



**HAL**  
open science

## **TRAVERSÉES : Diversité de leviers territoriaux et trajectoires de transition des usages des pesticides**

Corinne Robert, Francesco Accatino, Audrey Barbe, Carole Bedos, Pierre Benoit, Colette Bertrand, Amélie Bourceret, Thomas Da Costa, Magali Dahirel, Christian Fournier, et al.

### ► To cite this version:

Corinne Robert, Francesco Accatino, Audrey Barbe, Carole Bedos, Pierre Benoit, et al.. TRAVERSÉES : Diversité de leviers territoriaux et trajectoires de transition des usages des pesticides. Innovations Agronomiques, 2024, 96, pp.27-39. 10.17180/ciag-2024-vol96-art03 . hal-04726550

**HAL Id: hal-04726550**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04726550v1>**

Submitted on 8 Oct 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



## TRAVERSÉES : Diversité de leviers territoriaux et trajectoires de transition des usages des pesticides

Corinne ROBERT<sup>1</sup>, Francesco ACCATINO<sup>3</sup>, Audrey BARBE<sup>4</sup>, Carole BEDOS<sup>1</sup>, Pierre BENOIT<sup>1</sup>, Colette BERTRAND<sup>1</sup>, Amélie BOURCERET<sup>1</sup>, Thomas DA COSTA<sup>1</sup>, Magali DAHIREL<sup>1</sup>, Christian FOURNIER<sup>5</sup>, Thibaut GRIESSINGER<sup>6</sup>, Lou GAUTHIER<sup>1</sup>, Léa GROHENS<sup>4</sup>, Faustine HONORE<sup>1</sup>, Margaux JACOB<sup>2</sup>, Jane LECOMTE<sup>7</sup>, Lucie MARTIN<sup>1</sup>, Elliot MEUNIER<sup>1</sup>, Pierre-Antoine PRECIGOUT<sup>1</sup>, Christophe PRADAL<sup>8</sup>, Jean-Emmanuel ROUGIER<sup>4</sup>, Pauline SMITH<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR EcoSys, 91120 Palaiseau, France

<sup>2</sup> CERES École Normale supérieure 45 rue d'Ulm 75230 Paris cedex 05, France

<sup>3</sup> UMR SADAPT INRAE, 75005, Paris, France

<sup>4</sup> LISODE, 2512 Route de Mende, 34090 Montpellier, France

<sup>5</sup> UMR 759 LEPSE INRAE – Supagro 2 place Violla, 34060 Montpellier Cedex 02 France

<sup>6</sup> Laboratoire des Déviations Écologiques, Paris, France

<sup>7</sup> Université Paris-Sud UMR 8079 UPSud-CNRS–AgroParisTech. Trajectoires EcologiqueS et Société, 362 rue du Doyen André Guinier, 91400 Orsay, France

<sup>8</sup> CIRAD, UMR AGAP, TA A-108 / 03 - Avenue Agropolis - 34398 Montpellier. Cedex 5 France

<sup>9</sup> Environmental Justice Program, Earth Commons Institute, Georgetown University, Washington DC 20057, United States of America

**Correspondance** : corinne.robert@inrae.fr

### Résumé

L'objectif du projet TRAVERSÉES est de travailler sur des trajectoires de réduction d'usage des pesticides en réponse à divers leviers territoriaux. Pour cela, nous avons entrepris (1) une analyse de facteurs écologiques, économiques, sociaux, institutionnels et individuels de changement des pratiques phytosanitaires, qui a nourri (2) le développement d'un modèle du socio-écosystème simulant des trajectoires de pratiques dans les territoires, qui a lui-même servi d'outil d'animation pour (3) un travail de prospective avec différents acteurs du territoire du Barrois (Grand-Est). Des méthodes variées et un partenariat transdisciplinaire ont nourri ce projet. Les travaux révèlent une multiplicité de facteurs considérés par les agriculteurs associée à une diversité de niveaux de sensibilité à ces facteurs. Le projet a permis de faire émerger des propositions d'actions territoriales variées et originales.

**Mots-clés** : leviers territoriaux, modélisation agent-centrée, trajectoires, modélisation participative, diversification, jeu sérieux

### Abstract : TRAVERSÉES: Diverse territorial actions and transition pathways for pesticide use

The aim of the TRAVERSÉES project is to identify pesticide use reduction trajectories in response to various territorial levers. For this, we undertook (1) an analysis of the ecological, economic, social, institutional and individual factors influencing changes in phytosanitary practices, which fed into (2) the development of a socio-ecosystem model simulating trajectories of practices in territories, which in turn served as a tool for (3) foresight work with various stakeholders in the Barrois region (Grand-Est). A variety of methods and a trans-disciplinary partnership were used in this project. The project led to the emergence of multiple and original proposals for territorial actions. It revealed a multiplicity of factors considered by farmers, associated with a diversity of levels of sensitivity to these factors.

**Keywords** : territorial levers, agroecosystem modeling, trajectories, participatory modeling, diversification, serious game



## 1. Introduction

L'ambition de réduction des pesticides dans les territoires requiert de considérer conjointement les composantes écologiques, économiques et sociales qui y contribuent (Rebaudo & Dangles 2013 ; Lescourret et al., 2015). Le territoire agricole est en effet un système socio-écologique dans lequel ces composantes sont étroitement liées et interagissent de façon complexe (Darnhofer 2010, Gunderson et Holling, 2002). Les leviers mis en lumière dans la littérature pour un effet potentiel sur le changement de pratiques agricoles sont nombreux. Ils sont d'ordre (i) écologiques : par exemple la diversification des cultures et la configuration du paysage en cultures et en éléments semi-naturels (Tibi et al. 2022), (ii) économiques : par exemple les coûts et bénéfices des différentes productions et les filières (Chabé-Ferret, 2018), (iii) sociaux : par exemple l'impact des formations, conseils, ou la création et le renforcement de réseaux d'agriculteurs (Poppenborg & Koellner, 2014), et (iv) institutionnels : par exemple les subventions issues de la PAC, la taxation ou la législation des produits.

Dans cette optique, le projet TRAVERSÉES (Plan Ecophyto II, APR 2019 « Leviers territoriaux pour réduire l'utilisation et les risques liés aux produits phytopharmaceutiques », 2020-2024) avait pour objectif de caractériser comment des leviers écologiques, économiques et sociaux, actionnés à l'échelle du territoire, permettent d'enclencher une dynamique de changement des comportements associée à une trajectoire de réduction des traitements phytosanitaires. Pour cela, le projet portait un objectif méthodologique de développement d'un modèle de simulation des socio-écosystèmes qui simule l'effet de combinaisons de leviers sur les dynamiques écologiques et sociales des territoires, et finalement sur les trajectoires des pratiques des acteurs.

Des modèles intégrant les dynamiques des différentes composantes des territoires sont en effet des outils pertinents pour simuler des trajectoires de changement (Carpenter et al., 2009). Malgré ce constat, peu de modèles de ce type ont vu le jour jusqu'ici et nous nous sommes donc inscrits dans une démarche de modélisation du socio-écosystème couplant dynamiques écologiques, économiques et sociales. Nous avons choisi de développer un outil de modélisation agent-centré, qui inclut la simulation du comportement des agriculteurs pour leur pratique de traitement, ce qui permet de lier la dynamique des comportements des individus sous l'action de différents facteurs et les trajectoires de pratiques des territoires (Feola et Binder, 2010 ; Rebaudo et Dangles, 2013). Notre objectif était de développer une approche de modélisation à l'échelle du territoire prenant en compte des leviers écologiques pour la régulation des bioagresseurs, associés à des leviers économiques et sociaux permettant d'enclencher et d'accompagner les transitions attendues.

Les travaux menés au sein du projet TRAVERSÉES ont pris pour territoire de référence le Barrois. C'est une petite région naturelle située dans la région Grand-Est, qui s'étend sur quelques 2 500 km<sup>2</sup> entre les villes de Troyes, Langres et Saint-Dizier, et qui se déploie sur les départements de l'Aube et de la Haute-Marne (Figure 1A). Elle est caractérisée par des sols calcaires peu profonds et un potentiel de rendement en blé intermédiaire. L'agriculture y est importante (données : CERFRANCE 2017 et RPG 2021, Figure 1B), elle est majoritairement tournée vers les grandes cultures et la polyculture (plutôt en Haute Marne), il y a cependant d'importants vignobles à l'Ouest (appellation Champagne) et un peu de maraîchage et d'arboriculture. L'agriculture conventionnelle y est dominante.

Le Barrois a été historiquement tourné vers la polyculture-élevage (notamment élevage bovin), mais qui a largement diminué. Après la seconde guerre mondiale, l'agriculture a suivi la trajectoire classique de l'agriculture conventionnelle avec l'agrandissement des fermes et des rotations de cultures qui se raccourcissent, avec la recherche d'intensification des productions. La rotation « blé - colza – orge » est devenue majoritaire. Depuis, les systèmes de cultures sont caractérisés par une assez faible diversification, associée à deux ou trois cultures en rotation et des exploitations de grande taille avec une tendance encore à l'agrandissement. Néanmoins, depuis plusieurs années les agriculteurs font face à des problèmes liés à cette simplification et au changement climatique qui les poussent à faire évoluer leurs pratiques et leurs exploitations agricoles.

Le projet TRAVERSéES a rassemblé agriculteurs, techniciens agricoles, chercheurs et ingénieurs de la concertation, dans une réflexion commune de conceptualisation du territoire et dans une démarche de co-construction de scénarios. La conceptualisation avait pour ambition une caractérisation des différentes composantes du territoire et de ses acteurs impliqués dans les pratiques phytosanitaires. Une démarche originale d'allers-retours entre outils et résultats génériques, et spécificité du territoire du Barrois a été menée, associée à une méthodologie de modélisation participative. Plusieurs collectifs d'acteurs du territoire du Barrois ont été partenaires du projet.

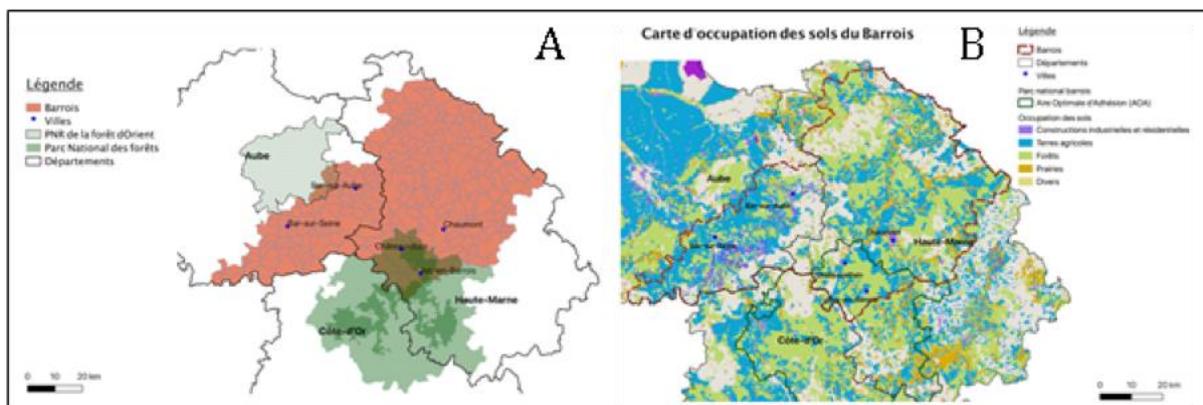


Figure 1 : Territoire du Barrois. A : localisation générale ; B : carte d'occupation des sols

## 2. Matériel et Méthodes

Le projet TRAVERSéES est structuré en quatre axes (Figure 2). Les principales méthodes utilisées incluent enquêtes, entretiens, ateliers participatifs, jeu sérieux et modélisation.

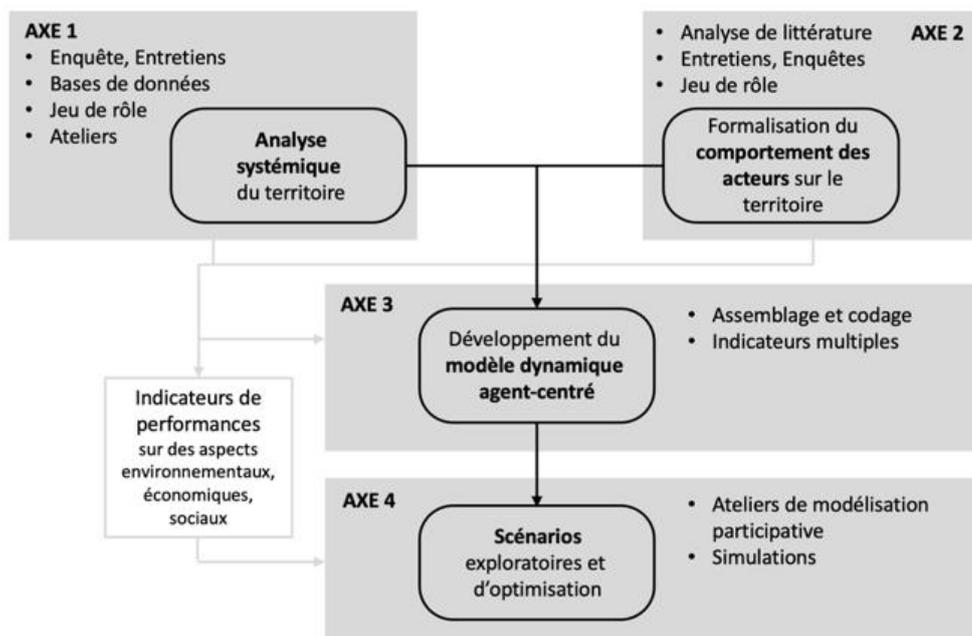


Figure 2 : Présentation des quatre axes du projet TRAVERSéES et des méthodes associées

Le premier axe visait à identifier les composantes écologiques, économiques et sociales d'un territoire influençant les pratiques agricoles notamment phytosanitaires. La méthodologie a en particulier reposé sur (1) une revue de littérature sur les liens entre implantation des haies et régulation des bioagresseurs (Précigout et Robert, 2022), (2) une enquête en ligne, qui a permis de recueillir des informations sur 70 agriculteurs du Barrois (Honoré 2020, Jacob 2020), notamment sur la caractérisation du Barrois et sur



les facteurs qui jouent sur les pratiques phytosanitaires des agriculteurs (l'enquête était structurée en 5 parties : l'exploitant, l'exploitation agricole, les systèmes de cultures, les réseaux d'interactions entre acteurs, les pratiques phytosanitaires), (3) des entretiens qui s'appuient sur l'utilisation de cartes (format cartes à jouer) avec les agriculteurs (Grohens 2021), (4) la conception et l'utilisation du jeu de rôle « la Traversée du Barrois » avec des agriculteurs et des conseillers agricoles (Grohens 2021).

Le jeu de rôle "La Traversée du Barrois" est un élément important du projet TRAVERSÉS (encadré 1). Sa construction s'est faite en plusieurs étapes. Tout d'abord, une série d'entretiens avec des agriculteurs a permis de mieux cerner la diversité des exploitations du Barrois, ainsi que les différents facteurs et acteurs du changement des pratiques phytosanitaires. Ensuite, l'outil Mété'Eau (Barataud et al., 2015 ; Barataud et al., 2021) a été adapté au projet TRAVERSÉS. Cette adaptation a conduit à la création d'un jeu de cartes destiné à valider avec un plus grand nombre d'agriculteurs les hypothèses issues des premiers entretiens sur les facteurs du changement dans le Barrois. Onze entretiens ont été réalisés avec les agriculteurs à l'aide du jeu de cartes, qui ont été à la base des éléments du jeu final. Ce jeu sérieux a été utilisé comme outil d'exploration et de dialogue, avec les agriculteurs et les conseillers agricoles, autour de l'évolution des exploitations dans le territoire, de la gestion du changement, et des relations entre acteurs. Trois sessions de jeu de rôles ont réuni des acteurs du Barrois sur le territoire.

**Jeu de rôle : la Traversée du Barrois**

**Les objectifs du jeu**

- (1) Cerner les composantes du territoire du Barrois liées aux trajectoires de pratiques
- (2) Identifier des freins et leviers à la transformation des exploitations
- (3) Promouvoir un dialogue pour réfléchir collectivement aux trajectoires

**Le concept**

Le jeu met en scène des agriculteurs qui ont pour objectif de transformer leur exploitation, et un Organisme de Formation Agricole (OFA), qui propose des formations. A partir d'un état initial et d'un objectif fixé au début du jeu, les agriculteurs doivent transformer leur exploitation en sélectionnant différentes actions qui nécessitent différentes ressources (temps, argent, réseau social, connaissances).

**L'initialisation**

Le jeu commence par la construction des rôles. Chaque agriculteur construit son exploitation et choisit son objectif parmi des propositions. Ces choix déterminent un état initial de ressources.

**Le déroulement du jeu**

A chaque tour, les agriculteurs réalisent des actions, individuellement ou collectivement, selon les ressources disponibles afin d'atteindre leur objectif. L'OFA propose des formations aux agriculteurs.

**La fin de partie**

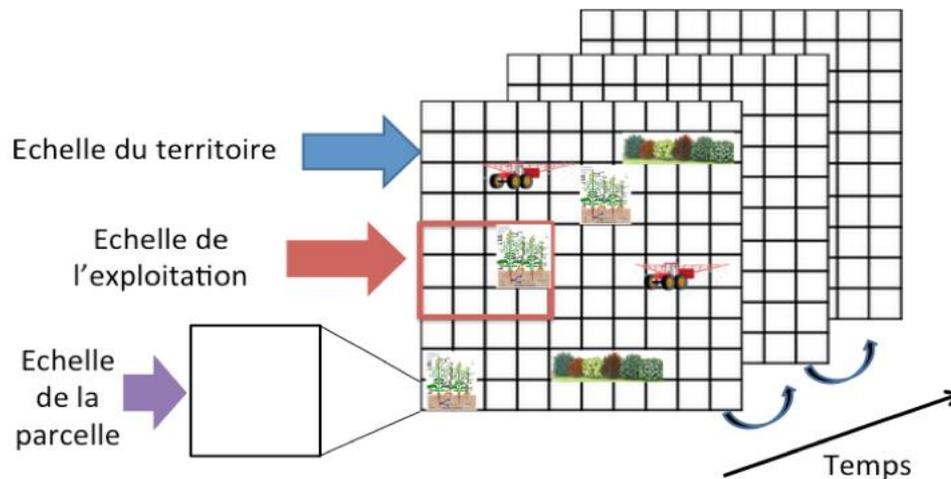
La partie se termine par un débriefing. Chacun explique l'exploitation qu'il a construite, l'objectif qu'il s'est fixé, la stratégie développée pour atteindre cet objectif, puis donne son point de vue sur l'évolution de l'utilisation des produits phytosanitaires au cours de la partie. Pour finir, les participants sont invités à prendre du recul et à faire le parallèle avec la réalité.

**Encadré 1 :** présentation du jeu de rôle "la Traversée du Barrois" conçu et utilisé durant le projet TRAVERSÉS.

Le deuxième axe du projet s'est concentré sur le comportement des agriculteurs vis-à-vis de leurs pratiques phytosanitaires. Nous avons tout d'abord réalisé une analyse de la littérature sur les facteurs comportementaux qui impactent le changement des pratiques phytosanitaires (Meunier et al. 2023). Suite à ce travail, nous avons choisi d'approfondir trois processus en particulier, le rapport des agriculteurs à la nature, leur perception du risque et leur aversion au risque, selon le type d'agriculture, au travers d'une nouvelle enquête auprès des agriculteurs (Da Costa 2023).

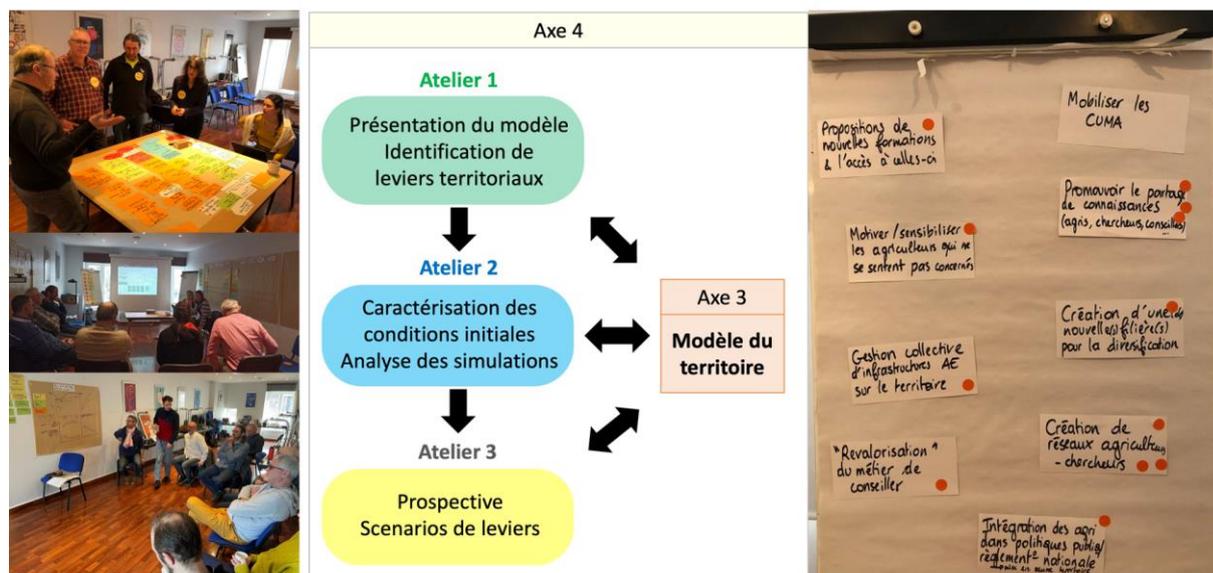
Le troisième axe avait pour objectif le développement du modèle du socio-écosystème territorial et la simulation des trajectoires de pratiques en réponse à divers facteurs (Bourceret et al. 2024). Dans le modèle, nous avons considéré les échelles spatiales de la parcelle au paysage (Figure 3). Le modèle, qui intègre des connaissances des axes 1 et 2, permet de simuler des dynamiques écologiques (les

épidémies dans les parcelles et le paysage) et sociales (le comportement des agriculteurs concernant leur décision quant à leur pratiques agricoles à chaque saison) avec une interaction entre les deux composantes : le niveau de maladie influence le profit des agriculteurs et donc leur décision de changement de pratiques et réciproquement la pratique choisie influence le niveau de maladie. Les trajectoires ont été analysées à l'aide d'indicateurs variés (calculés individuellement dans chaque exploitation et à l'échelle du territoire) tels que la baisse du niveau des épidémies, les profits générés par les exploitations, et le nombre de traitements phytosanitaires.



**Figure 3** : Conceptualisation du territoire modélisé : schématisation des échelles de la parcelle au paysage et des échelles temporelles annuelles et pluriannuelles considérées ainsi que des composantes écologiques (cultures et maladies) et sociales (agriculteur, voisin) prises en compte.

Le quatrième axe du projet visait à utiliser le modèle pour explorer des scénarios de leviers et les trajectoires associées. Notre objectif était de travailler avec les acteurs du Barrois autour du modèle de recherche réalisé dans l'axe 3 et de s'en servir pour discuter des leviers territoriaux et de possibles trajectoires de changement. Pour cela nous avons réalisé trois ateliers successifs de modélisation participative avec des agriculteurs et des agents des OPA (Figure 4). Le premier atelier a visé à identifier des leviers territoriaux pouvant promouvoir un changement de pratiques phytosanitaires. Le deuxième visait à calibrer les conditions initiales utilisées dans le modèle, reflétant les conditions du Barrois, pour simuler des trajectoires de changement. Le troisième atelier portait une réflexion prospective sur l'identification de trajectoires utopiques et dystopiques, puis réalistes sur le futur de l'agriculture dans le Barrois.



**Figure 4** : Illustration du travail de modélisation participative avec au centre : schéma de l'organisation de l'axe 4 du projet avec l'organisation des trois ateliers de modélisation participative avec des agriculteurs et des OPA du Barrois ; à gauche photos des ateliers ; à droite : exemple de travail collaboratif autour des leviers territoriaux.

### 3. Résultats :

Les principaux résultats du projet sont de trois types :

Acquisition de connaissances sur le fonctionnement du socio-écosystème en transition :

- Nos travaux permettent de mettre en lumière une multiplicité d'acteurs et de facteurs impliqués dans le changement des pratiques phytosanitaires dans les territoires. Il apparaît que les agriculteurs échangent avec une multiplicité d'acteurs de différents types sur leurs pratiques et l'existence de différents réseaux d'acteurs à l'œuvre sur le territoire en fonction des pratiques discutées (Figure 5). Interrogés sur leur volonté de changer leurs pratiques, la majorité des agriculteurs sondés indiquent souhaiter réduire leur usage de pesticides mais disent manquer d'alternatives (Figure 5). Au-delà des aspects économiques, les difficultés identifiées par les agriculteurs pour changer incluent un besoin de transformation profonde, du temps pour la mise en place et un accompagnement et des informations parfois difficiles à trouver. Un renouvellement du conseil agricole est perçu comme nécessaire. On note ainsi l'importance des groupes d'agriculteurs et des formations comme des leviers de changement (Grossens, 2022).

- Les travaux sur le comportement des agriculteurs confirment que leurs décisions sont influencées par différents facteurs agronomiques, économiques, cognitifs et sociaux. Une analyse de la littérature montre que la confiance, l'attitude face au risque, la préoccupation environnementale, la relation au vivant, la connaissance et sa diffusion ou encore les influences sociales sont autant de facteurs susceptibles d'influencer la prise de décision des agriculteurs (Meunier et al. 2023). Selon l'échelle et les acteurs associés à ces facteurs, ils ont été classés en facteurs externes, facteurs internes, et facteurs sociaux. Le travail réalisé auprès des agriculteurs du Barrois révèle une multiplicité de facteurs pris en compte pour décider de leurs pratiques phytosanitaires : santé, pollution, économie, formation, réseaux, connaissances (Figure 6). La grande majorité des agriculteurs enquêtés considèrent la réglementation vis-à-vis des produits phytosanitaires contraignante et en plus ils estiment qu'elle a peu d'impact sur la baisse des traitements phytosanitaires. Au-delà de l'identification de la multiplicité des facteurs, les travaux révèlent une grande variabilité de la sensibilité des agriculteurs à ces facteurs, en termes de types de facteur considéré mais également de niveau de sensibilité (Figure 6).

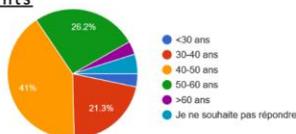


## Les premiers résultats de l'enquête en ligne

### Caractérisation des exploitants

Vous êtes presque toutes et tous originaires de la région Grand-Est.

Vous avez des âges variés, une majorité ayant plus de 40 ans.



### Caractérisation des exploitations agricoles

- Une majorité d'exploitations en **céréiculture et polyculture-élevage et d'autres sont en vigne, maraichage ...**
  - 4 exploitations en bio : 3 céréaliers et 1 éleveur ovins
  - Pour 55 exploitations, l'installation s'est faite dans un cadre familial
  - 2/3 des exploitants sont propriétaires de moins d'un quart de leurs terres
  - Les surfaces cultivées vont de 80 à 720 ha et la moyenne est de 288 ha
  - Les surfaces ont plutôt augmenté dans les 10 dernières années
  - La moitié des exploitations indique être en phase de transition de pratiques, cela concerne différents types d'exploitations
  - 3/4 ont intégré de nouvelles cultures récemment
  - 35 exploitants utilisent des mélanges de variétés, surtout pour le colza et le blé.
- Un le fait sur des prairies temporaires, un autre sur la luzerne.

### Relations des agriculteurs au territoire et à ses acteurs

Les répondants échangent régulièrement avec des acteurs variés, privés et publics du monde agricole. 1/3 appartiennent à un GIEE partenaire. Les 1ères analyses montrent différents réseaux d'acteurs à l'œuvre sur le territoire.



Les acteurs avec qui vous échangez

Chambre d'agriculture  
Coopératives  
Groupements d'agriculteur-riche  
Syndicats  
Négociants  
Lycée agricole  
INRAE

### Pratiques phytosanitaires

Les répondants rencontrent de multiples bioagresseurs dans leurs parcelles (pucerons, adventices, champignons, ravageurs pour la plupart).

60% des enquêtés estiment que ces pressions phytosanitaires ont augmenté ces dernières années. Les méthodes de contrôle les plus utilisées sont les pesticides et les résistances variétales.

Plus de 50% des enquêtés mobilisent la biodiversité cultivée pour réguler les bioagresseurs par des régulations biologiques en mobilisant par exemple les auxiliaires.

55% ont diminué les traitements les 5 dernières années.

87% souhaitent diminuer l'usage des produits phytosanitaires.

Diminuer les traitements phytosanitaires reste un défi, et vous êtes 60% à expliquer ne pas voir d'alternatives dans certains cas. Une diversité de situations et de comportements apparaît dans les enquêtes vis-à-vis de vos pratiques, savoirs, freins et leviers aux changements.

### Et la suite ?... l'enquête en ligne continue

Vos réponses représentent 13% des exploitations du Barrois et les premiers résultats sont prometteurs. Mais, nous souhaitons augmenter ce nombre afin de mieux explorer toute la diversité du territoire. C'est dans cette optique que nous relançons l'enquête en ligne.

Nous prévoyons également de venir dans le Barrois dès que la situation sanitaire le permettra. Nous espérons alors vous rencontrer pour des échanges autour de ces résultats et plus largement.

À suivre donc,

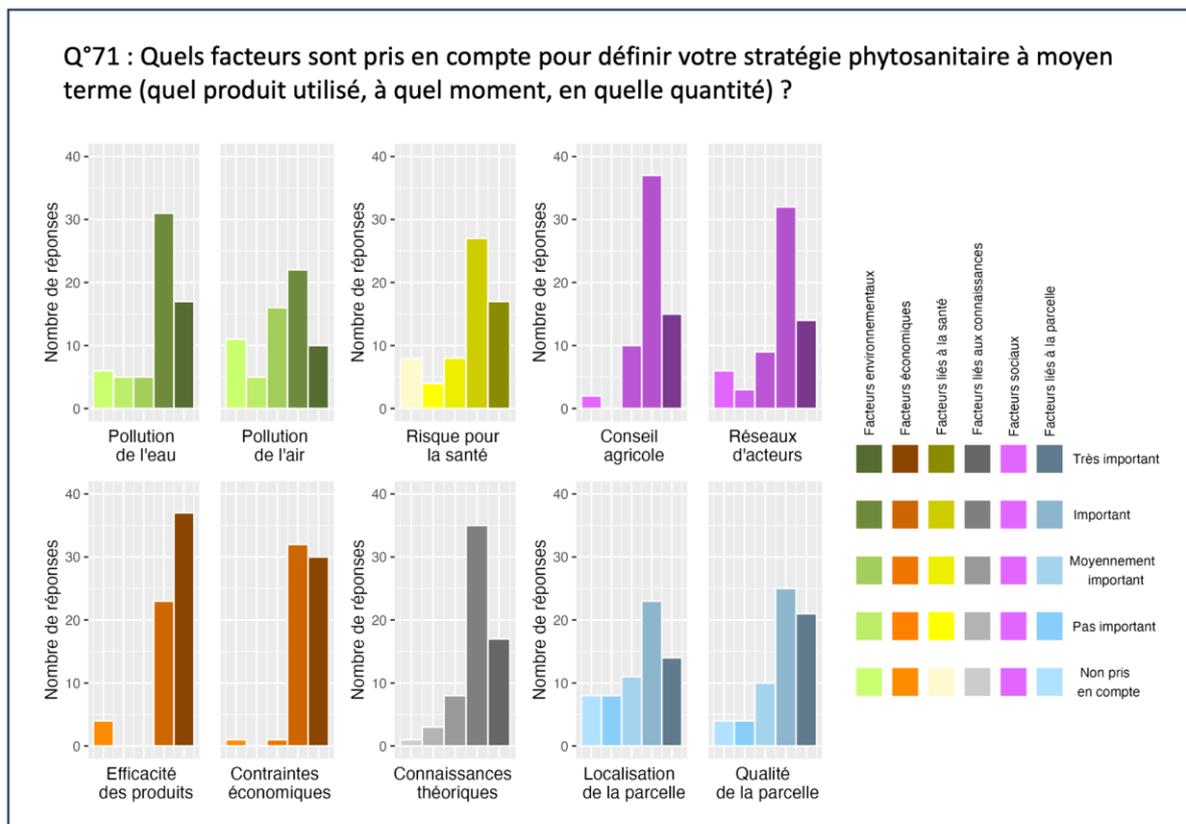
L'équipe de TRAVERSÉES

Contacts : Corinne Robert, INRAE ([corinne.robert@inrae.fr](mailto:corinne.robert@inrae.fr))  
Audrey Barbe, Lisode ([audrey.barbe@lisode.com](mailto:audrey.barbe@lisode.com))  
Faustine Honoré, INRAE-LADYSS ([honore.faustine@orange.fr](mailto:honore.faustine@orange.fr))



Figure 5 : extrait de la plaquette de retour aux agriculteurs sur les résultats de l'enquête sur les caractéristiques des exploitations et des pratiques du Barrois (janvier 2021).

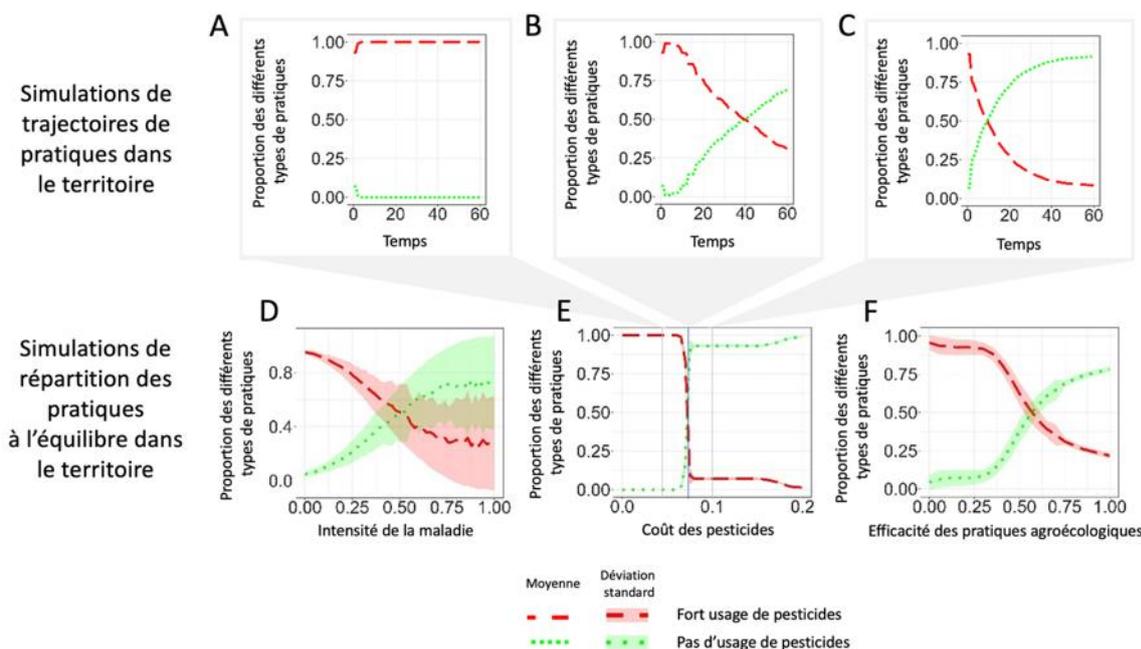
- La compréhension des interactions entre inclusion d'infrastructures agroécologiques, réduction des bioagresseurs, réduction des pesticides et impacts environnementaux inclut une revue sur les impacts variés et territoires-dépendants de l'inclusion des haies dans les paysages (Précigout et Robert 2022). La revue met en évidence le rôle important des haies vis-à-vis de la préservation de la biodiversité, ainsi que leur potentielle source d'auxiliaires à la régulation des bioagresseurs. Ce fort potentiel n'est toutefois réalisé que dans des cas bien particuliers, par exemple lorsque le contraste de structure de végétation entre la haie et la culture est faible (vergers) ou lorsque les auxiliaires bénéficient fortement des ressources de la haie (parasitoïdes des pucerons). Dans un travail complémentaire de modélisation, nous avons étudié l'impact de traitements pesticides sur les interactions entre régulation écologique de bioagresseurs par des auxiliaires et l'inclusion d'infrastructures agroécologiques dans le paysage via la simulation des effets écotoxicologiques sur les espèces non ciblées (Dahirel, 2022). Dans les simulations obtenues, les effets délétères sur les espèces non-cibles d'auxiliaires modifient les dynamiques saisonnières de ces derniers et par conséquent leur capacité à assurer la régulation des bioagresseurs.



**Figure 6** : Résultats de l'enquête du projet TRAVERSéES réalisée auprès de 70 agriculteurs du Barrois (2020) concernant les facteurs pris en compte pour définir leur stratégie phytosanitaire. Pour chacun des dix facteurs proposés, les agriculteurs répondent sur leur manière de prendre en compte ce facteur (de « non pris en compte » à « très important »).

### 3.2 Modélisation des trajectoires du socio-écosystème en réponse à différents leviers

Les connaissances acquises dans les axes 1 et 2 ont été mobilisées pour le développement d'un modèle territorial simulant des trajectoires de pratiques agricoles (axe 3 du projet). Le modèle simule d'une part la prise de décision, chaque année, de chacun des agriculteurs du territoire sur les pratiques adoptées (en prenant en compte le profit, le niveau de maladie et les interactions sociales) et d'autre part la dynamique de la maladie (en prenant en compte l'inoculum, la dispersion de la maladie entre les parcelles, l'usage de pesticides, et le type de pratiques). Nous avons utilisé le modèle pour analyser l'impact de caractéristiques économiques (prix des pesticides), écologiques (pression de maladie) et agronomiques (efficacité des pratiques alternatives) sur les trajectoires de pratiques phytosanitaires dans le territoire simulé. Des simulations, assez simples, montrent que lorsque le prix des pesticides augmente, de plus en plus d'exploitations se tournent vers des pratiques sans pesticides (Figure 7 première ligne). On observe que des augmentations de pression des maladies, du prix des pesticides, et de l'efficacité des pratiques agroécologiques conduisent toutes trois à une diminution des pratiques conventionnelles qui mobilisent les pesticides mais avec des différences dans les trajectoires de changement (vitesse, forme des changements) et dans l'état final atteint avec des proportions de types de pratiques à l'équilibre différentes (Figure 7 deuxième ligne).



**Figure 7** : Simulations obtenues avec le modèle socio-écologique développé dans TRAVERSÉES. En rouge : pratiques à fort usage de pesticides ; en vert : pratiques sans pesticides. La première ligne présente trois trajectoires de pratiques en fonction du temps dans un territoire avec trois prix de pesticides A : faible, B : moyen, C : fort. La deuxième ligne présente la répartition des pratiques simulées à l'équilibre (lorsque les trajectoires simulées se sont stabilisées) en fonction de trois paramètres du modèle (valeurs croissantes en y). D : intensité de maladie, E : coût des pesticides, F : efficacité des pratiques agroécologiques pour échapper aux bioagresseurs. L'augmentation de ces trois paramètres conduit à une diminution de l'usage des pesticides mais avec des dynamiques très différentes.

### 3.3 Travail avec les acteurs sur les leviers et les trajectoires en modélisation participative

Un travail avec des agriculteurs et des conseillers agricoles du Barrois a été réalisé autour du modèle développé utilisé comme outil d'animation sur les trajectoires de changement. Trois ateliers ont été réalisés. Les échanges et le travail ont été riches lors des ateliers et ont permis de faire émerger des propositions d'actions territoriales variées et originales (Figure 4). Une multiplicité de leviers ont été proposés lors du premier atelier. La discussion autour de leur possible impact confirme la complexité associée aux changements de pratiques phytosanitaires. Nous relevons aussi l'importance du territoire dans les discussions et les spécificités mises en lumière autour du Barrois. Certaines actions discutées sont plus ou moins spécifiques à un territoire donné, c'est à dire qu'elles s'appliquent à l'ensemble des territoires ou plutôt à un territoire donné. Les besoins d'échanges entre les agriculteurs, de sensibilisation, de convivialité, d'évolution des formations et du conseil agricole sont des points qui ont particulièrement émergé.

Le deuxième atelier a permis d'avancer sur la définition de profils d'agriculteurs, caractérisés par des pratiques, des niveaux de connaissance et de sensibilité correspondant à la caractérisation d'un état initial du Barrois. Il a également permis de discuter des combinaisons d'actions qui peuvent faire évoluer les pratiques phytosanitaires, ainsi que sur leurs limites.

Le troisième atelier avait pour objectif d'identifier collectivement des trajectoires d'évolution de l'agriculture dans le Barrois à l'horizon 2035. En particulier, un temps de réflexion collective autour des leviers et des actions réalistes qui pourraient faire tendre vers une situation « zéro phyto » a été réalisé. De multiples leviers ont été proposés dont l'augmentation et la mise en place coordonnées des infrastructures agro-



écologiques. De plus, cet échange a souligné l'importance d'un travail multi-acteurs (citoyens, consommateur, chercheurs, agriculteurs, formateurs, acteurs des filières... ) dans le Barrois pour réfléchir à l'avenir du territoire et de son agriculture. Par exemple ont été proposés : la création d'un living lab « restauration collective locale », la création d'une Zone Atelier autour du parc, la collaboration entre chercheurs et acteurs du terrain, la promotion des initiatives locales associant les citoyens, des collectifs agriculteurs élargis. Une autre idée a été soulevée, celle de la création d'une « gazette du Barrois » qui centraliserait les idées de pratiques et initiatives locales, avec une visée de vulgarisation. La mise en place de formations notamment à l'environnement a été proposé dès l'école (primaire, collège, lycée).

#### 4. Discussion et conclusion

Le projet TRAVERSÉES était centré sur l'identification de facteurs impactant des trajectoires de diminution de l'usage de pesticides sur les territoires. Pour cela, nous visons à comprendre comment différents types de leviers, actionnés à l'échelle du territoire, permettent d'enclencher une dynamique de changement des comportements d'acteurs. Nous avons classiquement considéré quatre types de leviers : (i) écologiques (par exemple la composition, la diversification et la configuration du paysage en termes de cultures et d'éléments semi-naturels), (ii) économiques (par exemple les coûts liés à l'utilisation de pesticides et les bénéfices issus de la production agricole, la variation des prix du marché, ou la taxation des produits), (iii) sociaux (par exemple les formations accessibles aux agriculteurs, le conseil agricole ou encore la création et le renforcement de réseaux d'agriculteurs), et (iv) institutionnels (par exemple les subventions issues de la PAC, la taxation ou la législation des produits).

Le travail réalisé auprès des agriculteurs du Barrois révèle une multiplicité de facteurs pris en compte par ces derniers pour décider de leurs pratiques phytosanitaires : santé, pollution, économie, formation, réseaux, connaissances. La législation des produits phytosanitaires est perçue comme assez peu impactante, et comme contraignante, par une majorité des agriculteurs. À cette diversité de facteurs se surimpose également une diversité de niveaux de sensibilité des agriculteurs à ces facteurs. Ces différences de sensibilité entre individus suggèrent l'importance des caractéristiques individuelles et cognitives des agriculteurs sur le changement de pratiques en complément des conditions de faisabilité de mise en place de ces pratiques (Meunier et al. 2023, Honoré et al. 2024). L'analyse de l'enquête réalisée auprès des agriculteurs du Barrois (Honoré, 2020), a ainsi permis de mettre en évidence trois sous-populations d'agriculteurs, caractérisées par leur niveau de sensibilité général à l'ensemble des facteurs évoqués ci-dessus (exception faite des facteurs économiques, reconnus comme importants par quasiment tous les enquêtés). Une première sous-population, minoritaire, apparaît sensible à l'ensemble des facteurs. La deuxième sous-population y apparaît, elle, peu sensible. Enfin, la troisième sous-population rassemblant la majorité des sondés, manifeste une sensibilité intermédiaire à l'ensemble des facteurs. Ces résultats mettent en lumière une « classification horizontale » de sensibilité aux différents facteurs (plutôt qu'une classification verticale par type de facteur). Ces résultats nous poussent à réfléchir à deux types de leviers pour promouvoir des trajectoires agroécologiques : des leviers, plus classiques, qui favorisent mise en place de conditions de faisabilité socio-technique pour le changement (leviers économiques, de connaissances, de réseaux) et des leviers liés aux « conditions cognitives des agriculteurs et à leurs imaginaires du changement », les deux types étant imbriqués et complémentaires.

Une perspective de recherche qui se dégage est alors de vérifier si ces résultats se confirment sur un échantillon plus important, et d'identifier la variabilité des agriculteurs mais également potentiellement des profils d'agriculteurs avec leur sensibilité à différents facteurs avec des réflexions sur des leviers adaptés. Cette perspective d'étude pourra s'appuyer en particulier sur la théorie économique et sur des études comportementales, notamment (i) la « theory of planned behavior » d'Ajzen et Fishbein (1980, 2000), (ii) l'approche « value-belief-norm » de Stern et al. (1999), ainsi que (iii) la théorie cognitive sociale de Bandura (1986, 2023), qui a été influente dans des programmes de changements de comportements dans les domaines de la santé et de l'éducation.



Une deuxième perspective concerne le travail de modélisation réalisé dans TRAVERSÉES. Il a permis de développer un modèle du socio-écosystème qui simule des trajectoires individuelles des agriculteurs en réponse à des caractéristiques écologiques, économiques et sociales du territoire simulé. Il serait intéressant en perspective d'enrichir le modèle en prenant en compte une variabilité de sensibilité d'agriculteurs et de scénarios de leviers considérés. Afin d'améliorer la composante écologique du modèle, il serait intéressant de prendre en compte non plus un seul mais plusieurs bioagresseurs, et au-delà, d'autres fonctions écologiques que la limitation des maladies (pollinisation, régulation naturelle...), dans le raisonnement de trajectoires de changement des territoires. Le projet RegHaies qui s'intéresse aux régulations écologiques dans les parcelles adjacentes aux haies (OFB 2024-2028) a été monté dans cette optique.

En termes de transferts, les résultats du projet TRAVERSÉES pourraient en donner lieu à trois types. Tout d'abord, le jeu de rôle "la Traversée du Barrois" pourrait être mobilisé, adapté et transféré à d'autres territoires. Ensuite, les simulations du modèle du socio-écosystème pourraient être mobilisées pour réfléchir à des recommandations de politiques publiques à l'échelle territoriale. Le modèle développé ne prétend pas être un modèle de prévision réaliste de trajectoire et il ne peut pas être utilisé dans ce cadre, mais il peut révéler des tendances d'évolution, ou des interactions difficilement prévisibles qui peuvent être prises en considération dans une réflexion sur la mise en place de leviers. Par exemple, le modèle a révélé un risque d'aller-retour entre les différentes pratiques si les agriculteurs étaient fortement influencés par leurs rendements récents. Enfin, il serait possible de mobiliser la méthodologie de modélisation participative développée dans le projet avec différents groupes d'acteurs dans d'autres territoires afin de travailler sur la vision systémique du territoire et les trajectoires désirées et de faire émerger des dynamiques collectives territoriales.

Pour conclure, le projet TRAVERSÉES a permis de participer à la réflexion sur ce que pourraient porter les territoires pour promouvoir la transition agroécologique (Lequin et al. 2024). Les travaux suggèrent qu'il serait intéressant que le territoire promeuve des espaces de trois types pour les acteurs des territoires pour permettre (1) des échanges d'informations sur le territoire et son fonctionnement, (2) des espaces de rencontres, de discussions, de concertations et (3) des travaux ou des réalisations collectives concertées. Pour l'aspect « information » il est apparu en effet que les agriculteurs peuvent parfois manquer d'information sur ce qui existe dans leur territoire (caractéristiques du territoire, innovation, réseaux, pratiques, infrastructures agroécologiques...). Pour l'aspect « rencontres », il s'agirait d'organiser des espaces de discussion, de convivialité, et de concertation, avec la possibilité de créer des dynamiques collectives, en prenant en compte le fait que les agriculteurs indiquent manquer de temps pour le faire. Au-delà des informations et des rencontres, le territoire peut promouvoir des actions collectives concertées sur un point particulier, par exemple le montage d'une filière ou la mise en place concertée des haies ou la création des groupes d'agriculteurs avec la co-construction des objectifs et des solutions. De plus, au-delà de la participation des agriculteurs, fondamentale pour le changement des pratiques, c'est un ensemble d'acteurs du territoire qui doit interagir afin de prendre en compte les différents besoins et de promouvoir des coordinations et des coopérations innovantes (Ricci et Méssean, 2015 ; Dureau, 2020). Une perspective serait alors de préciser quels acteurs pourraient intervenir selon les objectifs recherchés. Dans cette optique, Lequin et al. (2024) proposent une typologie de leviers mis en place à l'échelle territoriale et concluent sur la nécessité de réfléchir à la "construction d'une politique territoriale qui se sent investie d'initier plus de transversalité et d'approches systémiques avec un objectif d'implication d'une diversité d'acteurs en réfléchissant aux rôles pour chacun, aux processus de coopération, et aux possibles visions partagées".

### Éthique

Les auteurs déclarent que les expérimentations ont été réalisées en conformité avec les réglementations nationales applicables.



### **Déclaration sur la disponibilité des données et des modèles**

Les données qui étayent les résultats évoqués dans cet article sont accessibles sur demande auprès de l'auteur de correspondance de l'article.

### **Déclaration relative à l'Intelligence artificielle générative et aux technologies assistées par l'Intelligence artificielle dans le processus de rédaction.**

Les auteurs n'ont pas utilisé de technologies assistées par intelligence artificielle dans le processus de rédaction.

### **Déclaration d'intérêt**

Les auteurs déclarent ne pas travailler, ne conseiller, ne pas posséder de parts, ne pas recevoir pas de fonds d'une organisation qui pourrait tirer profit de cet article, et ne déclarent aucune autre affiliation que celles citées en début d'article.

### **Remerciements**

Le projet TRAVERSÉES est issu d'un travail collectif transdisciplinaire et nous souhaitons remercier l'ensemble des participantes et participants au projet. En particulier, nous remercions l'ensemble des collaborateurs ayant contribué au projet, les stagiaires et l'ensemble des agriculteurs et conseillers ayant participé aux ateliers et aux enquêtes, pour leur contribution au projet.

### **Déclaration soutien financier**

Le projet TRAVERSÉES est inscrit dans le cadre de l'appel à projets intitulé « Leviers territoriaux » au titre de l'enveloppe de la taxe sur les pollutions diffuses du plan Ecophyto II+, par les ministères de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire (MASA), Transition écologique et cohésion territoriale (MTECT), Santé et Prévention (MSP) et Enseignement supérieur et recherche (MESR), avec le soutien financier de l'Office français de la biodiversité (OFB).

### **Références**

- Ajzen I. and Fishbein, M. 1980. *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*. Englewood-Cliff, NJ: Prentice-Hall.
- Ajzen I. and Fishbein, M. 2000. Attitudes and the attitude–behavior relation: reasoned and automatic processes, *European Review of Social Psychology*, 11, 1– 33.
- Bandura A. 1986. *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Barataud F., Arrighi A. et Durpoix A. 2015. Mettre cartes sur table et parler de son territoire de l'eau : un (en)jeu pour les acteurs ? *Vertigo* - La revue électronique en sciences de l'environnement, 15, 3, [En ligne] URL : [vertigo.revues.org/16766](http://vertigo.revues.org/16766).
- Barataud F., Seguin, L., Arrighi A., & Tournebize J. 2021. Partager des valeurs et représentations : un préalable utile à la démarche participative du projet Brie'Eau. *Sciences Eaux & Territoires, (Cahier spécial V)*, 40–49. <https://doi.org/10.14758/set-revue.2021.cs5.07>
- Bourceret A., Accatino F., and Robert C. 2024. A Modeling Framework of a Territorial Socio-Ecosystem to Study the Trajectories of Change in Agricultural Phytosanitary Practices Under the Influence of the Territory's Ecological and Economic Components. *Ecological Modelling, Volume 494, 2024,110727,ISSN 0304-3800*, <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2024.110727>.
- Chabé-Ferret S., Le Coënt J., Reynaud P., Subervie A., Lepercq D., 2018. Can We Nudge Farmers into Saving Water? Evidence from a Randomized Experiment. Montpellier.
- Da Costa T., 2023. « Relation à la nature, perception des risques et attitude face au risque : exploration de facteurs comportementaux pour mieux comprendre l'usage des pesticides ». Mémoire de Master 2 en Sciences Cognitives ; Cogmaster - Département d'Études Cognitives École Normale Supérieure, Paris, France.
- Dahirel M., 2022. « Modélisation des effets de traitement insecticide sur des populations de coccinelles et leur potentiel de biocontrôle à l'échelle du paysage ». Mémoire de Master 2 Biodiversité, Ecologie, Evolution, parcours Modélisation en Ecologie, Université de Rennes 1, France.
- Darnhofer I., Fairweather J., Moller H., 2010. Assessing a farm's sustainability: insights from resilience thinking. *Int. J. Agric. Sustain.* 8, 186–198. <https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0480>



Dureau R. 2020. Gestion collective d'un risque ravageur pour améliorer la résilience des systèmes fourragers. Modélisation bioéconomique de la gestion des pullulations de campagnols terrestres. Thèse de doctorat en Economie et finances. Université Clermont Auvergne, France.

Feola G. and Binder C., 2010. Towards an Improved Understanding of farmers' Behaviour: The Integrative Agent-Centered (IAC) Framework. *Ecological Economics*, 69, 2323-2333. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.07.023>

Grohens L., 2021, « La participation dans un projet de recherche à travers la création d'un jeu de rôles ». Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, Montpellier SupAgro, France.

Gunderson L.H., Holling C.S., 2002. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*, Island Press. ed.

Honoré F., 2020. « Les leviers et verrous du changement de pratiques phytosanitaires dans le Barrois ». Mémoire de stage de M2, Université Paris 1, France.

Honoré F., Carré C., Robert C., 2024. Entre rupture et inscription dans un territoire : saisir les expériences paysannes en agroécologie forte. A paraître dans *Géographie Économie Société*.

Jacob M., 2020. « Les déterminants du comportement des agriculteurs vis-à-vis des produits phytosanitaires ». Projet tutoré au CERES, École Normale Supérieure.

Lescourret F., Magda D., Richard G., Adam-Blondon A.-F., Bardy M., Baudry J., Doussan I., Dumont B., Lefèvre F., Litrico I., Martin-Clouaire R., Montuelle B., Pellerin S., Plantegenest M., Tancoigne E., Thomas A., Guyomard H., Soussana J.-F., 2015. A social-ecological approach to managing multiple agro-ecosystem services. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 14, 68–75. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.04.001>

Lequin S., Bottou C., Godon M., Reboud X., 2024. Typologie de leviers mis en place à l'échelle territoriale pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires. Poster conclusif du séminaire de restitution finale APR Leviers territoriaux, 20 juin 2024, Paris, France.

Meunier E., 2021, « Identifier les déterminants socio-cognitifs des pratiques phytosanitaires dans l'agriculture ». Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master en Psychologie sociale à l'Université Paris Nanterre.

Meunier E., Smith P., Griessinger T., and Robert C. 2023. Understanding changes in reducing pesticide use by farmers: Contribution of the behavioural sciences. *Agricultural Systems* 214. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103818>

Poppenborg P., and Koellner T. 2014. A Bayesian network approach to model farmers' crop choice using socio-psychological measurements of expected benefits of ecosystem services. *Environmental Modelling & Software* 57. DOI: 10.1016/j.envsoft.2014.03.006

Précigout P. A., & Robert C., 2022. Effects of hedgerows on the preservation of spontaneous biodiversity and the promotion of biotic regulation services in agriculture: towards a more constructive relationships between agriculture and biodiversity. *Botany Letters*, 00(00), 1–29. <https://doi.org/10.1080/23818107.2022.2053205>

Rebaudo F., Dangles O., 2013. An agent-based modeling framework for integrated pest management dissemination programs. *Environ. Model. Software* 45, 141–149. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.06.014>.

Ricci P., Méssean A. 2015. Stratégies intégratives et innovations systémiques : sortir du cadre. *Innovations Agronomiques*, 46, pp. 147-155

Stern P. C., Dietz T., Abel T. D., Guagnano G., and Kalof L. 1999. *A Value-Belief-Norm Theory of Support for Social Movements: The Case of Environmentalism*. College of the Environment on the Peninsulas Publications. 1. [https://cedar.wvu.edu/hcop\\_facpubs/1](https://cedar.wvu.edu/hcop_facpubs/1)



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue *Innovations Agronomiques* et son DOI, la date de publication.