

PREPARE

Comprendre et PREdire les effets des PAYSAGES de pratiques sur la REGulation biologique

Responsable scientifique



Sandrine Petit

INRAE, UMR Agroécologie
sandrine.petit-michaut@inrae.fr

Sandrine Petit est directrice de recherche à INRAE dans l'unité Agroécologie à Dijon. Elle mène des recherches sur les effets des pratiques agricoles et du paysage sur les communautés végétales et animales et sur le service de contrôle biologique des bioagresseurs. Elle s'investit l'animation et la valorisation des suivis à long terme sur le réseau national de paysages SEBIOPAG.

Co-présentatrice



Claire Lavigne

INRAE, UR 1115
claire.lavigne@inrae.fr

Claire Lavigne est directrice de recherche à INRAE dans l'unité Plantes et Systèmes de culture Horticoles. Elle s'intéresse à la dynamique de la biodiversité, en particuliers des ravageurs et auxiliaires dans les paysages agricoles par des approches d'analyses de données recueillies dans des parcelles commerciales.

Partenaires

♦ INRAE ; UMR IGEPP, UMR BAGAP, UR PSH,
UMR SAVE, UMR Dynafor,
♦ Solagro

Financements

Coût total du projet : 656 976 €

Montant de la subvention OFB : 295 020 €

Le projet en bref

PREPARE a développé avec les acteurs locaux une analyse située des effets de la mobilisation de leviers territoriaux sur la régulation biologique des bioagresseurs sur cinq terrains d'étude en France (réseau national SEBIOPAG, aquitain BACCHUS). Les leviers mobilisables ont d'abord été identifiés par les agriculteurs locaux. Un outil de simulation a ensuite été développé pour visualiser des scénarios de changements de pratiques et leurs effets sur la régulation à l'échelle de petits territoires. L'analyse partagée des résultats a été une entrée pour discuter avec les acteurs locaux des leviers et verrous à une gestion territoriale des ravageurs pour réduire le recours aux pesticides.

[Site du projet](#) - en cours de construction

Systèmes écologiques et sociaux

Innovation couplée

Recherche participative

Coordination entre acteurs

Leviers agronomiques et socioéconomiques



Contexte et principaux objectifs

La mobilisation de leviers territoriaux peut favoriser les régulations biologiques des bio-agresseurs des cultures par leurs ennemis naturels et ainsi permettre la réduction d'usage de pesticides mais les incertitudes scientifiques liées à cette question ont fortement limité la diffusion de cette idée vers la profession agricole.

Les équipes du consortium PREPARE se sont mobilisées sur la question des effets de la composition du paysage environnant les parcelles sur les niveaux de régulation biologique.

Le réseau SEBIOPAG (sebiopag.inrae.fr) est opérationnel depuis 2014 et suit annuellement 80 paysages dans quatre régions françaises, 60 en cultures annuelles et 20 en vergers (*Figure 1*).

Le réseau BACCHUS existe depuis 2014 et suit 40 paysages de vignes. Dans les deux réseaux, les niveaux de régulation biologique sont estimés à l'aide d'un éventail de proies sentinelles qui sont exposées dans les parcelles lors de deux sessions de terrain tous les ans. Les taux de prédation de ces proies permettent d'approcher l'activité d'une diversité de prédateurs (*Figure 2*).

Des résultats antérieurs indiquent que trois leviers territoriaux seraient mobilisables pour promouvoir la régulation biologique : la proportion d'habitats semi-naturels, la pression phytosanitaire dans le paysage (% en AB ou IFT) et la diversité spatio-temporelle des assolements.

S'appuyant sur 5 terrains d'étude (*Figure 1* : 120 paysages, réseau national SEBIOPAG et réseau aquitain BACCHUS), l'objectif de PREPARE a été de développer avec les acteurs locaux une analyse située des effets de la mobilisation de différentes combinaisons de leviers territoriaux (habitats semi-naturels, pression phytosanitaire et diversité des cultures) sur la régulation biologique des bio-agresseurs. Le projet proposait (i) une analyse statistique des relations entre leviers territoriaux, gestion parcelaire et régulation biologique et le développement de modèles prédictifs, (ii) la co-conception avec les acteurs de scénarios de mobilisation de leviers territoriaux et (iii) un outil de simulation liant scénarios de changement et modèle prédictif de la régulation pour analyser les gains en termes de régulation biologique, individuels (exploitation) ou collectifs (territoire) des différents scénarios co-construits. Les ateliers avec les acteurs au début et à la fin du projet ont permis de quantifier les changements dans la perception et l'intention des acteurs locaux quant à la mobilisation de leviers territoriaux.

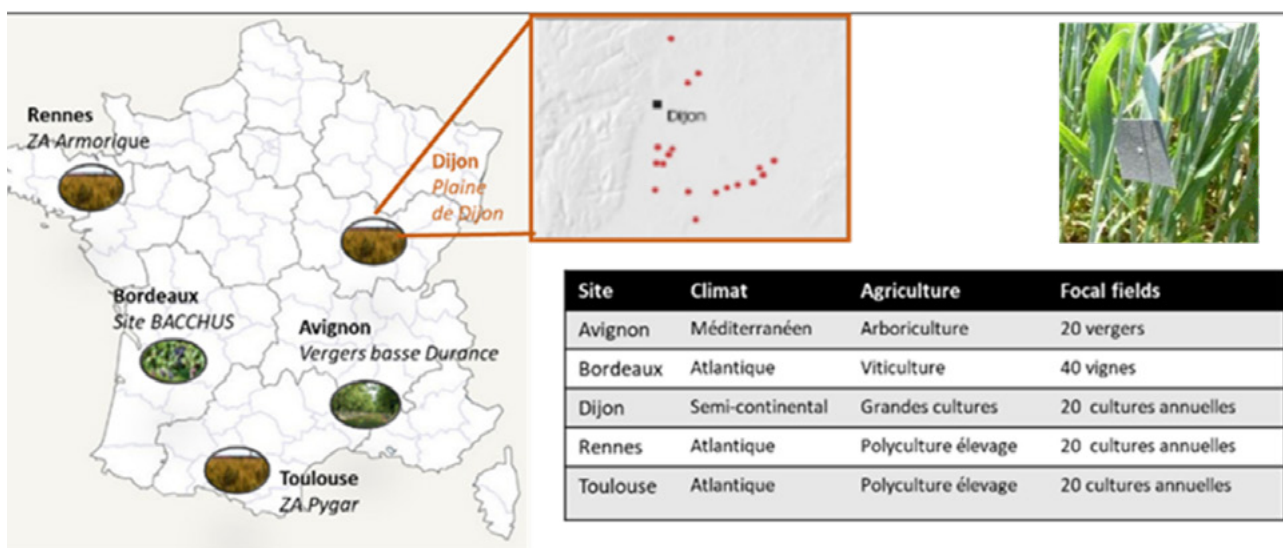


Figure 1 : les cinq sites d'étude impliqués dans le projet PREPARE (réseau national SEBIOPAG et site atelier BACCHUS) et exemple de carte de proies sentinelles.



Principaux résultats en lien avec le plan Ecophyto

→ Co-construire des scénarios de transformation des territoires

Les ateliers de début de projet ont rassemblé 10 à 12 agriculteurs par site. Les répondants ont tous mobilisé depuis 2008 plusieurs leviers pour réduire l'usage des produits phytosanitaires sur leur exploitation. A l'issue de ces ateliers les leviers proposés étaient l'allongement des rotations culturales, la réduction des IFT, le passage en agriculture biologique et l'implantation d'infrastructures agro-écologiques de type «haies».

→ Comprendre et prédire les régulations

Les mesures de régulations biologiques sont issues de l'exposition de cartes de proies sentinelles dans des parcelles agricoles. Elles concernent la prédation de 4 types de proies, mesurées tous les ans sur 120 paysages des 5 sites sur la période

2014-2018. Afin d'analyser conjointement les données des cinq sites, nous avons développé le package R alm (automated landscape modelling) permettant de rendre automatisable et reproductible la cartographie et le calcul de métriques paysagères à partir de sources de données spatiales existantes (BD ORTHO, RPG, OSO). L'analyse des facteurs qui expliquent les taux de prédation à l'échelle nationale et par site à l'aide de modèles statistiques classiques (GLMM) a souligné la spécificité de ces facteurs selon les sites. La faible valeur explicative de ces modèles ne permettait pas de les utiliser pour de la prédiction. Nous avons donc mobilisé une méthode alternative reposant sur des modèles Cubist. Des modèles ayant une valeur prédictive suffisante (validation croisés) ont été obtenus pour la prédation d'œufs d'Ephestia sur les sites de Dijon et Toulouse et pour la prédation des graines d'adventices sur les sites de Rennes et Avignon.

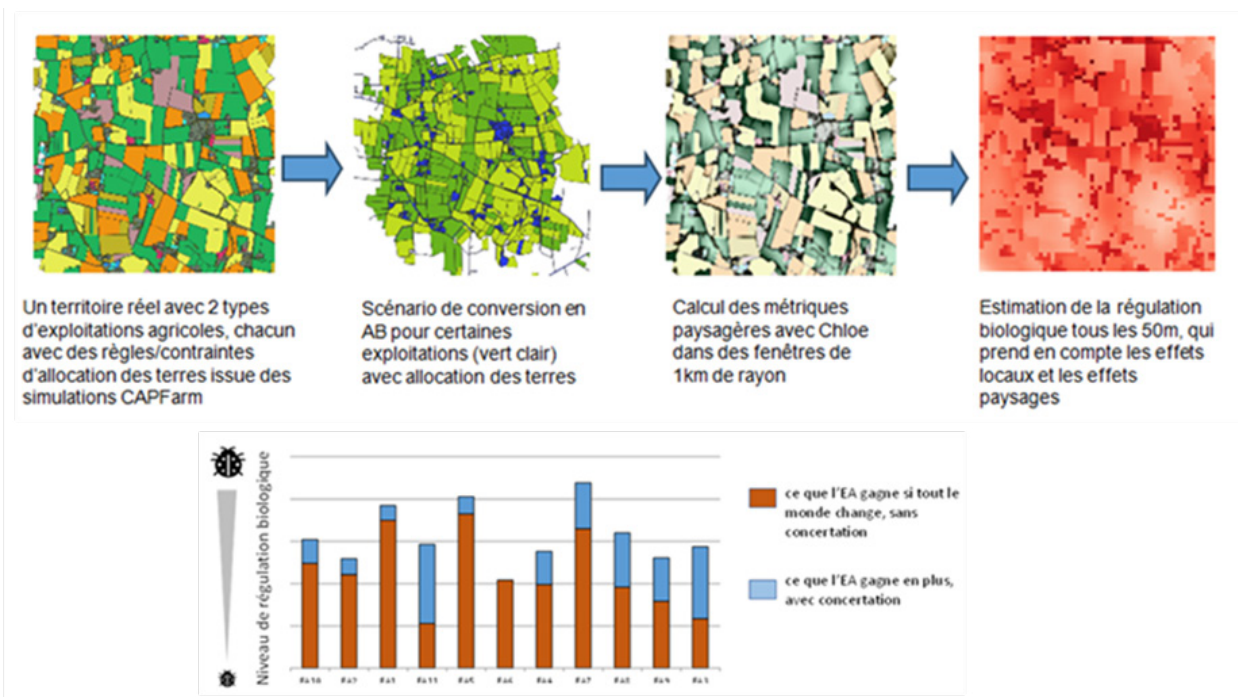


Figure 2 : Territoire de la plaine de Dijon : Le scénario co-construit comprend une diversification des systèmes de culture (augmentation diversité des cultures, taille de patches de culture plus petites, réduction IFT 30%) et une conversion de certaines exploitations du territoire. Le barplot indique, sur une échelle qualitative, les gains de régulation biologique pour chaque exploitation selon si les actions de changements de pratiques sont concertées ou non ©INRAE



→ Explorer les effets de scénarios territoriaux sur la régulation : quel gain de régulation et pour qui ?

Nous avons développé un simulateur qui, sur la base d'un parcellaire existant, simule des allocations de couverts sous contraintes agronomiques (via CAPFarm) et calcule des métriques paysagères (via Chloe). L'effet de changements de pratiques a été simulé pour les territoires de Dijon, Toulouse et Rennes dans des fenêtres de 4x 4km (10 à 12 exploitations, cf figure 2 sur le site Dijonnais). Le couplage avec les modèles prédictifs de régulation biologique permet d'évaluer les différences de niveau de régulation dans chaque exploitation entre l'état initial et le scénario de changement selon 4 modalités : (i) gain pour moi si je change, (ii) gain pour moi si les voisins changent et que je ne change pas, (iii) gain si tout le monde change individuellement et (iv) gain si les changements sont concertés en vue d'optimiser la régulation.

→ Restitution aux acteurs et identification de pistes d'actions

La démarche PREPARE et les synthèses des simulations (Fig. 4) ont été présentées lors d'ateliers de restitution. Elles ont été un excellent moyen d'engager la discussion sur la perspective d'une action territoriale. Une synthèse est fournie dans le tableau 1. Les participants considèrent la gestion collective comme avantageuse et possible mais pas facile. Ils expriment au global (i) des besoins en termes d'accompagnement, notamment technique, (ii) des demandes de soutien financier et enfin des attentes par rapport aux politiques publiques. On notera que les actions collectives prioritaire 2 ont l'objectif de sortir de l'isolement et de mieux échanger entre acteurs du même territoire, de diffuser l'idée de l'interdépendance entre voisins.

	Dijon	Rennes	Toulouse	Avignon
Participants	9 exploitants, 6 institutionnels	6 exploitants, 2 institutionnels	10 exploitants, 3 institutionnels	9 exploitants, 15 institutionnels
Enjeux territoriaux autre que la RB	Changement climatique	Biodiversité et eau, Qualité des produits	Maintien de l'élevage, Limitation érosion des sols	Changement climatique, Préservation des pollinisateurs, poursuite d'activités
Réaction face aux résultats PREPARE	Positive	Positive mais frustration (voisins peu vertueux)	Positive mais frustration (voisins, réglementations contradictoires)	Positive ++
Solutions/objectifs	Adapter les rotations au CC et les diversifier	Remettre des IAE, réduire la taille des parcelles	Maintenir prairies et haies, planter des IAE	Créer diversité paysagère
Action collective Prioritaire 1	Diversification rotations (8)	Implantation de haies, Diversification : allongement de la rotation	Création d'un GIEE assolement commun	Favoriser les déplacements des auxiliaires entre IAE et vergers par une diversification intra-parcellaire des couverts
Action collective Prioritaire 2	Créer une structure d'échange rassemblant tous les acteurs du petit territoire	Mettre en place une 'Pédagogie du talus' : communiquer et échanger pour éviter le clivage AB/non AB	Diffuser l'importance de l'interdépendance entre voisins au sein de la profession	Mettre en place une stratégie prophylactique commune (diversité paysagère)
Levier 'Accompagnement technique'	Oui (diversification) –Coop. pour coordonner les expérimentations	Formations, système pour assurer un tuilage entre générations		Formations ou appui aux réseaux techniques (gestion des haies et couverts végétaux)
Levier 'Soutien financier'	Prise de risque, Compensation du temps qui serait dédié au collectif	Paiement pour services écologiques	Animation de collectifs type GIEE Prise de risque	Prise de risque, Compensation pour IAE (jachères fleuries, etc...)
Levier 'Politiques publiques à l'échelle territoire'	Engendrer une dynamique multi-enjeux cohérente dans les petites régions	Assurer la cohérence entre travaux/initiatives sur le territoire (multi-enjeux) Réglementation bottom-up sur le territoire ?	Inciter les coop. à développer des filières et débouchés adaptés	

Tableau 1 : Synthèse des résultats des Ateliers 2 sur les sites d'études.



Perspectives futures en termes de transfert ou de recherche

Transfert

L'analyse des ateliers permet de tirer des messages communs des acteurs vers les pouvoirs publics :

- ◆ Assurer une cohérence des réglementations/ injonctions/ incitations en lien avec différents enjeux (par ex réduction de l'usage des produits phytosanitaires et changement climatique ; réduction de l'usage des produits phytosanitaires et maintien de l'élevage).

- ◆ Faciliter l'expérimentation et la prise de risque par des soutiens financiers

- ◆ Repenser les réseaux d'échanges à une échelle territoriale : décroisonner les types d'agriculture, évoquer collectivement la question des 'biens communs', diversifier les interlocuteurs, créer une solidarité des non agriculteurs envers le monde agricole.

Recherche

Quatre constats sont issus de PREPARE :

1. Nécessité d'approches en réseaux de paysages permettant un va-et-vient entre connaissance générique et action basée sur des déterminants locaux de la régulation biologique.

2. Travaux à mener sur des modèles prédictifs car plus grande difficulté à prédire la régulation biologique qu'à en expliquer les déterminants.

3. Qualité des prédictions comme outil de médiation

4. Nécessité d'expérimentations à des échelles territoriales pour mieux estimer les possibles gains de régulations.

Sur cette base, le consortium et des acteurs du développement agricole envisagent un projet ambitieux s'appuyant sur des changements de pratiques sur certains territoires d'études.

Livrables, valorisation et transfert réalisés

Journées techniques

- ◆ Franck, P. (2022) « Imaginer les paysages de demain pour favoriser la biodiversité et les régulations biologiques en vergers: Quelles stratégies d'aménagement des paysages de vergers en Basse Vallée de la Durance ? » Présenté à Journée « Carpo », Avignon, France, 4 février 2022.

Conférences scientifiques et techniques, avec et sans actes

- ◆ Petit et consortium PREPARE (2023) Allier la co-construction de scénarios territoriaux et la modélisation prédictive pour renforcer la régulation biologique des bioagresseurs de cultures : Le pro-

jet PREPARE. Journée 'Comprendre le fonctionnement des territoires' Rencontres du RMT Champs & Territoires ateliers 'Les informations utiles à la fabrique de la transition agroécologique des territoires'. Paris, 12 Octobre 2023.

- ◆ Petit, S. et consortium PREPARE (2023) Agroecology in action: engaging with stakeholders to move towards pesticide-free landscapes. Invited talk, GfÖ annual meeting, Leipzig 11-15 Septembre 2023

- ◆ Petit, S. et consortium PREPARE (2023) Approches et outils: Un exemple mobilisant la modélisation: le projet PREPARE. Communication invitée: Atelier 'Scénarios territoriaux et trajectoires de transitions: quelles recherches transdisciplinaires' organisé par la FRB et Futurearth. Paris, 8 Juin 2023.



♦ Aviron, S., Lucas, V. (2023) Quelles conditions écologiques et sociales pour favoriser la transition agroécologique des exploitations agricoles ? Séminaire de l'axe ressources de l'Observatoire des Sciences de l'Univers de Rennes, 8 février 2023.

♦ Franck, P., Lavigne, C., Thomas, C. (2022) Impact des pratiques phytosanitaires et du paysage sur la prédation des ravageurs en vergers de pommiers en Basse Vallée de la Durance, présenté à Séminaire du réseau EMBA: Contrôle Biologique par Conservation, Avignon, 15/11 2022. <https://www6.inrae.fr/emba>

♦ Franck P. (2021) Contrôle biologique des ravageurs des cultures : Interactions entre pratiques agronomiques locales et complexité des paysages agricoles. Association et diversification : des leviers depuis la parcelle jusqu'à l'échelle paysagère. Avignon, France: Salon Med'Agri, (2021). <https://www.youtube.com/watch?v=EYuUccroLNw>

♦ Petit, S. et consortium PREPARE (2021) Exploring the potential of co-designed landscapes to promote biological pest control. Landscape 2021, Berlin, 20-22 Sept 2021. <https://hal.inrae.fr/hal-03544323>

♦ Franck, P. et consortium PREPARE (2019) Démêler les effets des pratiques agronomiques locales des effets du paysage agricole sur le contrôle biologique des bioagresseurs dans les cultures. Antibes, France, 29/05 2019. <https://colloque.inrae.fr/entom2019/content/download/3778/39468/file/abstract%20book.pdf>

♦ Franck, P. et consortium PREPARE (2019) Disentangling local agronomic practices from agricultural landscape effects on pest biological control. In Meetings of IOBC-Working Group Landscape management for functional biodiversity, Vol. 143. Proceedings of the meeting of IOBC-Working Group Landscape management for functional biodiversity, March 27 - 29, 2019. Wageningen, Netherlands: IOBC-WPRS Bulletin, 2019. <https://hal.inrae.fr/hal-02946652>.

Présentation à des instances professionnelles ou de décision

Petit, S. (2022). SEBIOPAG Services écosystémiques associés à la biodiversité dans les paysages agricoles. Les rencontres Inrae au SIA. Salon International de l'Agriculture. 4 Mars 2022. <https://www6.inrae.fr/rencontresia/Les-rencontres-2022/Agriculture-et-biodiversite>

Publications scientifiques

♦ Petit, S., Alignier, A. Allart, R., Aviron, S., Bousard, H., Franck, P., Gibert, C., Ladet, S., Lavigne, C., Lecuyer, L., Moncamp, M., Muneret, L., Poggi, S., Ricci, B., Rusch, A., Vialatte, A., Young, J. (2023) Building capacities for the design of agroecological landscapes: the added-value of Landscape Monitoring Networks. Agriculture, Ecosystems & Environment. 342, pp.108263. 10.1016/j.agee.2022.108263 <https://hal.inrae.fr/hal-03853832>

♦ Jeanneret Ph, Aviron S., Alignier A., Lavigne C., Helfenstein J., Herzog F., Kay S., Petit S. (2021) Agroecology landscapes. Landscape Ecology, Springer Verlag, 2021, 36 (8), pp.2235-2257. 10.1007/s10980-021-01248-0. <https://hal.inrae.fr/hal-03534493>

Autres valorisations

♦ Ricci, B. 2021 Le package alm : principes et applications. Présentation au Groupe de Travail STEP 500 ENI. 12 Janvier 2021 (scientifiques, institutionnels (DGAL) et animateurs régionaux du réseau 500 ENI. (souvent chambres d'agriculture)

♦ Allart, R., Ricci, B., Poggi, S. 2021. Procédure alm de cartographie automatique du paysage. Cahiers des Techniques de l'INRA, INRA, 2021, 103, pp.12 https://www6.inrae.fr/cahier_des_techniques/Les-Cahiers-parus/Les-N-reguliers/2021/Cahier-N-103/Art1-ct103-2021. hal-03151041

♦ Allart, R., Ricci, B., Poggi, S. 2021. Procédure alm et package finalisés : Disponible sur Data INRAE : <https://data.inrae.fr/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.15454/AKQW7Y>