

TR A V E R S É E S

TRAjectoires de transition VERTueuses pour la Réduction des usages des pesticides aSSociant les leviers Ecologiques, Economiques, Sociaux et institutionnels à l'échelle du territoire

Responsable scientifique



Corinne Robert

INRAE AgroParis Tech ÉCOSYS,
corinne.robert@inrae.fr

Corinne Robert est chercheure à l'INRAE. Elle étudie les régulations écologiques dans les systèmes agricoles. Elle développe des projets transdisciplinaires qui visent à concevoir des trajectoires de transition agroécologique des territoires. Elle enseigne sur des questions de transitions au CERES (ENS) et elle porte un nouveau Master en Sciences de la durabilité à PSL.

Partenaires

- ◇ INRAE UMR 1402 ÉCOSYS ;
- ◇ INRAE UMR 759 LEPSE ;
- ◇ INRAE UMR Économie publique ;
- ◇ INRAE UMR SADAPT ;
- ◇ INRAE UMR 518 MIA.

Financements

Coût total du projet : 602 777 €

Montant de la subvention OFB : 290 280 €

Le projet en bref

L'objectif de TRAVERSÉES est d'identifier des trajectoires de réduction d'utilisation des pesticides en réponse à divers leviers territoriaux. Pour cela, nous avons entrepris (1) une analyse systémique des facteurs écologiques, économiques, sociaux et individuels de changement des pratiques phytosanitaires des territoires, 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. Des méthodes variées (enquête, entretiens, ateliers, revue, modélisation) et un partenariat transdisciplinaire (disciplines variées, agriculteurs, conseillers) ont nourri ce projet.

Multi-acteurs

Modélisation agent-centrée

Trajectoire

Modélisation participative

Socio-écosystèmes

Jeu sérieux

Infrastructures agroécologiques

Biodiversité



Contexte et principaux objectifs

La réduction des pesticides dans les territoires requiert de considérer conjointement les composantes écologiques, économiques et sociales. Le territoire agricole est en effet un système socio-écologique dans lequel ces composantes sont étroitement liées et interagissent de façon complexe. La modélisation intégrant les dynamiques de ces différentes composantes permet de simuler des trajectoires de changement des territoires. Cependant, peu de réalisations de ce type de modélisation ont été réalisées jusqu'à présent. Le projet TRAVERSÉS s'est inscrit dans une démarche de modélisation du socio-écosystème couplant dynamiques écologiques et sociales à l'échelle du territoire.

Le projet visait d'une part à améliorer une compréhension systémique des facteurs de changement des pratiques phytosanitaires et d'autre part à caractériser comment des leviers écologiques, économiques, sociaux et institutionnels, actionnés à l'échelle du territoire, permettent d'enclencher une dynamique de changement des comportements associé à une trajectoire de réduction des traitements. Pour y répondre, le projet portait alors un objectif méthodologique de développement d'un modèle de simulation des socio-écosystèmes capable de simuler l'effet de combinaisons de leviers sur les dynamiques écologiques et sociales des territoires et finalement sur les trajectoires de pratiques. Nous avons considéré les échelles spatiales de la parcelle au paysage (Fig. 1 et 2). Nous souhaitons caractériser les trajectoires par des in-

dicateurs variés tels que la baisse des épidémies, les profits des exploitations, et le nombre de traitements, en portant une attention à la balance entre les intérêts individuels des exploitations et ceux à l'échelle du territoire.

Le projet 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 et de trajectoires. Le Barrois, territoire de grandes cultures, a servi de territoire de référence au travail (Fig. 3) et plusieurs acteurs du Barrois ont été partenaires du projet. Une démarche d'aller-retour entre résultats génériques et spécificités du Barrois a été menée, associée à une méthodologie de modélisation participative.

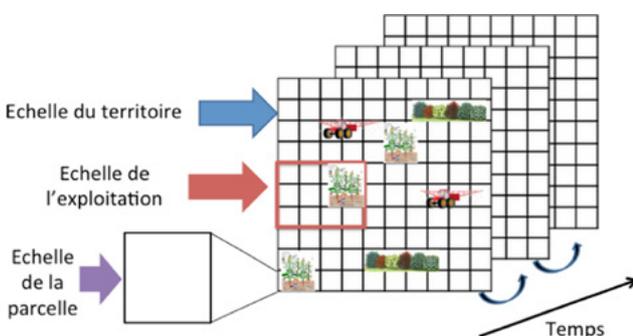


Figure 1 : Conceptualisation du territoire : schématisation des échelles de la parcelle au paysage et des échelles temporelles annuelles et pluriannuelles considérées ainsi que des composantes écologiques (cultures et maladies) et sociales (agriculteur, voisin) pris en compte.

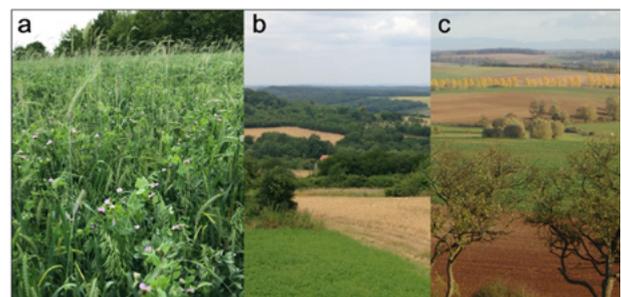


Figure 2 : Exemples de leviers écologiques de diversification végétale de la parcelle au paysage: a : mélange intra-parcellaire avec avoine, blé, orge, triticale, pois, vesce, féverole (Bais, Ille-et-Vilaine) ; b : diversité aux alentours des parcelles : cultures de luzerne et de blé entourées de prairies et de haies (Tincry, Moselle) ; c : paysage agricole en zone de polyculture-élevage mêlant vergers, prairies et pâtures, grandes cultures et éléments semi-naturels tels que haies et forêts (Saint-Médard, Moselle).

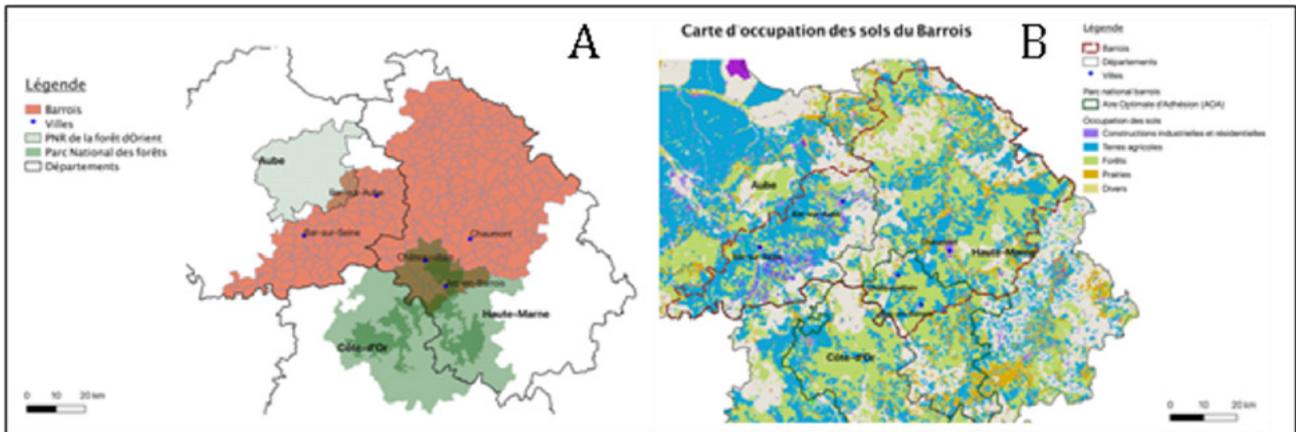


Figure 3 : Territoire du Barrois. A : localisation générale ; B : carte d'occupation des sols

Principaux résultats en lien avec le plan Ecophyto

Le projet TRAVERSÉS est structuré en quatre axes (Fig. 4). Le premier vise à identifier les composantes écologiques et sociales d'un territoire influençant les pratiques agricoles notamment phytosanitaires. Le deuxième se concentre sur le comportement des agriculteurs. Le troisième intègre les connaissances des axes 1 et 2 pour développer un modèle du socio-écosystème territorial qui simule des trajectoires de pratiques en réponse à divers facteurs. Le quatrième utilise le modèle pour explorer des scénarios de leviers et les trajectoires associées. Les méthodologies utilisées incluent enquêtes, entretiens, ateliers participatifs, jeu sé-

rieux et modélisation.

Les résultats majeurs sont de trois types :

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

Des méthodologies variées ont été utilisées : développement et sessions de jeu de rôle « *La Traversée du Barrois* », entretiens, questionnaires et revues de littérature.

L'étude révèle une multiplicité d'acteurs et de facteurs mis en jeu pour le changement des pratiques, avec notamment l'importance des groupes d'agriculteurs et des formations.

Dans le Barrois, la majorité des agriculteurs sondés souhaitent réduire leur usage de pesticides mais disent manquer d'alternatives. Au-delà des aspects économiques, les difficultés identifiées pour changer incluent un besoin de transformation profonde, du temps pour la mise en place et des informations parfois difficiles à trouver. Un renouvellement du conseil agricole est perçu comme nécessaire.

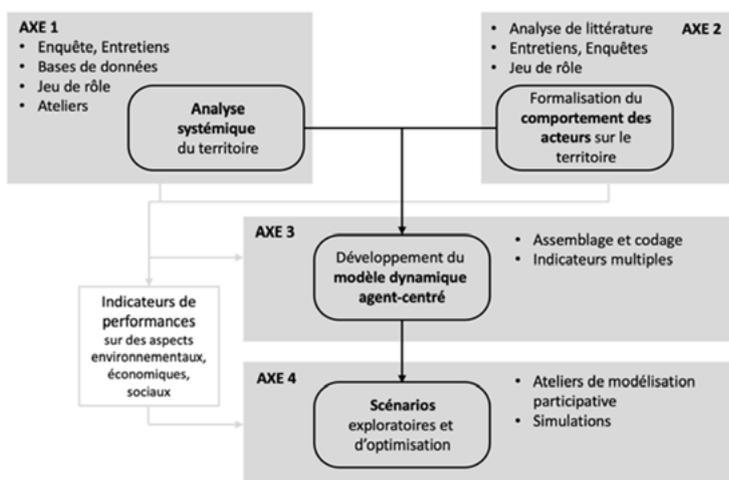


Figure 4 : Présentation des quatre axes du projet TRAVERSÉS et des méthodologies associées

Les travaux sur le comportement des agriculteurs confirment que les décisions des agriculteurs sont influencées par différents facteurs agronomiques et économiques, psychologiques et sociaux. La confiance,



la gestion du risque, la préoccupation environnementale, les liens au vivant ou encore la norme sociale jouent tous un rôle. 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 terme de type de facteur considéré mais également de niveau de sensibilité (Fig. 5).

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 (Fig. 6). Nous avons également simulé l'impact de traitements pesticides sur les interactions entre régulations écologiques et l'inclusion des infrastructures via les effets écotoxicologiques sur les espèces non ciblées.

2. Modélisation des trajectoires du socio-écosystème en réponse à différents leviers

Les connaissances acquises ont été mobilisée pour le développement d'un modèle territorial simulant

des trajectoires de pratiques agricoles. Le modèle simule la prise de décision, chaque année, de chacun des agriculteurs du territoire (en prenant en compte le profit, le niveau de maladie et les interactions sociales) et la dynamique de la maladie (en prenant en compte l'inoculum, la dispersion de la maladie et la pratique). 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 (Fig. 7).

3. Travail avec les acteurs sur les leviers et les trajectoires en modélisation participative

Un travail avec divers acteurs du Barrois a été réalisé autour du modèle développé utilisé comme outil d'animation sur les trajectoires de changement. Nous avons réalisé trois ateliers successifs (Fig. 8) sur (1) l'identification de leviers territoriaux pour promouvoir le changement, (2) les conditions initiales du modèle et les simulations associées, et (3) une réflexion prospective avec l'identification de trajectoires pour le Barrois.

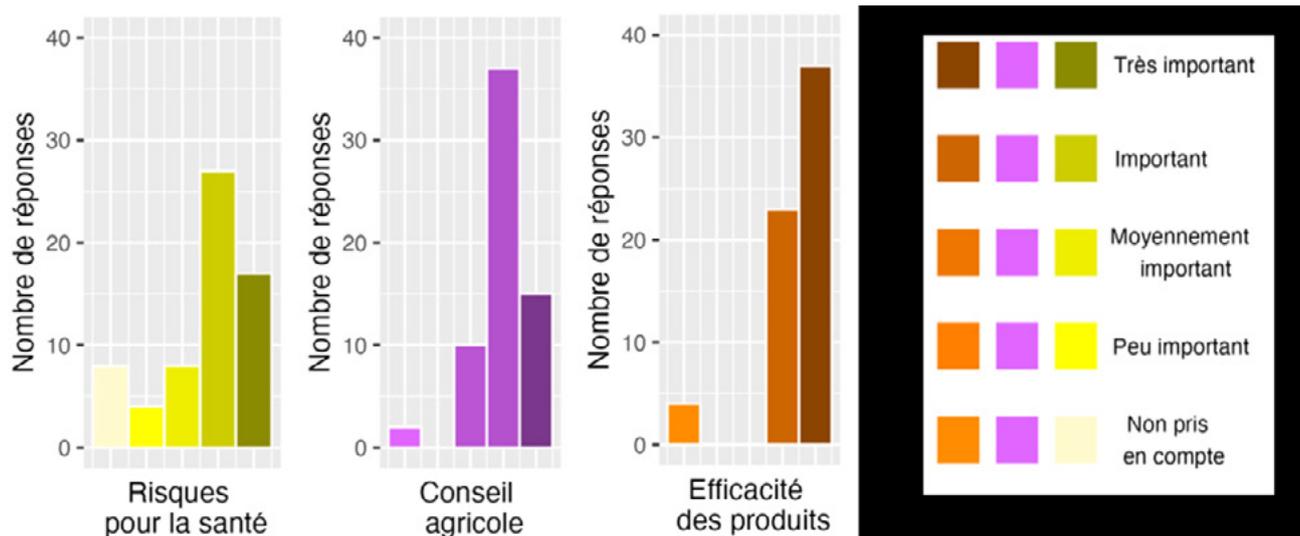


Figure 5 : Résultats de l'enquête réalisée auprès de 80 agriculteurs du Barrois (2020) concernant les facteurs pris en compte pour définir leur stratégie phytosanitaire. En jaune : facteur liés au risque sur la santé, en rose : rôle du conseil agricole, en marron : les facteurs économiques. Pour chacun des facteurs les agriculteurs répondent comment ils prennent ce facteur en compte (de « non pris en compte » à « très important »).

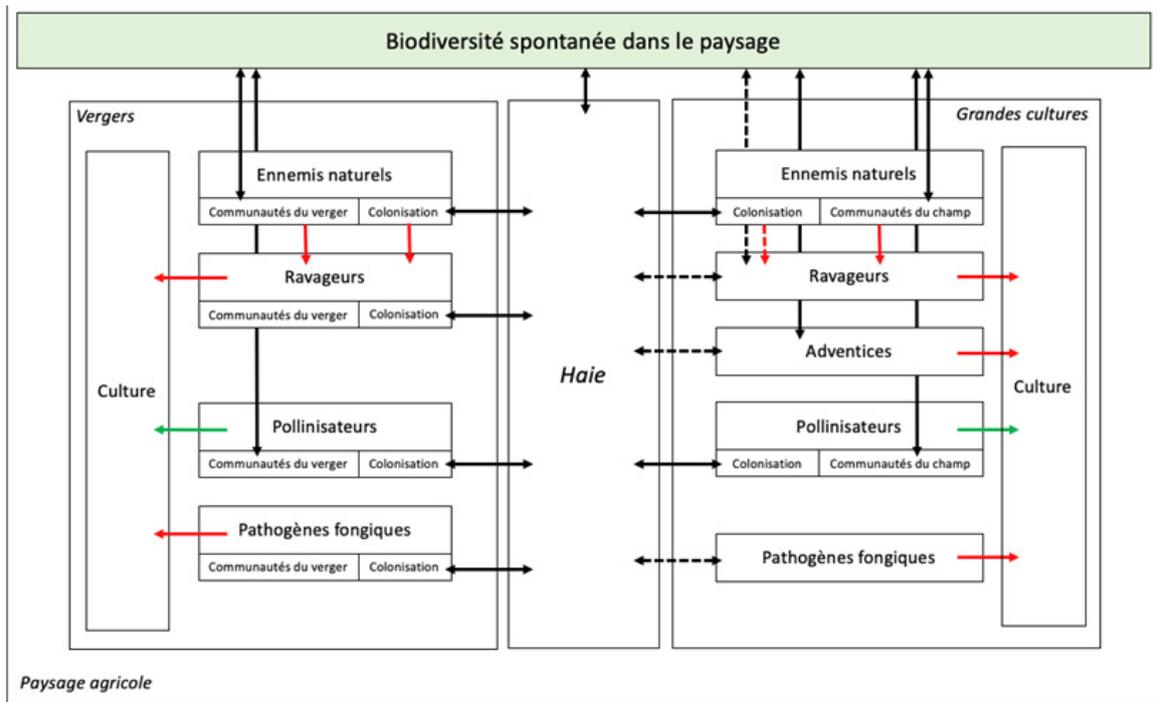


Figure 6 : Relations entre la biodiversité associée et les services de régulation biotique fournis par les haies dans les vergers et les grandes cultures. Les flèches noires indiquent le mouvement des organismes. Les flèches vertes et rouges indiquent les relations positives et négatives, respectivement. Les lignes pleines indiquent des relations bien établies, et les lignes pointillées des relations à explorer.

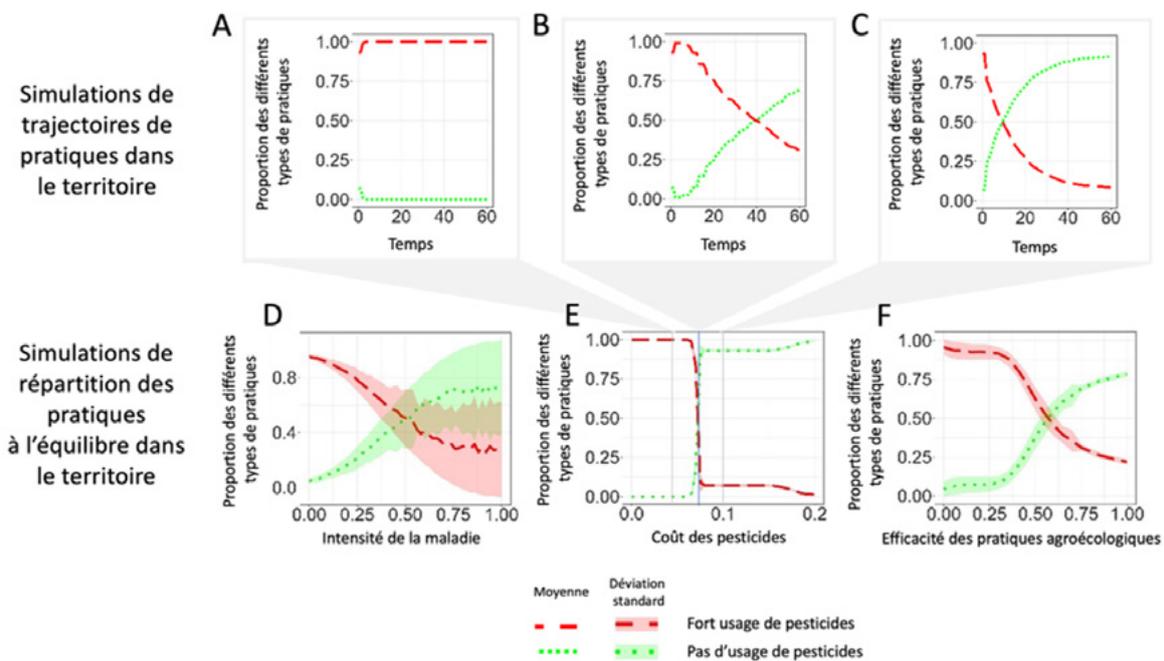


Figure 7 : Simulations obtenues avec le modèle socio-écologique développé dans TRAVERSÉS. En rouge : pratiques à fort usage de pesticides ; en vert : pratiques sans pesticides. La première ligne présente trois trajectoires de pratiques dans un territoire avec trois prix de pesticides A : faible, B : moyen, C : fort. La deuxième ligne présente la répartition des pratiques simulées à l'équilibre en fonction de trois paramètres du modèle. D : intensité de maladie, E : coût des pesticides, F : efficacité des pratiques agroécologiques. L'augmentation de ces trois paramètres conduit à une diminution de l'usage des pesticides mais avec des dynamiques très différentes.



Perspectives futures en termes de transfert ou de recherche

Transfert

Trois types de transferts sont identifiés :

→ **Mobiliser et transférer le jeu de rôle «La Traversée du Barrois»** à d'autres territoires pour un travail sur des trajectoires de changement et les freins.

→ **Utiliser les simulations du modèle du socio-écosystème pour guider des recommandations de politiques publiques à l'échelle territoriale.** Il s'agit de simuler les impacts, synergies ou antagonismes de divers scénarios de déploiement de leviers dans des territoires variés.

→ **Mobiliser la méthodologie de modélisation participative** avec différents groupes d'acteurs et de territoires afin de travailler sur la vision systémique du territoire et les trajectoires désirées et de faire émerger des dynamiques collectives territoriales.

Recherche

Nous avons identifié trois pistes de recherche :

→ La prise en compte de **plusieurs bioagresseurs**, et au-delà d'autres fonctions écologiques, ainsi que **leur dynamique** dans le raisonnement de trajectoires de changement des territoires. Le projet RegHaies (OFB 2024-2028) a été monté dans cette optique.

→ L'analyse de la **variabilité des perceptions et des valeurs des agriculteurs** en lien avec le changement de pratiques phytosanitaires et la mise en place d'activités de sensibilisation autour des perceptions et des visions du monde.

→ **L'intégration des trajectoires écologiques et des sensibilités des agriculteurs dans le modèle du socio-écosystème** pour la simulation de trajectoires de changements plus réalistes face à des leviers variés.

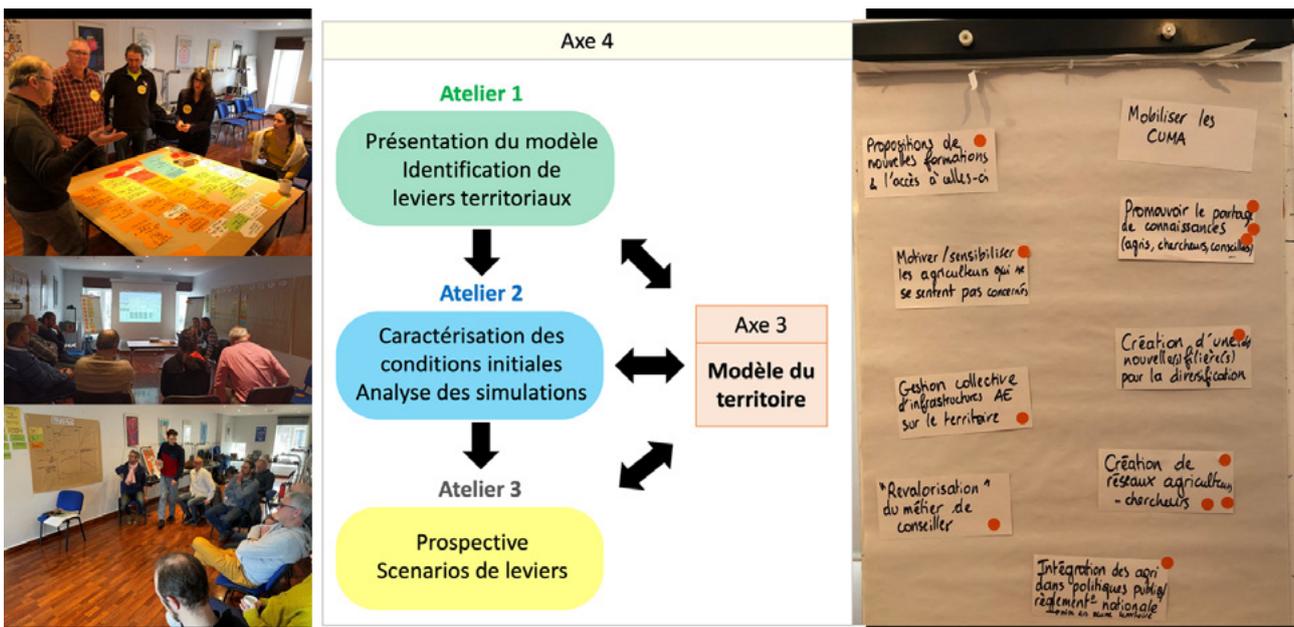


Figure 8 : Axe 4 du projet et organisation des trois ateliers de modélisation de participative avec des agriculteurs et des OPA du Barrois



Livrables, valorisation et transfert réalisés

Conférences scientifiques et techniques, avec et sans actes

Présentation du jeu de rôle la Traversées du Barrois aux Rencontres Jeux & Enjeux, Lille, 20 – 22 juin 2022.

Présentation à des instances professionnelles ou de décision

Publications scientifiques

- ◆ Jacob M, 2020, « Les déterminants du comportement des agriculteurs vis-à-vis des produits phytosanitaires ». Projet tutoré à l'École Normale Supérieure.
- ◆ Honoré F 2020, « Les leviers et verrous du changement de pratiques phytosanitaires dans le Barrois ». Mémoire de stage de M2, Université Paris 1.
- ◆ 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.
- ◆ 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.
- ◆ 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>
- ◆ 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>
- ◆ 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.
- ◆ Da Costa T, 2023. « Relation à la nature, perception des risques et attitude face au risque : exploration de facteurs comprendre l'usage de pesticides comportementaux pour mieux comprendre l'usage des pesticides ». Mémoire de Master 2 en Sciences Cognitives ; Cogmaster - Département d'Études Cognitives École Normale Supérieure.
- ◆ Gauthier L. 2023. Faire territoire autour de l'arbre champêtre : initiatives agroforestières au prisme des communs, une approche pluriscalaire. Thèse de doctorat. (Encadrement M. Pouzenc, C. Robert), Université de Toulouse 2 - Jean Jaurès.
- ◆ 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. A paraitre dans Ecological Modelling.

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

Articles de valorisation/vulgarisation :

♦ Retour de l'enquête aux agriculteurs - Janvier 2021

♦ Newsletter TRAVERSÉES #1 – Avril 2021

♦ Newsletter TRAVERSÉES #2 – Octobre 2021

♦ Newsletter TRAVERSÉES #3 – Avril 2022

Autres valorisations

♦ Cours ENS Ulm - 2022, 2023 et 2024 au Centre de Formation sur l'Environnement et la Société présentation du projet dans l'Atelier Transition

agroécologique et bien être.

♦ Cours UE «Modélisation» : « exemple du projet TRAVERSÉES », mai/juin 2022 à l'Institut Agro de Montpellier

♦ Jeu de rôle «La traversée du Barrois» : outils de concertation autour de la simulation de trajectoires de changement de pratiques agricoles et phytosanitaires des agriculteurs du Barrois.

♦ Lots de cartes utilisées pour les entretiens, dont les résultats ont servi de base à la conception du jeu de rôles

♦ Un simulateur des dynamiques du territoire qui permet de tester une combinaison de leviers écologiques et sociaux sur les trajectoires de pratiques

♦ Une méthodologie de modélisation participative en trois ateliers réalisés auprès d'agriculteurs et de conseillers du Barrois



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.