Diversité spécifique et fonctionnelle des insectes dans les agrosystèmes : comment la caractériser et évaluer le service écosystémique de régulation biologique ?

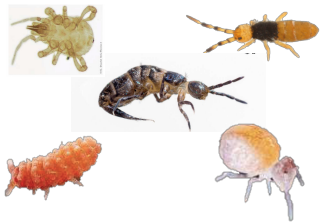
Anne LE RALEC

Écologie et Génétique des Insectes

Services rendus par la biodiversité à l'agriculture

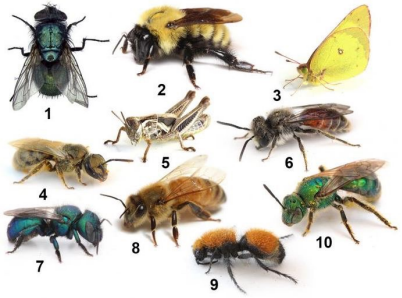
Arthropodes - Insectes

Recyclage de la matière organique



Fertilité du sol

Pollinisation



Crédit : Joseph Wilson, Utah State University

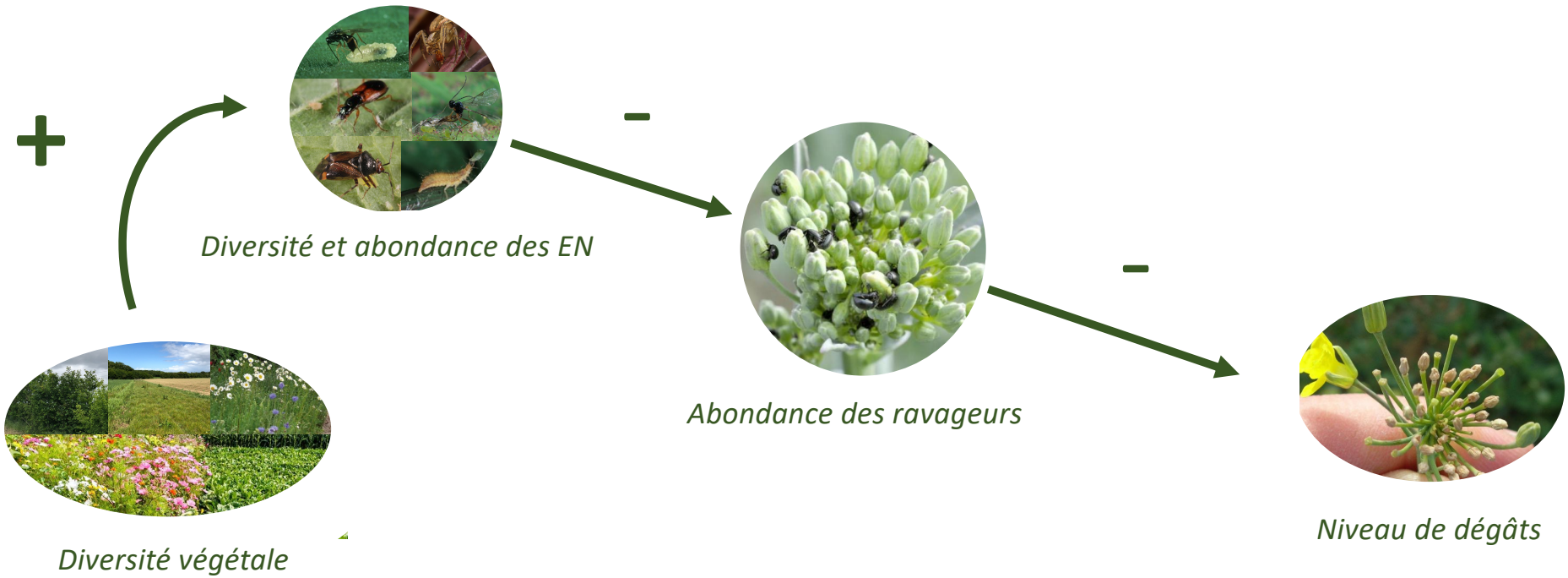
Production végétale

Régulation des populations de ravageurs par leurs ennemis naturels

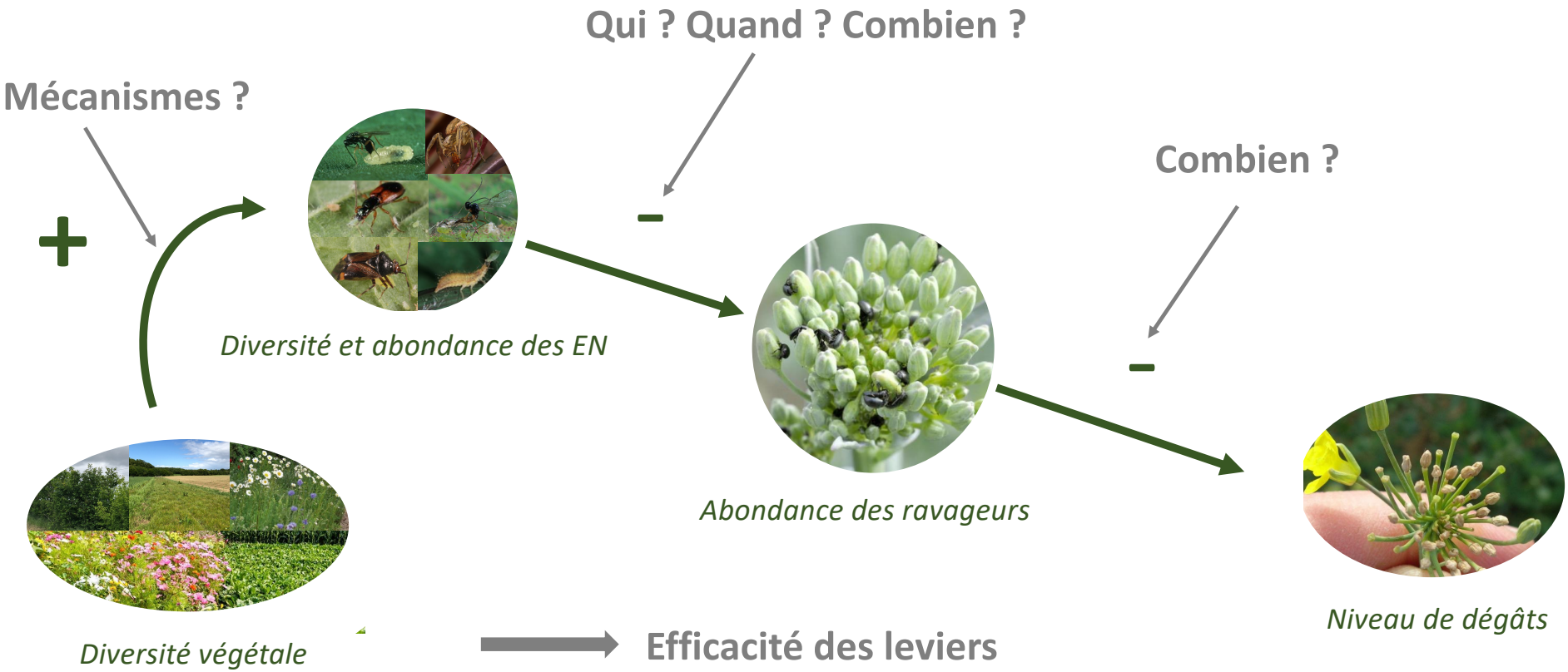
Protection des cultures

Diversité des Arthropodes et régulation biologique des ravageurs des cultures

Hypothèse générale

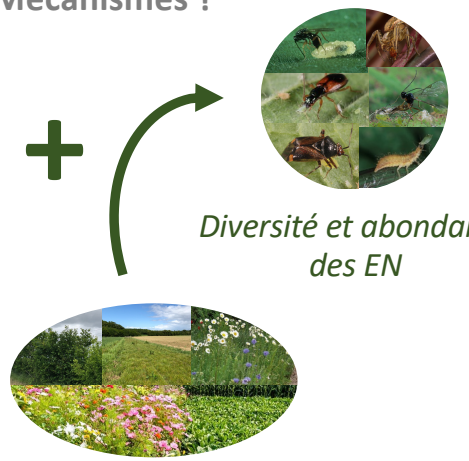


Diversité des Arthropodes et régulation biologique des ravageurs des cultures



Apports de ressources complémentaires pour les ennemis naturels

Mécanismes ?



- Refuges hivernaux
- Sites de reproduction
- Alimentation des adultes
- Hôtes et proies de substitution

→ Aménager l'environnement parcellaire pour favoriser les ennemis naturels à proximité des parcelles (Infrastructures agroécologiques)

Comment évaluer les flux d'EN entre ces aménagements et les parcelles agricoles ?

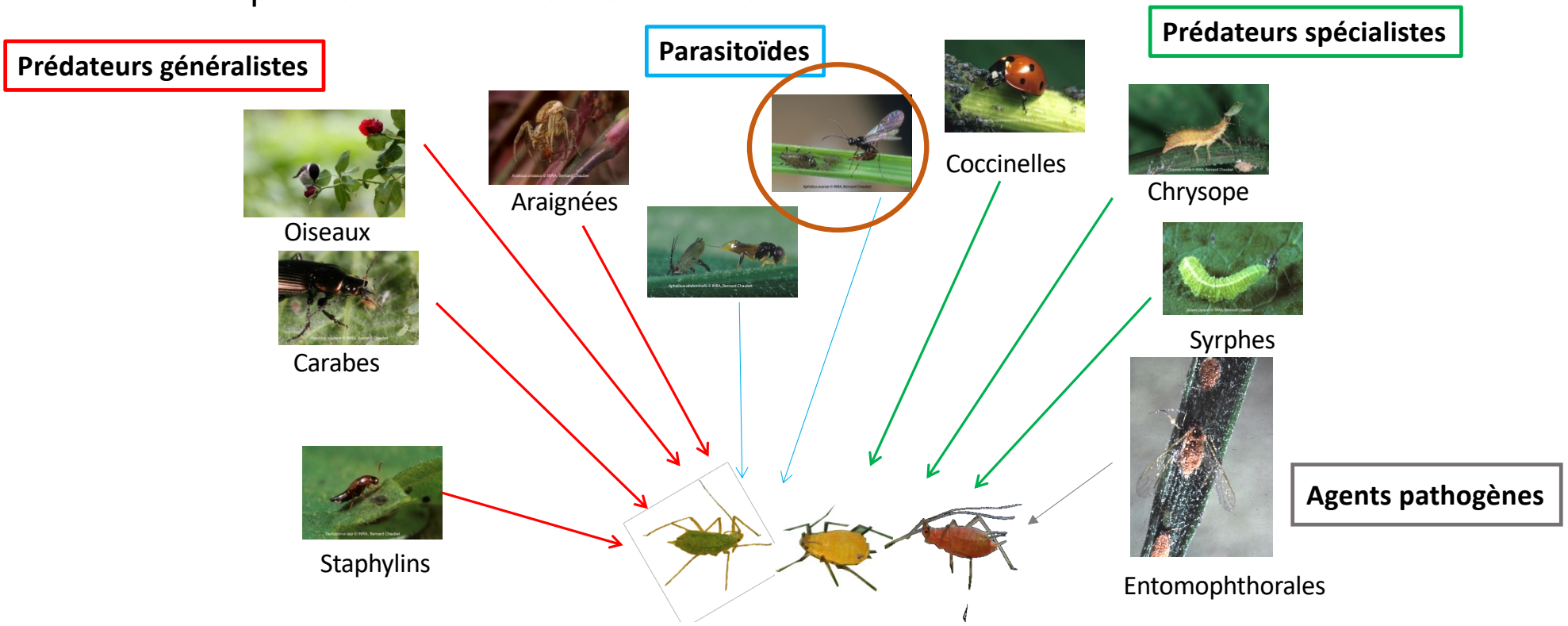
Exemple : peut-on améliorer le contrôle biologique des pucerons en jouant sur la ressource "hôtes" ?

Pucerons : des ravageurs toujours d'actualité (réchauffement climatique, interdiction des néonicotinïdes, …), sous serre, en cultures pérennes ou en grandes cultures …

Action agricole Picardie

Exemple : peut-on améliorer le contrôle biologique des pucerons en jouant sur la ressource "hôtes" ?

… consommés par de nombreux ennemis naturels



Hypothèse : les habitats semi-naturels dans l'environnement parcellaire fournissent des hôtes de substitution aux parasitoïdes

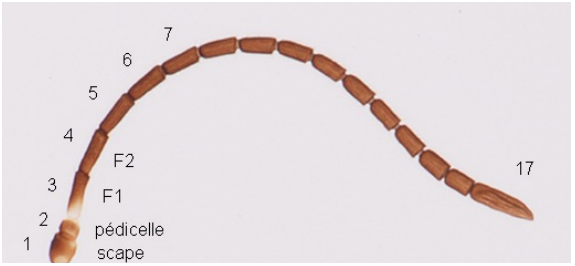
Famille des **Braconidae,** sous-famille des **Aphidiinae**

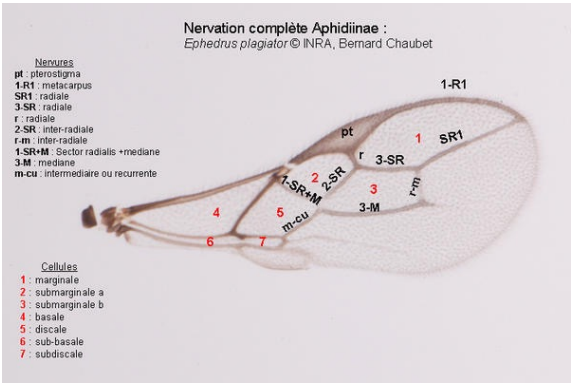
Une centaine d'espèces

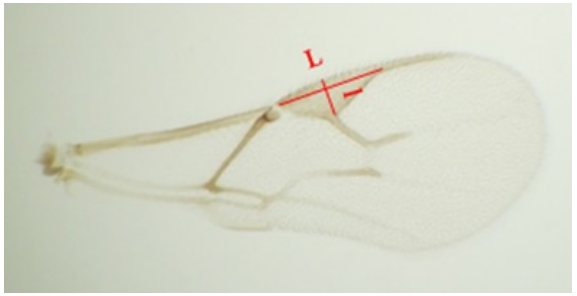
Gamme d'hôtes variable selon les espèces : de 1 à plus de 100 espèces de pucerons hôtes répertoriés dans la littérature

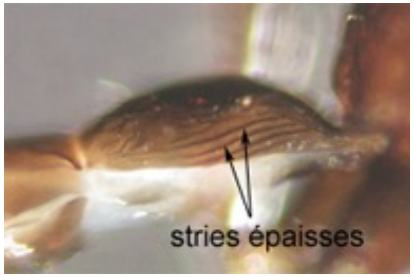
→ Déterminer exhaustivement les interactions pucerons - parasitoïdes dans des agroécosystèmes délimités pour identifier des hôtes et des plantes réservoirs

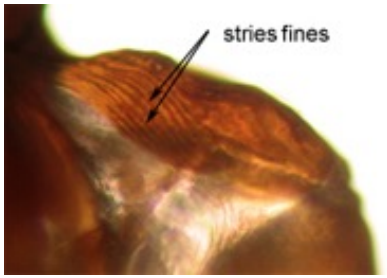
Une identification délicate, des critères parfois subtiles

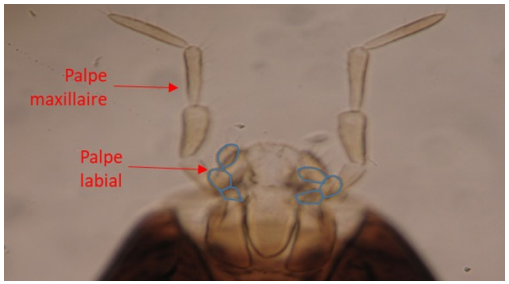






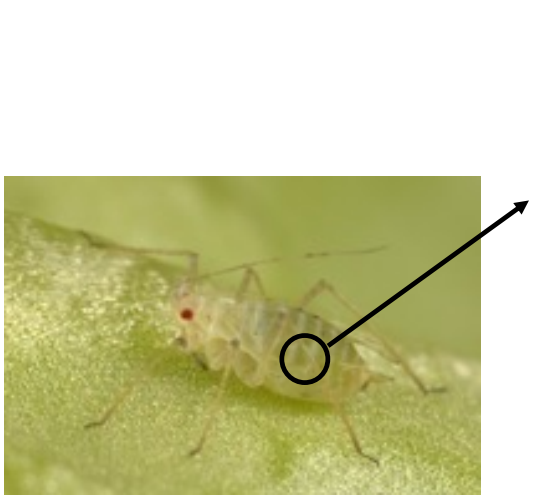


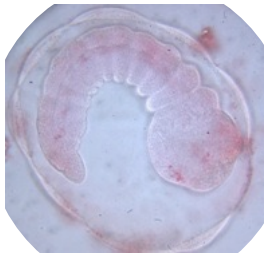


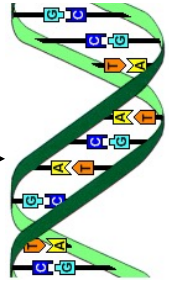


Source Encyclop'aphid

1) Mise au point d'un outil moléculaire pour la détection et l'identification des parasitoïdes Aphidiinae dans les pucerons vivants







fragment de gène 16S (250 pb)

Derocles et al., 2012

- Discrimination de 85% des espèces
- Identification sans compétences spécialisées
- Augmentation du nombre d'interactions détectées

2) Application de cette méthode à la reconstitution de réseaux trophiques locaux dans des agroécosystèmes en grandes cultures

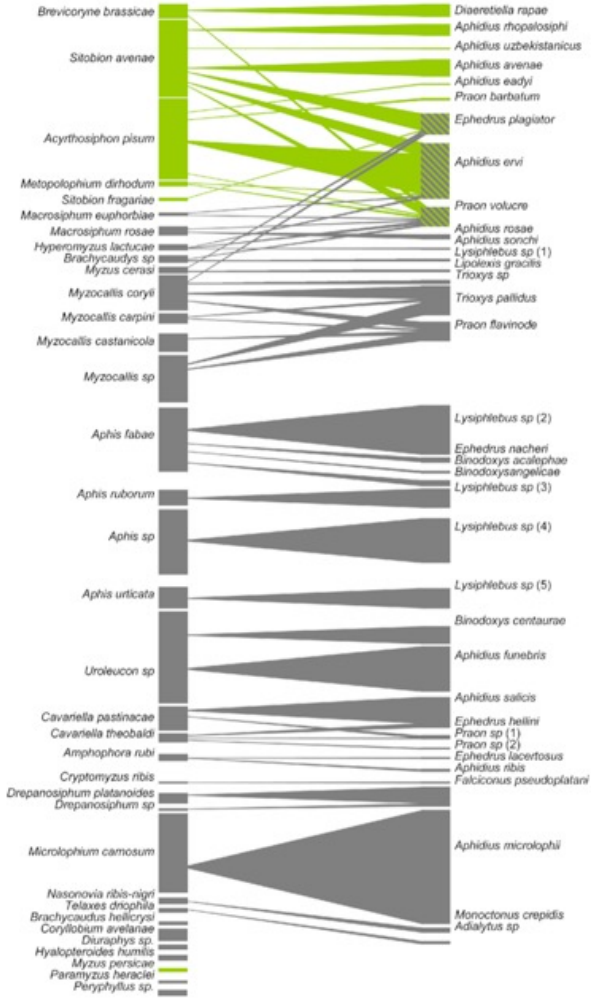
Pucerons

30

- Des taux de parasitisme élevés (30 à 40 %)

- Des réseaux trophiques simples, une majorité d'interactions monospécifiques

- Très peu de cas de parasitoïdes exploitant des hôtes dans les milieux cultivés ET non cultivés



Parasitoïdes

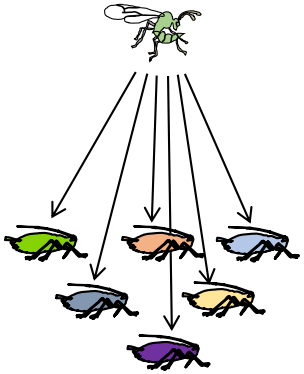
30

milieu cultivé

milieu non cultivé

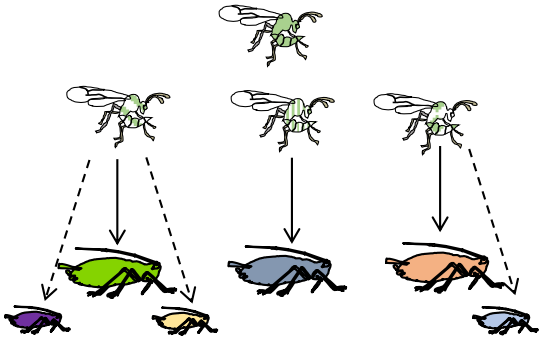
Derocles et al., Mol. Ecol., 2014

3) Localement, exploitation partielle des hôtes potentiels présents par les espèces supposées les plus généralistes



Très peu de généralistes

Diaeretiella rapae, 104 hôtes répertoriés dans le monde (Singh & Singh, 2015)



Des spécialistes opportunistes

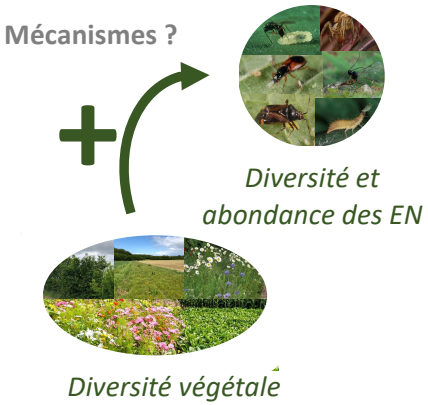
Colza
Choux
Brassicacées sauvages

Inter-cultures : navet, moutarde

- 21 hôtes potentiels dans l'environnement, 4 parasités, 1 majoritairement ; au moins 1 espèce cryptique.

Navasse et al., BER, 2016 ; Derocles et al., Insects, 2020

Peut-on améliorer le contrôle biologique des pucerons en jouant sur la ressource "hôtes" ?



- Spécialisation plus grande qu'attendue

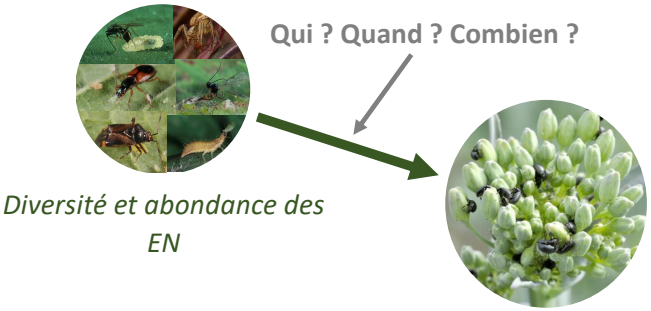
- Très faibles flux de parasitoïdes entre milieux cultivés et sauvages

- Les pucerons sur plantes non cultivées ne sont pas les principaux réservoirs des parasitoïdes des pucerons des cultures

- Les inter-cultures comme réservoirs de parasitoïdes : à explorer en mesurant le bénéfice / risque

- Rôle du compartiment non cultivé comme source de nectar pour les parasitoïdes Aphidiinae adultes ?

Quantification du contrôle biologique et identification des espèces "efficaces"



Identifier et compter les ennemis naturels ne suffit pas à quantifier leur impact sur les ravageurs

1) Évaluation du taux de prédation ?

Différentes méthodes

- Observation directe
- Caméra vidéo
- Proies sentinelles
- Analyses moléculaires du bol alimentaire (ADN des proies)
- Exclusion

Exemple : Évaluation de l'impact de différents types d'ennemis naturels sur les populations d'insectes phytophages des Brassicacées légumières

- Exclusion différentielle des ennemis naturels
- Mesures en infestation naturelle
- Suivi des populations de ravageurs et ennemis naturels

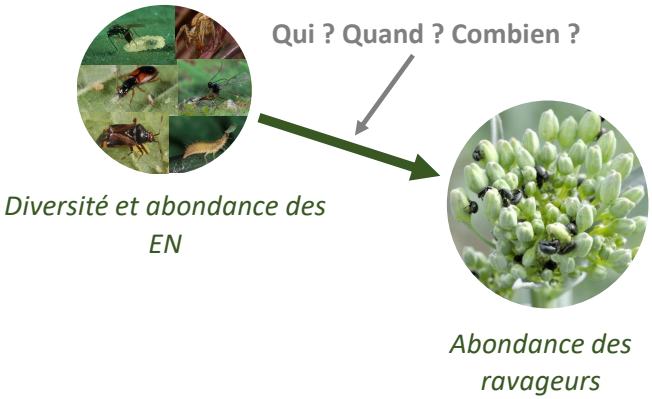
Delia radicum

Brevicoryne brassicae

Pieris sp.

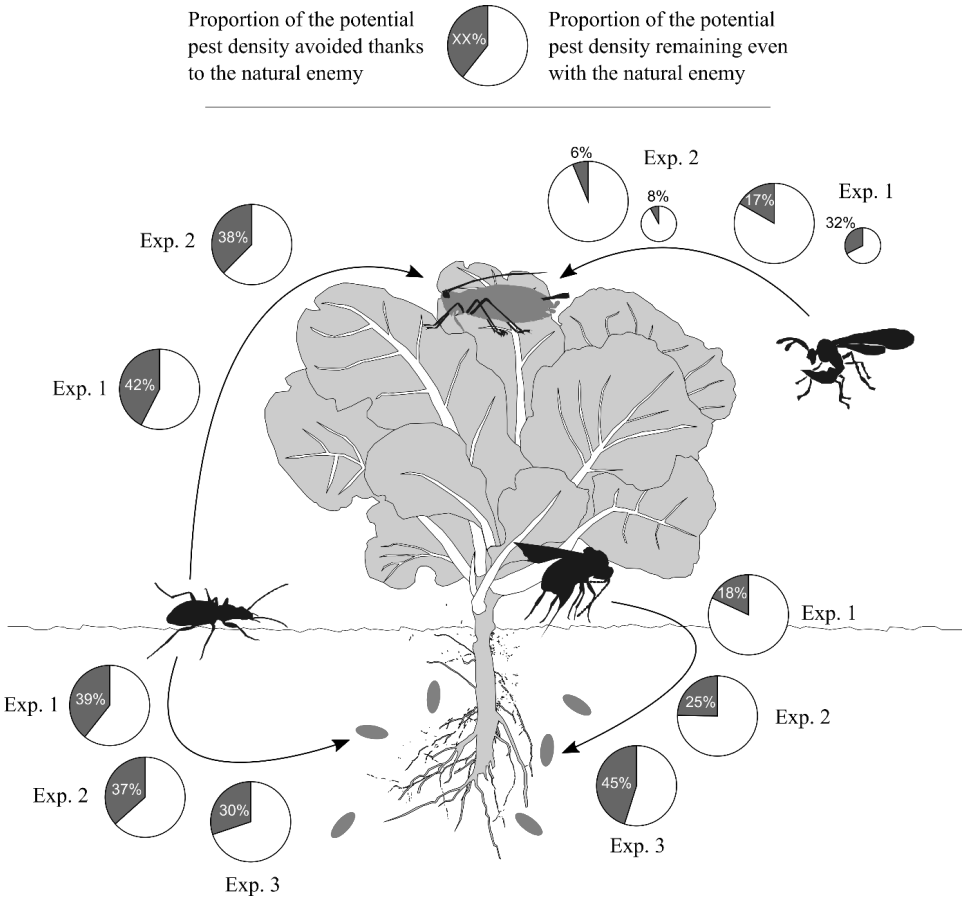
Témoin

Dispositif d'exclusion des prédateurs épigés



Bilan de trois années d'expérimentation

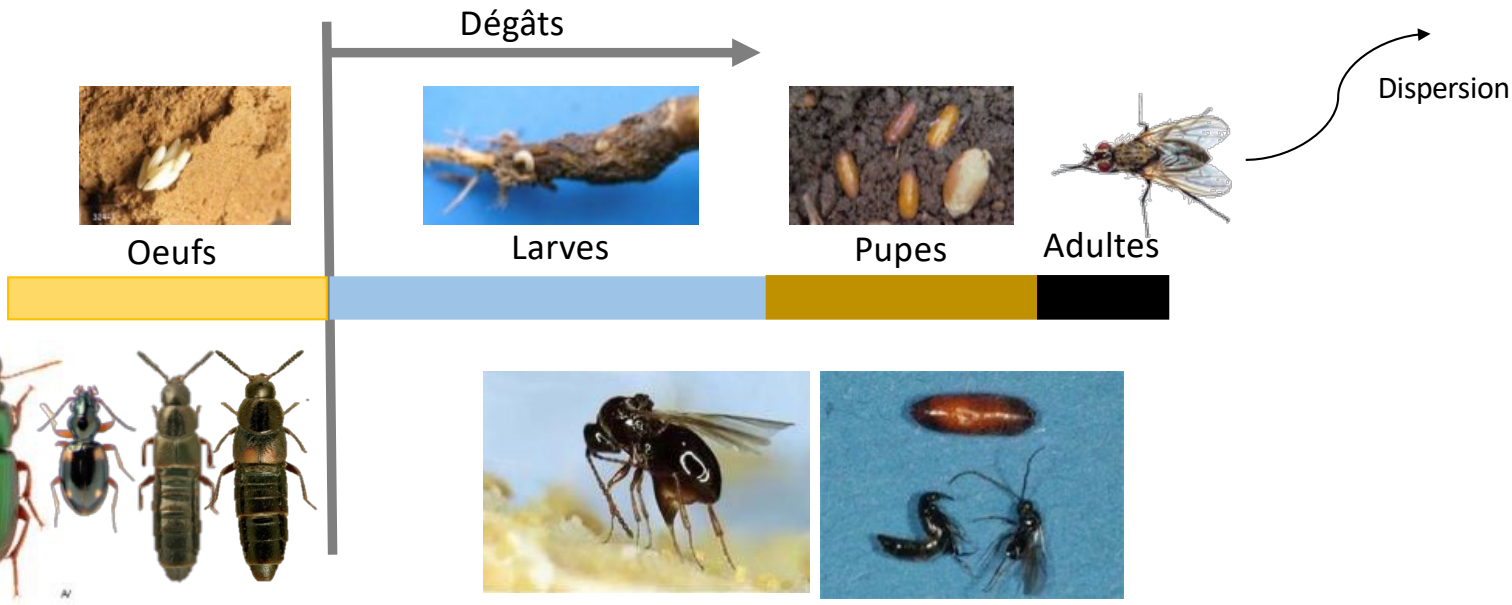
L'action conjuguée des prédateurs épigés et des insectes parasitoïdes produit une diminution d'environ 60% du nombre de mouches du chou et de 50% du nombre de pucerons



Mesmin et al., 2020

2) Déterminer les périodes clés pour la limitation des ravageurs

Installation <u>séquentielle</u> de dispositifs d'exclusion individuels de défaunage des arthropodes épigés



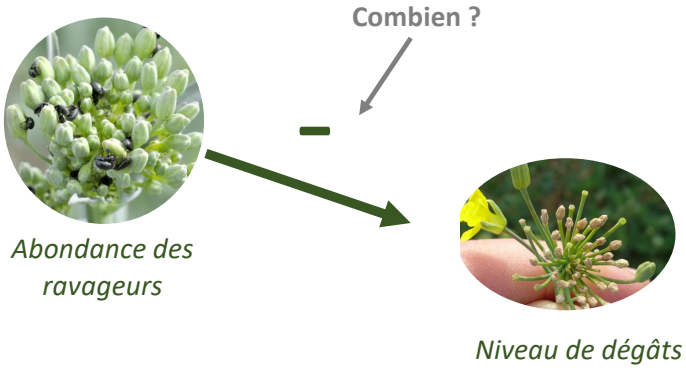
- 30 à 40% des pupes

Effet sur la culture en place

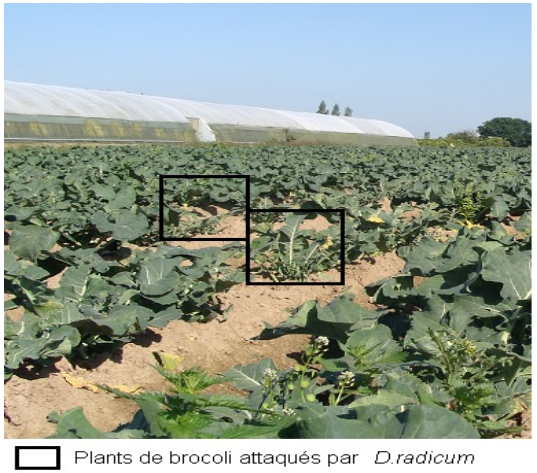
- 35% des adultes

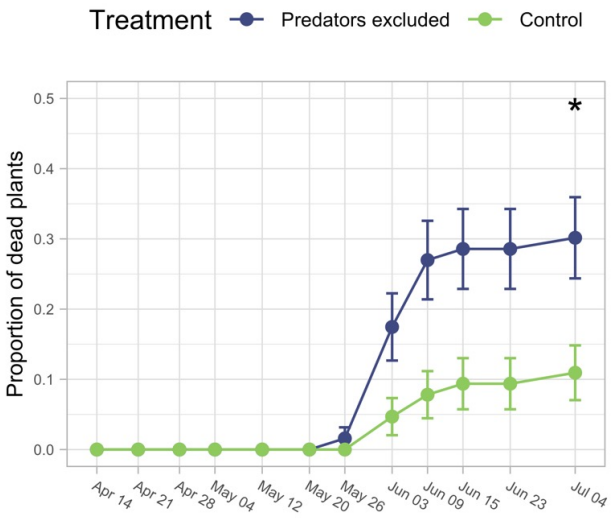
Effet sur la génération suivante et des cultures distantes

Quantification de la réduction des dégâts et des pertes économiques



Déterminer la relation entre niveau de population du ravageur, intensité des dégâts et pertes de récolte

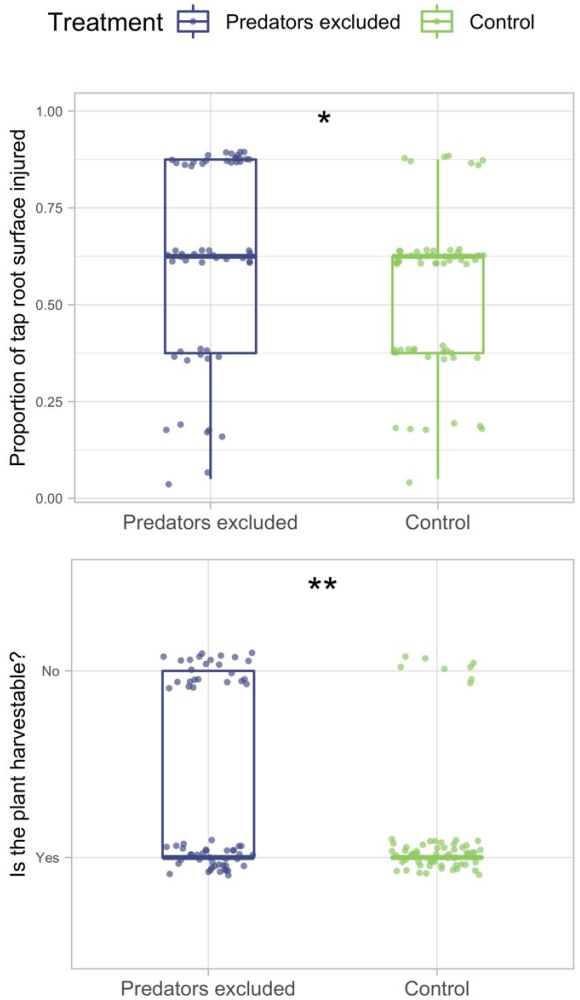




Évolution de la mortalité des plants au cours du temps

- L'exclusion des prédateurs épigés conduit à une augmentation de 20% de la mortalité des jeunes plants, à une augmentation significative des dégâts racinaire et une augmentation de la proportion de brocolis non commercialisable

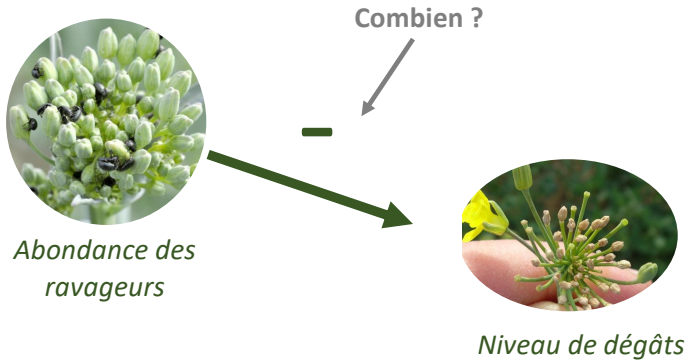
- Soit une valeur d'environ 400 euros / ha



Haut : proportion de surface racinaire avec dégâts de mouche ;
Bas : proportion de plants récoltables

Mesmin et al., 2020

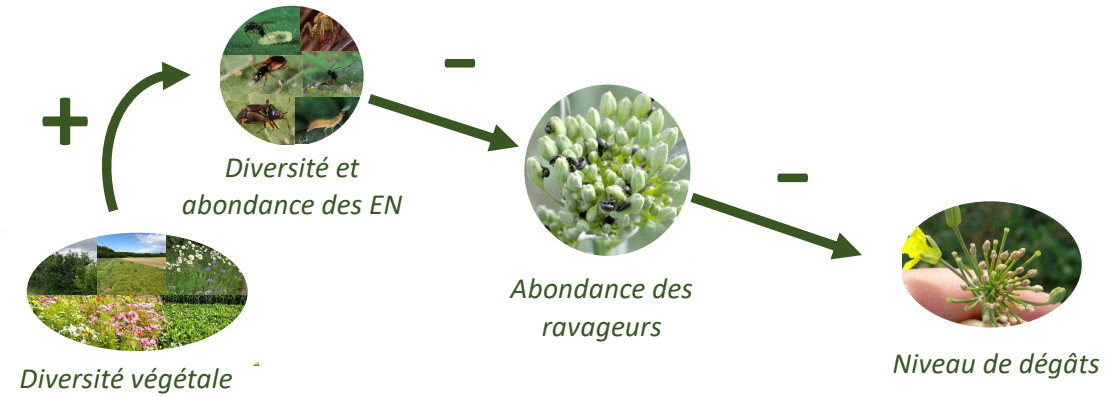
Quantification de la réduction des dégâts et des pertes économiques



- Évaluation possible quand on peut facilement relier quantité de ravageurs, quantité de dégâts et pertes économiques

- Souvent possible sur les cultures légumières (cycles courts, dégâts sur les organes récoltés, …), plus difficile en grandes cultures

- Cruciale pour l'adoption par les agriculteur de pratiques visant à augmenter la biodiversité



Conclusion

- Considérer la diversité spécifique mais aussi fonctionnelle :

Traits liés à la spécialisation, à la précocité, aux stades exploités, à la voracité, …

→ Taxonomie, mais aussi cycles biologiques et écologie des espèces

À intégrer dans la déclinaison en leviers d'action

→ Par ex., choix des plantes de services

- Intégrer de nouvelles dimensions :

Dimension temporelle au-delà de la saison culturale

→ Échelle des rotations (ex. : inter-cultures)

Dimension spatiale au-delà de la parcelle cultivée

→ Échelle de l'exploitation, du paysage (ex. : mosaïque de cultures)