
Biodiversité et lutte intégrée : comment les aménagements sur la ferme peuvent apporter une résilience face aux changements climatiques

Par Geneviève Labrie, Ph. D.,
biologiste-entomologiste

Plan de la conférence

- Les impacts des changements climatiques au Québec et les mesures d'adaptation
- La biodiversité fonctionnelle en milieu agricole
- Qui sont les insectes alliés en milieu agricole et que représentent les aménagements pour la biodiversité?
- L'effet du paysage agricole à plus large échelle
- \$\$
- Conclusion

Résilience



La résilience écologique est la capacité d'un système vivant (écosystème, biome, population, biosphère) à retrouver les structures et les fonctions de son état initial après une perturbation

Changements climatiques – ex. Montréal



ÉTÉ 2050 EN MONTÉRÉGIE



+24 JOURS AVEC
UNE TEMPÉRATURE
MAXIMALE > 30 °C

2050 : 33 jours
(18 à 48 jours)

Historique : 9 jours



DÉFICIT HYDRIQUE
EN AUGMENTATION
DE 43 MM

2050 : -163 mm
(-117 à -187 mm)

Historique : -120 mm



QUANTITÉ DE PLUIE
SIMILAIRE

2050 : 298 mm
(281 à 329 mm)

Historique : 297 mm



PLUIES INTENSES
PLUS FRÉQUENTES

Davantage de
cellules orageuses
localisées

Quels impacts en horticulture?



Augmentation
des besoins
d'irrigation
des cultures



Les cultures de climat frais
pourraient être affectées
par les fortes chaleurs (ex. :
crucifères, épinards)



Nouveaux ennemis des
cultures, pression plus
importante des espèces
déjà présentes

Mesures d'adaptations aux CC proposées

3. Lutter contre les ravageurs, maladies et mauvaises herbes

Dépister les insectes, les maladies et les mauvaises herbes fréquemment

Mieux connaître les ravageurs pour appliquer les principes de lutte intégrée

Limitation de l'usage des produits phytosanitaires

Mettre en œuvre les principes de la lutte intégrée

Améliorer la phytoprotection

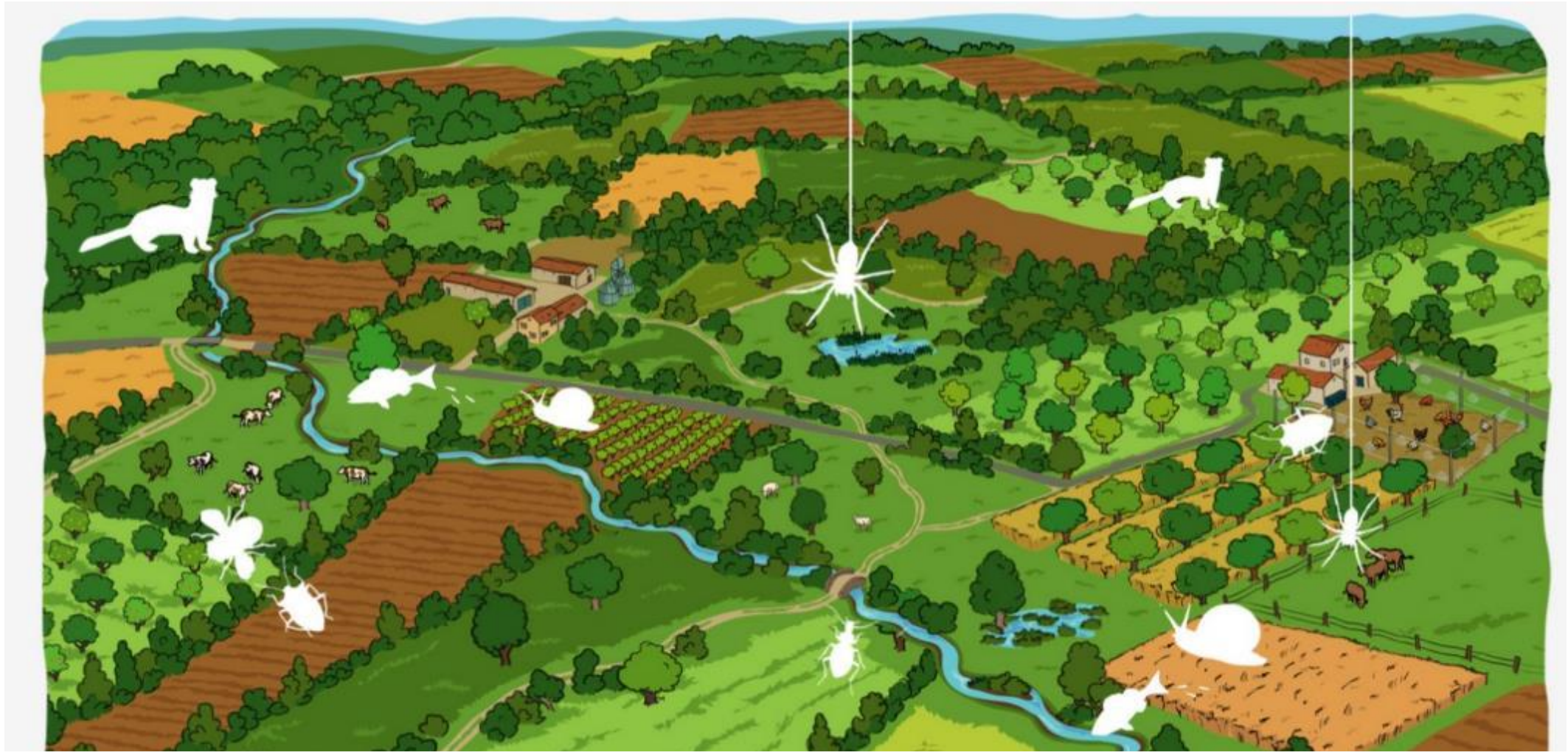
Protection de la qualité de l'eau

Créer des espaces de biodiversité

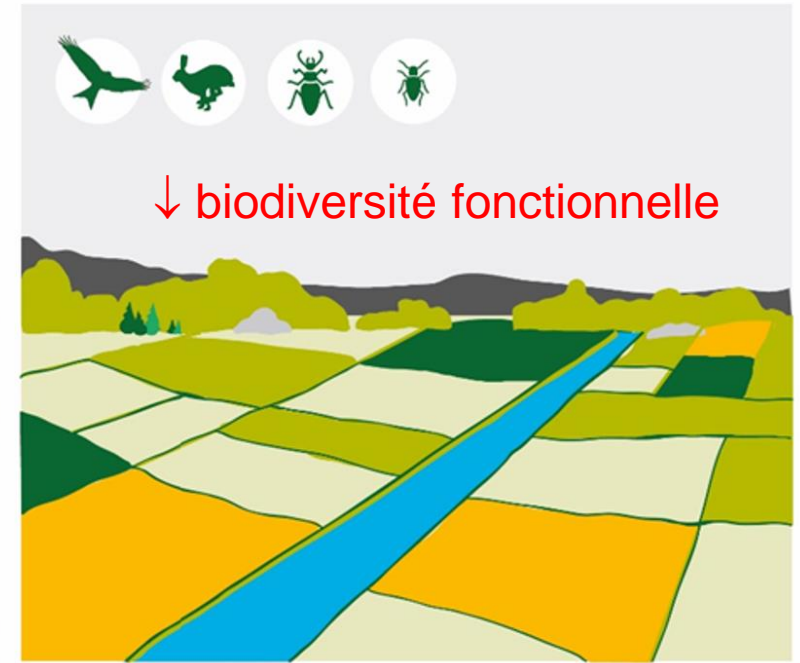
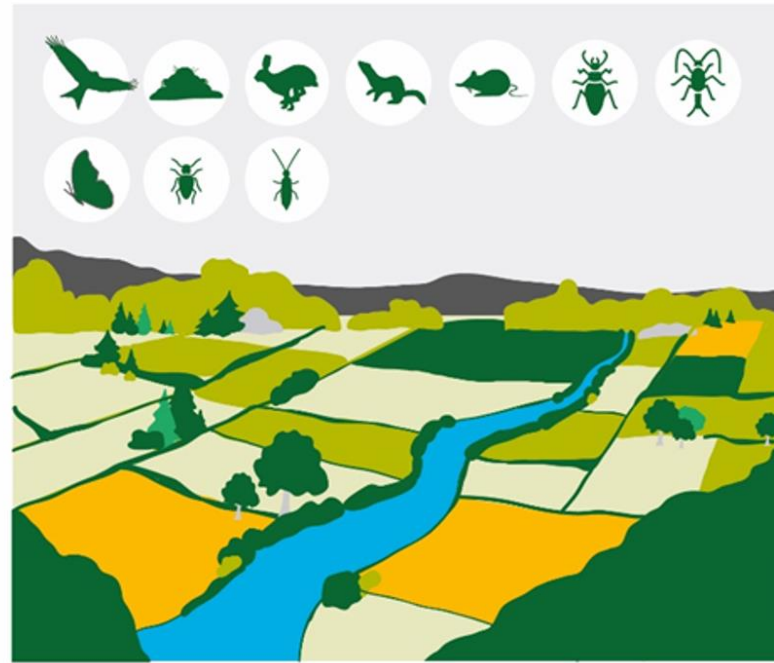
Limiter naturellement la pression des ravageurs

Limitation de l'usage des produits phytosanitaires et favoriser la biodiversité

La biodiversité fonctionnelle en milieu agricole



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



Habitats semi-naturels et agriculture extensive – nombre élevé d'espèces et d'habitats de prairie

Intensification de l'agriculture – déclin progressif des espèces et des habitats de prairie

Agriculture intensive – apports élevés de nutriments, déclin important des espèces et des habitats de prairie

Les insectes alliés en milieu agricole

Pollinisateurs



Agapostemon virescens (Halictidae)

<https://m.espacepouurlavie.ca/blogue/file/5209>

- 50% du service de pollinisation par les espèces indigènes
 - Besoin de **sites de nidification**: sol nu, tiges sèches; souches pourries ou chicots morts
 - **Hibernent** dans le sol ou feuilles, talus orientés au nord
 - Abeilles indigènes parcourent **75m à 450m** pour trouver des fleurs; Bourdons \pm **3 km**
 - Besoin de talles de fleurs de 1m de diamètre au minimum à tous les 150m **tout au long de l'été**
-

Calendrier floral des espèces végétales recommandées

ESPÈCES		MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPT	
Cultures dépendant de la pollinisation	Fraise à jours courts						
	Fraise à jours neutres						
	Pomme						
	Bleuet en corymbe						
	Bleuet nain						
	Canneberge						
Herbacées (fleurs indigènes et naturalisées)	Ancolie du Canada	Nec		Nich			
	Lupins	Nec					
	Ronces (et framboisier)	Nec	Poll	Var	Nich		
	Iris versicolore	Nec	Poll				
	Gaillardes	Nec					
	Desmodie du Canada	Nec					
	Épilobe à feuilles étroites	Nec	Poll				
	Lis du Canada	Nec	Poll				
	Asclépiades	Nec		Var			
	Agastaches	Nec					
	Rudbeckies	Nec	Poll				
	Verges d'or	Nec	Poll	Var			
	Penstémon hirsute	Nec			Nich		
	Liatris à épi	Nec					
	Onagres	Nec	Poll				
	Physostégie de virginie	Nec					
	Lobélie cardinale	Nec					
	Menthe du Canada	Nec					
	Verveine hastée	Nec					
	Pycnanthème à feuilles étroites	Nec	Poll				
	Impatiente du Cap	Nec	Poll				
	Monarde fistuleuse	Nec					
	Eupatoire maculée	Nec	Poll				
	Asters	Nec	Poll		Nich		
	Héliénie d'automne	Nec	Poll				
	Arbres et arbustes	Érable argenté	Nec	Poll			
		Saules	Nec	Poll	Var		
		Sureau rouge		Poll	Nich		
Cerisier de Pennsylvanie		Nec	Poll				
Prunier noir		Nec	Poll				
Chêne à gros fruits			Poll				
Sorbier d'Amérique		Nec	Poll				
Chèvrefeuilles		Nec	Poll	Var			
Érable à sucre		Nec	Poll				
Érable rouge		Nec	Poll				
Amélanchiers		Nec	Poll				
Cerisier de Virginie		Nec	Poll				
Pommiers		Nec	Poll	Var			
Viornes		Nec	Poll				
Aubépines		Nec	Poll	Var			
Caraganier de Sibérie		Nec					
Aronie noire		Nec					
Cerisier tardif		Nec	Poll				
Houx verticillé		Nec	Poll	Var			
Érable à épis		Nec	Poll				
Érable de Pennsylvanie		Nec	Poll				
Cornouiller stolonifère		Nec	Poll				
Sureau blanc			Poll		Nich		
Physocarpe à feuilles d'obier	Nec	Poll					
Diérville chèvrefeuille	Nec						
Rosiers		Poll	Var	Nich			

Varier les espèces de fleurs pour offrir des ressources tout l'été

https://cerfo.qc.ca/wp-content/uploads/2023/01/Fiche1_PO LLINISATEURS_v16janv2023.pdf

Pollen et nectar pour tous!

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



Photo: <https://espacepouurlavie.ca/insectes-arthropodes/coccinelle-asiatique>

Prédateurs

Carabes et araignées:

- Prédateurs généralistes qui marchent (90m/jour – carabes)
- Bordures enherbées pour reproduction et hibernation

Carabes



Araignée



Coccinelles:

- Repèrent les foyers de pucerons sur **1-2 km de distance**
- **Mangent jusqu'à 250 pucerons/jour**

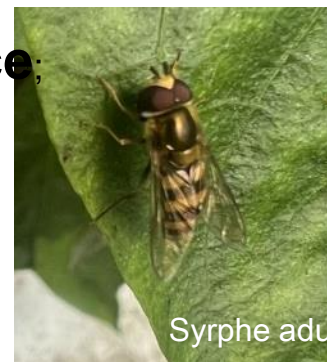
Coccinelle asiatique adulte et larve



Coccinelle maculée

Syrphes (mouches pollinisatrices et larves prédatrices)

- Repèrent les foyers de pucerons sur **1 km de distance**;
- **Mangent jusqu'à 1000 pucerons/stade larvaire**



Syrphe adulte et larve



Punaise prédatrice



Hémérobe



Punaises, mouches et autres prédateurs...

Guêpes



Larve de parasitoïde dans une nymphe de *Lygus*



Photo G. Labrie



RAP Serres

Parasitoïdes

Peristenus digoneutis
(parasite la punaise terre)



Henri Goulet, AAFC Ottawa

Mouches tachinides

Scarabée japonais parasité par la mouche tachinide *Istocheta aldrichi*



photos Espace pour la vie

- Adultes se nourrissent de nectar et pollen de fleurs
- Pondent un œuf à l'intérieur ou extérieur (mouches) d'un insecte (puceron, chenille, punaises, coléoptères...)
- Peuvent parasiter 200 à 1000 hôtes durant leur vie
- Capacité de vol limitée (quelques dizaines de mètres à centaines de mètres (tachinides))
- Hibernent dans les boisés

Champignon *P. neoaphidis*
sur puceron du soya



G. Labrie

Tipule des prairies infectée
par un virus



G. Labrie

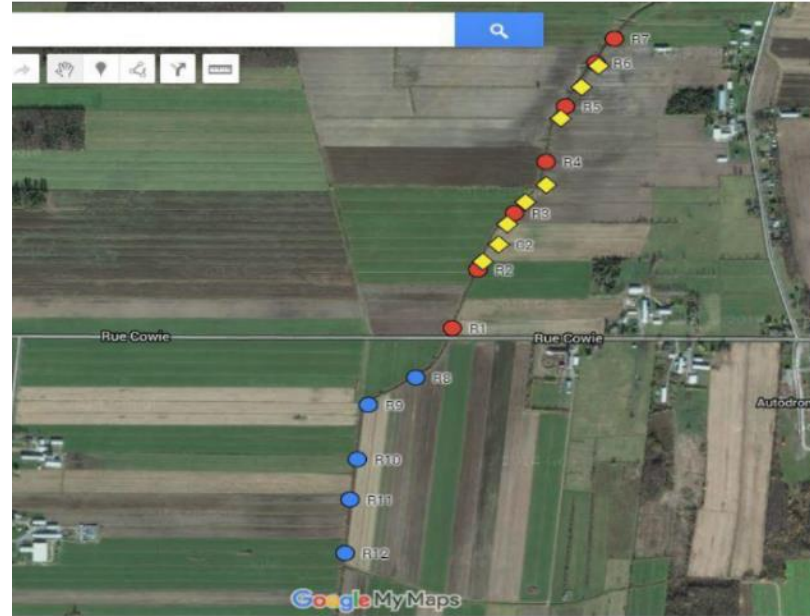
Entomopathogènes

- Virus, bactéries, champignons ou protozoaires.
 - Peuvent anéantir une population de ravageurs en quelques jours (ex. *Pandora neoaphidis* et le puceron du soya).
 - Peuvent survivre dans le sol, sur les insectes ou à l'intérieur de leurs hôtes dans les bordures de champ
 - Transportés par les prédateurs qui ont hiberné dans la bordure
-

Que représentent les
aménagements pour
les insectes alliés?

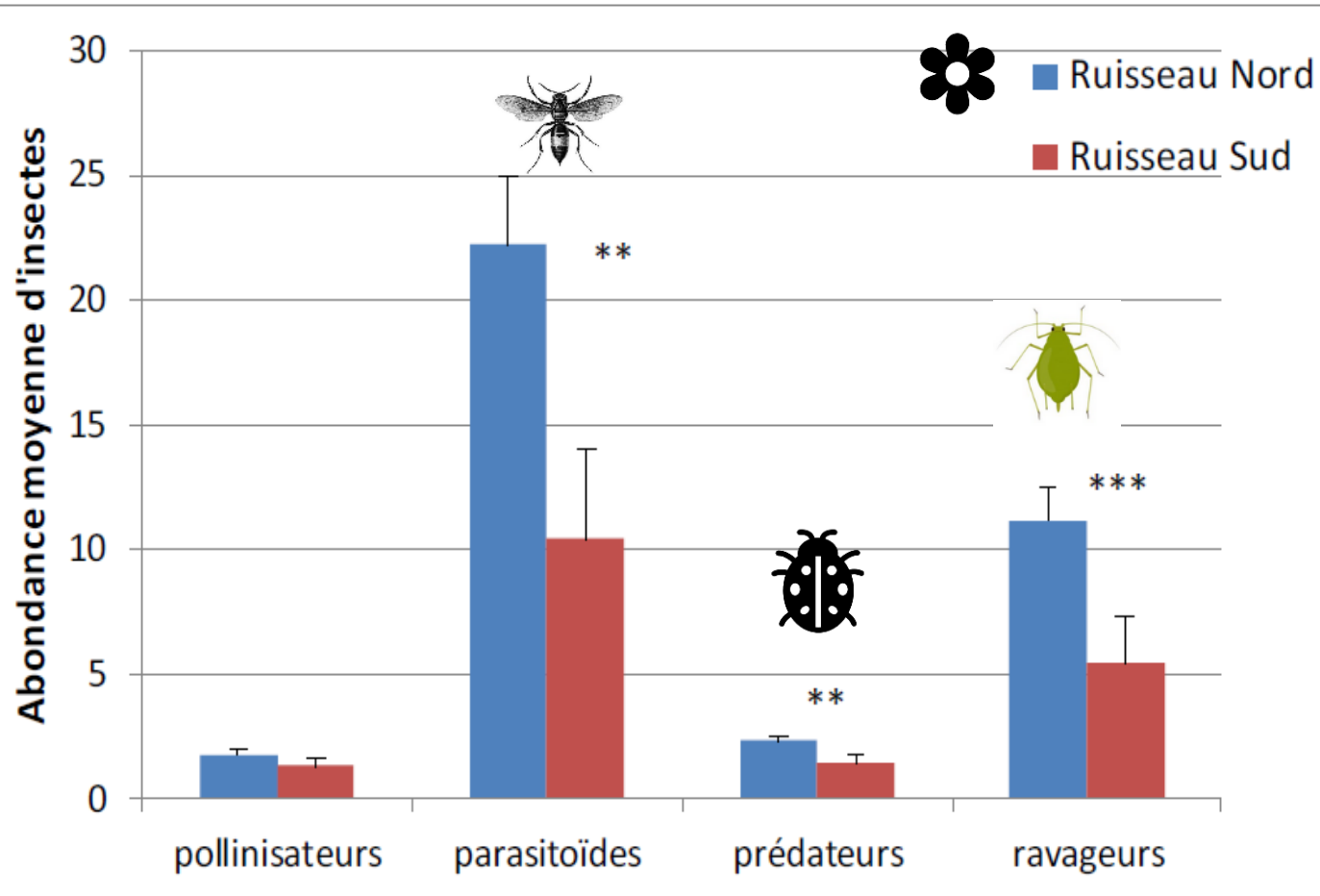
Diversité entomologique dans la bande riveraine du ruisseau Brandy, Granby, 2015

- 12 stations d'échantillonnage sur la bande riveraine et 8 stations bord de champ
- Nord = fleurs; Sud = enherbée seulement
- 3 quadrats/station (plantes)
- 50 coups de filet-fauchaie à chaque station
- Identification à l'espèce ou famille



. Stations d'échantillonnage en bordure du ruisseau Brandy nord (cercles rouges : R1-R7) ou sud (cercles bleus : R8-R12) adjacents à la portion nord du ruisseau (losanges jaunes).



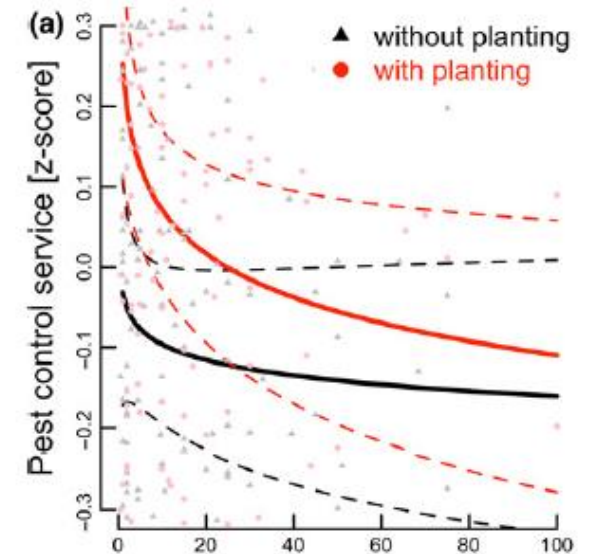


- 7958 arthropodes récoltés; 42% = insectes bénéfiques
- Abondance Ruisseau Nord > Ruisseau Sud
- Guêpes parasitoïdes et prédateurs beaucoup plus importants dans la BR fleurie.
- + de ravageurs dans la BR fleurie

Impact des bordures fleuries

Méta-analyse de 40 études (Crowther et al. 2023):

- ++ abondance d'ennemis naturels dans les bordures fleuries que les bandes enherbées, particulièrement les carabes et araignées (épigés)
 - ++ espèces de parasitoïdes dans les bordures fleuries que enherbées
- **Bandes fleuries régénérées + efficaces que semées**
- **- de dommages aux cultures adjacentes aux bandes fleuries vs enherbées**
- **↑ de 16% du contrôle biologique** dans les champs adjacents aux bordures fleuries naturelles comparées à des bordures herbacées



Les haies brise-vent et le contrôle naturel



Diversité entomologique dans des haies brise-vent du bassin versant Missisquoi – Rivière aux Brochets



Note: Site D pas sur la carte

- 5 HBV visitées entre avril et septembre 2013 et 2018
- En 2013: 3 stations d'échantillonnage/site, 9 visites
- En 2018: 3 stations dans la HBV; 3 stations à 30 m et 60m dans le champ adjacent
 - Pièges-fosses, pièges d'émergence et pièges collants



HBV - 2013

- + de Carabes sur le site **témoin** (fin de saison – hibernation)

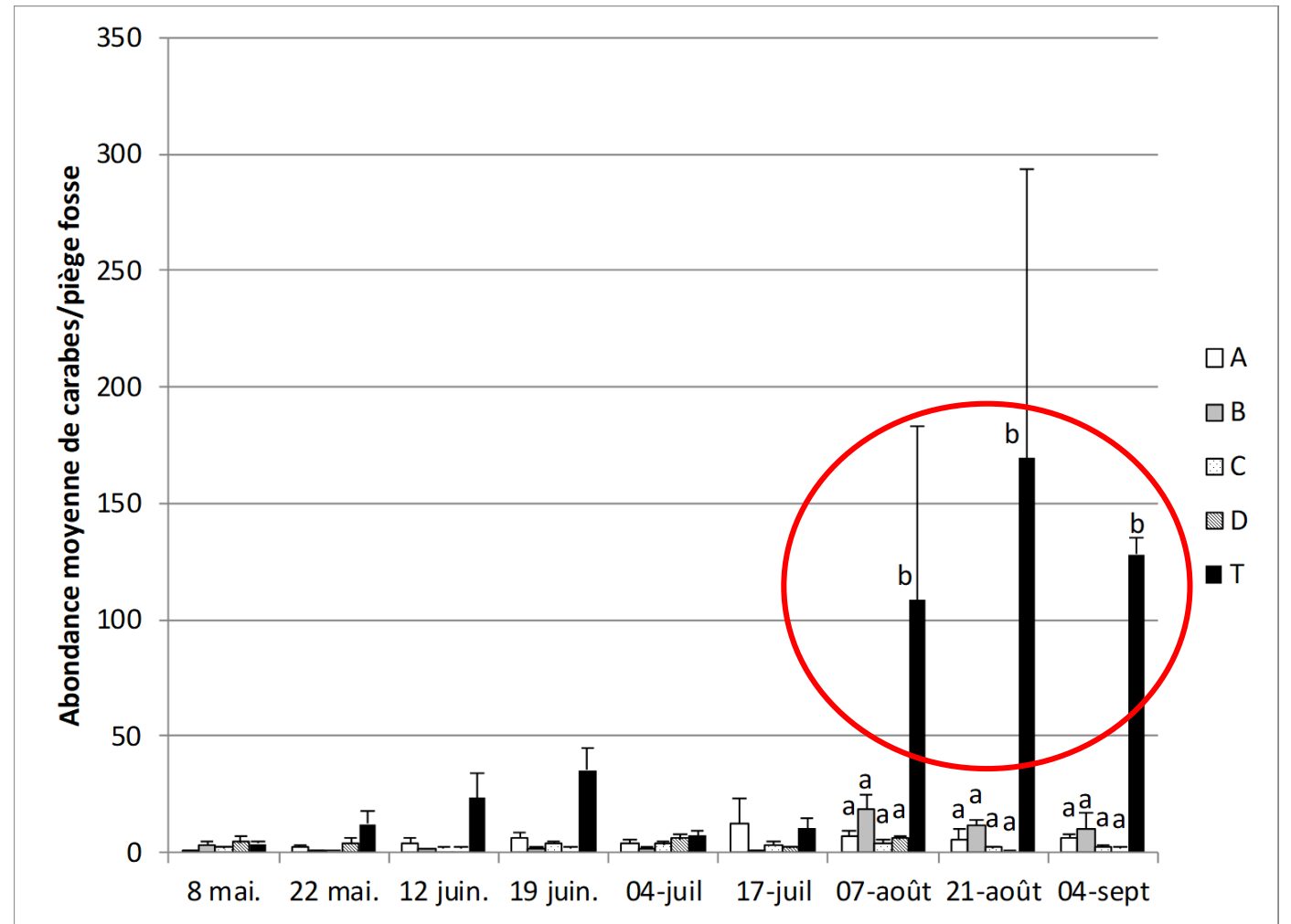
➤ **Impact ++ des bandes enherbées**



Carabe (*Harpalus rufipes*)



Pterostichus melanarius



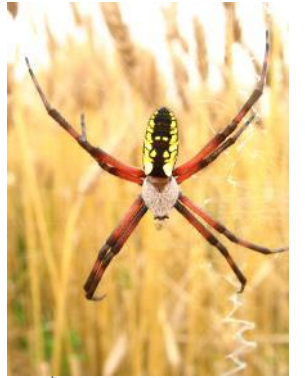
Bandes enherbées

++ Ressources essentielles de base pour les ennemis naturels:

- Sites d'hibernation (carabes, araignées)
- Sites de reproduction
- Sites d'alimentation

++ → Nombreuses études démontrant leur importance pour les arthropodes épigés (*beetle bank*) (voir Mkenda et al. 2019; Montgomery et al. 2020)

++ → 10_{aine} de m² suffisant pour soutenir une population importante de carabes et araignées (voir Mkenda et al. 2019)



Pterostichus melanarius



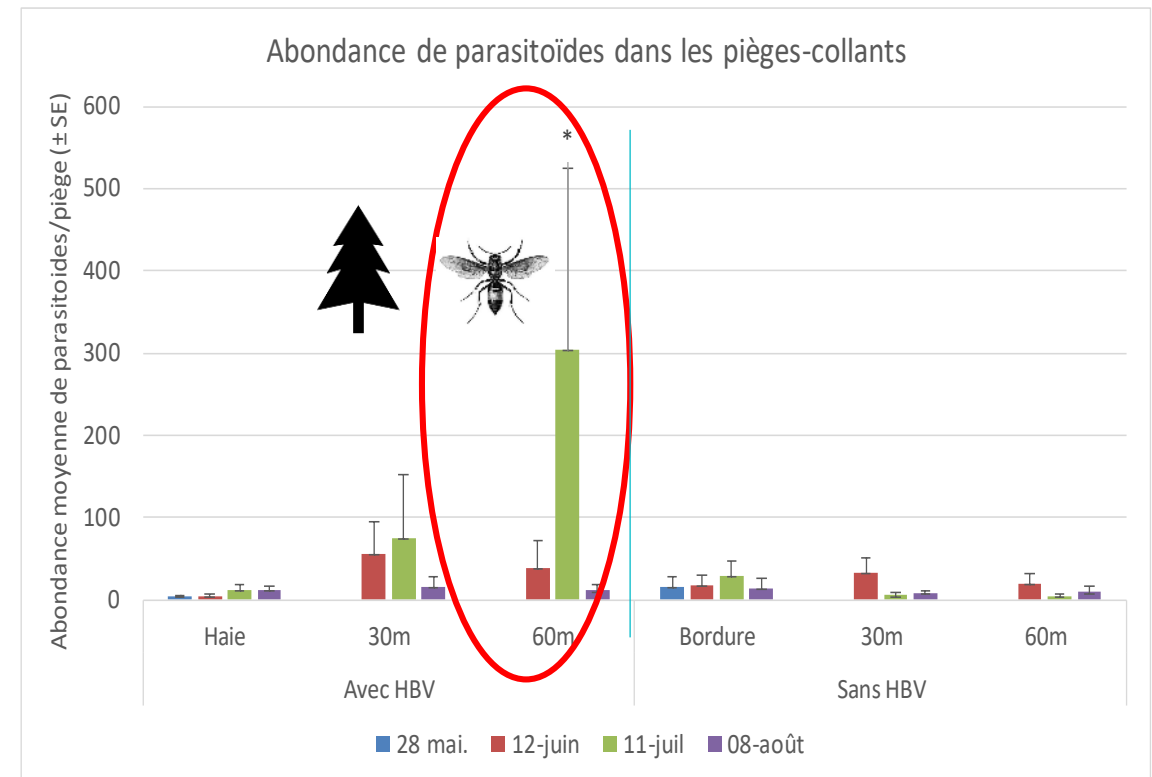
Carabe (*Harpalus rufipes*)

HBV - 2018

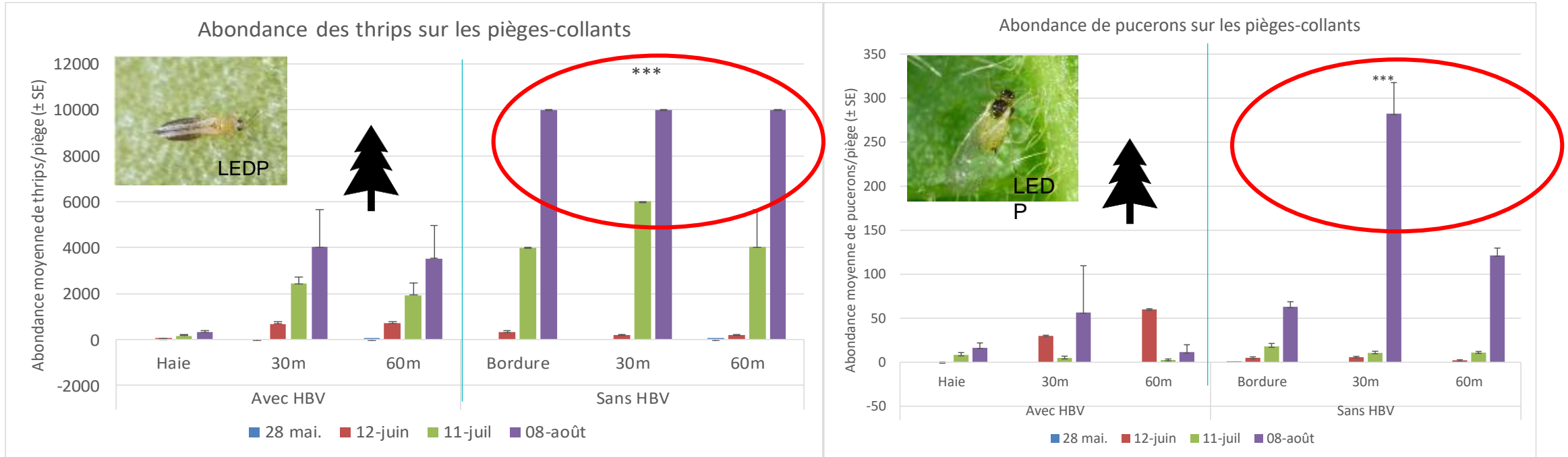
- **239 498** arthropodes dénombrés et identifiés (218 460 thrips; 840 prédateurs et 10 013 autres ravageurs).
- **2x + arthropodes dans les HBVR que site témoin.**

➤ **Abondance des prédateurs + à 30m de la bordure (avec et sans HBV)**

➤ **Abondance des parasitoïdes > à 60m de la bordure avec HBV**



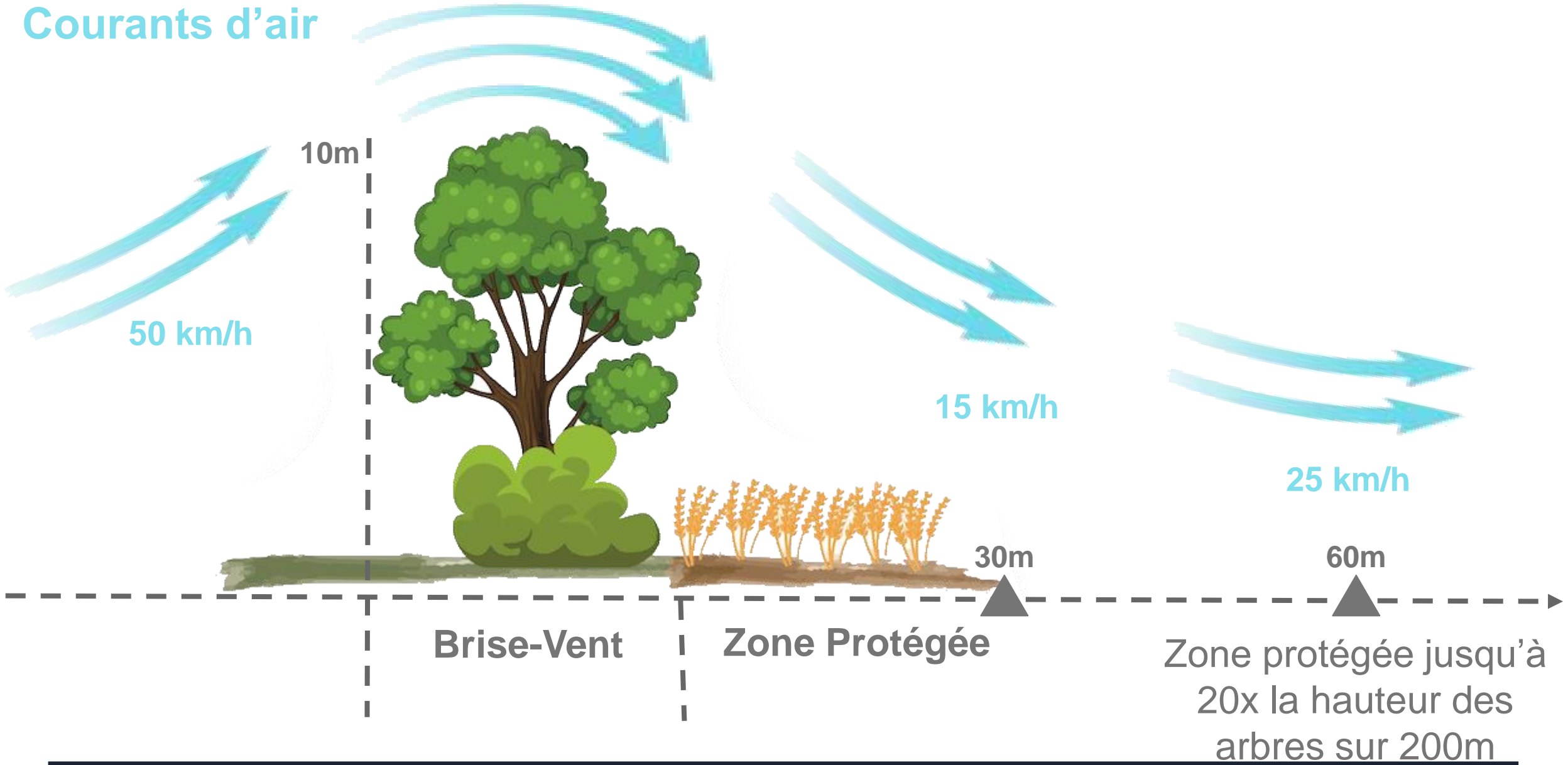
HBV - 2018



- Thrips et pucerons site témoin > HBV

➤ Haie agit comme barrière

Courants d'air



Impact des haies

- Refuges durant la saison
- Sites d'hibernation (accumulation de neige = meilleure protection contre le gel)
- ++ guêpes parasitoïdes
- Barrière contre le vent
- Corridors pour les déplacements



→ Une étude a démontré une \uparrow de 12 à 18% du parasitisme de puceron dans les céréales en \uparrow le couvert de haies de 6% (Dainese et al 2017)

Quelques études sur les pathogènes

Ex. *Pandora neoaphidis* – entomopathogène de pucerons

- Survit dans les bordures de champ, même sans hôte
- Peut être transporté par les prédateurs qui ont hiberné dans la bordure
- Transmission aux pucerons dans les champs ++ si bordure diversifiée



Pucerons du soya infectés

Étude au Québec (Boquel et al. 2019)

- Étude sur la présence des pucerons et des pathogènes dans 3 bandes fleuries et champ adjacent
- Très peu de pucerons infectés dans les bandes fleuries (conditions météo)
- Mais le taux d'infection du puceron du soya était significativement + élevé près de la bordure fleurie.

Raisons pour une faible efficacité des aménagements

- Dans certains cas, les bandes fleuries peuvent retenir les pollinisateurs et ennemis naturels au détriment des cultures adjacentes (Nicholson et al. 2019; Philips et Gardiner 2015; Tscharntke et al. 2016; Karp et al. 2018)
 - Peuvent être – efficaces si les ravageurs sont des espèces exotiques envahissantes (ex. Drosophile à ailes tachetées) (Lomer et al. 2001; Arno et al. 2016; Kenis et al. 2016)
 - Qualité des plantes dans la bordure (ex. affectés par les herbicides) (Robinson et Sutherland 2002; Eggenschwiler et al. 2013; Eubanks et Denno 2000)
 - 3 paramètres importants: diversité des espèces de plantes, annuelles vs vivaces (+) et **impact du paysage** (Albrecht et al. 2020; Dainese et al. 2017)
-

Effet du paysage agricole sur la lutte biologique



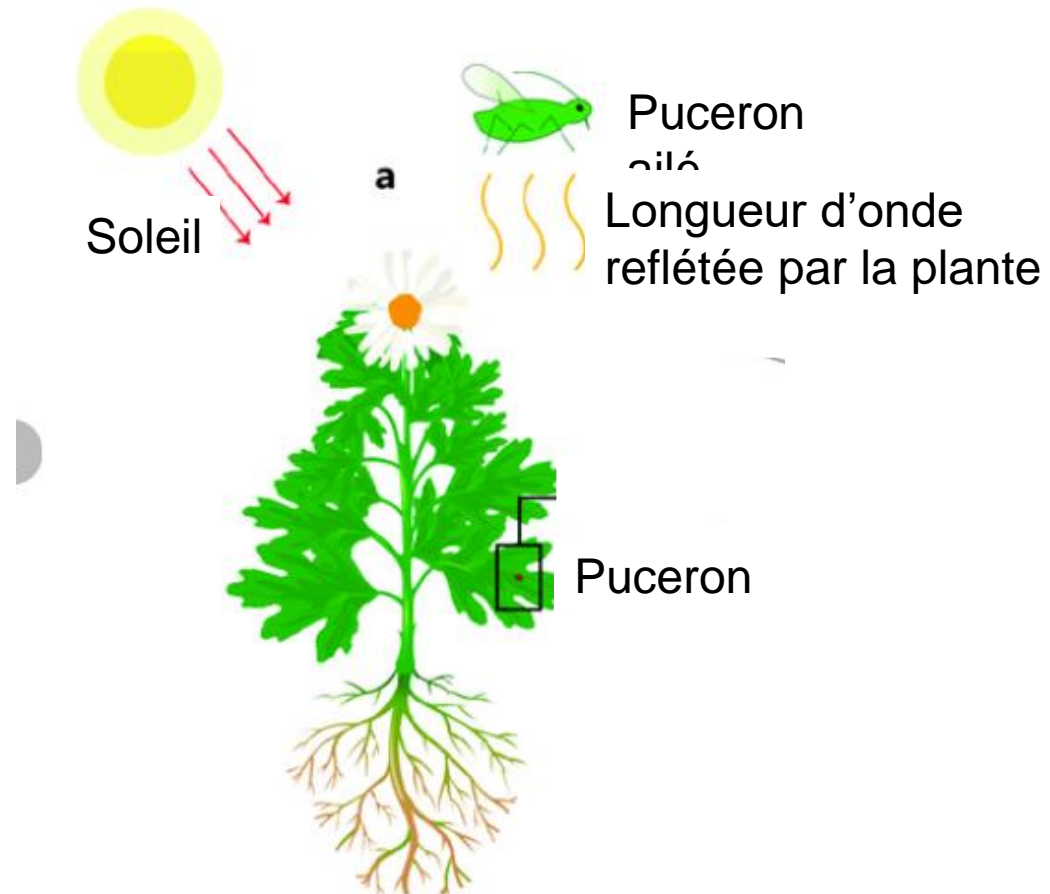
Vol actif/passif chez les insectes



Choix de la plante hôte/ravageurs

Ex. pucerons: selon les longueurs d'ondes émises par la plante au soleil

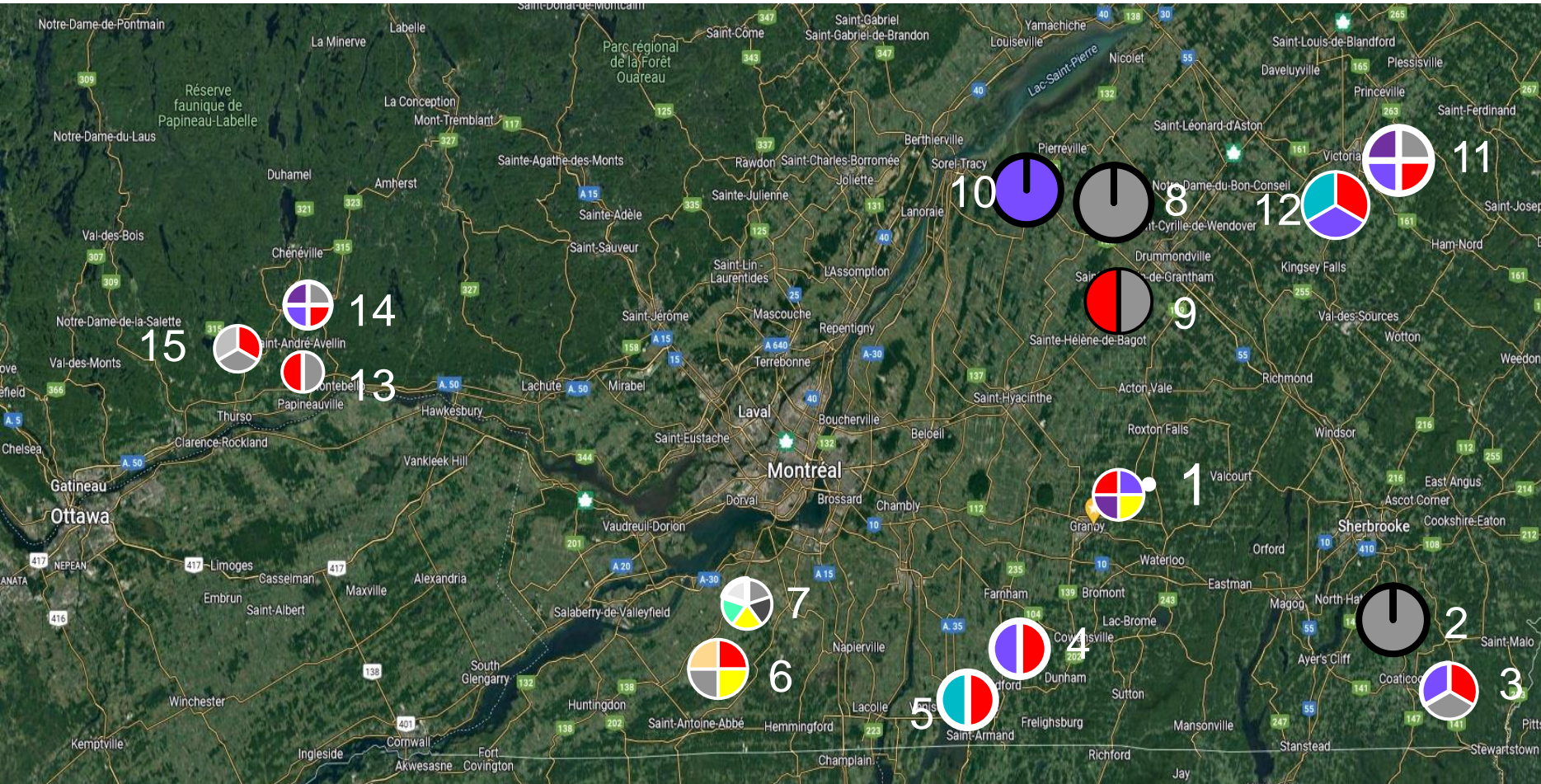
- Couleur jaune-vert privilégiée (Doring et al. 2022)



Effets du paysage sur les ravageurs et ennemis naturels

- Influence la répartition des ravageurs et ennemis naturels
- Influence l'intensité du contrôle biologique
- Habitats + complexes et diversifiés = + grande abondance des ennemis naturels et meilleur contrôle biologique

Impact du paysage pour les serres maraîchères – 2020-2021



- Tomate
 - Poivron
 - Haricot
 - Aubergine
 - Concombre
 - Courgette
 - Mesclun de crucifères
 - Oignons verts
 - Gingembre
 - Céleri
-
- ◻ = Biologique
 - = Conventuel



I. Fréchette



Résultats - Diversité

8867 arthropodes bénéfiques identifiés
→ 79 taxons différents

12 espèces de coccinelles et de syrphes

Punaises prédatrices (Anthocoridae;
Miridae, Nabidae, Reduviidae)

Mouches prédatrices (Tachinidae;
Dolichopodidae)

Neuroptères (Chrysopidae,
Hemerobidae)

14 familles de parasitoïdes

11 familles de pollinisateurs indigènes

**++ diversifié si fleurs à l'intérieur
et extérieur des serres et ++
cultures**



Été 2024



Été 2024



\$\$\$



- Très peu d'études qui mesurent l'impact des aménagements sur le rendement des cultures adjacentes (Crowther et al. 2023; Montgomery et al. 2020; Morandin et al. 2016)
- Analyse préliminaire en 2018 du projet OBV Baie-Missisquoi:
 - Les données permettent de supposer que la présence des haies aurait permis d'épargner un traitement insecticide (15\$/ha produit + 14\$/ha passage)

\$\$

- Étude en Californie pour l'implantation de haie en bordure de champs de tomates (4 sites témoins et aménagés) :
 - coût d'installation de la haie
 - bénéfice de la réduction potentielle de l'application de pesticides (tomates)
 - ↑ potentielle de la quantité de grains (canola) grâce à la pollinisation
- Seulement 1/8 de champ de tomate aurait nécessité une application d'insecticides en présence de haie = **75% de réduction d'utilisation d'insecticide**
- **↑ 21% rendement** par les pollinisateurs en présence de haie

\$\$

- **Scénario 1**: Bénéfices de ↓ insecticide 1x/an
 - **Scénario 2 (--)**: Bénéfices de ↓ insecticide 1x/an + 50% HBV payée par USDA
 - **Scénario 3**: Bénéfices de ↓ insecticide 1x/an + effet pollinisation 1x/3 ans
 - **Scénario 4**: Bénéfices de ↓ insecticide 1x/an + effet pollinisation 1x/3 ans + 50% payée par USDA
-
- Retour sur investissement d'une haie de 300 m à 4000\$ US pour l'installation (payé en totalité par le producteur):
 - Contrôle naturel des ravageurs = 16 ou 9 ans
 - Service de pollinisation = 7 ou 5 ans

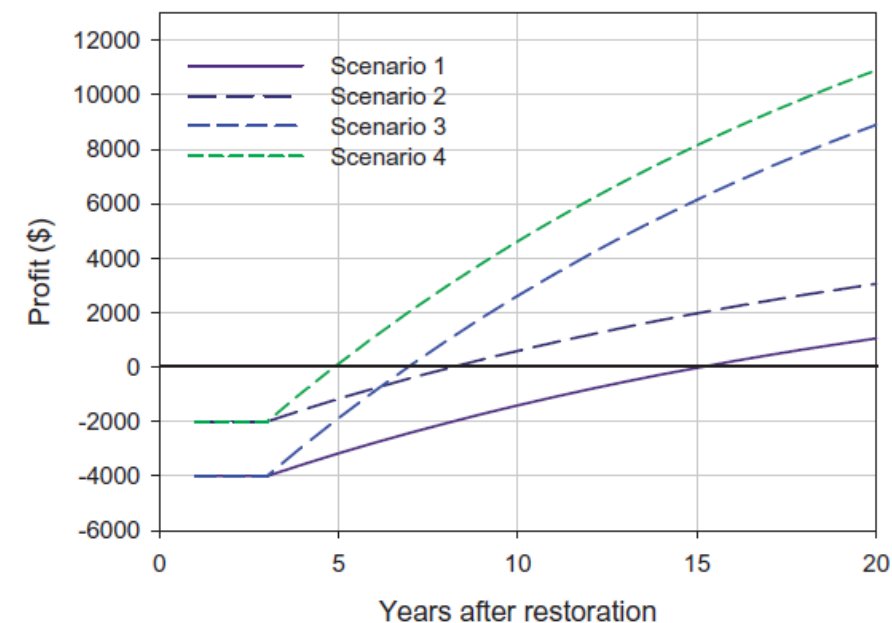


Fig. 3. Discounted profit (US\$ 1.05% discounted rate per annum) from installation of a 305-m hedgerow of native California flowering plants on a field crop edge, calculated from the cost of installation and potential cost savings incurred from hedgerows from reduction in insecticide application and pollination benefits from natural enemies and pollinators. Scenario 1: benefits from reduction in insecticide treatments alone each year (either no pollinator-dependent crops in the rotation or managed honey bees in the system provide all pollination needs). Scenario 2: same as Scenario 1 but with a 50% USDA EQIP cost share program. Scenario 3: benefits from reduction in insecticide treatments each year and enhanced pollination in a pollinator-dependent crop every 3 yr. Scenario 4: same as Scenario 3 but with a 50% USDA EQIP cost share program. We do not show a potential for cost benefit from reducing the number of honey bee hives needed for pollination. However, a grower could also gain from the enhancement of native bees if they needed to rent fewer honey bee hives. Hedgerows were planted on field borders, so there was no loss in crop production. (Online figure in color.)

Conclusion: la lutte biologique à diverses échelles

Parcelle

Ressources alimentaires
Reproduction



Pratiques culturelles
Cultures en place
Caractéristiques du sol

Hétérogénéité du paysage



Paysage

Diversité d'habitats dans le temps et l'espace



Bords de champs

Reproduction
Hibernation
Ressources alimentaires
Refuges (perturbations)

Bordures aménagées
Type de bordure
Diversité
Connectivité

Repenser l'aménagement de votre ferme pour une plus grande résilience aux changements climatiques

Phacélie dans un vignoble à Dunham

Scarabée japonais parasité par la mouche tachinide *Istocheta aldrichi*





Exemples de *non-aménagements*
utiles pour la biodiversité

Remerciements

Tous les producteurs impliqués dans les projets

Charles Lussier, AGL Agfor

Jennifer de Almeida

Julie-Éléonore Maisonhaute

Club Gestrie-Sol

OBV Baie-Missisquoi

OBV Yamaska

UQAM

CÉROM

CRAM

MAPAQ (\$)

Questions?

