



Colloque de restitution finale

de l'appel à projets de recherche

« **Combiner les leviers** »

Jeudi 21 mai 2026
INRAE PARIS

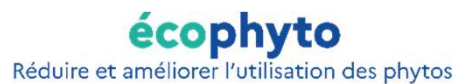
CACOLAC

Cadre conceptuel pour l'analyse de combinaisons de leviers agroécologiques

Resp. scientifique : Thierry Spataro

Présentateurs : Thierry Spataro & Bertrand Gauffre

Financé dans le cadre de la stratégie **écophyto**



Contexte, objectifs et caractère novateur du projet par rapport aux enjeux Ecophyto

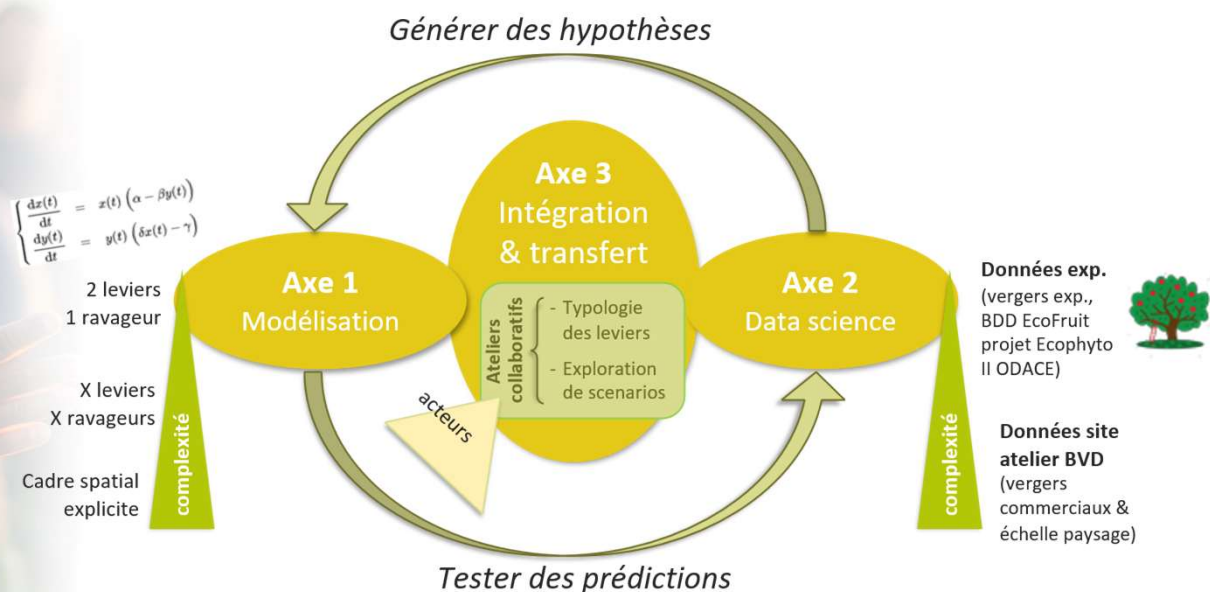
Développer un **approche générique** qui permettent de **mieux comprendre les interactions** entre levier et **optimiser leur combinaison** dans l'**espace** et dans le **temps**

- En s'appuyant sur un système particulier
- En impliquant les acteurs du milieu agricole

Consortiums et partenaires du projet



Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en œuvre



Principales hypothèses :

Axe 1.1 : selon leur mode d'action, des leviers peuvent s'avérer complémentaires ou au contraire antagonistes

Axe 1.2 : la nature des interactions entre les leviers dépend aussi des processus de régulation intrinsèque

Axe 1.3 : des interactions entre leviers peuvent émerger à l'échelle du paysage

Axe 2.1: Certaines combinaisons de leviers réduisent les bioagresseurs et/ou traitements (IFT)

Axe 2.2: L'effet des leviers et de leurs combinaisons sur les ravageurs dépend des interactions entre les échelles locale et paysagère

Axe 1. Méthodologie

Modélisation de la dynamique (locale) d'un ravageur

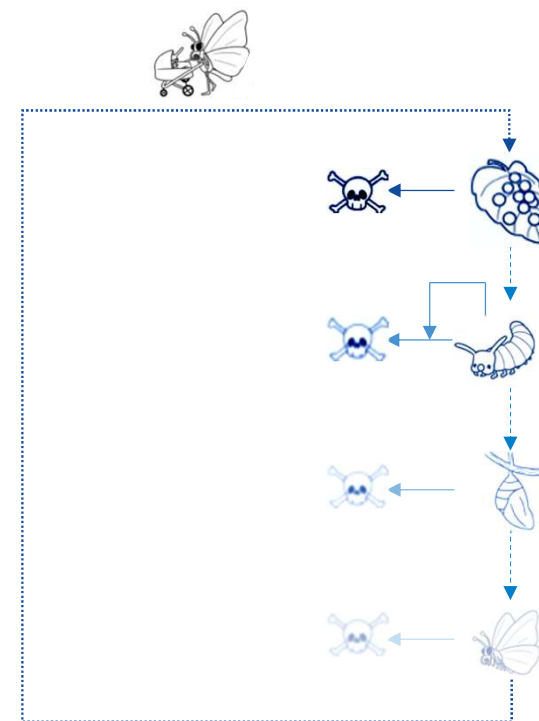
permettant une prise en compte réaliste de l'effet des leviers

+

représentatif d'une grande diversité de systèmes



- Cycle de vie divisé en 4 stades (typiquement œuf – larve – nymphe – adulte)
- Modèle exprimé sous forme d'équations différentielles à retard



Axe 1. Méthodologie

Prise en compte des leviers

levier réduisant la reproduction

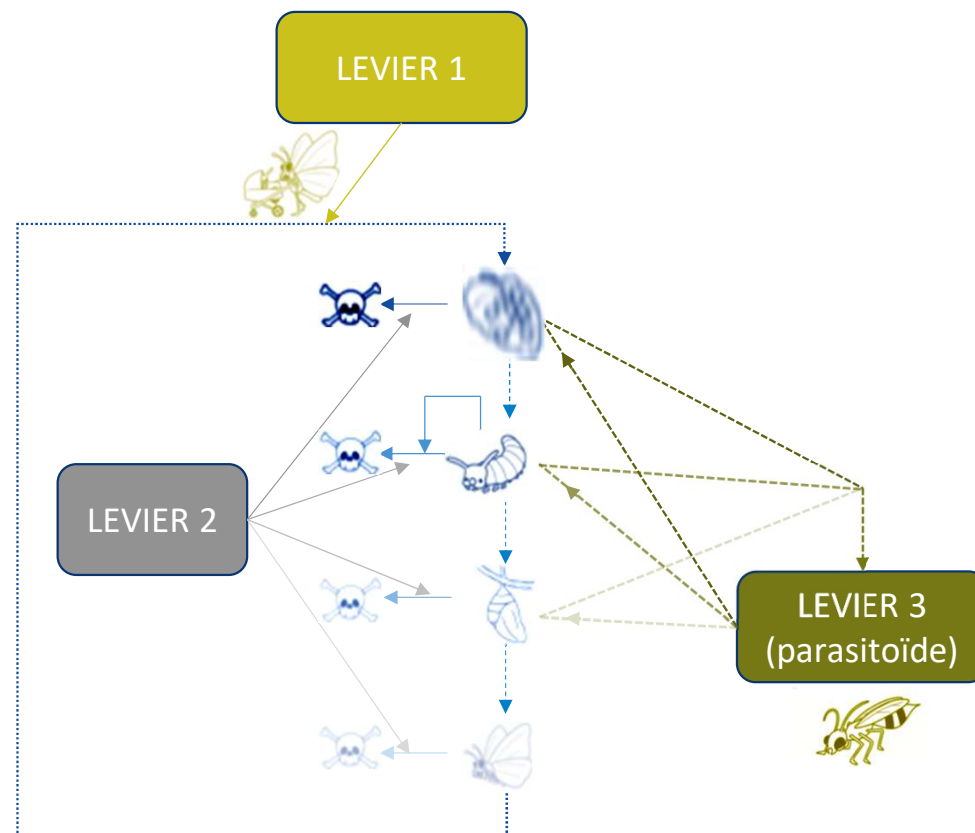
+

levier affectant la mortalité d'un stade

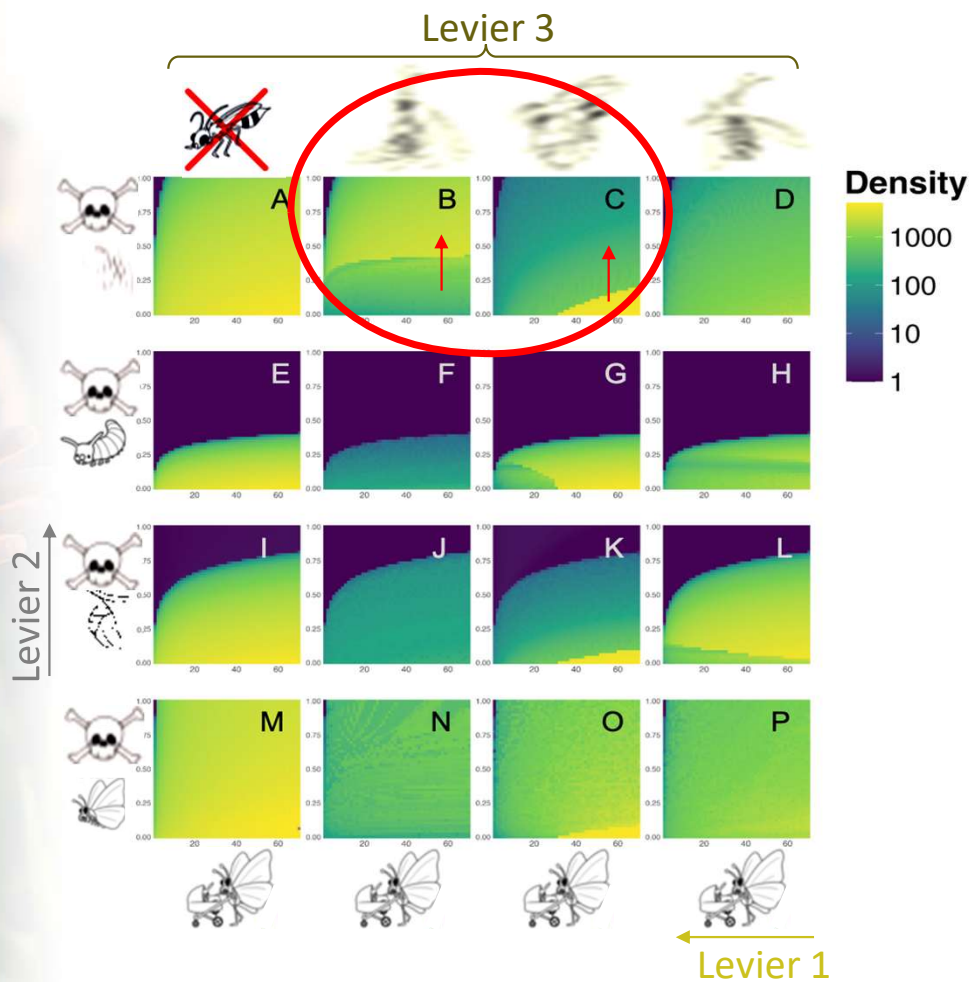
+

parasitoïde

peuvent affecter l'un ou l'autre des stades



Axe 1. Résultats

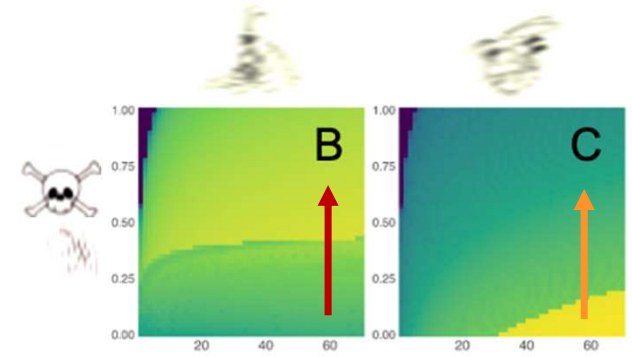
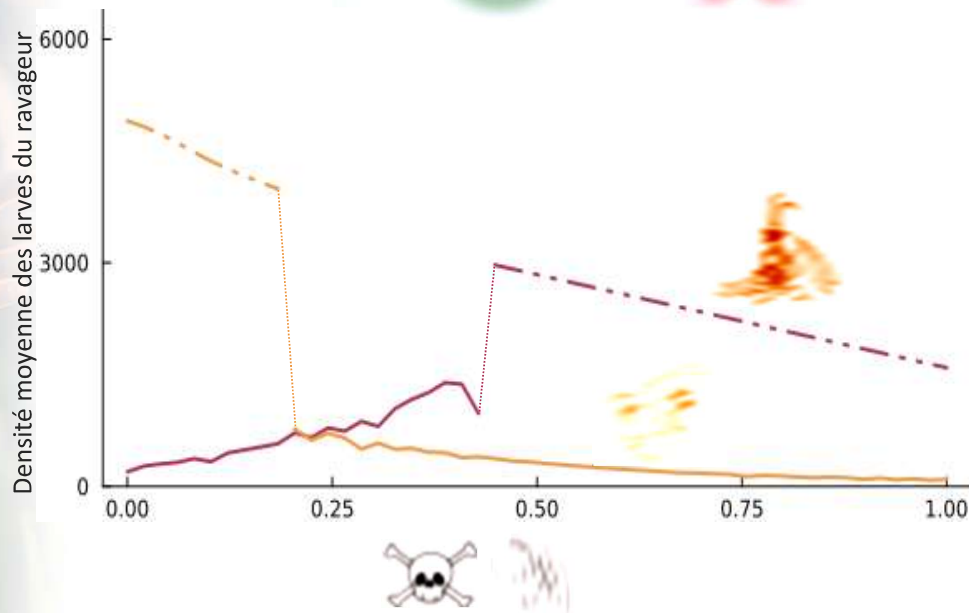


➤ Développement d'un « outil » qui permet d'appréhender l'efficacité d'une très grande diversité de combinaisons de leviers

La prise en compte des stades de développements impactés est essentielle

Axe 1. Résultats

Interaction



Effet très différent d'une mortalité additionnelle des œufs selon qu'elle est associée à un parasitoïde de **larve** ou d'**œuf** :

Permet le maintien
Provoque la disparition

du parasitoïde

Quand compatible avec la persistance du parasitoïde :

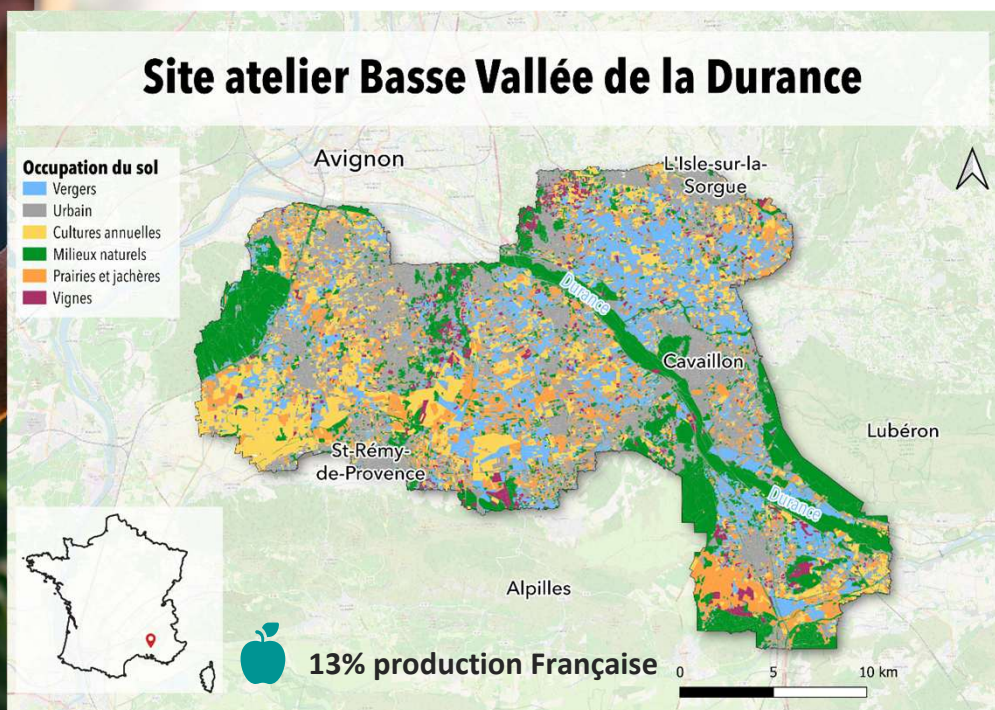
améliore
dégrade

le contrôle



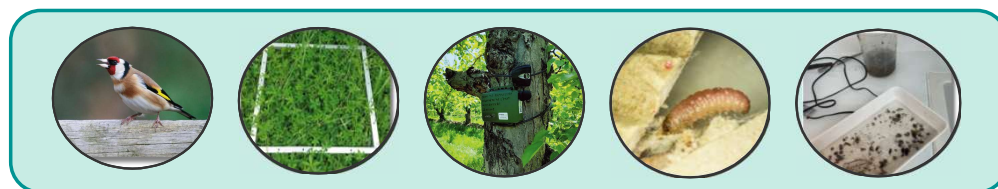
Axe 2. Méthodologie

Evaluation des combinaisons de leviers sur un cortège de ravageurs et les IFT aux échelles intra- et supra-parcellaire (paysage des pratiques)



Un observatoire pour accompagner la transition agroécologique dans les systèmes de culture horticoles méditerranéens

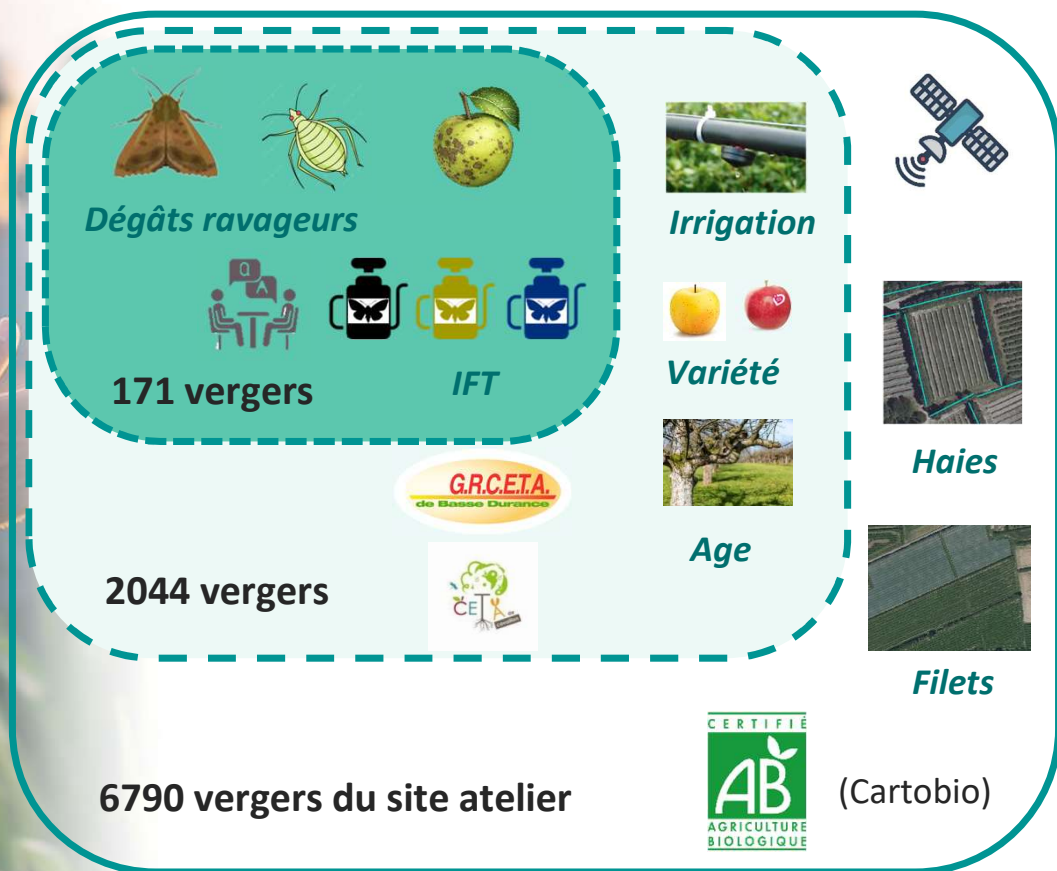
- ❖ Des suivis multi-taxa de la biodiversité mobilisant des techniques de plus en plus instrumentées



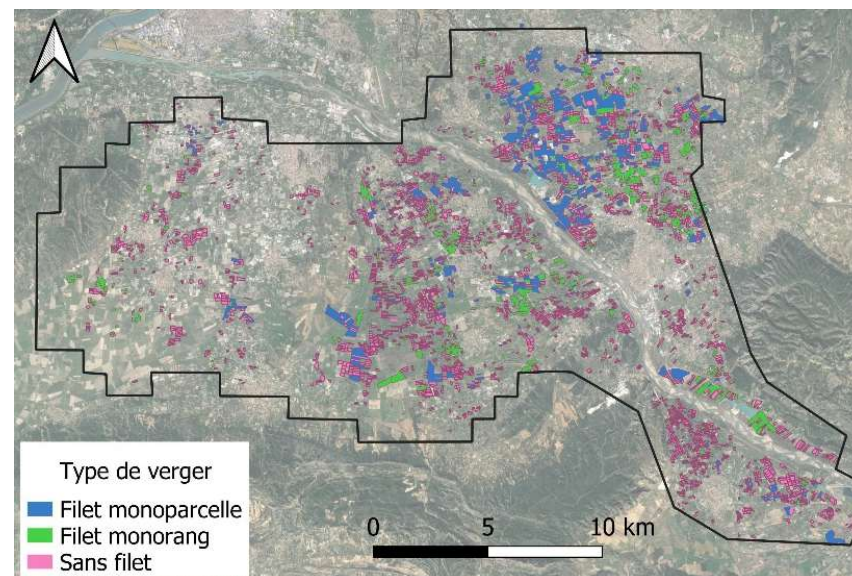
- ❖ Un territoire d'expérimentation agroécologique avec les acteurs



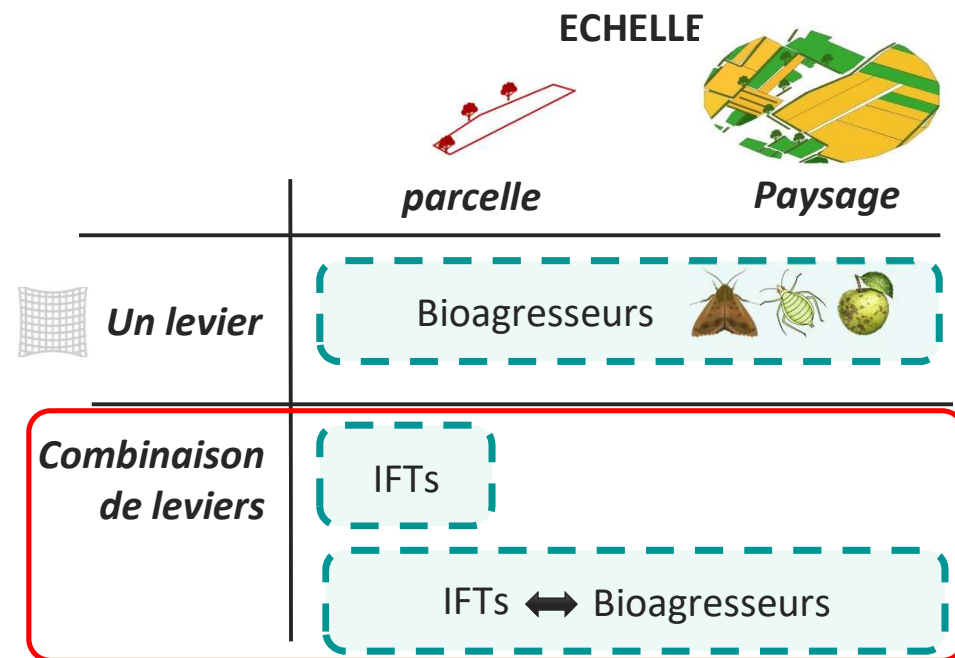
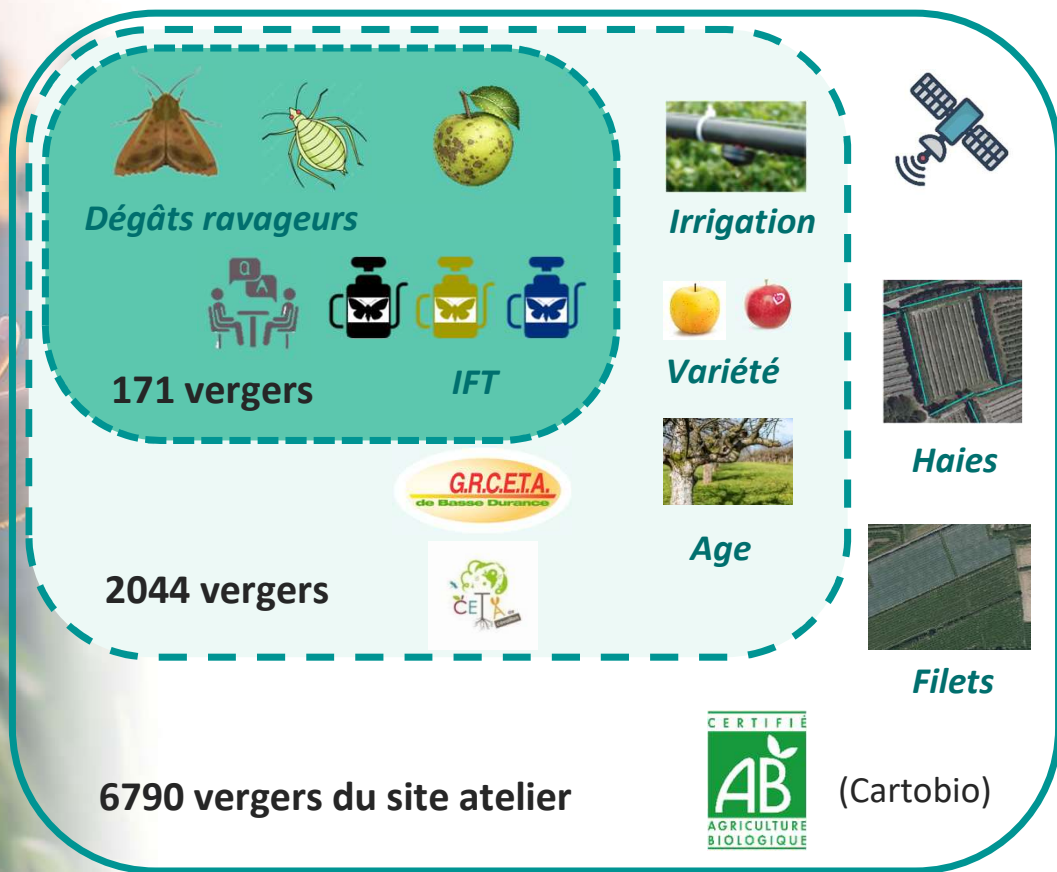
Axe 2. Méthodologie



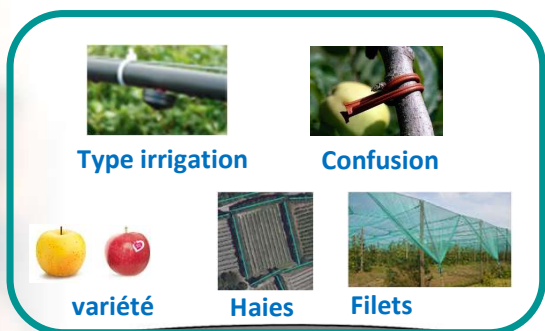
Cartographie des filets



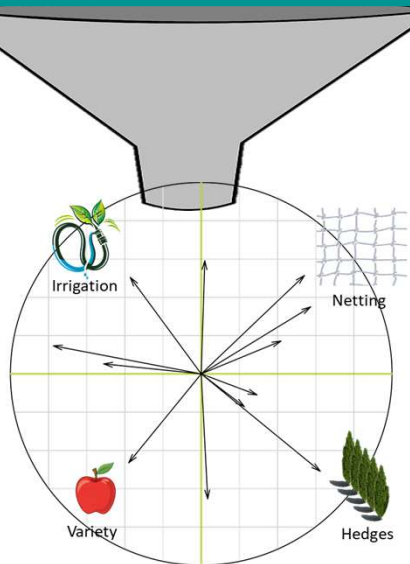
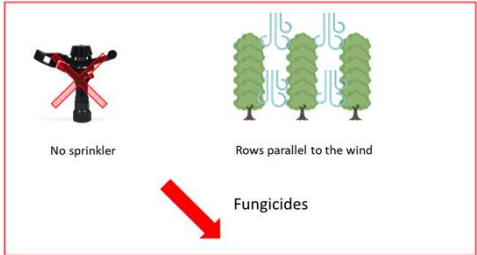
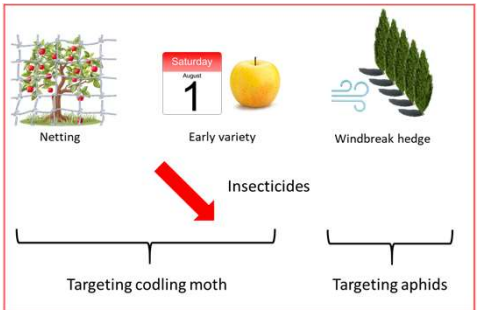
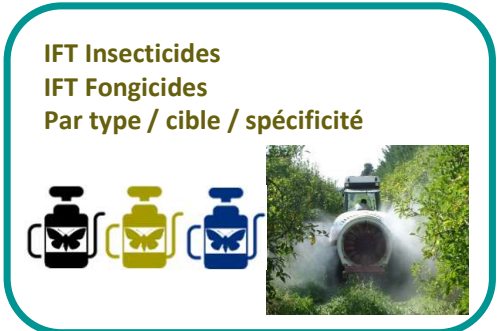
Axe 2. Méthodologie



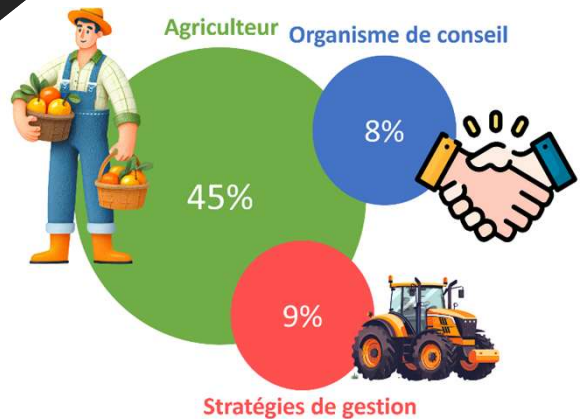
Axe 2. Résultats: plusieurs leviers, échelle locale



171 vergers, 51 producteurs
3 ans de suivi (2021-2023)



Identifier des stratégies de gestion



L'identité de l'arboriculteur est prépondérante

Pas de stratégie très fréquente ni ne permettant de réduire tous les pesticides à la fois

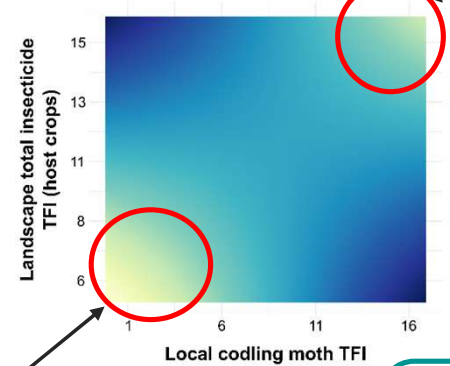
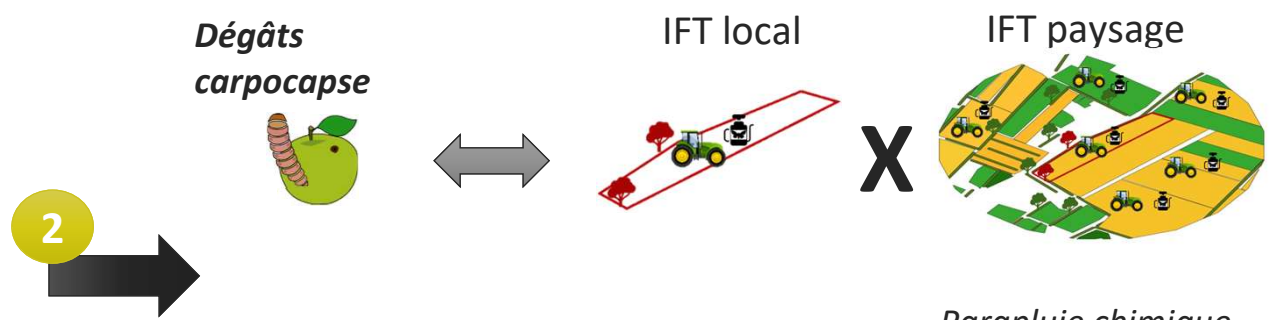
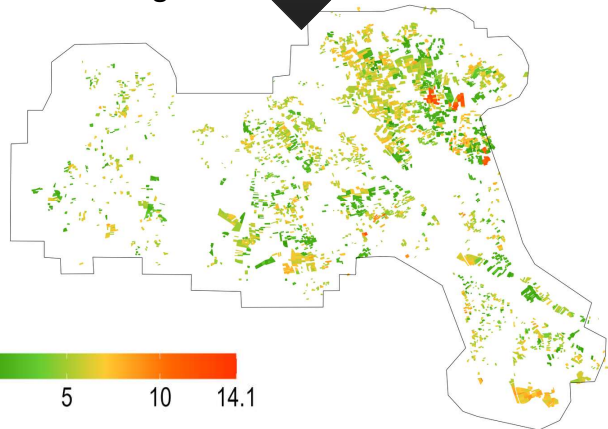


Axe 2. Résultats: IFT – bioagresseurs, échelle locale x paysage



Prediction des IFT dans tous les vergers

1
GPBoost



Parapluie chimique

=> L'intensité de l'IFT paysager module l'efficacité des traitements locaux

Meilleure efficacité du contrôle biologique dans paysages extensifs

Compromis entre le contrôle des ravageurs par les pesticides et leur régulation naturelle

Axe 3. Méthodologie



- Réflexion autour d'une « typologie des leviers »
Ateliers de travail collaboratifs (février 2024, novembre 2024)
- Discussion autour des résultats de l'axe 2 et de la prédiction des IFT
Journée d'échange avec les partenaires du monde agricole (février 2026)
- Construction et évaluation de scénarios prédictifs à l'échelle d'un territoire
 - Modélisation du paysage
 - Spatialisation du modèle de dynamique d'un ravageur
 - Atelier de travail collaboratif (automne 2026)

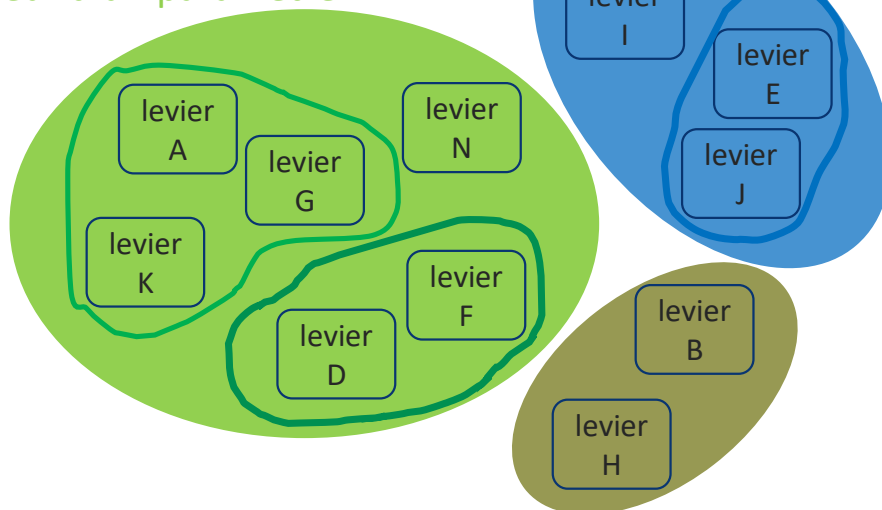
} (cf perspectives)

Axe 3. Résultats : Typologie

Typologie la plus pertinente au regard de l'axe 1 :

- Basée l'effet des leviers et leur prise en compte dans les modèles

Modification de la
valeur d'un paramètre



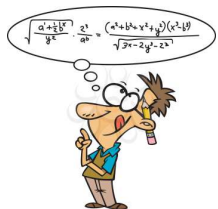
Modification d'une équation
-> ajout d'un paramètre

Ajout d'une variable

Axe 3. Résultats : Typologie leviers carpocapse

	Modification de paramètres	Modification des équations	Ajout de variables
Auxiliaire (parasitoïde, prédateur) spécialiste			Dynamique de l'auxiliaire liée à celle du ravageur -> Ajout d'une mortalité du stade cible dépendante de la densité de l'auxiliaire
Auxiliaire (parasitoïde, prédateur) généraliste	densité de l'auxiliaire considérée constante car dépendante d'un cortège d'espèces -> augmentation de la mortalité du stade cible		
Filets	Perturbe la parade nuptiale du ravageur -> Diminution de la fécondité	Perturbe les déplacements (ravageurs et aux.) -> modification des interactions intra et/ou interspécifiques	
Confusion sexuelle		Perturbe les rencontres entre mâles et femelles -> Réduction densité- dépendante de la fécondité	
Pesticides et Biopesticides	Affecte la survie d'un ou plusieurs stades du ravageur -> Augmentation des taux de mortalité correspondants		
Piégeage	Piège les larves lors de leur déplacement pré-nymphose -> Augmentation de la mortalité à l'issue du stade larvaire		
Enherbement et bandes fleuries	Favorise la survie et la présence des auxiliaires -> augmentation de la mortalité du ravageur à différents stades		
Sélection Porte greffe	Augmente les défenses des plantes -> Modification de la compétition larvaire et de la repro		

Transfert & valorisation de ces résultats



Drieu M. et al. (in prep). Using the Linear Chain Trick to assess the effect of developmental time variability on insect population dynamics

Poinas I. et al. (2025). Increased proportion of exclusion netting in the landscape affects pest damage in unnetted apple orchards. Journal of Applied Ecology

Journée de restitution des résultats de l'axe 2 auprès des conseillers (mars 2026)

Guilloit Q. et al. (in prep.). Pest control method combination: A theoretical perspective

Poinas, I., et al. (2026). Non-target effects of exclusion nets on pests in apple orchards. IOBC-WPRS Bulletin, 182, 87-91.

Poinas I. et al. (2026). Farmer's own decisions outweigh management strategies in reducing pesticide use in apple orchards. Agricultural Systems

Filets Alt'Carpo : des effets inattendus en vergers de pommiers

L'expansion des filets d'exclusion dans les paysages du sud est de la France influence l'abondance des bioagresseurs et des ennemis naturels dans les vergers de pommiers, comme le montre une étude menée par l'INRAE.

Les vergers de pommiers sont soumis à une forte pression des ravageurs. Parmi eux, le carpocapse des pommiers, le puceron rosé, le défoliateur, affectent à la fois les populations bénéfiques et nuisibles des diptères considérables. Mais les vergers offrent également de nombreux ennemis naturels, tels que les hémiptères, les coléoptères et les araignées, qui contribuent à la lutte biologique contre les ravageurs. Comprendre comment certaines pratiques agricoles, comme les filets d'exclusion, affectent à la fois les populations bénéfiques et nuisibles est crucial pour aider à prévenir les dégâts et assurer une gestion saine des vergers.

Une pratique aux impacts méconnus sur les espèces non ciblées, notamment à l'échelle paysagère. Des filets d'exclusion en plein essor dans les vergers.

Le carpocapse des pommiers et des pucerons (Carpocapsa pomonella) est un légal destructeur majeur de la famille des Tortricidae, présent dans l'ensemble des vergers français. Si l'usage principal est destiné aux pommiers, il peut également sévèrement affecter d'autres arbres fruitiers.

BIOAGRESSEURS - A LECTURE

Quelques messages clés...

Axe 1

Important de tenir compte des stades de développement affectés par les leviers dans les modèles

Axe 2

Pas de stratégie très fréquente ni ne permettant de réduire tous les pesticides à la fois

Il existe potentiellement des marges pour réduire les pesticides

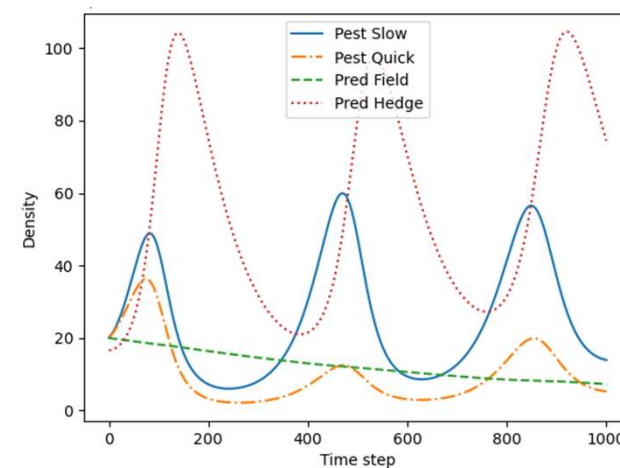
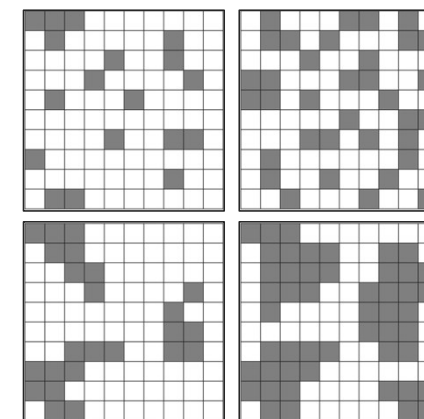
Compromis entre le contrôle des ravageurs par les pesticides et leur régulation naturelle

Important de coordonner les stratégies de gestion à l'échelle paysagère

Perspectives : Pour la fin du projet

Dans la dernière phase du projet :

- Exploration théorique des interactions entre leviers induites par une hétérogénéité spatiale de leur déploiement
- Étude des interactions entre l'usage des pesticides à l'échelle locale et paysagère et l'abondance des ravageurs et des maladies dans un réseau de 83 vergers de pommiers.
- Modélisation de l'effet de combinaisons de leviers sur des dynamiques ravageurs-prédateurs dans des paysages agricoles hétérogènes



Perspectives : Au-delà du projet

Suites engagées

- Poursuite des travaux sur la caractérisation des pratiques des agriculteurs et leurs impacts sur la biodiversité dans le projet BIODICAPT
- Poursuite de l'étude théorique de l'impact des auxiliaires sur la dynamique des espèces cibles et non-cibles dans le projet ECOCONTROL
- Test de combinaisons de leviers chez les producteurs de la BVD dans le le projet Diver'Ant et les projets NextGenBiopest et XXX (déposé)



PROGRAMME
DE RECHERCHE
*AGROÉCOLOGIE
ET NUMÉRIQUE*



Financé par
l'Union européenne