonais, de la pyrale du maïs...
- Très attractif pour les polliniseurs, prédateurs et parasitoïdes

Cultures allélopathiques utilisées en CC – Exemple du sarrasin



C. Noronha, AAC IPE

➤ Effet *attract and kill* du sarrasin: VFF très attirés, mais meurent de faim (50 jours)



Site à Lanoraie avec 8 VFF/piège en 2019

- Diminution de 92% des VFF avec l'utilisation du sarrasin en 2020
- Aucun dommage de VFF observé en 2022 dans le maïs sucré
- 2x + de rendement du maïs qu'en 2019 et années précédentes

Projets au Québec – Sarrasin et VFF

- 1 essai automne/printemps terminé en 2024 (analyses en cours)
- 1 essai bandes de féverole/blé/sarrasin terminé en 2024 (pas de VFF en 2023 et 2024)
- 1 essai de sarrasin et moutarde brune en dérobée après un blé de printemps débuté en 2024 (Prime-Vert Volet 1.3)
- 1 essai de sarrasin et moutarde brune en intercalaire dans le maïs grain débuté en 2024



Résumé de l'impact des CC sur la lutte intégrée

- Bandes alternées
 - ↑ prédateurs et parasitoïdes, avec une réduction des dommages aux cultures
 - Meilleure synchronisation entre les pics de ravageurs et ennemis naturels
- Intercalaires
 - perturbe les ravageurs aériens visuellement et olfactivement
 - permet de réduire les dommages à la culture principale par les ravageurs de sol (avec un bon synchronisme)
- À la dérobée
 - Meilleure survie des prédateurs de sol – présence accrue au printemps et impact sur les ravageurs
 - Attention au moment de l'enfouissement des résidus (pour mouche des semis, ver gris-noir...)

Effet des bordures de champ sur la LI

- Sites d'alimentation (ressources alternatives)
- Sites de reproduction
- Sites d'hibernation (besoins spécifiques pour chaque espèce)
- Barrière physique (dispersion/protection du vent)
- Refuges durant les activités agricoles

Projet OBV Baie-Missisquoi 2013 - 2018

- 4 HBV et 1 site témoin suivi durant l'été 2013
- + de Carabes sur le site **témoin** (fin de saison – hibernation)

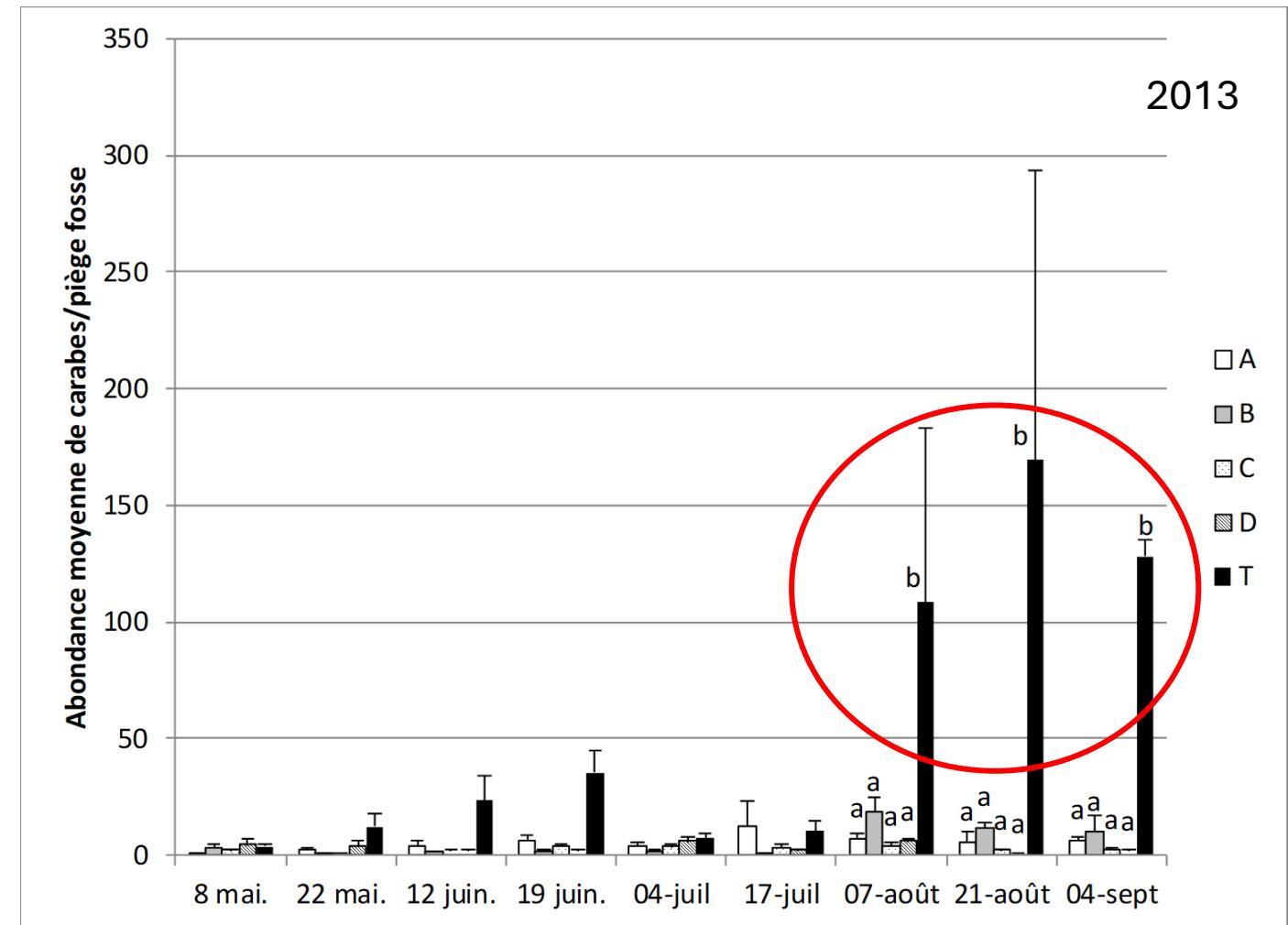
➤ Impact ++ des bandes enherbées



Carabe (*Harpalus rufipes*)



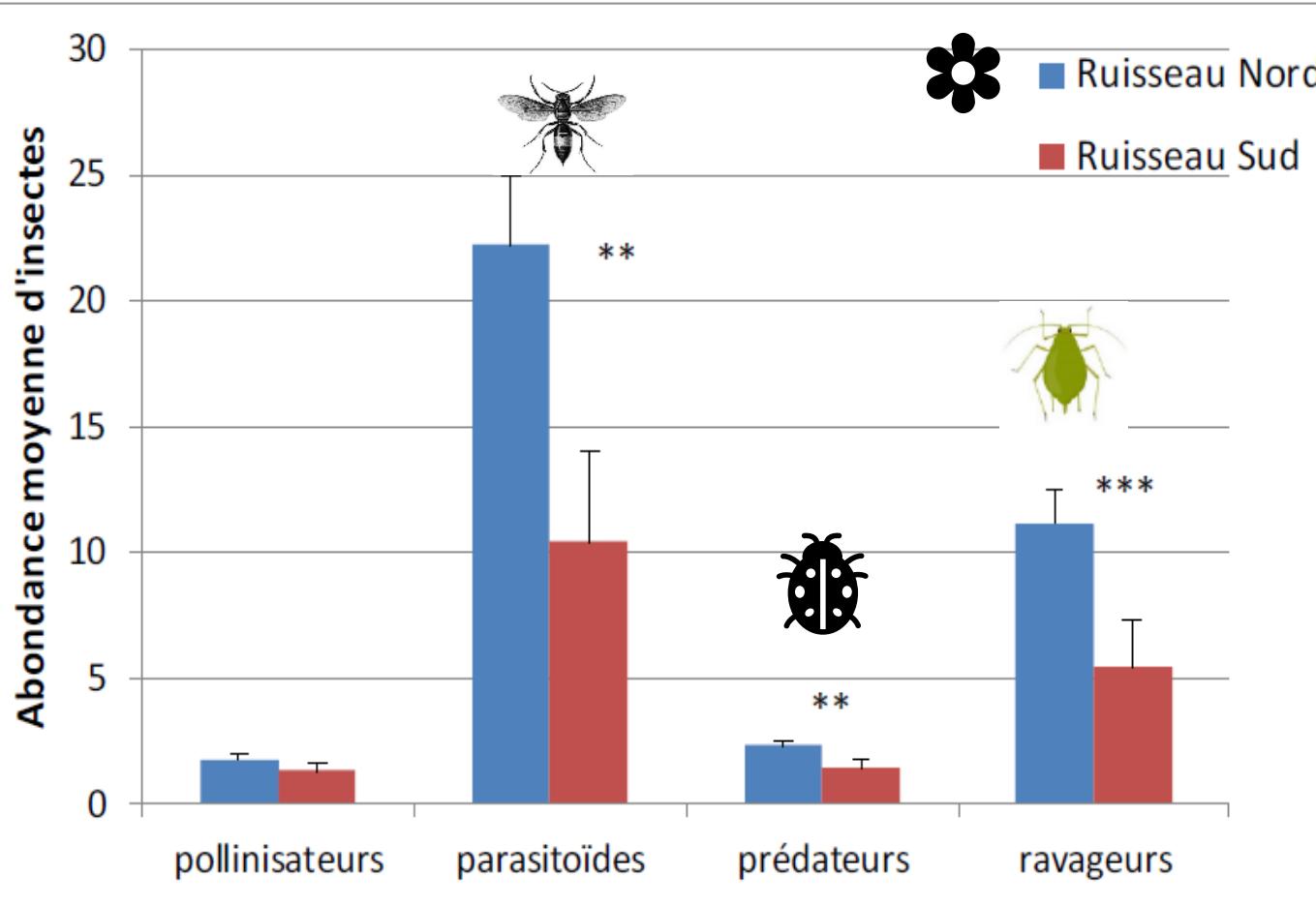
Pterostichus melanarius



A landscape photograph showing a field of tall green grass in the foreground. A rocky path or stream bed cuts through the grass. In the background, there are rolling green hills and mountains under a clear blue sky.

Bordures fleuries Projet
bassin-versant du
Ruisseau Brandy, 2015

Projet Bassin-versant du Ruisseau Brandy, 2015

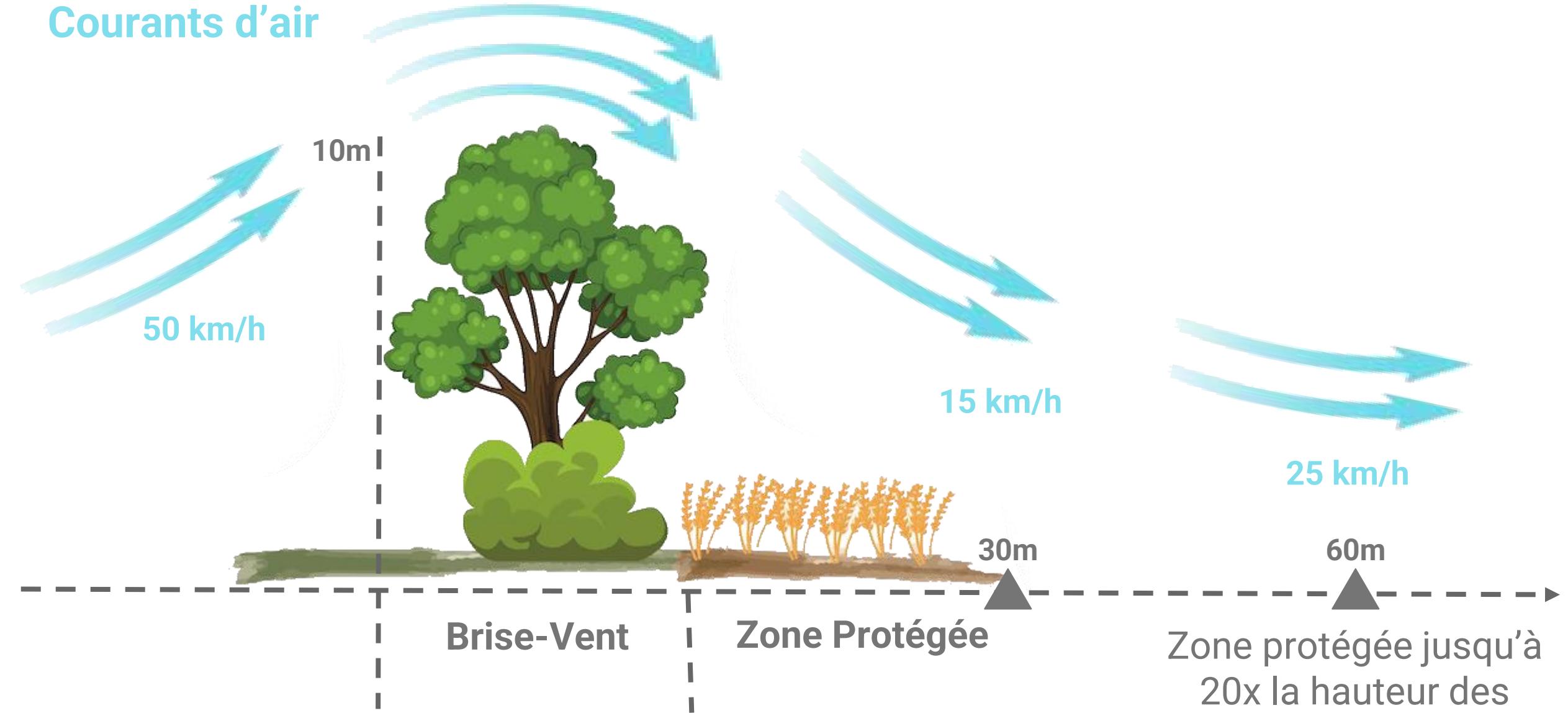


- 7958 arthropodes récoltés; 42% = insectes bénéfiques
- Abondance Ruisseau Nord > Ruisseau Sud
- + de ravageurs dans la BR fleurie
- Guêpes parasitoïdes et prédateurs beaucoup plus importants dans la BR fleurie.



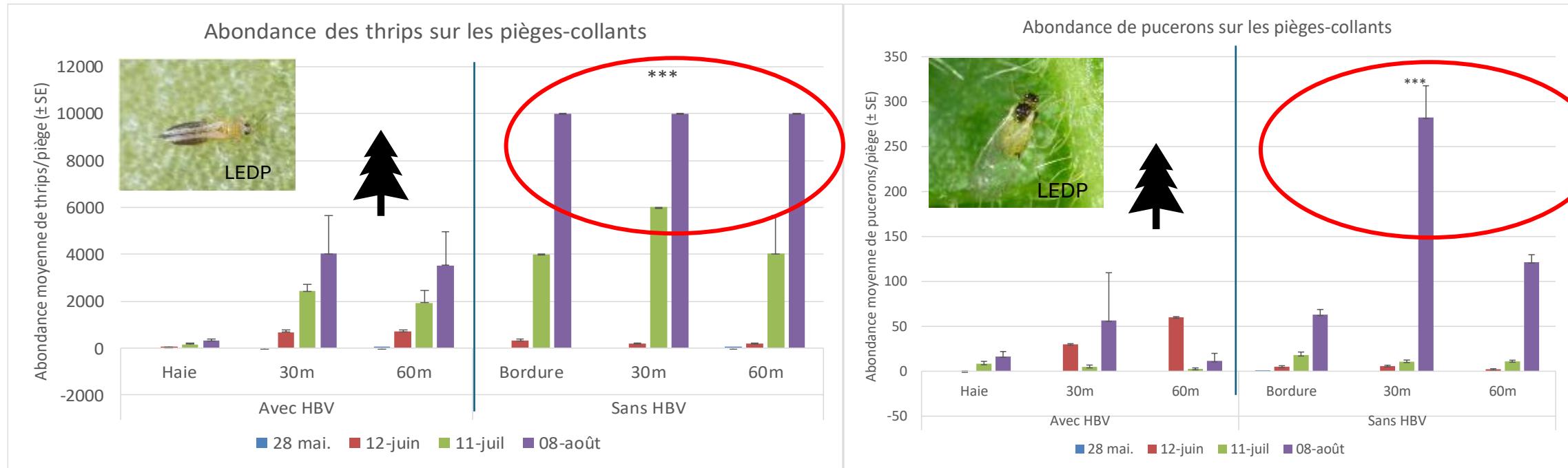
Les haies brise-vent – Projet HBV
Brome-Missisquoi
2013-2018

Courants d'air



Résultats en 2018 – Sites BV Missisquoi

HBV - 2018



- Thrips et pucerons site témoin > HBV

➤ Haie agit comme barrière

Résumé de l'effet des bordures sur la LI

- Bandes enherbées = ++ carabes et araignées et meilleur contrôle des limaces, escargots, chenilles... et graines d'adventices
- Bordures fleuries (aménagées ou regénérées) = ++ parasitoïdes, prédateurs et pollinisateurs
- Haies brise-vent: barrière contre les ravageurs (volants passifs), ++ parasitoïdes, sites d'hibernation et refuges insectes bénéfiques
- 200 à 400 m de bordure/ha = pollinisation et lutte intégrée optimale (Martin et al. 2019)

Effet du paysage agricole sur la lutte intégrée



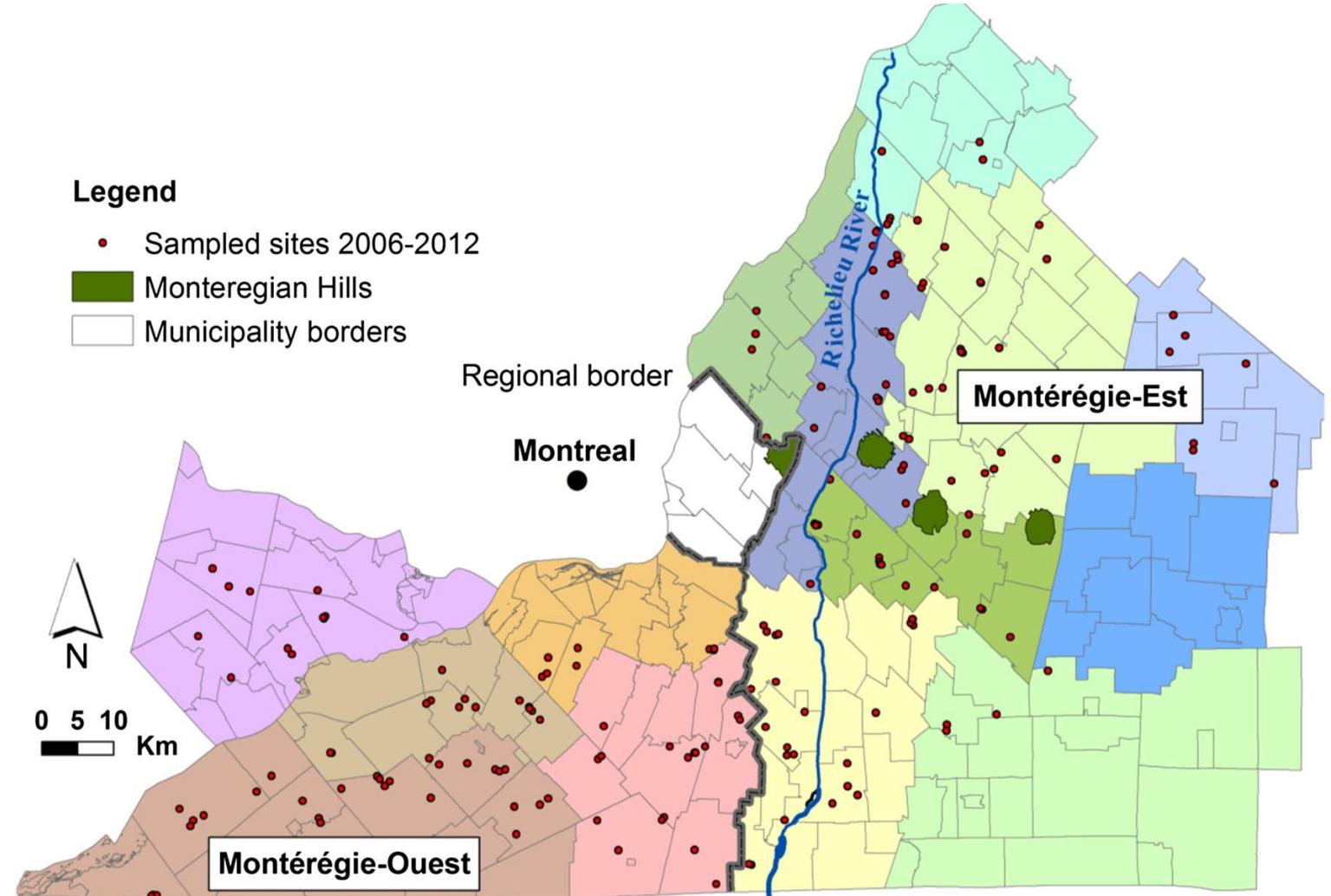
Effets du paysage sur les EN et la lutte intégrée

- Composition
 - % de cultures, forêts, cours d'eau, bordures, routes...
- Configuration
 - Taille et forme des champs, Fragmentation Connectivité ...
- Ex: Fragmentation de l'habitat: parcelles de forêts isolées:
 - ↓ 68% de la richesse des parasitoïdes, mais seulement de 21% les ravageurs associés (Schuepp et al. 2011)



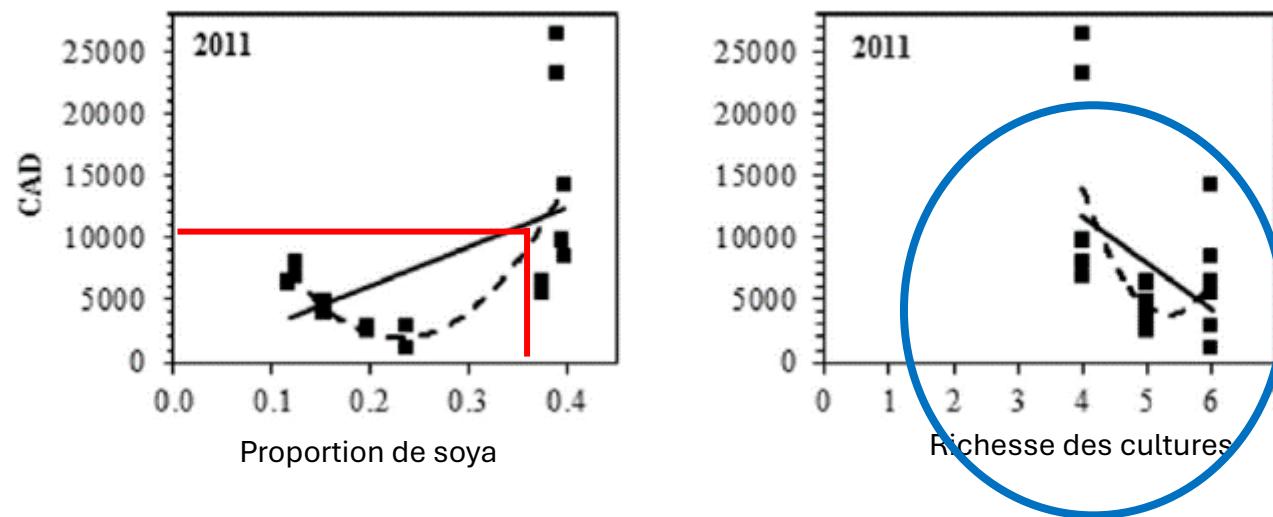
Étude de l'impact de la diversité du paysage agricole sur le puceron du soya au Québec

Maisonhaute et al. 2017.
Biological Control, 106: 64-76



Puceron du soya et diversité du paysage agricole

- ~ **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



- Importance des boisés pour les ennemis naturels (hibernation)

Récapitulatif - Exemple du puceron du soya

- Culture de couverture – dérobée, intercalaire ou en bandes
 - Perturbe l'atterrissage du puceron en début de saison
- Bordures fleuries: pollen pour coccinelles et parasitoïdes
 - Permet leur présence en début et tout au long de la saison pour une réponse rapide
- Haie brise-vent: protection contre dispersion du ravageur et sites d'hibernation
 - Permet d'empêcher la colonisation du champ lors de fortes infestations en milieu d'été
- Éloigner les champs de soya et diversifier les cultures
 - < 35% de soya dans un rayon de 1,5 km et + de 4 cultures pour optimiser la LI contre le puceron du soya

Par où commencer?

- Définir l'objectif de lutte intégrée
- Au minimum:
- Laisser des bordures enherbées non entretenues une bonne partie de l'été
 - **10 aine de m² en bordure d'un champ** suffisant pour abriter les carabes et araignées
- Laisser des îlots de fleurs tout au long de l'été
 - **1m² de fleurs à chaque 100-150m** suffisant pour les espèces bénéfiques
- Planter des arbres sur les bords de champs sous le vent, les plus susceptibles aux infestations de ravageurs
- Cultures de couverture selon le ravageur cible
- Penser ses rotations pour diversifier les cultures dans le paysage (discuter avec les voisins)

Conclusion

- Diversifier sa ferme à toutes les échelles, spatiale et temporelle, est bénéfique:
 - Perturber et réduire les ravageurs (visuel et olfactif)
 - Empêcher les ravageurs de se déplacer entre les champs
 - Attirer et retenir les ennemis naturels (ressources alternatives, refuges, sites d'hibernation)
- Important de bien cibler le ou les ravageurs que vous voulez gérer
- Faites des essais!

Remerciements

- **Tous les producteurs impliqués dans les projets**
- **Agronomes du MAPAQ impliqués**
- **Charles Lussier, AGL Agfor**
- **Jennifer de Almeida**
- **Julie-Éléonore Maisonhaute**
- **Club conseil Gestrie-Sol, Yamasol, Durasol**
- **OBV Baie-Missisquoi, OBV Yamaska**
- **UQAM**
- **CÉROM**
- **CRAM**
- **MAPAQ (\$)**

Questions?

