

INTERLUDE



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES

Liberté
Égalité
Fraternité



MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Liberté
Égalité
Fraternité



OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ

ÉCOPHYTO
RÉDUIRE ET AMÉLIORER
L'UTILISATION DES PHYTOS



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE

Liberté
Égalité
Fraternité



MINISTÈRE
DE LA SANTÉ
ET DE LA PRÉVENTION

Liberté
Égalité
Fraternité

INRAE

cirad



itab

L'institut de l'agriculture
et de l'alimentation biologiques



AGRICULTURES
& TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE
PYRÉNÉES-ORIENTALES



AGRICULTURES
& TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE
VAR

INTERLUDE

INnovations TErritoriales pour la Réduction des produits phytopharmaceutiques en production LégUmière Durable

« AAP Leviers territoriaux pour réduire l'utilisation et les
risques liés aux produits phytopharmaceutiques »

Rapport final V0 [Mireille NAVARRETE]

Date de la version du rapport : 13/07/2024

Coordonnées du laboratoire : INRAE Unité Ecodéveloppement, Avignon
Coordinatrice du projet de recherche : Mireille NAVARRETE, INRAE Unité
Ecodéveloppement, 228, route de l'Aérodrome, Site Agroparc - CS 40509 - 84914
Avignon Cedex 9, France
Mireille.navarrete@inrae.fr

Action pilotée par les Ministères chargés de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires (MTECT), de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire (MASA), de la Santé et de la Prévention, (MSP), et de la l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MESR), avec l'appui financier de l'Office Français pour la Biodiversité (OFB), par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au plan Écophyto II+

Table des matières

SYNTHÈSE	6
Contexte général et enjeux scientifiques et techniques	8
Objectifs généraux du projet.....	9
Quelques éléments de méthodologie (et difficultés éventuelles rencontrées)	10
Résultats obtenus	14
Implications pratiques, recommandations, réalisations pratiques, valorisation. Erreur ! Signet non défini.	
Partenariats mis en place, projetés, envisagés	Erreur ! Signet non défini.
Pour en savoir plus (quelques références)	Erreur ! Signet non défini.
Liste des opérations de valorisations issues du contrat (articles de valorisation, participation à des colloques, enseignement et formation, communication, expertises...)	22
Résumés	27
RAPPORT SCIENTIFIQUE	30
Annexe : textes des publications	33
Annexe : partie confidentielle.....	33

SYNTHÈSE

(Destinée aux utilisateurs et gestionnaires publics : environ 10 pages, hors liste des publications et autres valorisations)

Merci de rédiger l'ensemble de cette partie de manière à ce qu'elle soit aisément compréhensible par un utilisateur non spécialiste.

Vous mettrez en évidence les points qui vous paraissent les plus porteurs pour l'élaboration, le suivi ou la mise en œuvre de politiques publiques de diminution des risques environnementaux liés aux pesticides et notamment pour le plan Écophyto.



INTERLUDE

INnovations TErritoriales pour la Réduction des produits phytopharmaceutiques en production LégUmière Durable

« AAP Leviers territoriaux pour réduire l'utilisation et les risques liés aux produits phytopharmaceutiques »

Synthèse pour les décideurs V0
[Mireille NAVARRETE]

Date de la version du rapport : 13/07/2024

Coordonnées du laboratoire : INRAE Unité Ecodéveloppement, Avignon
Coordinatrice du projet de recherche : Mireille NAVARRETE, INRAE Unité Ecodéveloppement, 228, route de l'Aérodrome, Site Agroparc - CS 40509 - 84914 Avignon Cedex 9, France ; Mireille.navarrete@inrae.fr

Action pilotée par les Ministères chargés de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires (MTECT), de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire (MASA), de la Santé et de la Prévention, (MSP), et de la l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MESR), avec l'appui financier de l'Office Français pour la Biodiversité (OFB), par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au plan Écophyto II+

Contexte général et enjeux scientifiques et techniques

Le niveau élevé d'usage des produits phytosanitaires (PPS) est une question socialement vive, comme le montrent les tensions exprimées en France mais aussi au sein de l'Union Européenne sur le changement de modèle agricole. Les remous de l'actualité invitent ainsi à analyser les freins et leviers sociotechniques à la réduction des PPS (Goulet et al., 2023). C'est particulièrement le cas en production maraîchère, qui doit concilier de multiples enjeux : assurer la sécurité sanitaire des consommateurs, réduire les impacts environnementaux des systèmes, favoriser la durabilité des exploitations agricoles. Des baisses de 10 à 30% des indices de fréquence des traitements (IFT) ont été enregistrées dans les réseaux DEPHY FERME (Eckert, 2018), mais l'usage des PPS reste en moyenne élevé (IFT de 3 à 12 par cycle cultural, sachant que plusieurs cycles se succèdent chaque année, Agreste, Enquêtes pratiques culturales 2023).

Comment expliquer la difficulté des exploitations agricoles à aller vers des pratiques agroécologiques (AE) reconnues pour permettre de réguler les bioagresseurs et qui donc, pourraient permettre une baisse conséquente des PPS ? Une des raisons avancées dans la littérature scientifique depuis une quinzaine d'années est le phénomène de verrouillage sociotechnique autour d'un modèle agricole spécialisé hérité des années 50-60. Dans les exploitations maraîchères, cela s'est traduit par la mise en culture d'un nombre réduit d'espèces et de variétés à fort potentiel et par un usage intensif d'engrais chimiques et de PPS. Ce modèle agricole a façonné les organisations agricoles et les institutions, d'un point de vue technique, social, économique, organisationnel, et freine aujourd'hui l'adoption de pratiques AE (Wilson & Tisdell, 2001 ; Vanloqueren et Baret, 2008).

Les exploitations maraîchères qui commercialisent dans les circuits longs sont particulièrement concernées par ce verrouillage. En effet, trois éléments y jouent de façon spécifique :

- (i) Des successions culturales très intensives laissant peu de marge pour introduire des pratiques AE pendant les intercultures (ex : couverts végétaux, solarisation du sol) ;
- (ii) Des coûts de production élevés (main d'œuvre en particulier) alors même que les systèmes de culture AE augmentent le temps de travail et la charge mentale des chefs d'exploitations et leurs salariés ;
- (iii) Des standards de qualité des opérateurs commerciaux (dates de récolte, calibres, esthétique) contraignants, alors que les systèmes de culture AE sont susceptibles d'impacter les qualités produites (Lefèvre et al., 2020).

Peu d'études ont jusqu'à présent décrypté ce phénomène de verrouillage sociotechnique en maraîchage. Dans les grandes exploitations commercialisant en circuits longs, Boulestreau et al. (2021) montrent que l'adoption de rotations diversifiées pour gérer les nématodes dans le sol est freinée en amont de la filière par le manque d'espèces pièges ou résistantes à ce bioagresseur et le manque de connaissances pour les cultiver, et en aval par l'absence de débouchés stables pour ces espèces, qui rend la commercialisation difficile.

Objectifs généraux du projet

Sur la base de ces premiers travaux, dans le projet INTERLUDE, nous avons fait l'hypothèse que la recherche de solutions plus durables nécessitait des scénarios innovants reposant sur la coordination des actions de différents acteurs des systèmes

agri-alimentaires¹, et sur la combinaison de dimensions agronomiques, écologiques et humaines. Cela fait écho à Gliessman (2016), qui affirme que la transition AE nécessite de reconcevoir les systèmes alimentaires dans leur ensemble, en s'appuyant sur des processus transdisciplinaires et participatifs. **L'enjeu scientifique et opérationnel du projet** était donc de co-concevoir des scénarios territoriaux visant à favoriser la coordination des acteurs parties-prenantes du verrouillage sociotechnique autour d'innovations permettant de réduire les besoins en PPS.

Pour concevoir des scénarios territoriaux² permettant l'adoption de pratiques et systèmes de culture AE, nous avons mobilisé le **concept d'innovation couplée**. Ce concept désigne la coordination de processus d'innovation de différentes natures (technique, organisationnelle, réglementaire, institutionnelle, sociale), qui sont portés par des acteurs différents et généralement appréhendés indépendamment les uns des autres (Meynard et al. 2017 ; Brun et al. 2021 ; Boulestreau et al. 2023). Le couplage de plusieurs innovations vise à résoudre un problème complexe, multi-échelle (spatiale, temporelle, organisationnelle) et multi-acteurs, à lever des verrous de nature systémique en explorant des alternatives aux systèmes en place. L'innovation couplée repose notamment sur de nouvelles modalités de coordination entre les acteurs du système agri-alimentaire (Angeon et al., 2024).

Nous avons fait l'hypothèse que **l'échelle territoriale** est pertinente pour faire évoluer les stratégies des acteurs vers l'adoption de leviers AE et ainsi contribuer au déverrouillage des systèmes sociotechniques. Dans la lignée des travaux de Le Berre (1995), le territoire est vu comme un ensemble d'acteurs situés qui partagent un même enjeu (la production légumière locale et sa commercialisation) et sont à même de chercher ensemble des solutions locales dans un but commun (la réduction de l'usage des PPS). De plus, les acteurs d'un territoire se connaissent déjà, ce qui peut faciliter la recherche de solutions communes. Dans le projet INTERLUDE, quatre territoires ont été investigués en France hexagonale et aux Antilles.

Quelques éléments de méthodologie (et difficultés éventuelles rencontrées)

La démarche de recherche est à la fois interdisciplinaire (agronomie, santé des plantes, écologie, économie) et transdisciplinaire (avec les acteurs) et s'appuie sur :

- (i) la construction d'un cadre conceptuel pour comprendre les relations entre acteurs et la capacité d'un territoire à adopter des pratiques agroécologiques,
- (ii) la co-conception et l'évaluation d'innovations couplées à l'échelle du territoire, qui combinent la production agricole, la fourniture d'intrants et/ou la mise en marché des légumes, en s'appuyant sur le cadre précédent.

1. Les quatre territoires choisis

Les 4 territoires supports de la recherche (Provence, Roussillon, Guadeloupe et Martinique) portent tous un enjeu fort de réduction des PPS ou de maintien de bas niveaux de PPS, chacun ayant un problème spécifique à résoudre. Pour chacun, des

¹ Ce terme désigne "le système sociotechnique qui englobe non seulement les filières de production, de transformation, de distribution, mais aussi la sélection variétale, la recherche, le conseil technique, les politiques publiques et les instances de régulation" (Lamine et al., 2010).

² Dans le projet soumis à l'AAP, c'est le terme de scénarios territoriaux qui avait été utilisé ; dans la suite du rapport, nous mobilisons le concept d'innovation couplée.

pratiques et des systèmes AE permettant de réduire les PPS ont été identifiés et sont décrits dans l'article Navarrete, Casagrande et al. (soumis).

2. Une démarche centrée sur la conception d'innovations couplées

Nous avons considéré les pratiques ou systèmes de culture AE comme des acquis : nous avons mobilisé les connaissances existantes (ex : performances en fonction des modalités de mise en œuvre) sans chercher à en produire de nouvelles sauf de façon marginale. Le projet s'est focalisé sur la manière de faire évoluer les coordinations entre acteurs au sein du système agri-alimentaire pour permettre l'adoption de ces pratiques ou systèmes de culture AE, ce qui relève de l'innovation couplée. La démarche a combiné des activités de compréhension du problème à résoudre (démarche de diagnostic par voie d'enquête auprès de différents acteurs du système agri-alimentaire) puis d'exploration et d'évaluation des innovations couplées (ateliers multi-acteurs). Si la trame méthodologique était commune aux 4 cas d'étude, les outils et modes de recueil des données ont été adaptés aux spécificités de chaque territoire et aux compétences des pilotes de chaque territoire.

Les recherches pour concevoir des innovations couplées permettant une transition AE à large échelle sont récentes et les démarches encore peu stabilisées. Au démarrage du projet, **l'enjeu méthodologique était de produire ou adapter des ressources pour outiller les participants du projet, mais avec la finalité que ces ressources soient aussi remobilisables au-delà du projet.**

- Diagnostic des freins et leviers pour réduire l'usage des PPS

Il s'agissait de comprendre les pratiques et les stratégies des acteurs concernés par le problème à résoudre et d'identifier les freins et les leviers pour le résoudre, à l'échelle du territoire. Au-delà du fonctionnement individuel de chaque acteur, il fallait comprendre comment les réseaux d'acteurs et leurs interactions sur le territoire impactent favorablement ou défavorablement la réduction de l'usage des PPS. Pour ce faire, nous avons formalisé la démarche de « *Diagnostic des freins et leviers sociotechniques au processus d'innovation* » (Casagrande et al., 2023), en partenariat avec le projet Be Creative (ANR, PPR Cultiver Protéger Autrement). Il a été appliqué en Provence, Roussillon et Guadeloupe. Le diagnostic agraire (Cochet, 2011) a été utilisé en Martinique.

- Démarche de co-conception d'innovations couplées avec les acteurs-clés précédemment identifiés

Les diagnostics (sociotechnique ou agraire) ont cadré le processus de conception, en repérant les freins à lever, de possibles axes de déverrouillage, ainsi que les acteurs concernés. D'appuyant sur ces informations, les partenaires du projet ont beaucoup préparé les temps d'ateliers multi-acteurs pour concevoir des prototypes d'innovation couplée pour chaque territoire : question à résoudre, connaissances à apporter, supports, modalités d'animation, acteurs à inviter. En effet, ce travail préparatoire était d'autant plus exigeant que les ateliers ont mobilisé des acteurs se connaissant peu. Puis, lors de chaque atelier, acteurs et chercheurs ont partagé leurs connaissances sur des leviers AE, sur des processus écologiques, et sur les freins à l'adoption de ces leviers AE. Sur la base de ces connaissances, il s'agissait ensuite de construire collectivement des prototypes, ou a minima des éléments de ces prototypes d'innovations couplées. Les chercheurs en posture de facilitateurs ont dû favoriser l'interaction entre des acteurs se connaissant peu ou portant des positions

antagonistes (ex : agriculteurs et responsables de rayons de supermarchés) ; ils ont mobilisé des artefacts visuels pour favoriser l'expression de chaque participant et la créativité collective. Il a souvent été difficile d'aboutir en fin d'atelier à un prototype finalisé d'innovation couplée, coordonnant des activités d'acteurs des différents maillons du système agri-alimentaire. Les ébauches issues des ateliers ont donc ensuite été retravaillées par les chercheurs, pour préciser l'ensemble des actions et les coordinations nécessaires pour atteindre l'objectif fixé sur le territoire.

Lorsque les questions à traiter était trop complexes, plusieurs ateliers successifs ont été réalisés. Ainsi, en Provence nous avons traité dans des ateliers distincts la diversification des cultures et les apports massifs de matière organique, car ces voies d'exploration mobilisaient des acteurs très différents (respectivement les filières aval et amont). De même en Roussillon, 2 ateliers multi-acteurs successifs ont été organisés : sur la façon de produire de la salade avec moins de PPS puis sur la façon de mettre en marché les légumes, qu'il s'agisse de salade sans résidu ou d'autres espèces introduites pour diversifier les rotations.

- L'évaluation des innovations couplées

Evaluer les bénéfices, coûts et risques associés aux innovations et repérer des pistes d'amélioration est une étape classique de la conception d'innovations en agronomie (Reau et al., 2012). S'agissant d'innovations multi-acteurs et multi-échelles, cette évaluation n'est pas triviale : elle nécessiterait des modèles capables d'évaluer à la fois des processus écologiques et sociaux, à des échelles allant de la parcelle au territoire. Aussi l'évaluation multi-scalaire des prototypes d'innovation couplée est considérée comme un front de recherche (Brun et al., 2021). Nous avons dès la soumission du projet fait le choix de ne pas approfondir cette étape d'évaluation, faute de temps. Mais nous avons avancé dans deux directions. (i) Nous avons produit une grille d'évaluation pour penser les critères d'évaluation pertinents en fonction de la question traitée et des acteurs concernés dans chaque territoire ; (ii) certaines des innovations couplées ont été évaluées à dire d'experts post-atelier, sur leur performance et leur faisabilité, en Provence et en Roussillon (Dieudonné et al., 2023).

3. Des approfondissements sur certains processus ou acteurs

- Modélisation de stratégies de gestion durable des nématodes *M. incognita*

Les rotations de cultures, alternant des plantes hôtes, non-hôtes ou de services, fournissent des leviers puissants pour améliorer la santé des sols et notamment lutter contre les nématodes à galles (*M. incognita*). Par ailleurs, l'utilisation d'amendements en matières organiques, qui module l'activité biologique des sols, peut jouer un rôle complémentaire via des effets directs sur les populations de nématodes et indirects sur la croissance de la plante (Ghestem, 2021). Pour alimenter la conception d'innovations couplées en Provence, nous avons poursuivi le développement d'un modèle d'interactions plantes-nématodes originellement centré sur les rotations entre cultures résistantes et non-résistantes. Nous avons notamment considéré des rotations de plantes non hôtes, pièges ou biofumigantes et des amendements en matière organique. Puis, pour contribuer aux ateliers de co-conception multi-acteurs organisés, nous avons porté ce modèle sur une interface web, largement paramétrable, rendant la simulation de scénarios de pratiques AE accessible à des utilisateurs non spécialistes.

- En Roussillon et Martinique, une étude sur les acteurs intermédiaires de commercialisation

Peu d'études ont été menées jusqu'à présent sur les acteurs intermédiaires de la commercialisation et lorsque le rôle de ces acteurs est appréhendé, c'est généralement en des termes négatifs pointant la non durabilité de leurs actions sur le système agri-alimentaire (Faliès et Hulot, 2022). Nous avons analysé les circuits de commercialisation des légumes cultivés sur 2 des territoires d'étude, les attributs environnementaux de ces produits et les stratégies de relocalisation de l'approvisionnement de ces circuits. Ce travail a reposé sur des entretiens semi-directifs d'acteurs opérant dans six circuits de commercialisation (marchés paysans, marchés de plein air, distribution de paniers type AMAP, enseignes spécialisées, commerces de gros, grande distribution) (Strand, 2022).

- En Martinique, une étude économique des intérêts individuels et collectifs pour l'usage de paillage pour le désherbage

L'étude a consisté à comprendre les intérêts individuels et collectifs des parties-prenantes impliquées directement ou indirectement dans la gestion de l'enherbement aux échelles de la parcelle, des filières et du territoire, l'objectif étant d'identifier les freins et les leviers pour l'usage massif de paillage en substitution aux herbicides en maraichage. Un diagnostic (Signarbieux, 2021) et une identification des disponibilités en biomasse (Michel, 2022) ont été réalisés dans le bassin versant du Galion.

- Une étude des compétences attendues des acteurs du conseil pour accompagner l'émergence d'innovations couplées

Dans INTERLUDE, les démarches de conception multi-acteurs ont été principalement portées par des chercheurs. Or la transmission de ce rôle auprès des acteurs du développement apparaît comme une nécessité, d'une part parce que ces derniers pourraient prolonger l'action ponctuelle initiée dans le cadre de ce projet de recherche, et d'autre part, parce qu'ils pourraient le développer sur de nouveaux territoires afin de massifier les changements. Deux questions se posent : qui sont les *acteurs du changement* dans les territoires qui pourraient porter ou soutenir les coordinations nécessaires à la conception et la mise en œuvre d'innovations couplées ? Comment transférer les connaissances acquises dans le projet à ces acteurs ? Une étude des besoins en formation des conseillers agricoles pour conduire des processus d'innovations couplées a été réalisée en début de projet (Cnudde, 2020), ainsi qu'un suivi de l'activité des chercheurs pilotes des 4 cas d'étude pendant le projet. Les connaissances issues de ces deux dispositifs ont été présentées et discutées lors de deux séquences interactives, avec d'une part les responsables des animateurs territoriaux DEPHY, et d'autre part avec les porteurs des projets DEPHY Expé Légumes, ce qui a permis de préciser certains éléments pour élaborer un cahier des charges de formation.

4. Analyse transversale aux 4 territoires pour monter en généralité

La conception d'innovations couplées est très située, propre à chaque territoire. L'enjeu était de tirer de ces situations spécifiques des enseignements plus génériques, remobilisables par les acteurs d'autres territoires. Nous avons donc tracé finement les démarches de chaque cas d'étude et nous avons conduit des analyses transversales (Cf article Navarrete, Casagrande et al., soumis).

Résultats obtenus

La figure 1 illustre et organise la diversité des résultats obtenus et la structure de présentation des résultats dans cette section.

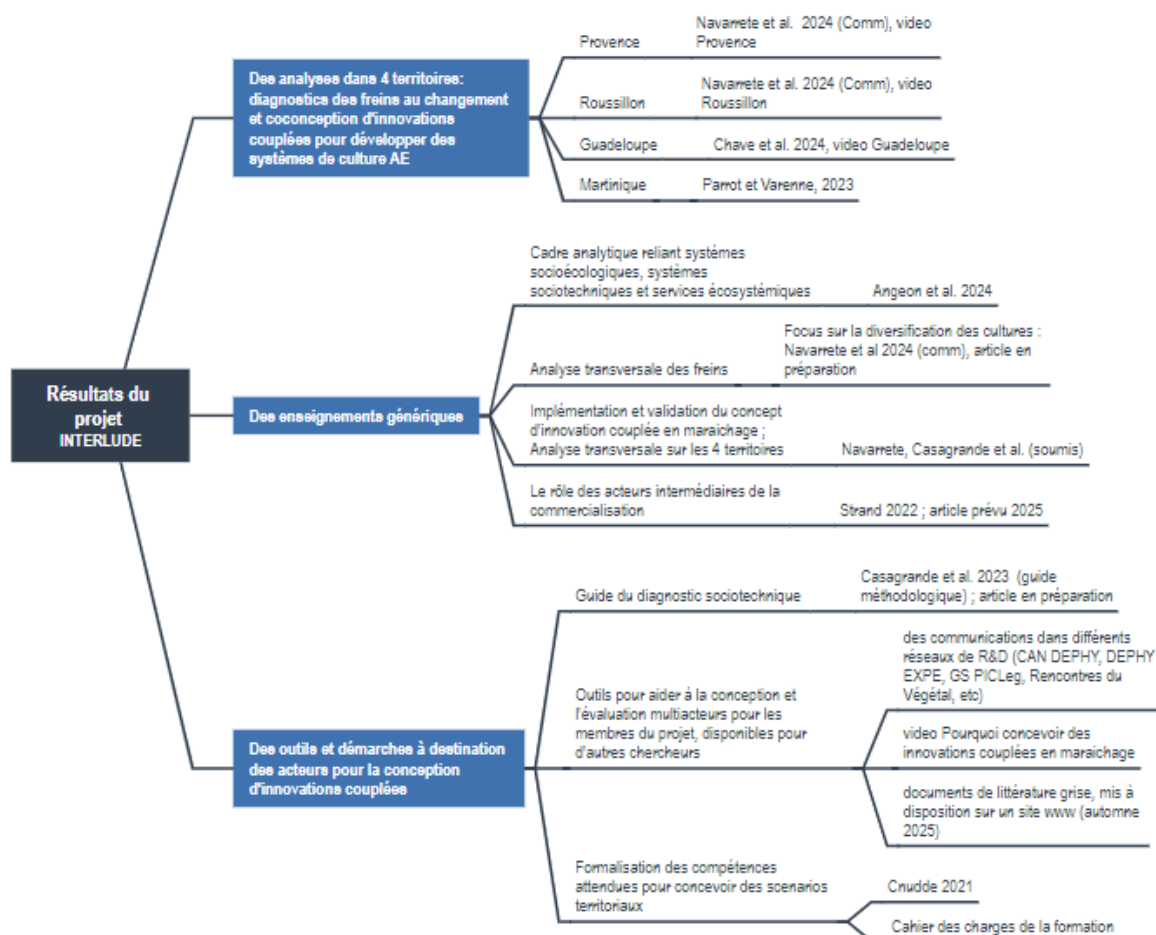


Figure 1 : Principaux résultats scientifiques et opérationnels du projet INTERLUDE

1. Des enseignements propres à chaque territoire

a) En Provence

La modélisation des pratiques de rotations culturales montre que de fortes variations inter-saisonnières des rendements en lien avec le développement des populations de nématodes sont possibles ; elles doivent être considérées conjointement avec les objectifs de production à long terme. Par ailleurs, le modèle montre que l'application de matière organique peut efficacement réduire l'impact des nématodes si elle est correctement utilisée (Ghestem 2021). L'application web développée constitue un outil innovant au service du dialogue avec les acteurs du développement agricole.

Le prototype d'innovation co-construit pour la diversification des rotations pour gérer les bioagresseurs se décompose en 3 niveaux d'actions, (i) lever les contraintes liées à la production d'espèces diversifiées, (ii) vendre les produits issus de ces nouvelles rotations et (iii) soutenir la consommation de légumes de diversification. Deux débouchés ont été explorés. Pour la commercialisation via un débouché local, les légumes de diversification resteraient majoritairement sur leur territoire de production grâce au développement de débouchés vers la restauration collective via des

grossistes locaux, et vers le consommateur via la vente directe. Pour la commercialisation via un débouché national, les légumes de diversification seraient vendus sur un marché national via les GMS.

Le prototype d'innovation co-construit sur l'apport massif de matières organiques biologiquement actives s'est appuyé sur le territoire de la communauté d'agglomération Lubéron-Monts du Vaucluse (LMV) qui organise le retour à la terre de broyats de déchets verts issus des particuliers et espaces verts. Le prototype se décompose en 4 niveaux d'actions, (i) sécuriser quantitativement et qualitativement le gisement de déchets verts, (ii) rendre accessible et utilisable le broyat de déchets verts par les maraîchers, (iii) accompagner l'utilisation du broyat à la ferme et (iv) structurer la gouvernance et préciser le rôle des acteurs intermédiaires de la filière d'approvisionnement. Ce prototype consiste à développer, sur le périmètre de livraison de la déchèterie de Cavaillon (LMV), plusieurs plateformes intermédiaires de stockage et de broyage de déchets verts, qui seraient hébergées chez des entrepreneurs de travaux agricoles pour plus de proximité avec les exploitations agricoles (utilisatrices) et avec les chantiers itinérants des entreprises d'élagage et des espaces verts (fournisseurs) (Cf détails dans Navarrete, Casagrande et al., soumis).

b) En Roussillon

Le prototype d'innovation co-construit repose sur la construction d'une filière innovante permettant de produire et de commercialiser une salade sans résidu de pesticides. Cette filière repose sur un itinéraire technique plus risqué que celui actuellement utilisé en routine par les producteurs de salade « conventionnelle »³ du territoire. Pour limiter et partager le risque induit, des coordinations ont été proposées tout au long de la filière. Par ailleurs, des coordinations ont aussi été proposées à l'échelle du territoire pour créer un environnement de production favorable d'un point de vue écologique mais aussi socio-économique. Ces coordinations visent à déspecialiser les successions de cultures des exploitations productrices de salade et à étendre la gamme de légumes d'automne-hiver produits en gros volumes dans le territoire (Cf détails dans Navarrete, Casagrande et al., soumis).

c) En Guadeloupe

Quatre prototypes d'innovations pour le développement de biosolutions (biocontrôle et biostimulants) ont été co-construits. Ils couplent des innovations techniques qui s'inscrivent sur un gradient allant de la substitution à la reconception des systèmes (utilisation de biosolutions produites à partir de ressources exogènes, production de biosolutions à partir de ressources locales, valorisation de la biodiversité) et différents niveaux de gouvernance. Si les prototypes de « substitution à la ferme » et de « reconception autonome » mobilisent principalement les acteurs couramment impliqués dans la recherche de solutions alternatives aux PPS, des prototypes impliquant une gamme beaucoup plus large d'acteurs du territoire, et en particulier les fournisseurs d'intrants, les acteurs du domaine sociopolitique et de l'aval ont aussi été proposés (Cf détails dans Chave et al. 2024).

d) En Martinique

Les herbicides de synthèse sont un enjeu majeur pour l'objectif de réduction de la dépendance à l'usage de PPS. L'emploi massif de matière végétale pour le paillage des zones non mécanisables se heurte à une demande pour cette matière (industrie

³ i.e. hors cahier des charges AB

de l'énergie, agriculteurs) supérieure à l'offre disponible. Les résultats ont montré d'abord l'importance des conflits d'usage pour l'accès des acteurs à la ressource rare qu'est la biomasse végétale (Michel, 2022). En effet, la biomasse disponible sur le territoire d'étude est d'abord mobilisée pour la production d'électricité. Les résultats ont montré ensuite la préférence des agriculteurs pour un usage local à la parcelle de leurs résidus de végétaux (Michel, 2022). L'échelle de la parcelle, préférée à celle du bassin versant ou de l'île, traduit à la fois une rareté de la ressource mais aussi une préférence de la part des agriculteurs pour le recyclage et le paillage local de la matière organique. Enfin, les résultats ont montré l'importance la prise en considération des économies d'échelle, c'est-à-dire, la possibilité de réduire les coûts unitaires d'un investissement en fonction du nombre de clients. Par exemple, l'achat mutualisé d'un broyeur à végétaux coûte cher car le nombre d'utilisateurs est réduit. La dimension territoriale du projet INTERLUDE met donc bien en exergue la pertinence de certaines innovations agroécologiques mais nos résultats montrent aussi les limites de la mise à l'échelle territoriale du fait de la faible disponibilité de la ressource pour généraliser cette pratique de paillage dans les exploitations maraichères. Des concurrences entre filières (maraichère, cannière et bananière) et entre usages (production d'énergie) ont clairement été identifiées (Cf détails dans Parrot et al., 2022 ; Parrot, 2023).

2. Des enseignements génériques

a) Cadre conceptuel reliant systèmes socioécologiques, systèmes sociotechniques et services écosystémiques

Sur la base d'une analyse de la littérature, nous avons proposé un cadre conceptuel intégratif (Angeon et al., 2024) pour comprendre les dynamiques relationnelles et spatiales de la réduction de l'usage des PPS dans les systèmes agri-alimentaires. Ce cadre combine trois approches: services écosystémiques, systèmes socioécologiques et systèmes socio-techniques, chacune ne permettant qu'une analyse partielle de la complexité à étudier. Leur combinaison aide à penser (i) des systèmes biologiques et des dynamiques écologiques à la base des services écosystémiques pouvant être mobilisés comme alternatives aux PPS, (ii) des dynamiques du système socioécologique entre les agriculteurs et d'autres acteurs du territoire autour de la gestion des services écosystémiques et (iii) des relations entre acteurs au sein du système sociotechnique.

b) Analyse transversale des freins à la diversification des cultures

Sur les deux territoires métropolitains (Provence et Roussillon), nous avons fait une analyse transversale des freins systémiques à la diversification des cultures dans l'optique de favoriser la régulation des bioagresseurs (Navarrete et al., 2024). Six catégories de freins ont été identifiées chez les agriculteurs: difficulté d'accès aux intrants agroécologiques, manque d'équipements pour les nouvelles espèces, freins dans l'organisation du travail, manque de connaissances et difficultés commerciales pour écouler des légumes de niche. La plupart des freins rencontrés par les maraîchers sont la répercussion de freins subis par d'autres acteurs, ce qui traduit un verrouillage socio-technique systémique empêchant la diversification des rotations des cultures dans l'optique de gérer la santé des plantes.

c) Rôle des acteurs intermédiaires de la commercialisation et stratégies de relocalisation de l'alimentation des circuits de commercialisation

Les résultats de ces travaux montrent une différenciation des circuits en matière de valorisation des produits écologisés (Strand, 2022). A l'inverse des commerces de

gros et de la grande distribution, les circuits qui privilégient majoritairement les produits présentant des attributs environnementaux sont les distributeurs de paniers et les enseignes spécialisées. Si ces circuits sont fortement écologisés du fait des activités de régulation, de gestion et d'orientation des flux de légumes présentant des attributs environnementaux, ils sont néanmoins peu dominants, ce qui interroge sur la possible élargissement des échelles de leurs initiatives dans une perspective de transformation des systèmes agri-alimentaires (article prévu en 2025 pour valoriser ces résultats).

d) Implémentation du concept d'innovation couplée en maraîchage

A partir des travaux de Meynard et al. (2017) et Boulestreau, Casagrande et al. (2023), nous avons proposé une représentation opérationnelle de l'innovation couplée en maraîchage, vue comme une coordination de processus d'innovation de différentes natures (techniques, organisationnelles, réglementaires, institutionnelles, sociales) pour permettre le déploiement de systèmes de culture ou de pratiques AE. Les ateliers multi-acteurs et le travail post-atelier ont abouti à 11 prototypes d'innovation couplée sur les 4 territoires. Ils ont ensuite été comparés selon deux axes (Navarrete, Casagrande et al., soumis) : le degré de changement nécessaire pour l'adoption des leviers AE (de la substitution à la reconception des systèmes) et la nature des coordinations nécessaires pour permettre l'adoption de ces leviers AE. Ces coordinations s'opèrent entre pairs (ex : partage d'un équipement agricole ou de connaissances), à l'échelle du territoire (ex : développement d'un marché de biosolutions locales intra-Antilles), de la filière (ex : coordination entre maraîchers et metteurs en marché) ou en inter-filières (ex : entre maraîchers, bananiers et canniens en Martinique). Cette analyse transversale montre qu'à l'exception d'un prototype, la gouvernance individuelle intra-exploitation est toujours associée à d'autres modes de gouvernance, ce qui souligne la dimension systémique du verrouillage et des innovations nécessaires pour déverrouiller le système agri-alimentaire territorial.

3. Des outils et démarches à destination des acteurs pour la conception d'innovations couplées

a) Guide du diagnostic sociotechnique

La démarche du diagnostic sociotechnique repose sur la caractérisation des pratiques, stratégies et réseaux des acteurs impliqués dans les processus d'innovation, et permet de révéler comment le(s) système(s) sociotechnique(s) façonne(nt) ces processus. La démarche permet (i) d'analyser comment les acteurs des systèmes agri-alimentaires influencent les décisions des agriculteurs et (ii) d'identifier les freins et les leviers au développement de technologies alternatives. Le diagnostic sociotechnique comprend 3 phases de recueil et d'analyse des données, qui se décomposent en 5 étapes :

- Une phase d'analyse inductive qui vise à (i) formuler un problème à résoudre et délimiter le système à étudier (étape 1) ; (ii) cartographier les acteurs et les technologies existantes qui interagissent avec le problème à résoudre (étape 2).
- Une phase d'analyse élémentaire de ce qui compose le système sociotechnique, qui aboutit à la compréhension des déterminants des pratiques des acteurs (étape 3).
- Une phase d'analyse transversale qui consiste à caractériser le fonctionnement des systèmes sociotechniques de manière à comprendre (i) comment ils orientent le processus d'innovation et (ii) quels sont les freins et leviers au développement de technologies alternatives (étape 4). Cette phase comprend également le partage des conclusions du diagnostic avec les acteurs (étape 5).

La démarche a été formalisée dans un guide à destination des chercheurs (Casagrande et al., 2023) et utilisé dans 3 des 4 territoires du projet (article en cours d'écriture).

b) Outils pour aider à la conception et l'évaluation multi-acteurs pour les membres du projet, et maintenant disponibles pour d'autres acteurs

La conception d'innovations multi-acteurs à l'échelle territoriale est complexe et encore peu outillée. Dans le projet INTERLUDE, elle a reposé sur l'expertise (pour partie implicite) des chercheurs qui l'ont pilotée. Leur activité a donc été tracée finement afin d'explicitier la démarche poursuivie et de la rendre accessible à d'autres acteurs, chercheurs ou non. Diverses ressources ont été produites : (i) documents écrits (mémoire d'étudiants, récits du processus sur les 4 années dans chaque cas d'étude, depuis la formalisation de la question jusqu'à la conception et l'évaluation des innovations couplées) ; (ii) 4 vidéos explicitant pourquoi concevoir des innovations couplées en maraîchage (démarche générale) et comment elles ont été conçues dans 3 territoires, ainsi que les points de vigilance associés ; (iii) communications dans différentes arènes scientifiques et de R&D (notamment à la Cellule d'Animation Nationale - CAN DEPHY, dans le réseau DEPHY EXPE, le GIS PICLeg, les Rencontres du Végétal). Toutes ces ressources sont listées en annexe.

c) Formalisation des compétences attendues d'acteurs des territoires pour accompagner l'émergence d'innovations couplées dans les territoires

Plusieurs tâches relatives à l'accompagnement de la conception d'innovations couplées ont été identifiées comme critiques : l'identification et le partage de connaissances pour inspirer ; la mobilisation des acteurs dans le collectif de conception ; l'exploration de solutions.

Diverses catégories d'acteurs sont concernées par l'animation de la conception et mise en œuvre d'innovations couplées, et pourraient réaliser ce métier d'acteurs du changement, notamment les acteurs du développement agricole (conseillers agricoles ou animateurs issus du réseau des Chambres d'Agriculture, du réseau FNAB ou CIVAM). Si un certain nombre d'entre eux sont déjà aguerris à la co-conception de systèmes de culture innovants, aucun n'accompagne aujourd'hui de projet multi-acteurs et pluri-scalaires. Ils sont parfois investis aux côtés d'autres acteurs du territoire - collectivités territoriales, syndicat de bassin versant - dans des projets collectifs (ex : Plan Alimentaire Territorial, projet de gestion de l'eau). Mais ces projets visent en général une dimension locale de l'agriculture et concernent peu les agriculteurs engagés en circuits longs. Outre ces acteurs du territoire, les acteurs intermédiaires de la mise en marché pourraient également jouer ce rôle (cf. paragraphe 2.d). La problématique majeure pour l'appropriation et la mise en œuvre de ces démarches d'accompagnement réside dans l'articulation entre mandat et compétence. Si les conseillers agricoles disposent bien de compétences techniques pour faire évoluer les agroécosystèmes, les enquêtes réalisées (Cnudde, 2021) et les échanges avec les porteurs des projets Dephy Expé ont révélé qu'ils ne se sentent pas légitimes pour porter ce type de démarche, qui nécessite de s'adresser à des acteurs de la mise en marché, de l'agrofourniture, ou des pouvoirs publics. En effet, ils n'en ont pas le mandat. Inversement, des acteurs du territoire qui ont un réel mandat pour traiter de problématiques territoriales ne disposent pas des compétences techniques nécessaires pour comprendre finement et expliciter les logiques des différents acteurs dans un objectif de réduction du recours aux produits phytosanitaires.

Une séquence interactive (Mothes et al., 2023) organisée avec les animateurs territoriaux du réseau DEPHY a permis en particulier de discuter de l'articulation entre

compétences et mandats. C'est à cette occasion qu'a émergé l'hypothèse de création d'un nouveau métier, qui embarque à la fois des compétences techniques mais également de médiation trans-sectorielle. Pour capitaliser l'ensemble de ces résultats et accompagner la montée en compétences des acteurs du développement, un cahier des charges pour la formation a été produit et vise les prescripteurs de ces acteurs et les organismes de formation qui souhaiteraient former ces publics. Il synthétise les compétences requises pour être capable d'accompagner les démarches de conception de scénario territorial, propose un scénario pédagogique et un ensemble de ressources mobilisables pour l'apprentissage.

Implications pratiques, recommandations, réalisations pratiques, valorisation

- **Implications pratiques :**

La co-conception d'innovations couplées, et l'étape qui la précède d'identification des freins et leviers au changement, sont des démarches complexes, et pour le moment, surtout mises en œuvre par des chercheurs. Nous avons produit différentes méthodes et outils pour notre propre activité de recherche au cours de ce projet, que nous mettons à disposition des personnes qui souhaiteraient s'en servir.

- **Recommandations**

Notre recommandation concerne principalement les enseignements sur les acteurs du changement, qui pourraient porter l'activité de conception d'innovations territoriales à la suite du projet. Deux aptitudes sont particulièrement importantes pour la réussite de ces tâches : la capacité à comprendre et traduire des concepts et des mots-clés entre plusieurs "mondes" – acteurs des filières amont, aval, institutionnels, etc - et la capacité à fournir des informations et construire des représentations externes pour le collectif (Paravano et al. 2022). En plus des compétences d'animation, ces acteurs devraient disposer à la fois de connaissances techniques pour comprendre et expliciter les logiques adoptées par les agriculteurs, mais également de connaissances permettant de comprendre et expliciter les logiques des autres acteurs (ex : transformateurs, collectivités territoriales, agrofournitures). Ils devraient par ailleurs être capable d'enrôler ces différents acteurs dans la démarche, de les faire dialoguer et collaborer dans une visée de conception collective. Il est pour cela nécessaire d'avoir une position « décalée » par rapport au monde socioéconomique (connaissance du terrain mais sans implication économique directe). Pour que cette activité d'animation de collectifs pour la conception d'innovations puisse être réalisée par des acteurs des territoires, le projet INTERLUDE a déjà engagé un travail de production d'outils adaptés à ces acteurs. Mais il faudra aussi faire reconnaître ces missions d'animateurs-facilitateurs, ce qui renvoie à des recommandations politiques et/ou institutionnelles. Le projet INTERLUDE, par sa composition, n'était pas en mesure d'approfondir cette question mais la considère comme un point sensible pour atteindre l'objectif de réduction des PPS dans les territoires

- **Limites ou généralisations éventuelles des résultats :**

Le projet a produit une preuve de concept sur l'innovation couplée en maraîchage et a formalisé et testé la démarche dans 4 territoires. Des approfondissements de plusieurs types seraient nécessaires :

- Poursuivre, sur les territoires étudiés, la formalisation des innovations couplées ébauchées avec les acteurs, pour affiner certaines dimensions encore

peu traitées (ex : modèles économiques sous-jacents à certaines innovations, coordinations avec les acteurs de l'aval, questions de logistique et de partage des risques dans les filières) ;

- Observer si ces prototypes inspirent des changements dans les territoires et si oui, comment les prototypes ont été appropriés par les acteurs et adaptés ;
- Tester la démarche dans d'autres cas d'étude (ex : d'autres territoires maraîchers, dans les systèmes légumiers, hors France) ou comparer avec d'autres travaux de même nature.

• Réalisations pratiques et valorisation :

Nous avons produit d'une part un certain nombre de **ressources qui sont achevées et diffusées** (via des communications, des journaux scientifiques ou des revus de vulgarisation, des vidéos).

Nous avons également d'autres ressources dont le contenu est **complètement stabilisé, diffusables en l'état mais qui mériteraient une amélioration de leur forme pour être plus largement accessibles** (ex : fichier excel des outils et critères d'évaluation mobilisables dans l'évaluation des innovations couplées).

Enfin **quelques ressources méritent un approfondissement ou seront valorisées ultérieurement** : par exemple la valorisation envisagée initialement vers l'enseignement et la formation suppose une concordance des calendriers de formation. Les formateurs concernés sont au courant de ses ressources et pourront les mobiliser. Enfin, des articles scientifiques sont soumis et d'autres en cours d'écriture, à soumettre d'ici 2025 (Cf Liste des valorisations).

Partenariats mis en place, projetés, envisagés

Les recherches initiées dans INTERLUDE se poursuivent et sont approfondies par certains partenaires, les chercheurs notamment, sur d'autres cas d'étude et/ou filières de production :

- Des chercheurs du projet INTERLUDE ont contribué au montage du projet Be Creative (PPR Cultiver Protéger Autrement) qui vise à concevoir des territoires zerophyto. L'expérience du projet INTERLUDE a aidé à structurer, dans le projet Be Creative, les liens entre cas d'étude (ex : entretiens de traçage des activités). La collaboration entre les deux projets permet d'aller plus loin en termes d'outils produits (ex : diagnostic des freins et leviers à l'innovation).
- Le projet INTERLUDE a permis d'initier des démarches de conception d'innovations couplées dans d'autres filières, par exemple une thèse sur la conception d'innovations couplées pour permettre la diversification (inter-spécifique et inter-variétale) des vergers (2024-2027, participation de deux membres du projet, M. Navarrete et A. Dufils, à l'encadrement de la doctorante).
- Un projet est en cours de construction pour l'AAP PARSADA autour de l'action collective pour une gestion territoriale des bioagresseurs de culture, qui remobilise notamment le diagnostic sociotechnique et la question des acteurs du changement.
- Les interactions inter-institutionnelles entre le CIRAD et l'INRAe ont bénéficié des synergies entre les projets ECOPHYTO INTERLUDE et PUMAT et avec le projet TERRITOIRES DURABLE inter-DOM financé par le Ministère des Outre-Mer. Ces 3 projets complémentaires contribuent à la démarche Ambition Guadeloupe.

INTERLUDE

Les démarches initiées dans INTERLUDE sont poursuivies dans certains territoires.

- En Provence : les réflexions sur la mise à disposition de volumes importants de matière organique en paillage se poursuivent dans le projet Ammofig (financement AMU) par une estimation des flux de produits organiques sur le territoire et des réseaux d'acteurs.
- En Roussillon, le contexte de crise sécheresse réorientent fortement les préoccupations des acteurs du territoire. La chambre d'agriculture des Pyrénées Orientales coordonne depuis fin 2022 des dispositifs de concertation et de montage de projets auxquels l'UE Maraîchage participe. Ces dispositifs permettent de poursuivre les échanges et réflexions engagées dans le projet INTERLUDE autour des enjeux de coordinations et de renouvellement des compétences et de les étendre à une autre question que la réduction du recours aux PPS.
- En Guadeloupe, face au fort intérêt des professionnels pour cette problématique, l'UMT ISATI (Conception d'innovations pour des Systèmes Agricoles et Alimentaires Agroécologiques en milieu Tropical Insulaire) dont une des tâches vise le développement du biocontrôle et des biostimulants ainsi que les projets associés doivent permettre de poursuivre la réflexion autour des prototypes d'innovation couplée proposés.
- En Martinique, les démarches initiées dans INTERLUDE seront poursuivies dans le cadre de projets collaboratifs. Les sujets porteront sur une analyse de la performance et des facteurs qui influent sur la performance des acteurs intermédiaires (associations, entreprises, distributeurs) impliqués directement ou indirectement dans la réduction de la dépendance aux pesticides de synthèse (Projet VAQUATER). Des innovations comme le paillage et la matière organique seront analysées plus en détail avec une enquête à large échelle en Martinique et en Guadeloupe (projet TRANUM). La question du numérique (agroéquipement, rôle des réseaux sociaux à vocation professionnelle chez les agriculteurs) sera aussi analysée.

Références externes citées

(les références correspondant aux productions du projet sont listées dans la liste des opérations de valorisations)

- Boulestreau Y., Casagrande M., Navarrete M., 2021. Analyzing barriers and levers for practice change: a new framework applied to vegetables' soil pest management. *Agronomy for Sustainable Development* 41, 44:18.
- Boulestreau Y., Casagrande M. (co-premiers auteurs), Navarrete M., 2023. A method to design coupled innovations for the agroecological transition. Implementation for soil health management in Provencal sheltered vegetable systems. *Agricultural Systems* 212, 103752.
- Brun J., Jeuffroy M.H., Pénicaud C., Cerf M., Meynard J.M., 2021. Designing a research agenda for coupled innovation towards sustainable agrifood systems. *Agricultural Systems* 191, 103143.
- Cochet H., 2011. *L'agriculture comparée*. Éditions Quæ, Indisciplines, Paris, France.
- Eckert, 2018. Présentation des résultats IFT 2018 du réseau DEPHY. Comparaison des IFT du réseau DEPHY avec les IFT issus des enquêtes « pratiques culturelles », [video](#)

- Faliès C., Hulot M., 2023. For an integrated approach to food systems, *EchoGéo* 60. Doi: 10.4000/echogeo.25348.
- Goulet F., Aulagnier A., Fouilleux E., 2023. Moving beyond pesticides: exploring alternatives for a changing food system. In: *Environmental Science and Policy*, Vol.147, pp. 177–187. Doi: 10.1016/j.envsci.2023.06.007.
- Gliessman S., 2016. Transforming food systems with agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40(3), 187–189
- Le Berre M., 1995. Territoire, in Bailly A. et al. *Encyclopédie de Géographie*, Paris, éditions Economica.
- Lefèvre A., Perrin B., Lesur-Dumoulin C., Salembier C., Navarrete M., 2020. Challenges of complying with both food value chain specifications and agroecology principles in vegetable crop protection, *Agricultural systems*, 185: 102953, Doi: 10.1016/j.agsy.2020.102953.
- Meynard J.M., Jeuffroy M.H., Le Bail M., Lefèvre A., Magrini M.B., Michon C., 2017. Designing coupled innovations for the sustainability transition of agrifood systems. *Agricultural Systems* 157, 330-339.
- Paravano L., Petit M.S, Reau R et Prost L., 2022. Être agronome dans un contexte de transition agroécologique. *Agronomie, Environnement & Sociétés*, 12 (2). Hal-04056598f
- Reau R., Monnot L.A., Schaub A., Munier-Jolain N., Pambou I., Bockstaller C., Cariolle M., Chabert A., Dumans P. Les ateliers de conception de systèmes de culture pour construire, évaluer et identifier des prototypes prometteurs. *Innovations Agronomiques* 20 (2012), 5-33
- Vanloqueren G., Baret P.V., 2008. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Research Policy* 38, 971–983.
- Wilson C, Tisdell C (2001) Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. *Ecological Economics* 39:449–462

Liste des opérations de valorisations issues du contrat (articles de valorisation, participation à des colloques, enseignement et formation, communication, expertises...)

Publications scientifiques parues	PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES
	• Angeon et al. (2024) A conceptual framework linking ecosystem services, socio-ecological systems and socio-technical systems to understand the relational and spatial dynamics of the reduction of pesticide use in agrifood systems, <i>Agricultural Systems</i> 213, 103610 • Chave et al. (2024). Biosolutions : dépasser le paradigme de la substitution pour une production maraîchère écologisée en Guadeloupe. <i>Innovations Agronomiques</i>, 91, 38-55. https://dx.doi.org/10.17180/ciag-2024-vol91-art04 • Parrot L., Varenne M. (2023) Confiance, vulnérabilité et résilience : le paradoxe des stratégies de diversification maraîchères en Martinique. <i>Mondes en développement</i> 2023/4 204 : 131-148. DOI : 10.3917/med.204.0131
Publications scientifiques à paraître	

INTERLUDE

Publications scientifiques soumises	• Navarrete et al. (2024) Des innovations couplées pour réduire l'utilisation de produits phytosanitaires en production maraîchère. Analyse transversale de 4 territoires en France métropolitaine et aux Antilles, soumis à Innovations Agronomiques • Navarrete, Casagrande et al. Construire des innovations couplées à l'échelle des territoires pour soutenir la réduction de l'usage des produits phytosanitaires en production maraîchère (à soumettre en juillet à Innovations agronomiques)
Publications scientifiques prévues	• Navarrete et al. : Freins et leviers à la diversification en maraîchage (valorisation de la communication IFSA, en cours d'écriture) • Angeon et al. : les circuits de proximité (valorisation du stage de M Strand) • Parrot et al : Peut-il exister un développement durable sans alliance ? le rôle de l'évaluation (à soumettre dans Mondes en développement) • Casagrande et al. Sociotechnical inquiry approach to manage the innovation process in agronomy. A methodological approach (en cours d'écriture)
Participations passées à des colloques	COLLOQUES • Parmentier et al., 2022. Sociotechnical diagnosis for designing pesticide-free coupled innovations at territorial scale. Conférence <i>Towards Pesticide Free Agriculture What Research to Meet the Pesticides Reduction Objectives Embedded in the European Green Deal?</i> (Dijon, juin 2022) • Parrot et al. (2022) Does history matter ? The case of innovation management in weed management in a watershed in Martinique. Colloque IHC2022 (Angers, août 2022) • Navarrete et al. (2023) Concevoir des innovations couplées à l'échelle des territoires pour permettre la réduction des produits phytosanitaires en production maraîchère. Les enseignements du projet INTERLUDE. Rencontres du végétal Angers, exposé introductif • Parrot L. (2023) Les approches globales pour limiter l'utilisation des produits phytopharmaceutiques : le rôle de l'action collective et du numérique, Rencontres du végétal Angers, Poster • Tamagoua J. et al (2023) Modelling plant-nematodes interactions to understand plant tolerance. IMACS 2023 - 21st World Congress, Sep 2023, Rome, Italy • Roche R., Djian-Caporalino C., Mailleret L., Tchamitchian M., 2024. Projets GONEM et INTERLUDE : Quelques pistes de modélisation sur tomate et nématodes à galle pour illustrer la nécessaire combinaison des leviers de lutte. Exposé à la plénière du projet Cap Zero Phyto, Angers 08/02/2024 • Chave M. et Krasova Wade T. (2024) Coupler innovations techniques et organisationnelles pour valoriser les champignons mycorhiziens. Key-note pour Session 3 : Applications et ingénierie biologique (agriculture, restauration des milieux), Journées Francophones des Mycorhizes, 14-16 mai 2024, Montpellier • Navarrete M., Casagrande M., Dufils A., Lefèvre A., Lesur-Dumoulin C. 2024. Analyzing sociotechnical barriers and fostering innovation to diversify crop rotations in sheltered vegetable cropping systems. Studies in South-eastern France, IFSA symposium, 1-4 juillet 2024, Trapani, Sicile • Casagrande et al. 2024 Sociotechnical inquiry approach for innovation in agronomy, IFSA symposium, 1-4 juillet 2024, Trapani, Sicile

INTERLUDE

Participations futures à des colloques	• Navarrete M. 2024 Analyzing sociotechnical barriers and fostering innovation to diversify crop rotations. Example in vegetable cropping systems in South-eastern France. Exposé au réseau COST TOP Toward zero pesticides, 19/06/24
Thèses passées Thèses en cours	THESES
Articles de valorisation parus	ARTICLES DE VALORISATION-VULGARISATION • Situations de recours aux produits phytopharmaceutiques hors produits de biocontrôle dans leurs différents usages en cultures légumières dans les Pyrénées-Orientales et repérage des freins à leur réduction, Brochure, 2021 • Analyse sociotechnique des systèmes maraîchers en Provence Repérage des freins et leviers au développement de pratiques agroécologiques pour la gestion de la santé du sol, Brochure, 2022 • Deux exemples de diagnostics pour réduire l'usage des pesticides, Travaux et Innovations 2023 N°302, p16-18 • Réduction des pesticides, lever les freins à l'échelle du territoire, Travaux et Innovations 2023 N°302, p14--15
Articles de valorisation à paraître	
Articles de valorisation prévus	• C. El Boukili (2023) La diversification des cultures dans les exploitations peut-elle s'inscrire dans un schéma de filière ? Résultat du Projet Interlude. InfoCtifl (à venir fin 2023)
Communications dans colloques professionnels	• Construire des scénarios territoriaux pour réduire L'usage des produits phytosanitaires en maraîchage, Rencontres CAN DEPHY (28/09/23) • Le projet INTERLUDE : INnovations TERRitoriales pour la Réduction des produits phytopharmaceutiques en production LégUmière DURable, Rencontres DEPHY /GIS PICleg (3-5/10/23) • Construire des scénarios territoriaux pour réduire L'usage des produits phytosanitaires en maraîchage, Rencontres DEPHY Cultures spécialisée (15-16/11/23) • Navarrete M. et Casagrande M. 2024 Les enseignements du projet INTERLUDE. INnovations TERRitoriales pour la Réduction des produits phytopharmaceutiques en production LégUmière DURable. Séminaire de restitution de l'AAP Ecophyto R&I Leviers territoriaux pour réduire l'utilisation et les risques liés aux produits phytopharmaceutiques, 20/06/24.
Actions vers les médias effectuées	AUTRES ACTIONS VERS LES MEDIAS • Video sur la valorisation des systèmes maraîchers et fruitiers diversifiés (M. Navarrete, S. Simon), journée L'agroécologie, une opportunité pour les fruits et légumes. CTIFL, TV-Agri, 17/11/2020, https://www.youtube.com/watch?v=hGAHZubmRKU • Participation M. Navarrete à l'émission « le temps du débat » de F. Culture sur les enjeux de souveraineté pour le secteur des légumes, 23/02/2023 https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/le-temps-du-debat/jeudi-c-est-brocoli-comment-relancer-la-production-maraichere-en-france-8178572
Actions vers les médias prévues	

Enseignements/formations dispensés	ENSEIGNEMENT - FORMATION • Parrot L (2023) Intervention au Master Stratégies de développement agricole, Université Paris Saclay 17/03/23
Enseignements/formations prévus	• Contribution à la formation sur la co-conception de SDC légumiers et l'expérimentation-système en lien avec PIClég (formation Ctifl – novembre 2024 et janvier 2025) • Cahier des charges de formation pour des conseillers et animateurs accompagnant la co-conception d'innovations couplées dans les territoires
Expertises menées	EXPERTISES • Participation d M. Navarrete et V. Angeon à l'expertise scientifique « Protéger les cultures en augmentant la diversité végétale des espaces agricoles ». https://www.inrae.fr/actualites/protoger-cultures-diversite-vegetale. Expertise sur les freins à l'adoption de pratiques de diversification, mobilisant l'expérience d'INTERLUDE
Expertises en cours Expertises prévues	
Méthodologies produites	METHODOLOGIES (GUIDES...) • Guide méthodologique pour le diagnostic des freins et leviers sociotechniques au processus d'innovation dans des systèmes agri-alimentaires, 2023, INRAE, 66p. https://doi.org/10.17180/w78m-dn95 • Inventaire des outils d'évaluation pour la co-conception de scénarios de gestion territoriale des bioagresseurs, 2021 • Application web interactive Rnem pour la simulation des effets de pratiques AE sur les interactions plantes nématodes (rotations de cultures, apports en matière organique) : https://hal.inrae.fr/hal-04637082
Méthodologies en cours d'élaboration	• Boîte à outils pour organiser des ateliers de co-conception (en cours de finalisation, sera accessible sur le site picleg.fr)
Méthodologies prévues	
Organisation de séminaires	AUTRES • A venir (2026) Journée agroécologie au Ctifl
Rapports de stage parus	• Ghestem F. (2020) Caractérisation et modélisation de stratégies de gestion durables des populations de nématodes a galles <i>M. incognita</i> ; (mémoire de stage Institut Agro) • Bousquet E. (2021) Situations de recours aux produits phytopharmaceutiques hors produits de biocontrôle dans leurs différents usages en cultures légumières dans les Pyrénées Orientales et repérage des freins à leur réduction; Synthèse (mémoire de stage confidentiel) • Michel E. (2020) A Sociotechnical Analysis in Market Gardening Systems - Understanding the barriers and levers to agroecological soil management in Provence. • Michel E., Dufils A., Navarrete M. (2022). Analyse sociotechnique des systèmes maraîchers en Provence. Repérage des freins et leviers au développement de pratiques agroécologiques pour la gestion de la santé du sol. (synthèse du mémoire), 9 pp • Signarbieux O. (2021) Développement agricole sur le bassin versant du Galion en Martinique ou Une histoire de la captation de la valeur ajoutée par des tiers au détriment des petits. • Cnudde M. (2021) Diagnostic des besoins en termes de compétences des agents du développement agricole pour accompagner la transition agroécologique à l'échelle du système socio-technique.

VIDEOS ET Brochures	• Desombre J. (2022) Biocontrôle et biostimulation comme alternatives aux produits phytopharmaceutiques en maraîchage aux Antilles. • Eypert L. (2022) Co-conception de scenarii territoriaux de développement des stratégies de biocontrôle et biostimulation dans le secteur légumier aux Antilles françaises. • Strand M. (2022) Analyse des circuits de proximité au sein de trois terrains d'étude contrastés (Provence, Roussillon, Martinique) • Michel S. (2022) Feasibility study of a mulching sector using recycled organic matter in vegetable production – Galion watershed, Martinique. • Darets S. (2023) Co-conception de scénarios territoriaux permettant de réduire le recours aux produits phytosanitaires au sein de la filière maraîchère des Pyrénées-Orientales. • Dieudonné V., Guelorget R., Journeau E., Moreau E., 2023. Réduire le recours aux produits phytosanitaires dans un territoire : co-évaluer un scénario territorial pour la filière maraîchère dans les Pyrénées-Orientales - Projet Interlude, Etude pro des étudiants de 5ème année de l'ISARA (confidentiel) • 4 vidéos explicitant pourquoi concevoir des innovations couplées en maraîchage (démarche générale) et comment elles ont été conçues dans 3 territoires, ainsi que les points de vigilance associés • Comptes-rendus des ateliers d'échanges organisés dans le cadre du projet dans le Roussillon. • Mothes et al, 2023, Concevoir des scenarios territoriaux selon la démarche Interlude : retour des porteurs de projet Dephy
---------------------	---

Résumés

☐ Résumé court

(5 lignes maximum)

Le projet INTERLUDE a permis de co-concevoir avec les acteurs des filières amont et aval des prototypes d'innovations couplées combinant des nouveaux modes de production agroécologiques et de nouvelles organisations pour permettre la réduction de l'usage des produits phytosanitaires, sur 4 territoires d'étude (Provence, Roussillon, Guadeloupe et Martinique).

☐ Résumé long (2 pages)

- Contexte général et enjeux scientifiques et techniques

Le secteur légumier doit concilier de multiples enjeux : assurer la sécurité sanitaire des consommateurs, réduire les impacts environnementaux des systèmes, favoriser la durabilité des exploitations agricoles. Or la réduction des produits phytopharmaceutiques (PPS), attendue par la société et soutenue par le programme Ecophyto, est verrouillée par le système sociotechnique dominant qui freine le déploiement de pratiques agroécologiques comme la diversification des rotations, l'apport de matière organique pour favoriser la vie du sol ou l'introduction de plantes de service ou de produits de biocontrôle. L'enjeu scientifique et opérationnel du projet est de favoriser la coordination des acteurs parties-prenantes du verrouillage sociotechnique pour construire des voies d'innovation permettant de réduire les besoins en PPS.

- Objectifs

Le projet INTERLUDE vise à concevoir des prototypes d'innovations couplées qui favorisent les réorganisations des acteurs des filières amont et aval à l'échelle de quatre territoires cas d'étude. Nous faisons l'hypothèse que l'échelle territoriale est pertinente pour faire évoluer les stratégies de ces acteurs et permettre l'adoption de leviers agroécologiques

- Méthodologie

La démarche de recherche est à la fois interdisciplinaire (sciences du vivant et sciences de la société) et transdisciplinaire (chercheurs et acteurs). Elle repose sur :
(i) la construction d'un cadre analytique pour comprendre les relations entre acteurs et les conséquences sur la capacité des agriculteurs à adopter des pratiques agroécologiques,
(ii) la conception et l'évaluation d'innovations couplées à l'échelle du territoire, qui combinent la production agricole, la fourniture d'intrants et/ou la mise en marché des légumes, en s'appuyant sur le cadre précédent.

Cette démarche est testée sur 4 cas d'étude territorialisés : gestion agroécologique de la santé des sols en Provence ; amélioration de la valorisation commerciale des cultures de salade et des cultures dites de diversification en Roussillon ; développement du biocontrôle et des biofertilisants en Guadeloupe ; gestion de l'enherbement en Martinique. Si ces 4 cas d'étude étaient identifiés au dépôt du projet, les problèmes à résoudre ont été ajustés suite à un premier travail d'enquêtes auprès d'acteurs locaux.

- Principaux résultats obtenus

INTERLUDE

Les résultats sont de deux natures : **(i) Sur chaque territoire**, les freins à l'adoption de leviers agroécologiques ont été identifiés et des prototypes d'innovations couplées ont été co-concus avec les acteurs de ces territoires, pour répondre au problème spécifique posé dans chaque territoire. **(ii) Plusieurs résultats transversaux** ont été produits. Nous avons produit une preuve de concept de l'innovation couplée en maraîchage : les systèmes agroécologiques, pour se développer à large échelle, doivent être soutenus par des coordinations entre pairs (entre agriculteurs, entre metteurs acteurs de la commercialisation), entre les agriculteurs et les acteurs des filières amont et/ou aval et avec des acteurs de la R&D et des institutionnels. L'analyse transversale des différentes innovations couplées co-construite avec des acteurs des 4 territoires montre des enseignements génériques : nécessite de repenser la question de l'équipement agricole, du travail agricole, du conseil et de la commercialisation des légumes pour soutenir la transition agroécologique. Un cadre conceptuel a été proposé, qui relie les cadres théoriques des systèmes socio-écologiques, des systèmes sociotechniques et le concept de service écosystémique.

- Sorties opérationnelles pour décideurs, applications éventuelles

Les sorties opérationnelles concernent d'une part les chercheurs et les animateurs de territoires qui souhaitent concevoir des innovations couplées. Différentes ressources et outils ont été produits : grilles d'analyse des acteurs, guide méthodologique du diagnostic des freins et leviers à l'innovation, ressources bibliographiques pour la conception d'innovation et l'évaluation multidimensionnelle et leurs conditions d'utilisation. Ces méthodes sont mises à disposition via des documents écrits, des ressources informatiques et des vidéos, prochainement accessibles sur une page dédiée du site www.picleg.fr. D'autre part, les résultats portent sur les compétences nécessaires pour que les animateurs de territoire puissent concevoir ces innovations couplées, et un référentiel de formation a été élaboré pour permettre de concevoir des formations.

- Recommandations

La conception d'innovation couplée à l'échelle territoriale nécessite à la fois des méthodes et outils (donc certains ont été produits pendant le projet) mais aussi une posture spécifique pour arriver à faire interagir les acteurs d'un territoire. Notre recommandation concerne principalement les acteurs qui pourraient porter l'activité de conception d'innovations territoriales à la suite du projet. Dans le projet INTERLUDE, cette activité d'animation du processus de conception a été réalisée par les chercheurs, qui ont mobilisé leurs expériences antérieures de conception participative, à l'échelle du territoire ou à des échelles inférieures (parcelle, exploitation). Ils s'appuient pour cela sur leur position « décalée » par rapport au monde socioéconomique (connaissance du terrain mais sans implication économique directe). Pour que cette activité d'animation de collectifs pour la conception d'innovations puisse être réalisée par des acteurs des territoires, il faudrait faire reconnaître ces missions d'animateurs-facilitateurs, ce qui renvoie à des recommandations politiques et/ou institutionnelles. Le projet INTERLUDE, par sa composition, n'était pas en mesure d'approfondir cette question mais la considère comme un point sensible pour atteindre l'objectif de réduction des PPS dans les territoires.

□ Mots-clés :

INTERLUDE

Systemes écologiques et sociaux, innovation couplée, leviers agronomiques et socioéconomiques, coordination entre acteurs, recherche participative

INTERLUDE



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES

Liberté
Égalité
Fraternité



MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Liberté
Égalité
Fraternité



OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ

ÉCOPHYTO
RÉDUIRE ET AMÉLIORER
L'UTILISATION DES PHYTOS



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE

Liberté
Égalité
Fraternité



MINISTÈRE
DE LA SANTÉ
ET DE LA PRÉVENTION

Liberté
Égalité
Fraternité

RAPPORT SCIENTIFIQUE

Dans le rapport scientifique, nous vous prions de fournir des éléments méthodologiques présentés succinctement et clairement afin de pouvoir avoir une vision des limites des résultats

(Environ 10 pages, hors annexes)

INRAE



cirad



itab
l'Institut de l'agriculture
et de l'alimentation biologiques



AGRICULTURES
& TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE
PYRÉNÉES-ORIENTALES



AGRICULTURES
& TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE
VAR

INTERLUDE

INnovations TErritoriales pour la Réduction des produits phytopharmaceutiques en production LégUmière Durable

« AAP Leviers territoriaux pour réduire l'utilisation et les
risques liés aux produits phytopharmaceutiques »

Rapport final V0

[Mireille NAVARRETE]

Date de la version du rapport : 13/07/2024

Coordonnées du laboratoire : INRAE Unité Ecodéveloppement, Avignon
Coordinatrice du projet de recherche : Mireille NAVARRETE, INRAE Unité
Ecodéveloppement, 228, route de l'Aérodrome, Site Agroparc - CS 40509 - 84914
Avignon Cedex 9, France ; Mireille.navarrete@inrae.fr

Action pilotée par les Ministères chargés de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires (MTECT), de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire (MASA), de la Santé et de la Prévention, (MSP), et de la l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MESR), avec l'appui financier de l'Office Français pour la Biodiversité (OFB), par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au plan Écophyto II+

Note importante

*Cette partie peut être rendue sous forme non modifiable (fichier PDF de préférence).
Son format est laissé à la libre appréciation de ses rédacteurs.*

Le rapport scientifique prend la forme d'un article de bilan du projet interlude soumis à la revue Innovation agronomiques en juillet 2024 (<https://hal.inrae.fr/hal-04727645v1>)

NAVARRETE M. et CASAGRANDE M. (co-premières autrices), ANGEON V., BOUVIER-D'YVOIRE C., CHAVE M., DELCONTE R., DJIAN-CAPORALINO C., DUFILS A., ECKERT C., EL BOUKILI C., FERRE A.S., GENETIEZ E., HOSTALNOU E., LICHOU G., LEFEVRE A., LESUR-DUMOULIN C., MAILLERET L., MOTHES S., PARROT L., PLANAS G., ROCHE R., SABATIER R., SIMON S., TOUZEAU S. Construire des innovations couplées à l'échelle des territoires pour soutenir la réduction de l'usage des produits phytosanitaires en production maraîchère. Soumis à Innovations agronomiques, juillet 2024