



RESistance of agricultural landSCAPEs to pesticide transfers in soils and living - organisms Résistance - des paysages agricoles aux transferts de pesticides dans les sols et les organismes vivants

Année de démarrage : 2015

Année de fin : 2019

Responsable scientifique

Céline Pelosi, UMR EMMAH INRAE - Avignon Université
celine.pelosi@inrae.fr

Clémentine Fritsch, UMR Chrono-environnement CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté - Usc INRAE

clementine.fritsch@univ-fcomte.fr

Colette Bertrand, UMR EcoSys INRAE - AgroParisTech
colette.bertrand@inrae.fr

Partenaires

UMR EMMAH INRAE - Avignon Université ; UMR Chrono-environnement CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté - Usc INRAE ; UMR EcoSys INRAE - AgroParisTech ; Luxembourg Institute of Health - Dpt of Population Health ; INSA Centre Val de Loire ; UMR 7372 CEBC - CNRS – Université de La Rochelle ; Laboratoire d'Analyse des Sols d'Arras ; UMR 5280 Institut des Sciences analytiques INRAE - CNRS - Université de Lyon

Financement

Coût total du projet : 721 208 €

Subvention Écophyto : 111 540 €

Mots clés :

Pesticides ; Transferts ; Contamination des milieux agricoles ; Exposition ; Biodiversité fonctionnelle ; Vers de terre ; Carabes ; Micromammifères ; Effets non intentionnels ; Approche paysagère

Contexte et principaux objectifs

Les paysages agricoles sont constitués d'une mosaïque de parcelles cultivées et d'éléments semi-naturels (haies, bois, prairies permanentes, etc.), considérés comme des réservoirs d'auxiliaires des cultures et de bio-agresseurs, mais également comme des sources et des puits de pesticides (utilisés sur les cultures et pouvant être transférés hors des parcelles). La proportion et l'agencement de ces différents éléments agricoles et non agricoles pourraient influencer la résistance des paysages aux transferts de pesticides dans les sols et dans les organismes vivants.

Le projet RESCAPE s'inscrit dans le cadre de l'écotoxicologie du paysage, et vise à améliorer la connaissance des liens entre pratiques phytosanitaires, contamination des milieux et biodiversité. L'objectif du projet était de déterminer les effets de l'usage des terres (composition et configuration du paysage) et de la gestion agricole (pratiques culturales) sur la répartition spatiale des pesticides, l'exposition d'organismes non-cibles et les impacts sur ceux-ci.

Principaux résultats et intérêts en lien avec le plan Écophyto

Le projet RESCAPE a permis le développement de méthodes d'analyses multi-résidus pour mesurer l'exposition des sols et d'organismes non cibles aux pesticides, qui ont révélé trois résultats majeurs :

- 1) Une ubiquité de l'exposition des sols et de la faune. Nous avons retrouvé des résidus pesticides dans tous types d'habitats (parcelles de céréales en agriculture conventionnelle et en agriculture biologique [AB], prairies permanentes et haies). Sur la base des concentrations en pesticides mesurées dans 180 échantillons de sols, un risque élevé pour la reproduction des vers de terre a été mis en évidence dans 46% des cas, à la fois pour des parcelles de céréales traitées par les pesticides que pour des zones non traitées qui jouent un rôle important pour la biodiversité.
- 2) Une exposition à des cocktails de molécules impliquant au moins un insecticide (l'imidaclopride), un fongicide (notamment l'époxiconazole) et un herbicide (le plus souvent le diflufenican).
- 3) Pour les sols comme pour les organismes non-cibles, les zones traitées par les pesticides sont les plus contaminées. Les parcelles en AB et les habitats semi-naturels (ex. prairies et haies) présentent souvent un nombre de molécules et des concentrations plus faibles, et pourraient donc servir de refuges aux organismes dans les paysages agricoles.

Par ailleurs, une démarche de modélisation a révélé que les facteurs prépondérants gouvernant la dispersion atmosphérique des pesticides et leur dépôt ultérieur sur un écosystème non-cible étaient (i) la localisation des haies par rapport à la parcelle traitée, (ii) l'épaisseur des haies, (iii) les propriétés physico-chimiques des pesticides et la saison d'application. Ainsi, la présence de certains habitats (haies, prairies), ainsi que l'augmentation dans le paysage de la surface en habitats non traités (parcelles en AB, éléments boisés), jouent un rôle favorable sur la limitation de l'exposition des sols et des organismes non-cibles aux pesticides.

Ce projet a permis de soulever des questionnements sur les points suivants :

- La pertinence et l'efficacité des méthodes actuelles pour l'évaluation du risque lié aux pesticides (évaluation des PECs et des risques toxiques) et l'innocuité des pesticides autorisés tels qu'utilisés actuellement pour l'environnement et la biodiversité.
- La nécessité de procéder à des analyses de résidus de pesticides dans les sols et la faune non-cible dans le cadre du suivi post-homologation des molécules.

Vis-à-vis du rôle du contexte paysager pour limiter les effets non intentionnels des pesticides, les résultats du projet impliquent :

- De limiter l'usage des pesticides à l'échelle locale (parcelle), ainsi qu'à l'échelle de la mosaïque paysagère (augmentation des surfaces non-traitées *via* l'implantation notamment d'infrastructures agro-écologiques)
- De tenir compte de la surface/taille des éléments (ex. haies) et de leur disposition dans le paysage pour assurer l'efficacité des infrastructures agro-écologiques.

Cependant, afin de pouvoir proposer des recommandations de gestion du paysage pertinentes visant à aboutir à des propositions d'optimisation de l'agencement des éléments constitutifs du paysage pour limiter les effets négatifs non intentionnels des pesticides et favoriser la biodiversité agricole bénéfique à la santé des agroécosystèmes, il semble nécessaire de consolider ces premiers résultats en élargissant le jeu de données actuel (ex. plusieurs années, plusieurs zones géographiques et contextes agro-pédo-climatiques). Par ailleurs, il est indispensable d'œuvrer à mieux quantifier les effets écotoxicologiques engendrés par l'exposition des organismes aux mélanges de pesticides retrouvés *in natura*.

Perspectives futures en termes de transfert ou de recherche

Transfert :

Les données produites pourront être utiles aux organismes en charge de la pharmacovigilance (ANSES) ainsi qu'aux décideurs publics, en contribuant à l'expertise nationale vis-à-vis des molécules « à enjeu ». Les résultats du projet pourront également contribuer à établir des recommandations pour limiter les effets non intentionnels des pesticides et favoriser la biodiversité pourvoyeuse de services dans les agroécosystèmes (ex. Augmenter la présence d'infrastructures agro-écologiques dans le paysage ; réduire l'usage des pesticides à l'échelle de la parcelle et du paysage, en favorisant la présence de zones non-traitées dans la mosaïque paysagère).

Recherche :

De nouvelles recherches seraient nécessaires pour proposer des mesures de gestion pertinentes et applicables à l'ensemble du territoire :

- Evaluer la variabilité temporelle et géographique de la contamination par les pesticides.
- Etudier d'autres systèmes de production (polyculture/élevage, vignobles) pour évaluer la transposabilité des recommandations.
- Considérer d'autres types de configurations paysagères permettant de limiter les effets non intentionnels.
- Améliorer la compréhension des mécanismes écologiques et écotoxicologiques mis en œuvre (ex. impacts sur les chaînes trophiques et la santé humaine).

Publications et colloques scientifiques :

JOURNÉES TECHNIQUES :

- ▶ Journées scientifiques de la zone atelier plaine & Val de Sèvre, 17/06/2016. RESCAPE. C. Pelosi & C. Fritsch.
- ▶ Journée d'animation des projets MP ECOSERV BIOSERV, MP SMACH ACE, MP SMACH ESPACE & MP SMACH PING (PSPE RESCAPE) 2018 :
 - Approches spatiales en écotoxicologie du paysage sur la distribution spatiale de polluants dans les sols et les transferts à la faune. C. Fritsch.
 - C. Bertrand. Réponse des carabes aux facteurs locaux et paysagers.
- ▶ Journée INRAE SMaCH / ACTA ITA du 20 décembre 2018. Projets PING et RESCAPE. C. Fritsch. & C. Bertrand.

COLLOQUES SCIENTIFIQUES :

- ▶ Congrès du Groupe Français de Recherche sur les Pesticides, Nancy, 2017. Gaëlle D., Lafay F., Pelosi C., Fritsch C., Bretagnolle V., Vulliet E. **Développement d'une méthode multi-résidus par LC-MS/MS pour la quantification de traces de pesticides dans les vers de terre.**

- ▶ Colloque SFÉCOLOGIE, Rennes, 2018 :
 - Colette Bertrand, Pierre Zagatti, Sébastien Bonthoux, Gaëlle Daniele, Florent Lafay, Emmanuelle Vulliet, Vincent Bretagnolle, Clémentine Fritsch, Céline Pelosi. **Assessing the impact of farming practices and landscape heterogeneity on ground beetles' exposure to pesticides.**
 - S. Bonthoux, C. Fritsch, C. Bertrand, P. Zagatti, V. Bretagnolle, M. Coeurdassier, G. Daniele, F. Lafay, F. Raoul, R. Scheifler, E. Vulliet & C. Pelosi. **Disentangling the effects of pesticides, soil characteristics and landscape features on earthworms, carabids and small mammals.**
- ▶ Congrès du Groupe Français de Recherche sur les Pesticides, Montpellier, 2019 :
 - Bertrand C., Daniele G., Lafay F., Vulliet E., Bretagnolle V., Zagatti P., Fritsch C., Pelosi C. **Exposition des sols agricoles et d'organismes non-cibles aux pesticides : quelle influence de la mosaïque paysagère ?** (Poster)
 - Fritsch C., Coeurdassier M., Raoul F., Scheifler R., Burkart L., Hardy E., Palazzi P., Schaeffer C., Bretagnolle V., Bertrand C., Appenzeller B., Pelosi C. **Exposition des micromammifères aux pesticides actuellement utilisés : différences entre espèces, rôle de l'habitat et du paysage.** (Poster)
 - Djouhri M., Loubet B., Benoit P., Mamy L., Bedos C. **Modélisation de l'effet de la configuration paysagère et des pratiques culturales sur la dispersion et le dépôt des pesticides utilisés en agriculture.** (Communication orale)
- ▶ XVIth Symposium in Pesticide Chemistry Advances in risk assessment and management, Piacenza, 3-5 September 2019. Djouhri M., Loubet B., Benoit P., Mamy L., Bedos C. **Modélisation de l'effet de la configuration paysagère et des pratiques culturales sur la dispersion et le dépôt des pesticides utilisés en agriculture.**
- ▶ SETAC Europe 14th Special Science Symposium, Brussels, 19-29 novembre 2019:
 - Bertrand C., Zagatti P., Bonthoux S., Daniele G., Lafay F., Vulliet E., Bretagnolle V., Fritsch C., Pelosi C. **Ground-dwelling beetles' exposure to pesticides at large scales.**
 - Pelosi C., Bertrand C., Bonthoux S., Daniele G., Lafay F., Vulliet E., Bretagnolle V., Fritsch C. **Earthworm exposure to pesticides in agricultural landscapes.**

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES :

- ▶ Pelosi C., Bertrand C., Daniele G., Coeurdassier M., Benoit P., Néliou S., Lafay F., Bretagnolle V., Gaba S., Vulliet E., Fritsch C., 2021. **Residues of currently used pesticides in soils and earthworms: a silent threat?** Agriculture, Ecosystems & Environment. 305, 107167, DOI: 10.1016/j.agee.2020.107167
- ▶ Daniele G., Lafay F., Pelosi C., Fritsch C., Vulliet E. 2018. **Development of a method for the simultaneous determination of multi-class pesticides in earthworms by liquid chromatography coupled to tandem electrospray mass spectrometry.** Analytical and Bioanalytical Chemistry 410(20):5009–5018. DOI: 10.1007/s00216-018-1151-2

AUTRES VALORISATIONS:

- ▶ La France agricole. **Produit phytosanitaire, Des résidus de pesticides dans les sols et dans les vers.** Février 2021.
- ▶ INRAE site web. **Des résidus de pesticides dans les sols et les vers de terre : une réalité omniprésente et insidieuse.** 14 janvier 2021. <https://www.inrae.fr/actualites/residus-pesticides-sols-terre-realite-omnipresente-insidieuse>
- ▶ Charlie Hebdo. **Lettre des animaux aux humains reconfinés : le lombric.** Allain Bougrain-Dubourg mis en ligne le 1 décembre 2020. <https://charliehebdo.fr/2020/12/ecologie/lettre-des-animaux-aux-humains-reconfines-le-lombric/>
- ▶ Journal La Libre Belgique. **Les pesticides intoxiquent aussi les vers de terre... et donc leurs prédateurs.** S. Devillers, 25 novembre 2020. <https://www.lalibre.be/planete/environnement/les-pesticides-intoxiquent-aussi-les-vers-de-terre-et-donc-leurs-predateurs-5fbd5ad3d8ad586f5119c890>
- ▶ Solagro, Osaé. **Des niveaux alarmants de pesticides mesurés dans les sols et les vers de terre.** 17 novembre 2020. <https://osez-agroecologie.org/des-niveaux-alarmants-de-pesticides-mesures-dans-les-sols-et-les-vers-de-terre-168-actu-169>
- ▶ Forskare (journal suédois ATL à destination des agriculteurs). **Omfattande spridning av växtskyddsmedel,** 12 novembre 2020. <https://www.atl.nu/lantbruk/forskare-omfattande-spridning-av-vaextskyddsmedel/>
- ▶ Le Monde. **Des niveaux alarmants de pesticides dans les sols - Une étude montre une large contamination de l'environnement, où plusieurs produits s'accumulent,** 30 octobre 2020.
- ▶ Sciences et Avenir. **Des pesticides retrouvés partout dans l'environnement, même dans les vers de terre,** 2 novembre 2020. https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/pollution/les-pesticides-migrent-partout-dans-l-environnement_148889
- ▶ Leblob.fr. **Vers de terre : une étude alerte sur l'impact des pesticides,** 6 novembre 2020. <https://leblob.fr/videos/vers-de-terre-une-etude-alerte-sur-impact-des-pesticides>
- ▶ Life Sciences UPSaclay. **La menace silencieuse de la contamination des sols et des vers de terre par les pesticides,** 5 novembre 2020. <http://sco.lt/5slHLk>

Lien internet vers le projet : <https://rescape.univ-fcomte.fr>