



PEERLESS : Viabilité d'une gestion écologique renforcée de la santé des plantes dans les paysages agricoles



L'exemple de la gestion des populations de carpocapses dans les vergers de pommiers

*Unité « Plantes & Système de culture Horticoles », Avignon
Equipe « Ecologie de la Production Intégrée »*



Contexte

La protection intégrée des cultures

Réduire l'usage des pesticides...

- > limiter le nombre d'applications
- > abandonner les produits les plus nocifs

... Pour réduire les risques

- > pour l'environnement et pour la santé
- > de développement de résistances

Développer **des méthodes** de lutte alternatives

Renforcer la **lutte biologique** par **conservation**



Lutte biologique par conservation

Au niveau de la parcelle

Actions sur les bioagresseurs

- > Limiter les actions de destruction collatérales
 - Produits phytosanitaires
 - Travail du sol
 - Désherbage
- > Favoriser des actions ciblées selon les risques

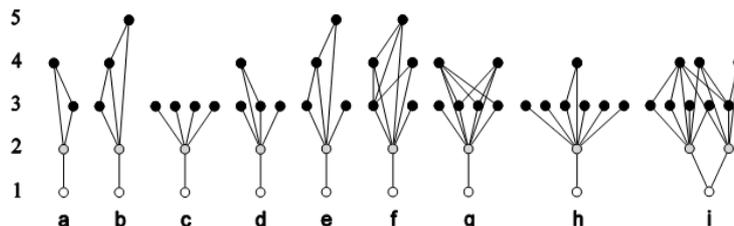


Actions favorisant les ennemis naturels

- > Augmenter les ressources alimentaires
 - Pollen et nectar – Proies et hôtes de substitution
- > Développer des sites refuges
 - Abriter – Pondre – Hiverner



Réseaux trophiques et contrôle biologique



Montoya et al., 2003
Simon et al., 2010

Lutte biologique par conservation

Au niveau du paysage

Représentation

- Composition du paysage (proportion d'éléments cultivés et semi-naturels)
- Configuration du paysage (connectivité entre éléments)

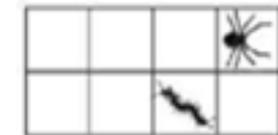
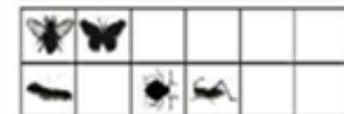
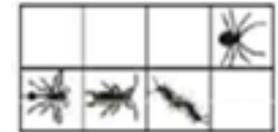
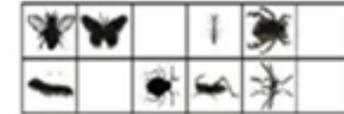
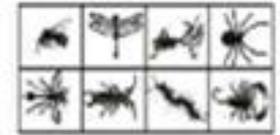
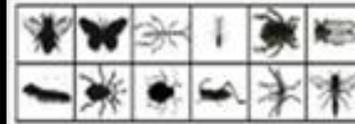
Action sur les bioagresseurs

- > Limiter le développement des sources
- > Freiner la dispersion entre cultures

Action sur les ennemis naturels

- > Favoriser des zones de refuge (éléments semi-naturels)
- > Promouvoir la recolonisation des cultures

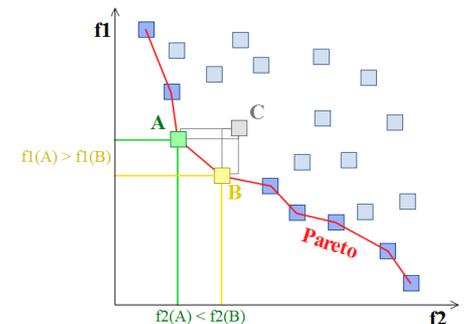
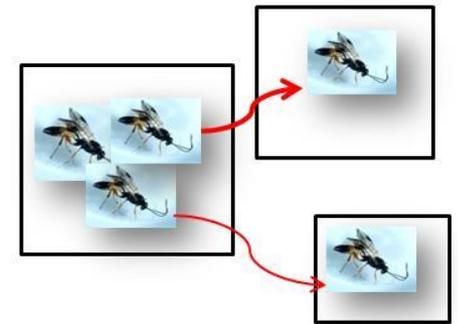
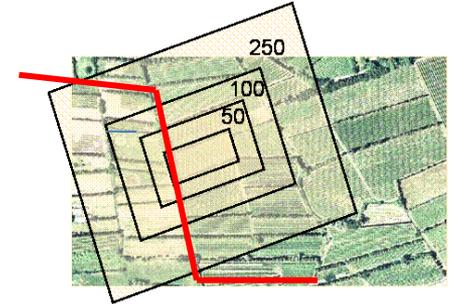
Simplification du paysage



Lutte biologique par conservation

Objectifs de recherches

- Identifier les systèmes de culture et les caractéristiques de paysage dans lesquels la biodiversité fonctionnelle renforce la productivité des cultures
- Identifier les mécanismes écologiques associés à l'hétérogénéité spatio-temporelle de densité de populations de ravageurs et d'auxiliaires
- Proposer des déploiements viables de système de cultures et d'aménagements d'habitats semi-naturels dans des paysages agricoles



Modèles Biologiques

Lutte biologique par conservation

- **Système de culture**

Vergers de **pommiers**

- **Insectes bioagresseurs**

Carpocapse des pommes, *Cydia pomonella*

Puceron cendré, *Dysaphis plantaginae*

- **Ennemis naturels des bioagresseurs**

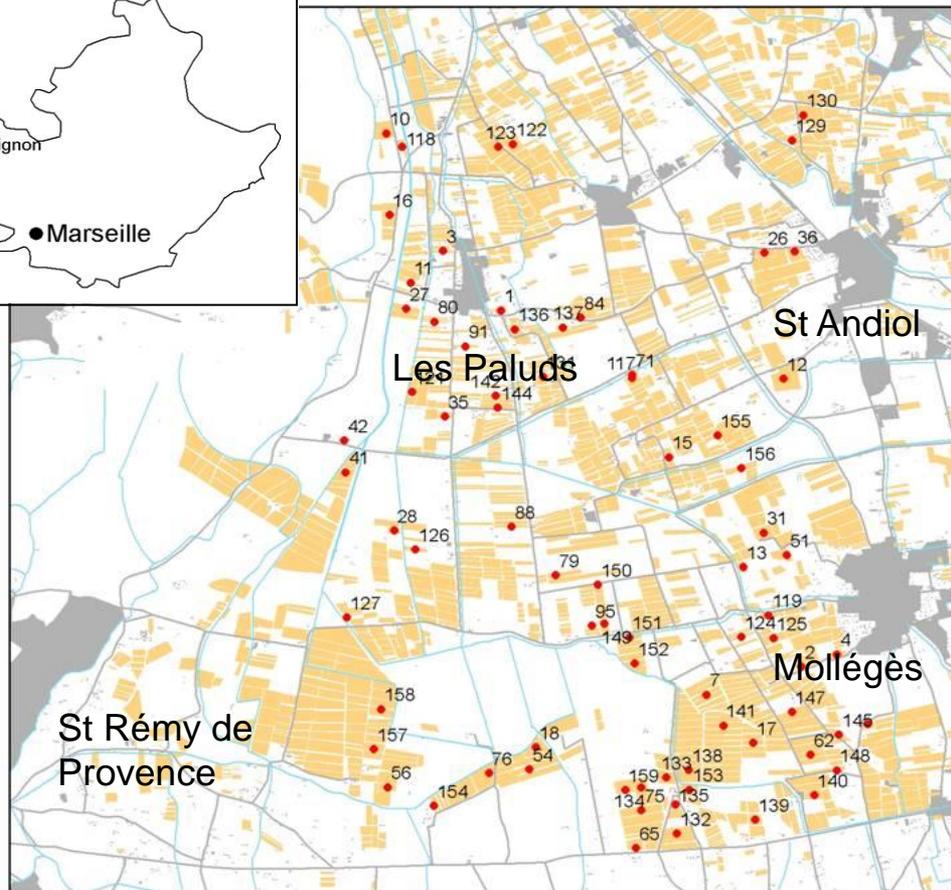
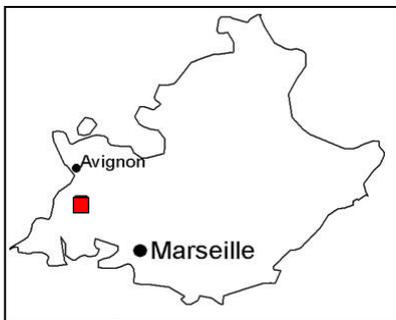
Parasitoïdes

Prédateurs



Sites d'observation

Vergers de « Basse Vallée de la Durance »



Verger pommier ou poirier

Urbain

Position des vergers cibles

Cours d'eau

Routes

1 Km



Un paysage de 70 km²

dense en vergers à pépins (20% SAU) mais diversifié (hétérogénéité spatiale des cultures et des pratiques de phytoprotection)

Suivis **écologiques** et **agronomiques** dans 50 vergers de pommiers (2006-2013...)

Base de données SIG

résumant les caractéristiques paysagères et les observations effectuées sur le site

Réseaux de sites ateliers sur les «services écologiques rendus par la biodiversité»

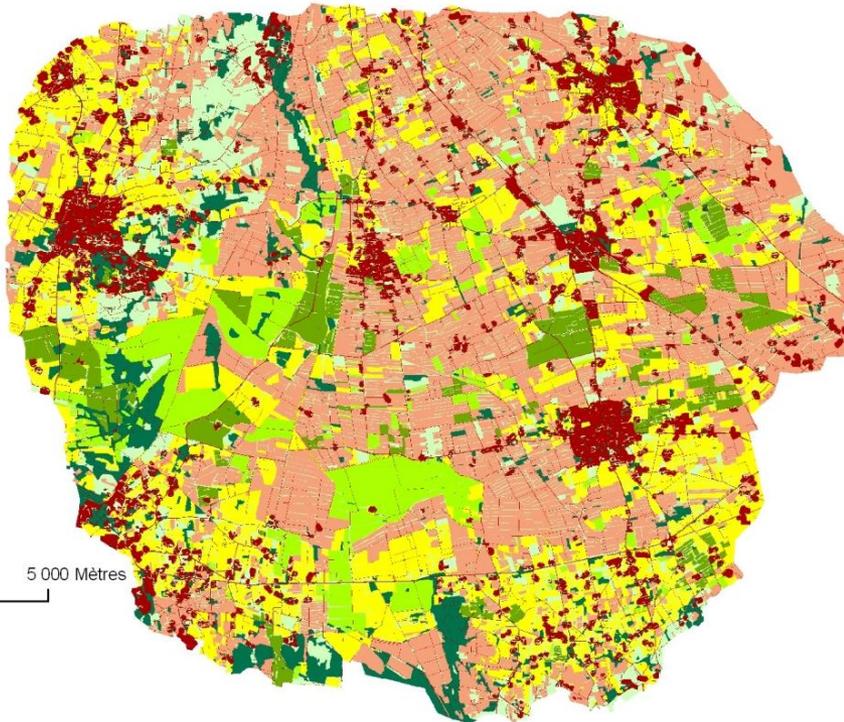
Site d'observation

Occupation du sol et indicateurs paysagés



Occupation du sol

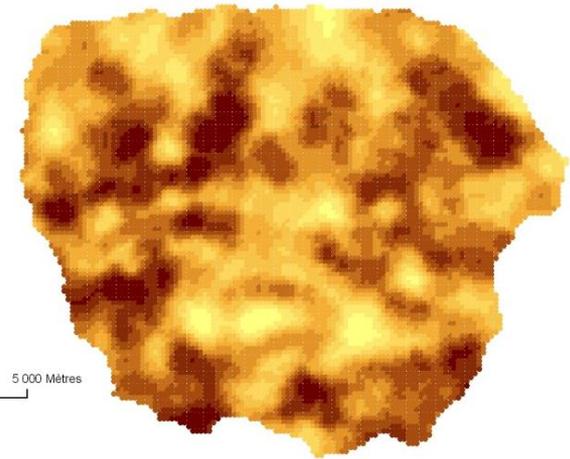
- Bois
- Cultures annuelles
- Cultures pérennes
- Friche
- Prairie permanente
- Prairie temporaire
- Urbain



Shannon

- 0.315850 - 0.772150
- 0.772151 - 0.983380
- 0.983381 - 1.124390
- 1.124391 - 1.233480
- 1.233481 - 1.328840
- 1.328841 - 1.417340
- 1.417341 - 1.501540
- 1.501541 - 1.588780
- 1.588781 - 1.693060
- 1.693061 - 1.912990

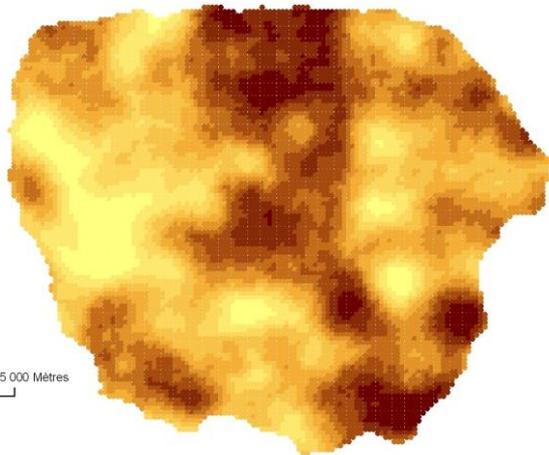
0 5 000 Mètres



Longueur d'interface cultures/éléments semi-naturels

- 1050 - 5930
- 5931 - 9020
- 9021 - 11520
- 11521 - 13820
- 13821 - 16090
- 16091 - 18330
- 18331 - 20650
- 20651 - 23240
- 23241 - 26270
- 26271 - 31350

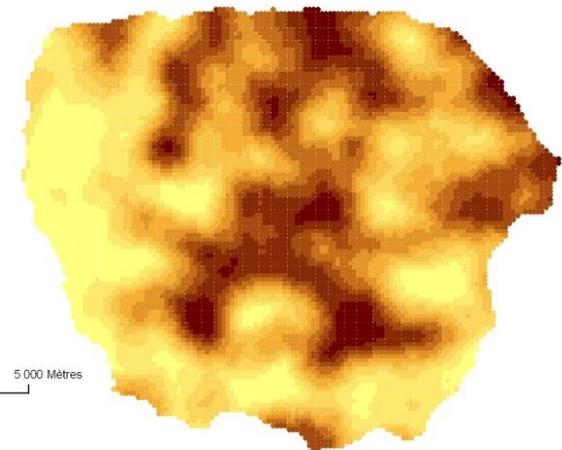
0 5 000 Mètres



Pourcentage de cultures pérennes

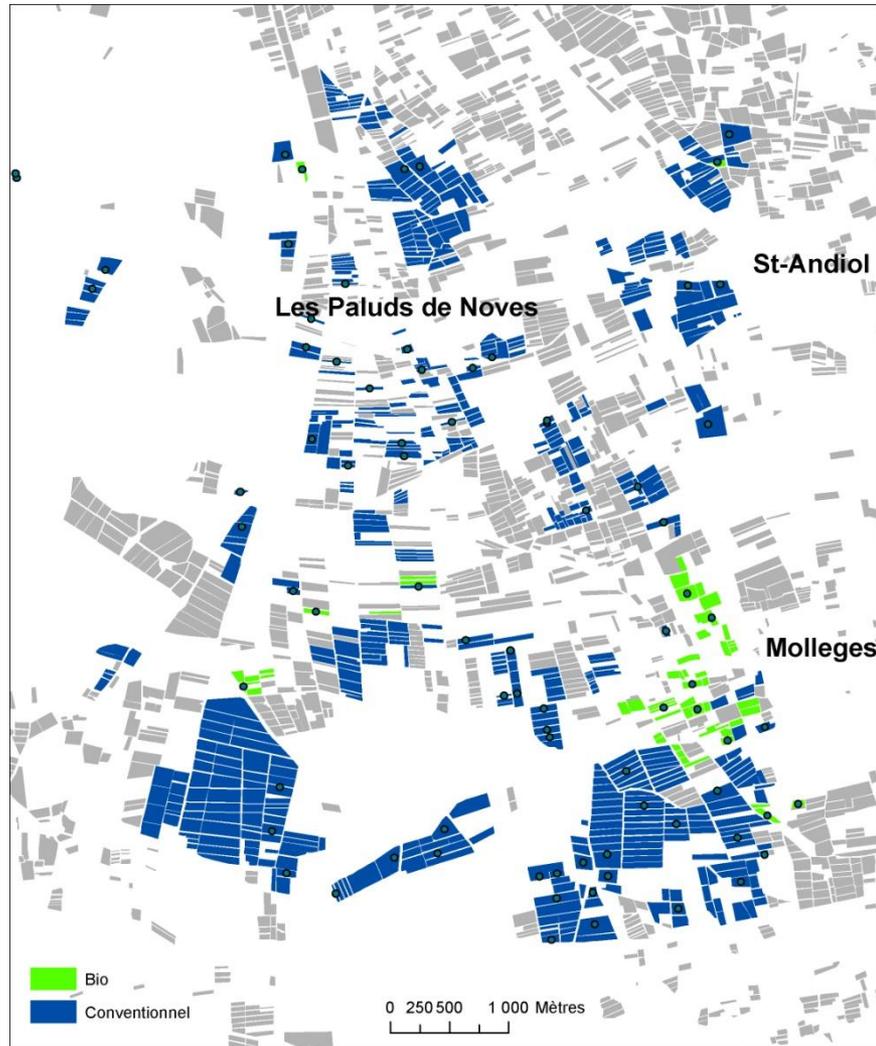
- 0.000000 - 0.069200
- 0.069201 - 0.144880
- 0.144881 - 0.219060
- 0.219061 - 0.294050
- 0.294051 - 0.369930
- 0.369931 - 0.447600
- 0.447601 - 0.528970
- 0.528971 - 0.611530
- 0.611531 - 0.707250
- 0.707251 - 0.902480

0 5 000 Mètres



Site d'observation

Spatialisation des pratiques culturales



Vergers bio ■ et non bio ■

Vergers conv. ■ Vergers en confusion ■

Sites d'observation

Descripteurs de l'environnement

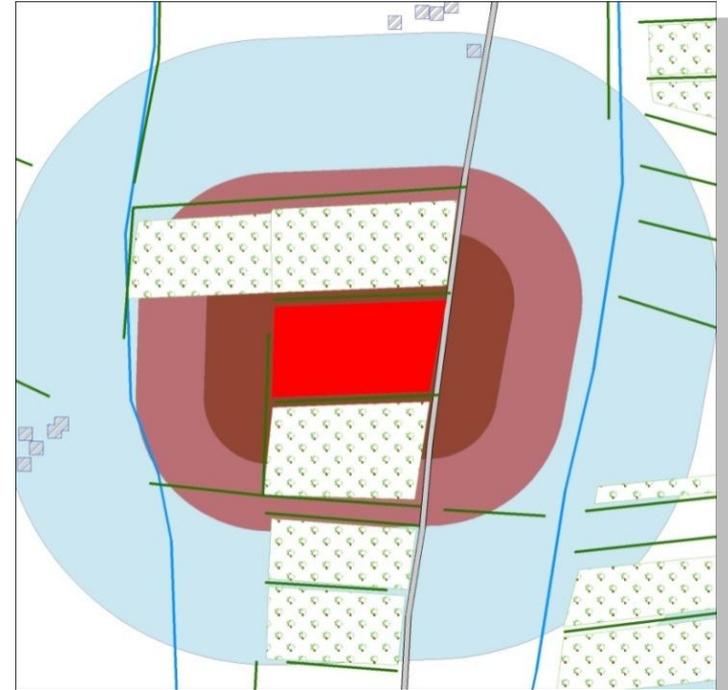
- **Au niveau de la parcelle**

- > Pratiques de **phytoprotection**
Calendrier - Toxicité des traitements
- > Caractéristiques des **haies** de bordure
Physiques - Floristiques



- **Au niveau du paysage**

- > **Anneaux concentriques** autour des vergers
distants de 50 à 500m
- > Descripteurs des **surfaces** et des **linaires**
 - Proportions de **vergers** (conventionnels, biologiques, abandonnés)
 - Réseaux de **haies** (longueur & orientation)

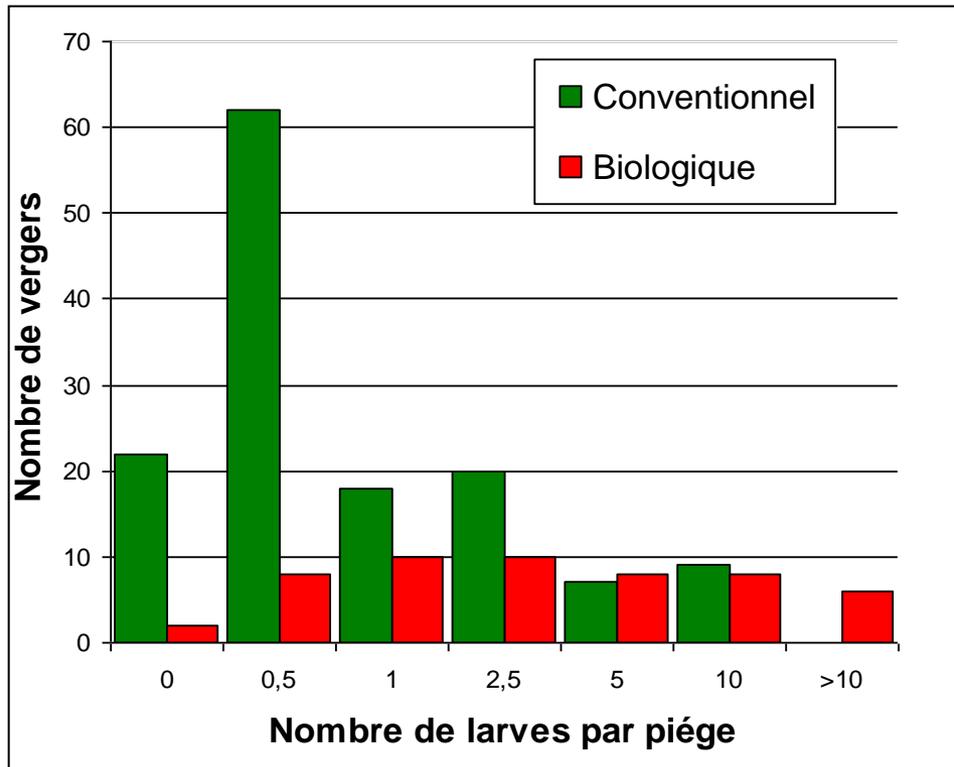


Densité de larves

Impact des pratiques locales



- > Suivis de populations de larves diapausantes (2006-2013)
- > Environ 30 pièges par verger dans 50 vergers chaque année



- > Le nombre de larves est 5 fois **moindre** dans les vergers **conventionnels**
- > Le nombre de larves est plus **variable** dans les vergers **biologiques**

Densité larvaire

Impact de l'environnement local

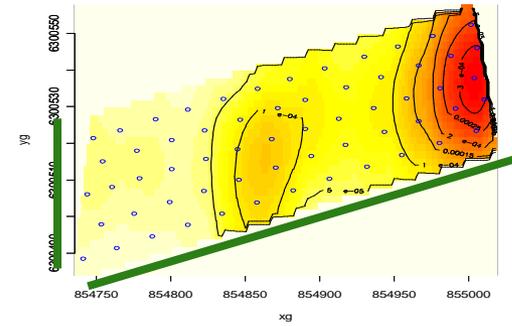
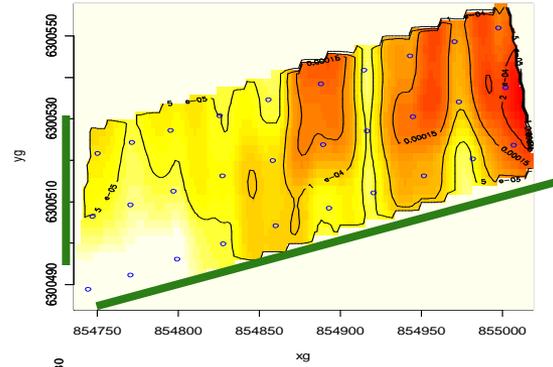
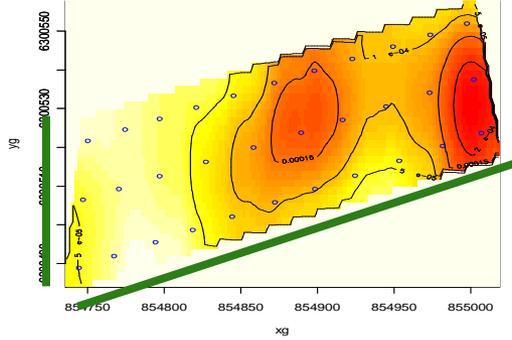


2006

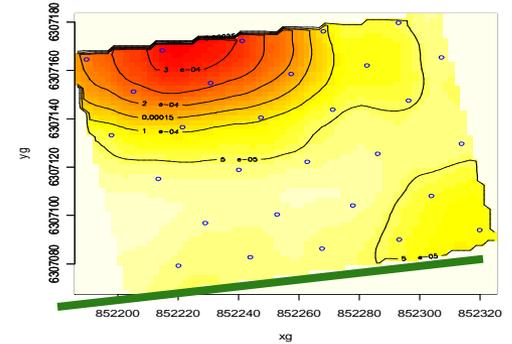
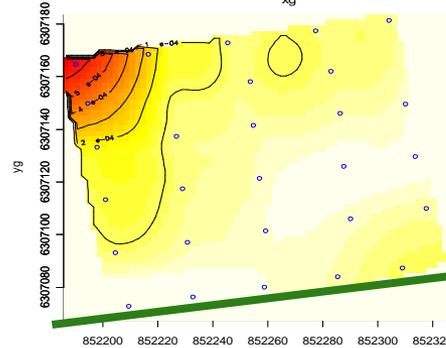
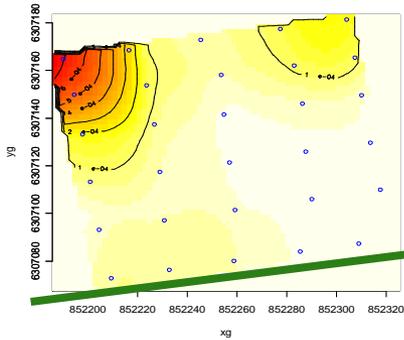
2007

2008

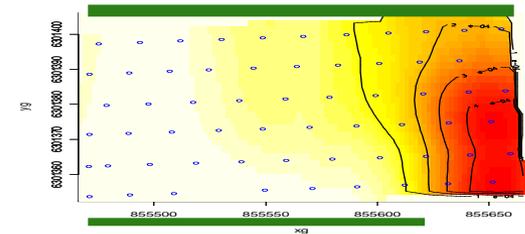
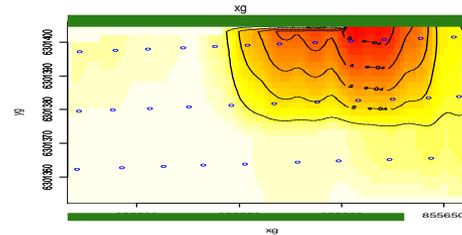
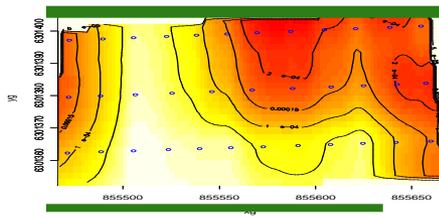
Verger 1



Verger 2



Verger 3



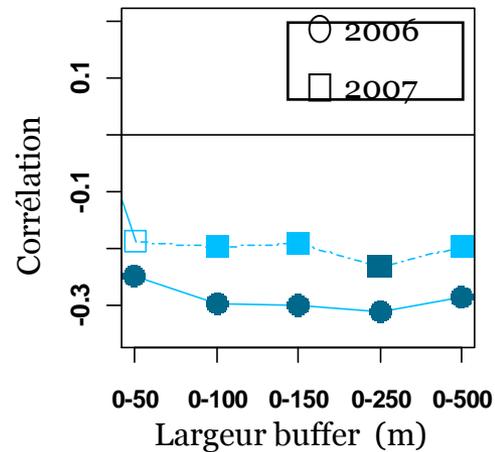
Les agrégations des larves dans le verger sont opposées aux haies

Densité de larves

Impact de l'environnement paysager



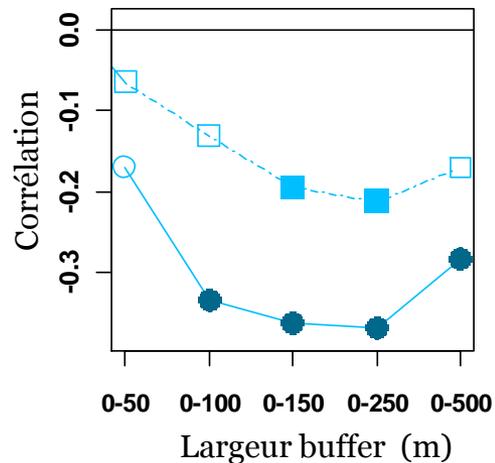
Vergers conventionnels



> **Corrélations négatives** maximales dans les 200 m autour de chaque verger

> Moins de larves dans les vergers entourés par de nombreux vergers conventionnels

Haie brise-vent



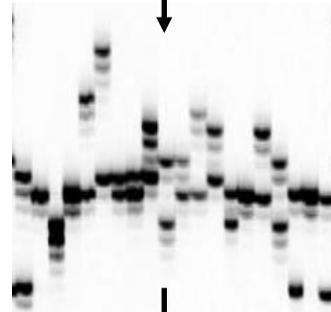
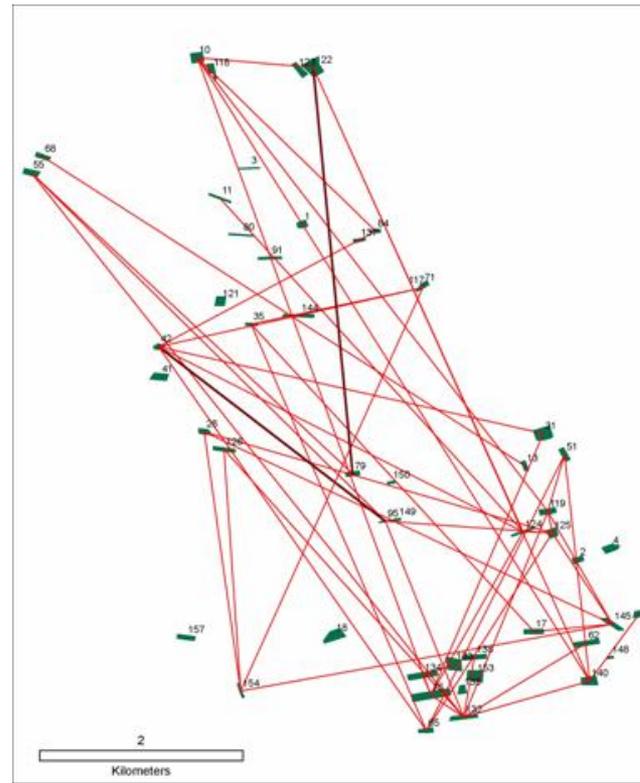
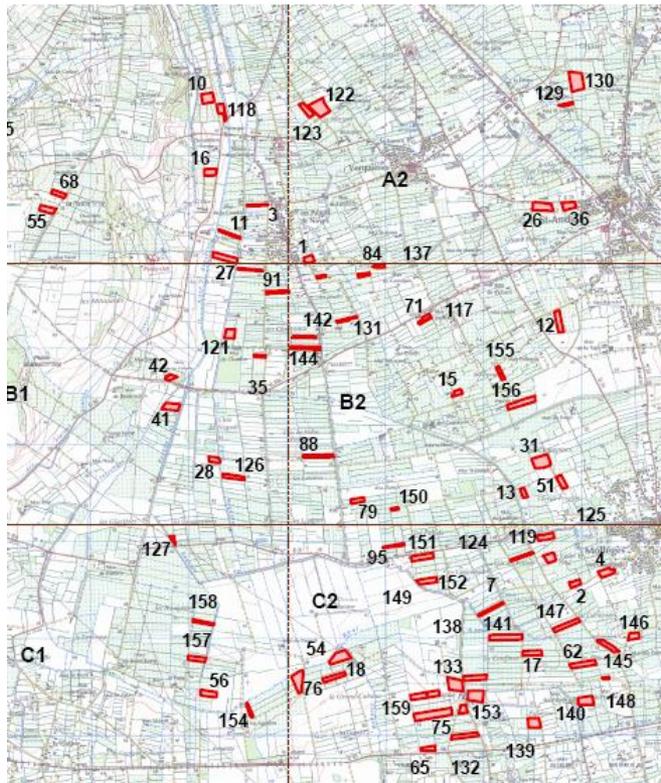
> Moins de larves dans les vergers entourés par des haies brise-vent



Dispersion des sites de pontes

Distribution spatiale des paires de plein-frères

- > Assignment **génétique** des larves plein-frères
- > Reconstitution de la **dispersion** des évènements de pontes



- > Dispersion des pontes **au sein du verger** à plus de 95%
- > Dispersion des pontes **entre vergers distants** (100 à 7000 mètres)

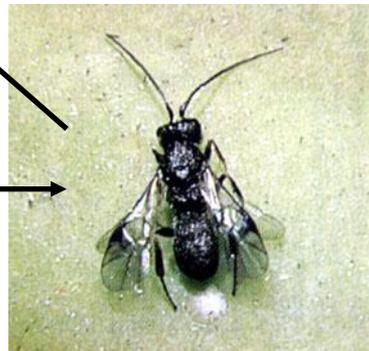
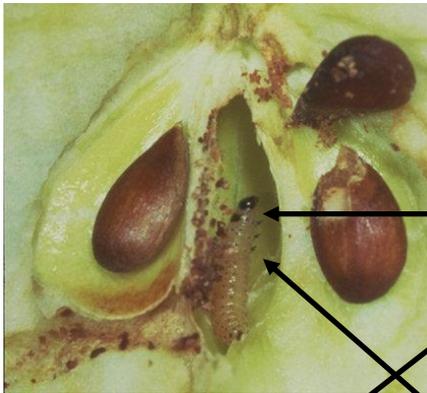
Parasitisme des larves diapausantes

Identification des parasitoïdes et de leurs hôtes



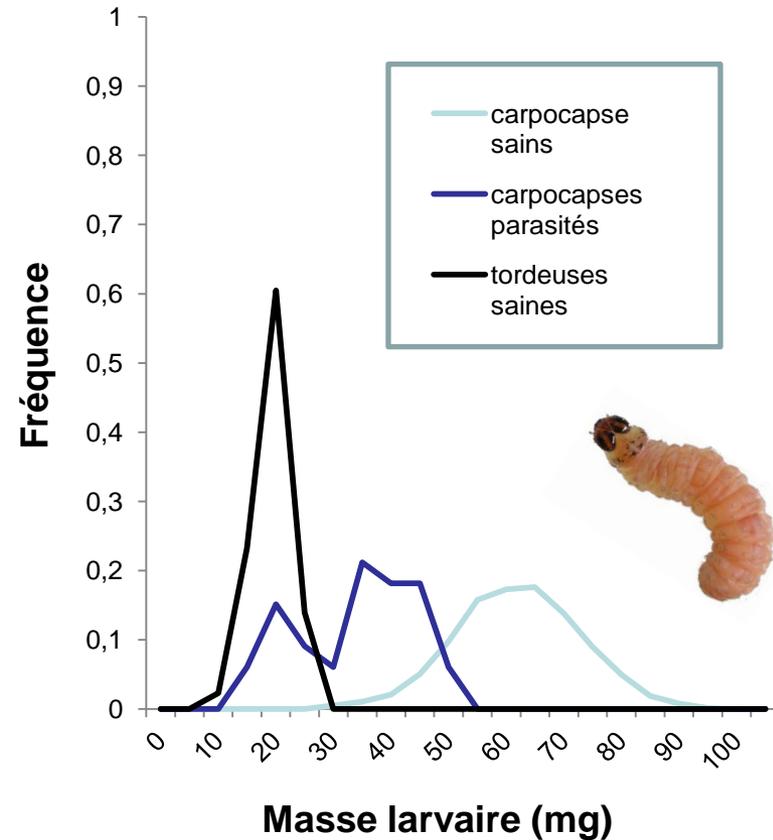
Cydia pomonella & autres Tortricidae

Pristomerus vulnerator



Perilampus tristis

Ascogaster quadridentata



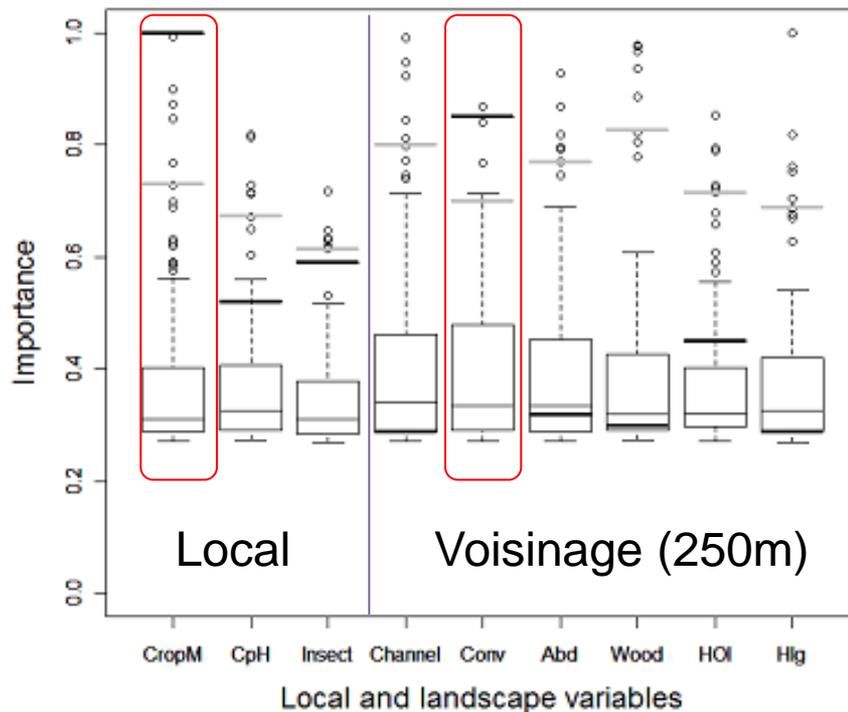
> Détection moléculaire des parasitoïdes et des larves hôtes

Parasitisme des larves diapausantes

Taux de mortalité et de parasitisme



	Nombre de larves	Nombre de vergers	Mortalité hivernale	Taux de Parasitisme
Non-Traité	3245	2	30%	31%
Biologique	9251	52	17%	4%
Conventionnel	4408	141	13%	1%

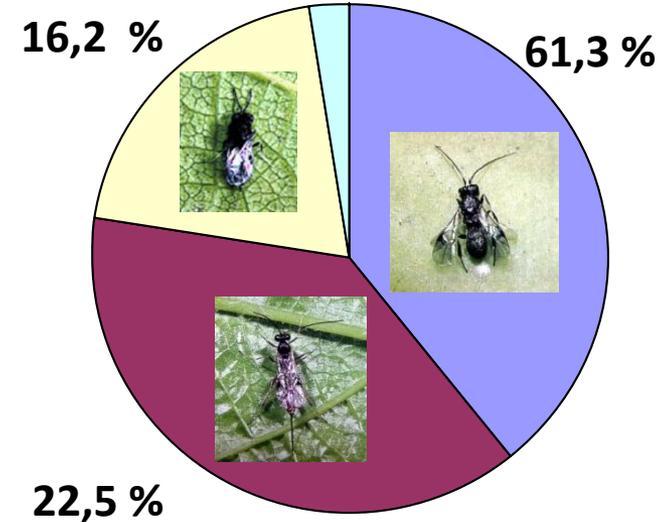
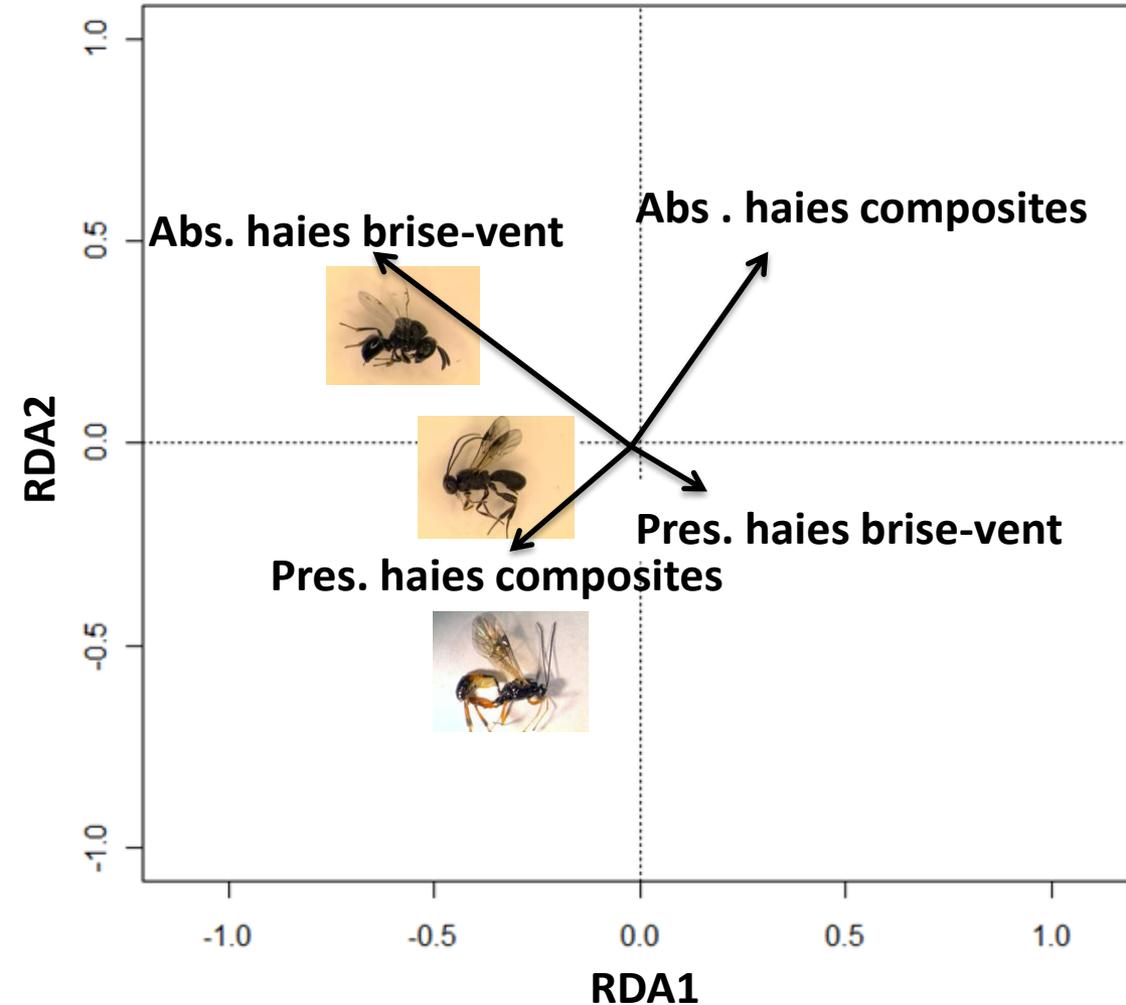


Analyses multimodèles
spatialement hiérarchisées

Parasitisme dépend
surtout de la
phytoprotection, à la
fois locale et au
voisinage des vergers

Parasitisme des larves diapausantes

Communauté et diversité parasitaire



Haies composites → ressources complémentaires, refuges

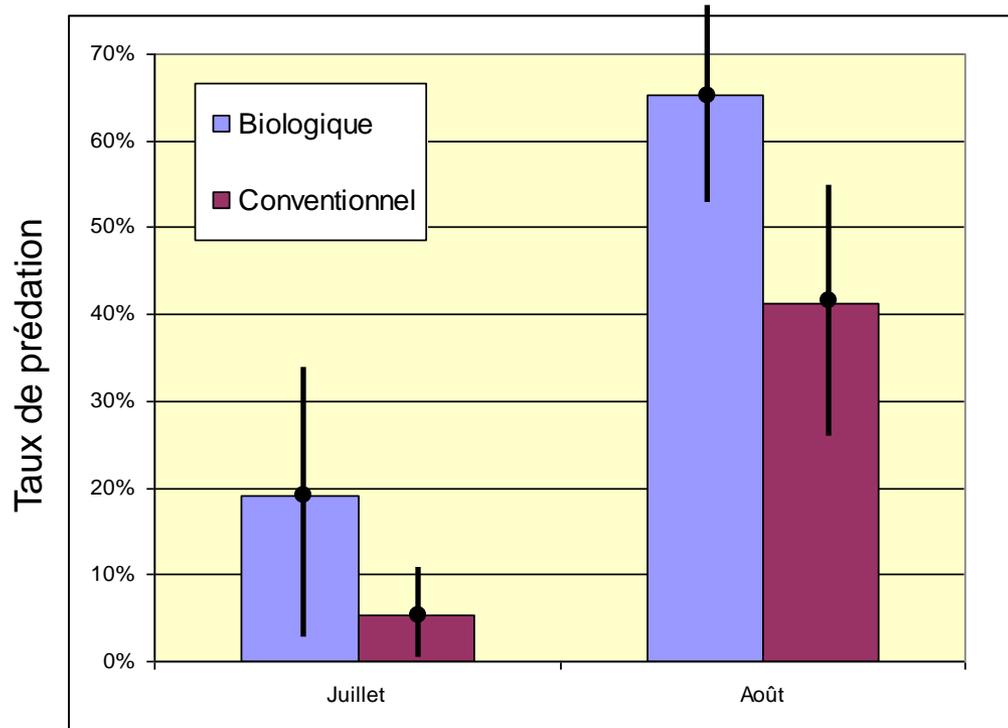
Haies brise-vent → effets des pesticides

Prédation d'œufs sentinelles

Impact des pratiques locales



- > Suivis de prédation dans 10 vergers
- > Exposition pendant 3 jours de 50 bandelettes avec 10 œufs par verger



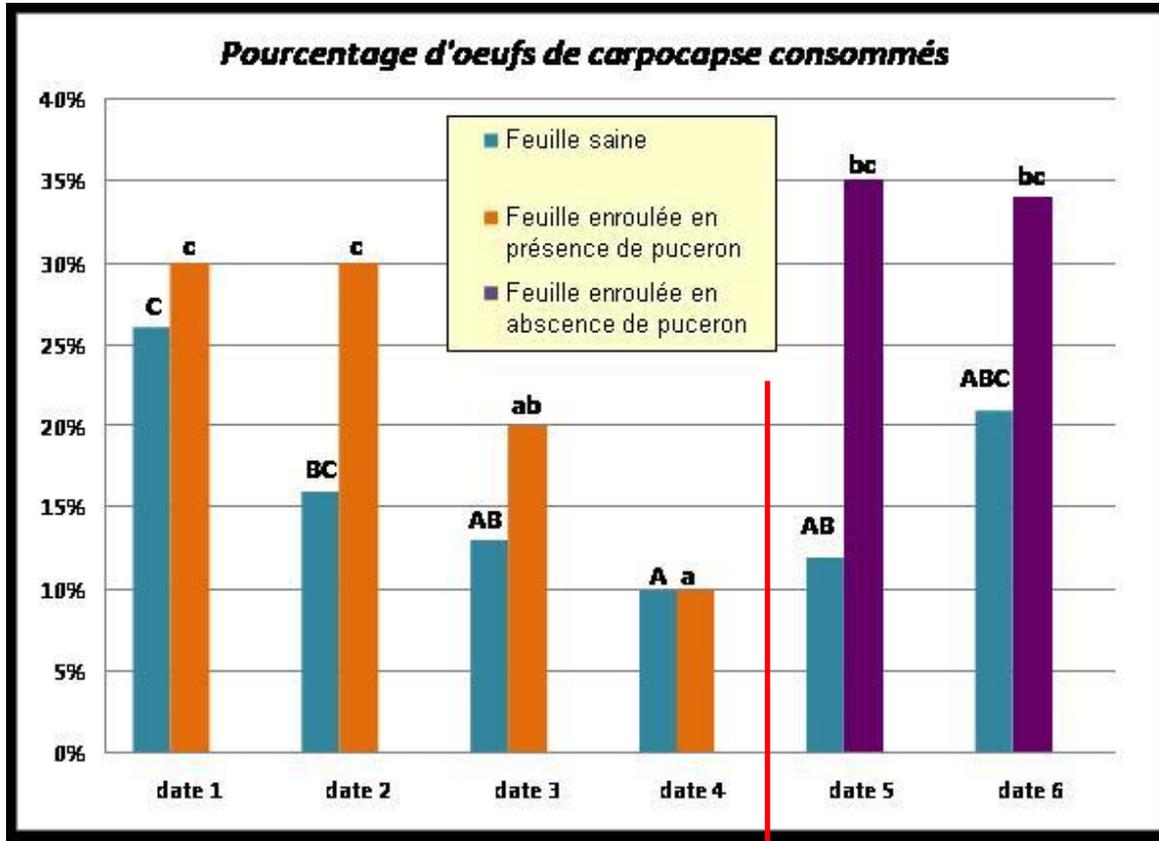
- > Le taux de prédation **augmente** progressivement au cours de la saison

- > Le taux de prédation des œufs dépend essentiellement de la **phytoprotection** locale



Prédation d'œufs sentinelles

Interaction entre phytophages



Le puceron cendré **augmente la prédation** des œufs de carpocapse :

- > Effet **direct** lié aux prédateurs du puceron
- > Effet **indirect** lié aux **enroulements foliaires** protecteurs

Prédation d'œufs sentinelles

Impact des haies

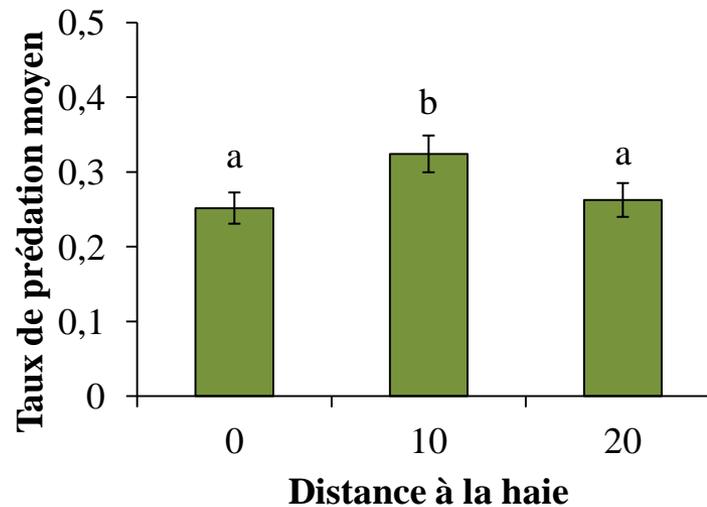


Taux de prédation ~ Distance à la haie + Type de haie + Distance x Type de haie

Porosité

Diversité végétale

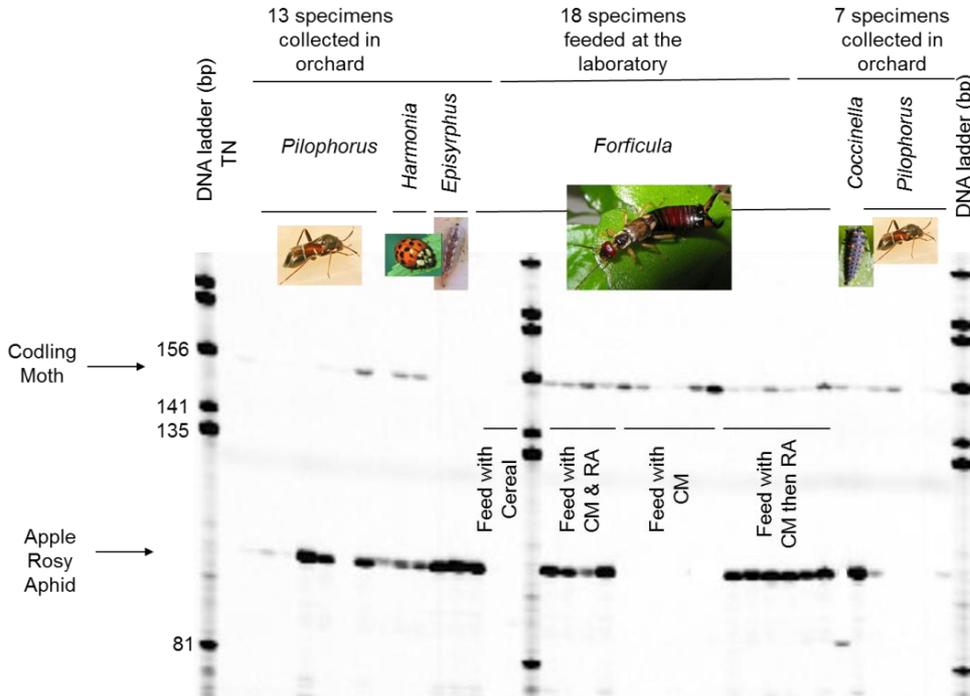
➔ Interaction significative: effet différent du type de haie suivant la distance sur les taux de prédation



➔ Influence de la haie sur les taux de prédation

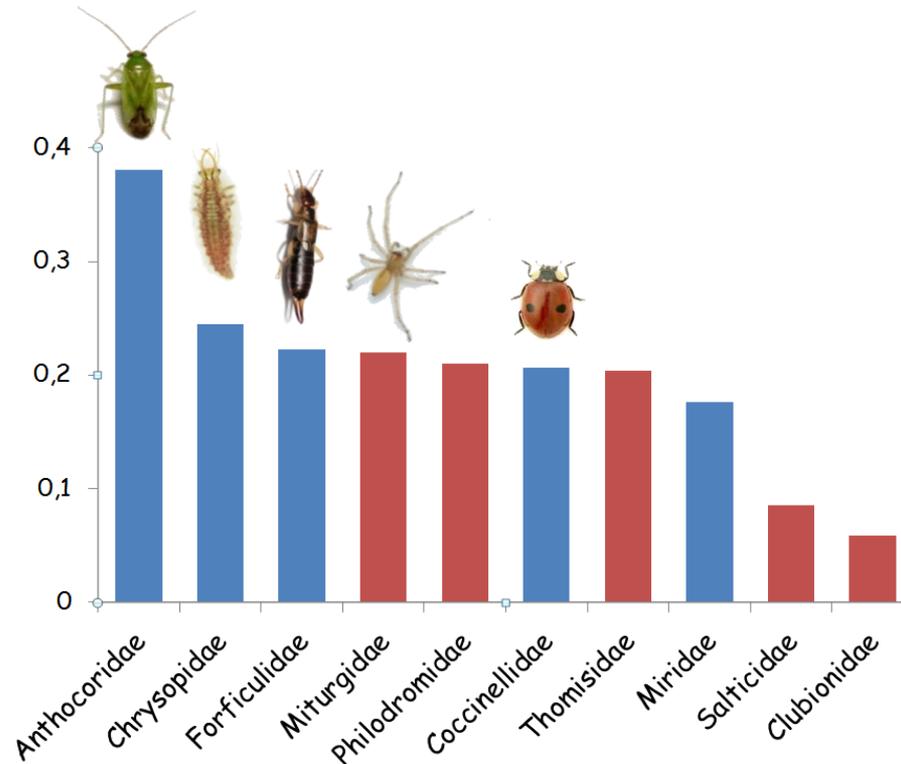
Prédation en vergers

Importance relative des prédateurs généralistes



Analyse de contenus
stomacaux avec des amorces
spécifiques du carpocapse et
du puceron cendré (COI)

Proportions d'individus détectés positifs par famille de prédateurs (araignée, insecte) collectés par battage en juillet dans 20 vergers de pommiers



Conclusions & Perspectives

Lutte biologique par conservation

Communauté des ennemis naturels

pour comprendre l'ensemble des relations trophiques associées aux bioagresseurs (Manuel Plantegenest, IGEPP & Dave Bohan, AE)

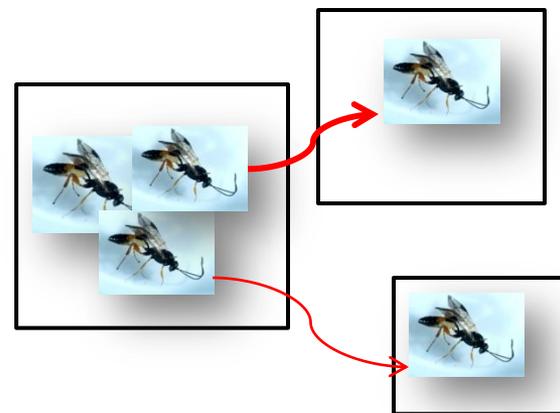
> Niveau de la parcelle



Dynamique des populations

pour estimer les paramètres démographiques des bioagresseurs et de leurs ennemis naturels (Etienne Klein, BioSP)

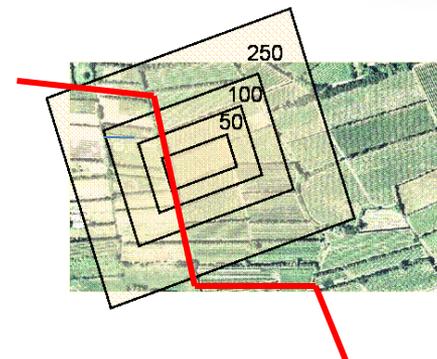
> Niveau du paysage



Facteurs et des échelles spatio-temporelles de structuration des populations

pour identifier les assemblages optimisant la lutte biologique (Claire Lavigne, PSH & Sandrine Petit, AE)

> Niveaux de la parcelle et du paysage

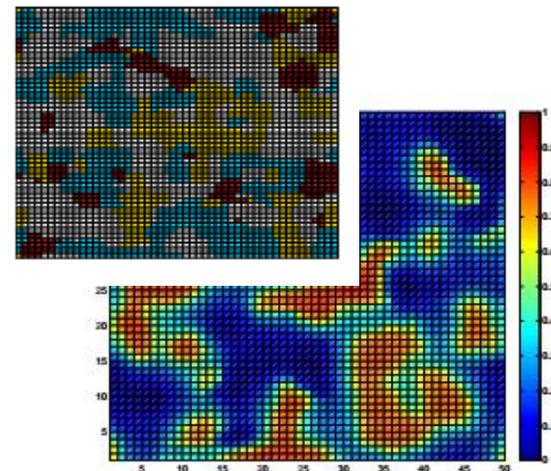


Conclusions & Perspectives

Optimiser la lutte biologique par conservation

Intégration des connaissances écologiques dans des modèles

pour simuler la dynamique des populations ravageurs-auxiliaires en interaction dans des paysages hétérogènes (Lionel Roques, BioSP & Nicolas Parisey, IGEPP)



Optimiser des scénarios paysagés renforçant le contrôle biologique des ravageurs

à partir de critères agronomiques, environnementaux et économiques (Mohamed Ould-Sidi, PSH & Vincent Martinet, EP)

