



## GÉRER LA SANTÉ DES CULTURES AU NIVEAU DES PAYSAGES ET TERRITOIRES

Lettre d'information n° 8  
février 2017

## Inscrire la santé des cultures dans le paysage

**La gestion optimale et durable de la santé des cultures s'inscrit dans une approche globale, à l'échelle des territoires, associant acteurs agricoles et non agricoles. Elle était au centre des échanges de la seconde journée du séminaire de restitution du métaprogramme SMaCH « Gestion durable de la santé des cultures » de l'Inra, qui s'est tenu les 6 et 7 octobre 2016.**

La volonté d'aller vers une gestion plus durable des cultures, avec une réduction du recours aux pesticides, exige de comprendre les facteurs qui réduisent les populations d'organismes pathogènes et favorisent les populations d'auxiliaires. Pour cela, les six projets de recherche et les deux thèses présentées le 7 octobre 2016 ont mobilisé de multiples compétences au sein de l'Inra. Agronomie, biologie, écologie, pathologie végétale, génétique ont été croisées à la statistique, l'économie quantitative, la physique de l'atmosphère ou encore la météorologie. La même diversité se retrouve dans les partenaires associés à ces recherches, dans l'univers agricole et dans son environnement.

Tous les projets présentés s'appuient sur le recueil et la gestion de nombreuses données de terrain. D'une part, sur la présence et l'évolution des bioagresseurs, comme l'analyse du cheminement de la processionnaire du pin (Sésame) ou la diffusion de l'antracnose de l'igname (Gap-Yam). D'autre part, sur la caractérisation du

paysage et de son impact sur les bioagresseurs (Copacabana, Epidec). L'ambition est la même : contribuer à l'analyse du risque pour mieux le contrôler.

Les raisonnements qui conduisent à la réduction de l'usage des produits phytosanitaires s'avèrent être plus pertinents à l'échelle d'un territoire. Ainsi, une thèse utilisant des modèles socio-écologiques participatifs, a étudié la dynamique collective d'un groupe d'arboriculteurs. Le projet Fondu a quant à lui porté sur l'acceptabilité par les agriculteurs de stratégies collectives pour un usage durable des fongicides.

Un intense travail de collecte et de gestion de données a été engagé pour anticiper l'arrivée de nouveaux pathogènes par les masses d'air et les réseaux hydrologiques (Epidec), pour rassembler l'ensemble des données diffusées pendant 60 ans par les avertissements agricoles (Histopest) ainsi que dans la thèse centrée sur la modélisation de l'impact des nouveaux systèmes de culture sur l'environnement et la santé humaine.

### Sommaire

- p. 2 : Modéliser pour anticiper
- p. 3 : Améliorer les dynamiques collectives
- p. 4 : Surveiller pour contrôler

# CHEMINER VERS LA MODÉLISATION AVEC LA CHENILLE PROCESSIONNAIRE DU PIN



Laurent Penet

responsable du projet Gap-Yam, chercheur à l'unité de recherches agrosystèmes tropicaux de l'Inra Antilles-Guyane.

**Le projet Gap-Yam vise à comprendre la dispersion de l'antracnose dans les parcelles d'igname. Quelles sont vos premières conclusions ?**

« L'antracnose de l'igname, première culture vivrière locale aux Antilles, cause d'importants dégâts. Le projet Gap-Yam, mené avec les Chambres d'agriculture de Martinique et Guadeloupe et les acteurs agricoles de la Barbade pendant deux ans et demi, a permis d'analyser vingt-cinq facteurs de risque. Certains ont fait consensus, comme la diversité de l'environnement de la parcelle (dont les lisières arborées, les cultures de légumineuses) ou encore la présence d'adventices. Si le désherbage constitue un premier levier pour réduire la pression du champignon pathogène, d'une manière générale, la gestion des hôtes de l'antracnose semble essentielle. Les paramètres de paysage et de biodiversité ont plus d'impact que les pratiques agronomiques. »

Les paysages ont un impact sur le déploiement des bioagresseurs. C'est ce qu'a mis en évidence l'étude sur l'expansion de la chenille processionnaire du pin menée par l'Inra. Elle vise à élaborer des outils à l'usage des gestionnaires des territoires, pour mieux contrôler ces organismes. Jean-Pierre Rossi présente l'avancement de ce projet, nommé Sésame.



Jean-Pierre Rossi, coordinateur du projet Sésame au Centre de biologie pour la gestion des populations (CBGP) de l'Inra de Montpellier

« Les insectes se déplacent aisément depuis les zones non-agricoles vers les zones agricoles ou forestières. Il est donc nécessaire de prendre en compte un territoire dans son intégralité », introduit Jean-Pierre Rossi, coordinateur du projet Sésame au Centre de biologie pour la gestion des populations (CBGP) de l'Inra de Montpellier. L'étude a porté sur la processionnaire du pin. Ce papillon forestier ravageur, dont la chenille libère des soies allergènes, remonte inexorablement vers le Nord de la France à la faveur du changement climatique. Les trames vertes et les arbres isolés suffisent à sa propagation sur le territoire. « Les paysages agricoles tels que les grandes zones céréalières ne constituent pas

*Prendre en compte le risque processionnaire dans les PLU.*

un frein à l'expansion de ce ravageur. Certains éléments tels que les arbres ornementaux lui sont même parfois favorables. C'est un résultat

nouveau et très intéressant », indique Jean-Pierre Rossi. Les espèces d'arbre ont été hiérarchisées en fonction du danger qu'elles représentent pour l'expansion du ravageur. Des bases de données et des analyses de risque ont été élaborées. « Le classement des essences d'arbres permettra de prendre en compte le risque processionnaire dans les plans locaux d'urbanisme. » Un outil directement utilisable par les responsables de collectivités pour réfléchir leurs plantations.



© Jérémy

## Interview

**Marie Gosme, co-responsable avec Sylvain Poggi du projet Copacabana ; Comment décrire le Paysage pour Caractériser son effet sur les BioAgresseurs et ennemis Naturels.**

**Vous avez élaboré deux nouvelles méthodes statistiques, MAPI et SILand portant sur les liens entre parasites et paysages. Dans quel cadre ? Et à quelle fin ?**

« Limiter le recours aux pesticides exige de comprendre les facteurs qui réduisent les populations de parasites et augmentent celles des auxiliaires. Les variables paysagères, comme la répartition des différentes cultures ou encore la diversité des habitats pour parasites et auxiliaires, font partie de ces facteurs. De nombreux chercheurs de l'Inra ont déjà travaillé sur ce sujet à travers divers cas d'études, chacun bâtissant sa propre démarche

et choisissant sa méthode statistique. Le projet Copacabana a rassemblé 23 chercheurs, issus de 11 équipes. Ils ont recensé et comparé neuf méthodes statistiques existantes afin d'élaborer une démarche pour que tout chercheur puisse choisir celle la mieux adaptée à son projet. C'est dans ce cadre que nous avons développé deux nouvelles méthodes, MAPI et SILand, prenant en compte la diversité génétique des parasites et caractérisant les

effets des variables paysagères à différentes distances. Ce travail collaboratif inclut des cas d'études dans plusieurs régions françaises sur les principales maladies foliaires des céréales, les pucerons, les adventices ou encore des auxiliaires tels que les carabes et coccinelles. Afin de faciliter la réutilisation de ces données, nous avons conçu un cadre standardisé. Nos travaux sont diffusés sur le logiciel statistique R, ouvert à tous les chercheurs du monde. »

# COMPRENDRE LE LIEN ENTRE PAYSAGE ET INSECTES RAVAGEURS

Mieux comprendre le lien entre les éléments du paysage, la présence d'auxiliaires et la régulation des insectes ravageurs pourrait permettre de réduire l'usage des pesticides. La thèse de Nicolas Salliou vise à appréhender la perception de ce lien par les acteurs agricoles.

Nicolas Salliou, doctorant, Inra Toulouse.



© Inra-ecos

Pour comprendre la perception par les agriculteurs du lien entre paysage, auxiliaires et bioagresseurs, Nicolas Salliou, doctorant à l'Inra de Toulouse, a mené l'enquête dans une zone arboricole intensive proche de Montauban, dans le Tarn-et-Garonne. Sa thèse met en évidence la nécessité de dynamiques collectives pour conduire des agro-systèmes favorables aux auxiliaires des cultures, dans le but de réduire les pesticides. « Or, si les deux tiers des acteurs interrogés intègrent la régulation des insectes ravageurs par les auxiliaires, aucun ne lie l'action de ces auxiliaires au paysage, davantage ressenti comme une contrainte,

« Les agriculteurs pourraient agir ensemble à la mise en place d'un paysage favorable aux auxiliaires des cultures dans le but de réduire les pesticides. »

source occasionnelle de ravageurs », explique-t-il. Des modèles socio-écologiques participatifs ont été construits avec les acteurs agricoles. Ils ont montré que le service écosystémique fourni par le paysage est perçu de trop faible intensité pour intéresser les exploitants. « Il faudrait que les écologues du paysage poussent leurs études jusqu'aux bénéfiques que pourraient en tirer les agriculteurs et ne s'arrêtent pas à l'intérêt du paysage sur les auxiliaires », poursuit Nicolas Salliou. « Mobiliser sur la biodiversité dans les systèmes agricoles s'avère complexe et nécessite de s'intéresser aux motivations des acteurs locaux », conclut-il.

## Regard terrain



Sébastien Ballion

technicien expérimentation au Cefel, Centre d'expérimentation en fruits et légumes de Midi-Pyrénées

© Inra-ecos

« Nous avons participé au travail de Nicolas Salliou car nous sommes attentifs à toutes les méthodes alternatives de lutte contre *Drosophila suzukii*. La thèse nous a permis de mieux comprendre le lien entre la présence de l'insecte et les éléments du paysage. Elle n'a cependant pas pu se traduire par une méthode de lutte, du fait de son omniprésence. Toutefois, la modélisation participative nous a beaucoup plu car elle intègre notre propre expérience du terrain. C'est valorisant et fédérateur. »

## Interview

Anne-Sophie Walker, responsable du projet Fondu - Stratégies territoriales d'utilisation DURable des antiFONGiques.

Le nombre de pesticides disponibles diminue alors que les phénomènes de résistance progressent. Comment, dans une logique durable, adapter les stratégies de protection des cultures ?

« Une gestion collective s'impose, notamment pour les fongicides. Nous avons combiné sept expertises, en phytopathologie, agronomie, statistiques, modélisation, informatique, sciences de gestion et économie pour apporter des éléments de réponse. L'évolution des résistances sur septoriose du

blé, oïdium et mildiou de la vigne et la durabilité des stratégies anti-résistance ont été étudiées, afin d'être modélisées. Alternance des spécialités, mélange, fractionnement, modulation des doses chaque

situation nécessite une stratégie adaptée en fonction du pathogène, des substances actives utilisées, du système de culture. »

Quels sont les freins à l'appropriation de ces nouvelles stratégies ?

« Elles doivent bien sûr être socialement acceptables et économiquement viables. Ces stratégies durables tendent à maximiser l'hétérogénéité de la sélection de souches résistantes dans des échelles de temps et d'espace larges, ce qui suppose de mettre en place une coordination des pratiques de production au niveau d'un territoire. Si chacun raisonne dans son intérêt propre et immédiat, les substances actives perdent vite de leur efficacité et l'ensemble des agriculteurs se retrouve face à des impasses techniques et à des pertes économiques. La diffusion d'une information coordonnée sur les résistances par un acteur public constitue une étape indispensable. »

© Inra-ecos



Anne-Sophie Walker

Surveiller  
pour contrôler



Laure Mamy

chercheuse de l'Inra ayant encadré la thèse de Sabine-Karen Lammoglia sur les « Approches de modélisation pour évaluer et comparer les impacts sur l'environnement et sur la santé humaine des pesticides utilisés dans des systèmes de culture conçus pour réduire l'usage des pesticides »

« De nombreux modèles existent pour simuler les flux de pesticides dans l'environnement. Mais ils ne prennent pas en compte de manière détaillée les pratiques agronomiques. Pour combler cette lacune, deux modèles, pesticides et cultures, ont été couplés, donnant Stics-Macro. Les premiers enseignements sont tirés. Certains sont des confirmations : l'absence de travail du sol favorise les transferts de pesticides. D'autres pistes sont en revanche plus surprenantes : la présence de résidus organiques sur le sol, générant une augmentation de la teneur en eau des sols, entrainerait un transfert des pesticides. »

## IDENTIFICATION DES POINTS DE PASSAGES DES PATHOGÈNES

Quels outils mettre en place afin d'anticiper les nouvelles maladies à même d'arriver sur notre territoire par les masses d'air et les réseaux hydrologiques dans les décennies à venir ? Comment modéliser leur dissémination en intégrant les changements climatiques et les modifications des systèmes de cultures ? Le projet est ambitieux. Il se nomme Epidec.

Les nouveaux pathogènes ne prennent pas nécessairement l'avion ou le bateau ! Ils circulent également sur de longues distances dans les masses d'air, avant de se déposer incognito sur le sol ou dans l'eau des rivières à la faveur des pluies. Difficile, dès lors, d'installer un poste de contrôle. Les chercheurs de l'Inra, associant six disciplines (pathologie végétale, génétique, statistique spatiale, économie quantitative, physique de l'atmosphère et météorologie) se sont attaqués à cette question. A partir de la cartographie numérique des parcelles agricoles sur les vingt-cinq dernières années en région Paca, et en suivant une bactérie, *Pseudomonas syringae*, ils ont pu modéliser différents scénarios. « 65 % des événements pluvieux portent cette bactérie. D'où viennent les masses d'air de telle pluie, à telle période ? Quelles parcelles sont liées entre elles via les masses d'air ? Autant de questions auxquelles nous



© terre-écus

Cindy Morris, responsable du projet Epidec, « Construire un cadre de travail pour prédire les risques de maladies selon les cultures et le climat des prochaines décennies. »

devions répondre pour prédire ces flux », explique Cindy Morris, responsable du projet. L'analyse des mouvements atmosphériques, la réalisation d'une cartographie des flux microbiens les plus probables, couplées aux changements prévisionnels du climat comme des systèmes et pratiques culturales ont permis de modéliser la dissémination des pathogènes. « Nous avons pu déterminer les points d'arrivée massive des pathogènes. Ils constituent des pôles de surveillance stratégique pour identifier les micro-organismes présents et prévenir les maladies émergentes. » La prochaine étape devrait passer par des collaborations avec les professionnels de l'agriculture pour mettre en place des captages de pluies et le monitoring des eaux de rivières utilisées pour l'irrigation.

© terre-écus



Jean-Noël Aubertot

### Interview

Jean-Noël Aubertot, responsable du projet Histopest.

**Vous avez numérisé et rassemblé tous les Avertissements agricoles depuis 1948 sur une plateforme internet. Quelle est l'utilité d'un tel travail ?**

« Les recherches sur la protection intégrée des cultures nécessitent des données sur les populations de bioagresseurs. Or le recueil de ces données est chronophage et coûteux. Nous avons donc souhaité localiser, sauvegarder et valoriser les informations déjà disponibles. Cette capitalisation de références est utile à la transition agroécologique. Les documents ont été numérisés et transformés en fichiers texte. Ils sont disponibles sur une plateforme internet, nommée Pestobserver. Elle rassemble 69 870 données élémentaires « région-année-culture-ravageur ». L'ensemble couvre les années 1948 à 2015, 108 cultures et 342 bioagresseurs. »

**Comment valoriser ces informations ?**

« De multiples manières ! Des analyses quantitatives ou qualitatives multiples peuvent être réalisées. Par exemple sur le niveau d'attaque régional de la rouille dans telle ou telle région, les ravageurs ou couples cultures-ravageurs majeurs. Il est également possible de croiser ces informations avec d'autres bases de données. Ce qui a été fait avec les informations climatiques journalières d'Histoclim, contribuant à la création d'un modèle de prévision du risque de rouille sur blé. »

\*Le métaprogramme SMaCH, pour Sustainable Management of Crop Health (Gestion durable de la santé des cultures), mis en place par l'Inra sur la décennie 2010-2020, correspond à un nouveau mode de pilotage de programmes pluridisciplinaires sur la santé des cultures, permettant de co-construire de manière cohérente des systèmes agricoles productifs mais aussi moins sensibles aux maladies et insectes ravageurs, répondant ainsi aux trois piliers du développement durable : la performance économique, la performance sociale et la performance environnementale.

[www.smach.inra.fr](http://www.smach.inra.fr)

Directeur de SMaCH :

**Christian Lannou**