



Produits phytopharmaceutiques, santé humaine et des écosystèmes : des expositions aux impacts

Les produits phytopharmaceutiques utilisés en agriculture contiennent des molécules spécifiquement conçues pour être toxiques pour des organismes cibles. Cependant, leur utilisation peut également entraîner des effets non intentionnels, présentant des risques potentiels pour les écosystèmes et les organismes non cibles, y compris les êtres humains. Les travaux menés dans le cadre de l'appel à projets Ecophyto Recherche et Innovation, « Produits phytopharmaceutiques : de l'exposition aux impacts sur la santé humaine et les écosystèmes (2019) » et dans le projet PES POT ont permis d'approfondir la compréhension des liens entre l'exposition

à ces substances et les effets observés dans l'environnement. En particulier, les études ont mis en évidence comment des niveaux d'exposition, même faibles, peuvent engendrer des effets chroniques sur des organismes non cibles et perturber les écosystèmes. Ces résultats soulignent l'importance de quantifier et de caractériser ces expositions pour mieux évaluer leurs impacts potentiels sur la santé humaine et l'environnement.

Ce numéro est lié au carrefour de l'Innovation Inrae organisé en collaboration avec INRAE, Agreenium, Oniris et l'équipe d'animation Ecophyto Recherche & Innovation.



Innovations Agronomiques

Volume 105 - Septembre 2025

Produits phytopharmaceutiques, santé humaine et des écosystèmes

Les produits phytopharmaceutiques utilisés en agriculture contiennent des molécules spécifiquement conçues pour être toxiques pour des organismes cibles. Cependant, leur utilisation peut également entraîner des effets non intentionnels, présentant des risques potentiels pour les écosystèmes et les organismes non cibles, y compris les êtres humains. Les travaux de recherche menés ont permis d'approfondir la compréhension des liens entre l'exposition à ces substances et les effets observés dans l'environnement. En particulier, les études ont mis en évidence comment des niveaux d'exposition, même faibles, peuvent engendrer des effets chroniques sur des organismes non cibles et perturber les écosystèmes. Ces résultats soulignent l'importance de quantifier et de caractériser ces expositions pour mieux évaluer leurs impacts potentiels sur la santé humaine et l'environnement.

Directeur de la publication : Philippe Mauguin, Président directeur Général INRAE

Rédaction en chef : Christian Huyghe, Chargé de mission à la Direction Scientifique Agriculture INRAE, et Isabelle Litrico, Directrice Scientifique Agriculture INRAE

Coordination éditoriale : Aurélie Gauguery, Responsable des Carrefours de l'Innovation INRAE

Comité scientifique : Claire Rogel-Gaillard, Sophie Thoyer et Christian Lannou, Directrices et directeur scientifiques Agriculture adjoints ; Sophie Nicklaus, Directrice scientifique Alimentation et bioéconomie adjointe ; Alban Thomas et Pierre Renaud, Directeurs scientifiques Environnement adjoints, INRAE ; Nathalie Munier-Jolain, Directrice générale déléguée à la science et à l'innovation adjointe, INRAE ; Isabelle Pion, Chargée de mission agroécologie et transition des systèmes agricoles, Direction de l'Appui aux Politiques Publiques, INRAE ; Marianne Sellam, Directrice scientifique et technique, ACTA, Luc Mounier, Enseignant-chercheur, VetAgro Sup ; Nicolas Brault, Directeur adjoint de l'unité de recherche Interact, Institut Polytechnique UniLaSalle ; Alessia Lefébure, Directrice, Sciences Po Aix.

Coordination scientifique du numéro : Xavier Reboud, Sonia Lequin, Caroline Bottou, Romain Fresu de l'équipe d'animation Ecophyto R&I (INRAE) ; Antoine Le Gal (DGER/MASA), Robin Roche (DGS/MTSSF) et Marie-Camille Soulard (CGDD/MTBFMP) copilotes ministériels de l'axe Recherche et Innovation d'Ecophyto ; Aurélie Gauguery, Responsable des Carrefours de l'Innovation INRAE ; Nicolas Camus, Chargé de Valorisation Agreenium ; Jeanne Garric (INRAE), Pierre Lebailly (Université de Caen), Sébastien Lemièrre (Université de Lille), Véronique Gouy-Boussada (INRAE), André Mirailles (INRAE), Jérôme Moreau (Université de La Rochelle) pour le CSO R&I.

Initiée en 2007, la revue de transfert *Innovations agronomiques* a pour ambition de diffuser les savoirs et de favoriser les échanges entre les acteurs de la recherche et les professionnels de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement, et de faciliter leur appropriation par les acteurs de la chaîne de valeur agri-alimentaire (professionnels du secteur, chercheurs, conseillers, R&D, agriculteurs, enseignants et apprenants, décideurs publics, société civile, etc.). Elle complète la démarche générale de transfert des Carrefours de l'Innovation INRAE (<https://ciag.hub.inrae.fr/>) qui réunissent ces acteurs impliqués dans les travaux au cœur des défis mondiaux et sociétaux de notre siècle : production et performance économique, santé, changement climatique, raréfaction des ressources non renouvelables, préservation de la biodiversité, des ressources naturelles et de l'environnement, qualité de vie et des emplois...

La revue est une propriété d'INRAE, intégralement financée sur des fonds publics.



Revue en accès libre diamant, publiée par INRAE. Les articles sont relus et validés par des experts scientifiques et opérationnels.

Site de la revue : <https://ciag.hub.inrae.fr/revue-innovations-agronomiques>

Contact : innovations-agronomiques@inrae.fr

Adresse : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement – 147 rue de l'Université – 75338 Paris Cedex 07

ISSN : 1958-5853 (édition électronique)

ISBN (PDF) : 978-2-7380-1483-2

ISBN (ePub) : 978-2-7380-1484-9

DOI : <https://doi.org/10.17180/innovagro-2025-vol105>

Pour citer ce numéro : Collectif. (2025). *Innovations agronomiques*, volume 105, septembre 2025. *Produits phytopharmaceutiques, santé humaine et des écosystèmes* (Version 1). Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement. <https://doi.org/10.17180/innovagro-2025-vol105>

Photo de couverture : © SIZSUS – adobe.com

Licence : CC BY-NC-ND 4.0



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue *Innovations agronomiques* et son DOI, la date de publication.



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INRAE

Sommaire

Sonia LEQUIN, Jeanne GARRIC et Xavier REBOUD, 2025 - Fédérer des travaux transversaux sur les effets des pesticides sur toutes les dimensions de la santé (humaine, animale, végétale, environnementale).

Innovations

Agronomiques

105,

1-14

<https://doi.org/10.17180/ciag-2025-vol105-art01>

Laurent DEBRAUWER, Tarek MOUFAWAD, Elodie MIRMONT, Fatima-Zahra ALEM, Houssein ZHOUR, Emilien L. JAMIN, Jean-Marie SAVIGNAC, Cécile CHEVRIER, Nathalie COSTET, Emmanuelle KESSE-GUYOT, Julia BAUDRY, Mohamed Nawfal TRIBA, Emmanuelle BICHON, Ingrid GUIFFARD, Arthur DAVID et Jean-Philippe ANTIGNAC, 2025 - Une approche analytique innovante pour un aperçu exhaustif de l'exposition interne humaine aux pesticides.



Innovations Agronomiques 105, 15-24
<https://doi.org/10.17180/ciag-2025-vol105-art02>

Sébastien ORAZIO, Marie GOMBERT, Noeliarivahy ANDRIAMANAMAMONJY, Blandine VACQUIER et alain MONNEREAU, 2025 - **Dispositif de surveillance épidémiologique des cancers en lien avec l'exposition environnementale résidentielle aux produits phytopharmaceutiques agricoles en France (GEO-K-PHYTO).**

Innovations Agronomiques 105, 25-35
<https://doi.org/10.17180/ciag-2025-vol105-art03>

Christelle MARGOUM, Joan ARTIGAS, Pierre BENOIT, Arnaud CHAUMOT, Marina COQUERY, Nicolas CREUSOT, Véronique GOUY-BOUSSADA, Laure MAMY, Soizic MORIN, Kevin ROCCO et Chloé BONNINEAU avec la collaboration de : Yoce APRIANTO, Maelle BAILLERGEAU, Nadia CARLIER, Mélaine CLAITTE, Fanny COURAPIED, Nicolas DELORME, Jason DEVAUX, Mélissa EON, Guillaume HEVIN, Olivier GEFFARD, Céline GUILLEMAIN, Sabine HEINISCH, Gwilherm JAN, Jean MARCAIS, Nicolas MAZZELLA, Débora MILLAN-NAVARRO, Bernard MOTTE, Patrice NOURY, Stéphane PESCE, Rémi RECOURA-MASSAQUANT, Loïc RICHARD, Christophe ROSY, Florent ROUVIERE, Camille SAND, Joséphine VERON, Ilan VIEMONT-LEFEUVRE et Bernadette VOLAT, 2025 - **Mieux identifier les produits de transformation des pesticides et évaluer leur écotoxicité pour les organismes aquatiques.**

Innovations Agronomiques 105, 36-49
<https://doi.org/10.17180/ciag-2025-vol105-art04>

Sébastien LEMIERE, Brice LOUVEL, Sandy THEYSGEUR, Camille DUGARDIN, Benoît HOUILLIEZ, Rozenn RAVALLEC, Ali SIAH, Céline PERNIN, Damien CUNY, Caroline LANIER, Anca LUCAU-DANILA et Annabelle DERAM, 2025 - **Evaluation intégrée des effets toxicologiques, écotoxicologiques et écologiques de l'ensemble des traitements phytopharmaceutiques utilisés sur une saison culturale : exemple de la pomme de terre en Hauts-de-France.**

Innovations Agronomiques 105, 50-62
<https://doi.org/10.17180/ciag-2025-vol105-art05>

Vincent DUFOUR, Guilhem ZERBINI, Laure WIEST, Aurélie FILDIER, Xavier DAUCHY, Jérôme ENAULT, Mar ESPERANZA et Emmanuelle VULLIET, 2025 - **PESPOT : Evaluer l'occurrence de pesticides polaires et de leurs produits de transformation dans des eaux potables.**

Innovations Agronomiques 105, 63-77
<https://doi.org/10.17180/ciag-2025-vol105-art06>

Joëlle DUPONT, 2025 - **Impact des triazoles sur les cellules ovariennes de patientes et lien avec les eaux souterraines et les sols.**

Innovations Agronomiques 105, 78-87
<https://doi.org/10.17180/ciag-2025-vol105-art07>

Freddie-Jeanne RICHARD et Maxime PINEAUX, 2025 - **EXPLORA - conséquences non létales de l'exposition aux pesticides sur les reines Apis mellifera.**

Innovations Agronomiques 105, 88-98
<https://doi.org/10.17180/ciag-2025-vol105-art08>

Sonia LEQUIN, Sibylle DE-TARLE, Xavier REBOUD, Isabelle BALDI, Juan-Manuel ARIZACHACON, Stéphane PESCE, Sylvain CHAMOT, Gérard BERNADAC et Anthony BERTUCCI, 2025 - **Vers des approches respectueuses de la santé humaine et des écosystèmes dans les pratiques agricoles.**

Innovations Agronomiques 105, 99-107
<https://doi.org/10.17180/ciag-2025-vol105-art09>



Fédérer des travaux transversaux sur les effets des pesticides sur toutes les dimensions de la santé (humaine, animale, végétale, environnementale)

Sonia LEQUIN¹, Jeanne GARRIC², Xavier REBOUD¹

¹ INRAE Bourgogne Franche-Comté, 17 rue Sully, 21065 Dijon Cedex

² Membre du Comité Scientifique d'Orientation Recherche & Innovation (CSO R&I)

Correspondance : xavier.reboud@inrae.fr

DOI : <https://doi.org/10.17180/ciag-2025-vol105-art01>

Résumé

Dans le cadre du « plan Ecophyto II+ », devenu « Stratégie Ecophyto 2030 », des projets de recherche ont été financés pour approfondir les connaissances sur l'exposition aux produits phytopharmaceutiques (PPP) et leurs impacts sur la santé et l'environnement. Ces études ont conduit au développement de méthodologies pour le suivi des pesticides et une meilleure prise en compte des risques. Nous proposons une synthèse des résultats de ces projets et une discussion sur des points clés, l'évaluation des risques, réglementation, responsabilité collective, afin d'éclairer les politiques publiques et d'encourager des pratiques agricoles durables. Les perspectives incluent l'évaluation des interactions chimiques avec le changement climatique. Une approche interdisciplinaire et une collaboration entre chercheurs, professionnels de santé, agriculteurs, agro-industrie et autorités publiques sont essentielles pour réduire les risques liés aux usages des pesticides.

Mots-clés : exposition, historique, dysfonctionnement, perturbation endocrinienne, cancer, 'une seule santé', recherche, impact

Abstract: Federate cross-disciplinary work on the effects of pesticides on all aspects of health (human, animal, environmental)

As part of the "Ecophyto II+ plan", now known as the "Ecophyto 2030 strategy", research projects have been funded to increase knowledge of exposure to plant protection products (PPPs) and their impact on health and the environment. These studies have led to the development of methodologies for monitoring pesticides and taking better account of risks. We offer a synthesis of the results of these projects and a discussion of key issues - risk assessment, regulation, collective responsibility - to inform public policy and encourage sustainable agricultural practices. Perspectives include the assessment of chemical interactions with climate change. An interdisciplinary approach and collaboration between researchers, health professionals, farmers, agro-industry and public authorities are essential to reduce the risks associated with pesticide use.

Keywords: exposure, history, dysfunction, endocrine disruption, cancer, 'one health', research, impact

1. Introduction

La stratégie Ecophyto 2030¹ récemment publiée prend la suite du plan Ecophyto II+², et réaffirme son ambition de préserver la santé publique et celle de l'environnement dans une logique « Une seule santé ». Ainsi, la France poursuit son objectif de réduction de l'utilisation et des risques globaux des produits phytosanitaires. Le recours aux produits phytopharmaceutiques (PPP) en agriculture est toujours au cœur des débats concernant les risques qu'ils induisent pour la santé humaine et le fonctionnement des écosystèmes. Malgré leur efficacité indéniable pour la protection des cultures, leur utilisation soulève des préoccupations croissantes quant à (i) l'exposition et aux impacts à long terme sur la santé publique et l'environnement (ii) la prise en charge des coûts de santé mais aussi des coûts

¹ <https://agriculture.gouv.fr/strategie-ecophyto-2030>

² <https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecophyto-quest-ce-que-cest>



astronomiques de dépollution (contamination de l'eau potable) (iii) le caractère difficilement réversible (chlordécone).

En 2005, une expertise scientifique collective s'est attachée à documenter les contaminations par les PPP des différents compartiments de l'environnement, les impacts sur les organismes non-cibles et les écosystèmes³. Une deuxième expertise scientifique collective a été menée en 2013 (avec une actualisation des données en 2021⁴) pour relater les effets des pesticides sur la santé humaine⁵. À l'issue de cette compilation de plusieurs milliers de références scientifiques, les experts ont mis en évidence un certain nombre de « trous de connaissances » et ont fourni des préconisations sur de futures recherches à mener, indispensables pour accompagner la réduction de l'utilisation des PPP. Parmi ces préconisations nous pouvons souligner celles de favoriser une recherche interdisciplinaire intégrant plusieurs approches dans le but de mieux caractériser le lien entre exposition et pathologie et de mieux déterminer quand des observations faites chez l'animal sont transposables à l'homme.

En 2019, la publication d'un ouvrage collectif a fourni un panorama synthétique des principales sources de contamination environnementale, dont les PPP, ayant un effet sur la santé humaine⁶.

Toutefois, encore trop peu de travaux relatent des impacts des PPP qui relient les atteintes aux écosystèmes à celles, directes ou indirectes, sur la santé humaine. Les médecins souffrent souvent de l'incapacité à disposer de reconstitutions précises des expositions là où les écotoxicologues peinent encore à savoir qualifier et quantifier comment les PPP altèrent les fonctionnalités des écosystèmes. De surcroît les atteintes à la santé animale liées aux PPP restent finalement peu souvent évoquées et mobilisées.

Fort de ces constats, l'axe recherche & innovation Ecophyto a lancé, en 2019, un appel à projet « Produits phytopharmaceutiques : de l'exposition aux impacts sur la santé humaine et les écosystèmes⁷ ». L'objectif était de mieux comprendre les relations entre l'exposition aux PPP dans l'environnement et les effets, notamment chroniques, sur les organismes et les écosystèmes, et ce, dès les faibles doses, comme par exemple des équivalents de 'perturbation endocrinienne' à l'échelle des écosystèmes, pouvant mettre en péril une fonctionnalité et entraîner des dérèglements importants avec des effets retard. L'enjeu est également que les connaissances produites puissent orienter les choix publics dans un contexte où la crise sanitaire de la COVID-19 a rappelé vigoureusement que la santé des Hommes, la santé des animaux domestiques et sauvages, la santé des plantes et de l'environnement sont intimement liées. Cette approche globale que l'on appelle « Une seule santé » ou « One Health » est de plus en plus intégrée dans la stratégie des politiques publiques, mais sans doute plus dans une acception 'zoonose' face aux maladies vectorielles qu'en lien avec les maladies chroniques générées par l'exposition aux substances chimiques, dont le choix d'une agriculture utilisatrice de PPP.

Les efforts de recherche ont été de nouveau soutenus par l'axe recherche et innovation Ecophyto, avec i) en 2021, le lancement de l'appel à projet « Produits phytopharmaceutiques : de l'exposition aux

³ <https://www.inrae.fr/actualites/pesticides-agriculture-environnement-reduire-lutilisation-pesticides-limiter-impacts-environnementaux>

⁴ <https://ecophytopic.fr/pic/exposition-et-impacts/expertise-collective-pesticides-effets-sur-la-sante>

⁵ https://inserm.hal.science/inserm-02102981/file/Inserm_EC_2013_PesticidesEffetsSante_Synthese.pdf

⁶ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lenvironnement-en-france-edition-2019-focus-environnement-et-sante>

⁷ <https://ecophytopic.fr/recherche-innovation/exposition-et-impacts/appel-projets-ecophyto-sante-humaine-et-ecosystemes-2019>



impacts sur la santé humaine et les écosystèmes vers une approche intégrée “une seule santé⁸” », ii) en 2022, une expertise scientifique collective sur l’impacts des PPP sur la biodiversité et les services écosystémiques⁹ et iii) en 2024 le lancement de l’appel à projet « Quantifier les bénéfices/risques de changements de pratiques agricoles, en termes d’indicateurs précoces d’impacts à la fois sur la santé humaine et les écosystèmes dans une approche interdisciplinaire conduite à l’échelle d’un territoire »¹⁰.

Cet article présente un état des lieux des projets financés dans le cadre de l’appel à projets « Produits phytopharmaceutiques : de l’exposition aux impacts sur la santé humaine et les écosystèmes »¹¹ mentionné supra, expose une analyse critique des résultats obtenus et propose de mettre en perspectives quelques axes de recherche.

2. Impacts sur la santé et l’environnement

Les produits phytopharmaceutiques sont utilisés dans le monde entier pour protéger les cultures en assurant la gestion des ravageurs et des maladies. Cependant, leur utilisation accrue a conduit à des préoccupations concernant l’exposition concomitante des travailleurs agricoles, des riverains, des consommateurs, des animaux et des écosystèmes environnants. Leur présence dans tous les milieux (sol, eau, air) comme dans le vivant est aujourd’hui avérée.

2.1. Impact sur la Santé Humaine

Les années 50 marquent l’arrivée des premières études qui établissent un lien entre l’utilisation de pesticides et les problèmes de santé humaine notamment chez les travailleurs agricoles (Kingsley, 1956). Depuis, les préoccupations n’ont cessé de croître, ainsi que les travaux de recherche plus approfondis qui ont ouvert la voie, en particulier pour améliorer les connaissances sur les effets à courts et longs termes et l’impact sur des populations spécifiques que l’on pourrait qualifier de « vulnérables » (enfants, femmes enceintes, travailleurs agricoles, riverains). Ainsi, nous pouvons citer l’exemple de revues de littérature (Mackensie Roos *et al.*, 2012 ; Munoz-Queza *et al.*, 2013) qui synthétisent les preuves rapportées sur l’exposition aux pesticides organophosphorés, tel que l’insecticide chlorpyrifos, et les effets sur le développement neurologique des enfants et des travailleurs agricoles. Les auteurs relatent des effets négatifs de ces pesticides entraînant des troubles liés à la mémoire (enfants de 7 ans), à l’attention (chez les tous petits) ainsi que des déficits moteurs (chez les nouveau-nés). Chez les professionnels les études ont mis en évidence une association significative entre une exposition de faible intensité à ce type de pesticides et une altération des fonctions cognitives telles que la vitesse psychomotrice, la fonction exécutive, la capacité visuospatiale, la mémoire de travail et la mémoire visuelle. D’autres maladies mettent en cause également les pesticides. C’est le cas de certains cancers (sang, sein, prostate). Par exemple, des méta-analyses d’études épidémiologiques ont établi un lien convaincant entre l’exposition au glyphosate et aux pesticides organochlorés sur le risque de développement de lymphomes non hodgkinien (Luo *et al.*, 2026 ; Zhang *et al.*, 2019). Plus récemment c’est une méta-analyse d’une revue de littérature sur l’exposition des femmes aux pesticides et le risque de cancer du sein qui a été réalisée. Plus les niveaux d’exposition sont élevés plus le risque de cancer du sein est important, les pesticides agissant comme perturbateurs endocriniens (Panis et Lemos, 2024).

⁸ <https://ecophytopic.fr/recherche-innovation/pour-aller-plus-loin/appel-projets-ecophyto-ri-une-seule-sante-2021>

⁹ <https://ecophytopic.fr/recherche-innovation/exposition-et-impacts/esco-impacts-des-produits-phytopharmaceutiques-sur-la>

¹⁰ <https://ecophytopic.fr/recherche-innovation/exposition-et-impacts/appel-projets-ecophyto-sante-et-ecosystemes-2>

¹¹ Lequin S., Bottou C. 2025. (coord.) livret de présentation des projets <https://ecophytopic.fr/sites/default/files/2025-03/20250206-%20livret%20CIAG%20V1.pdf>



Toutefois, des connaissances seront encore utiles pour approfondir les voies et les doses d'exposition, l'effet d'exposition à long terme sur l'aggravation des maladies chroniques ainsi que les effets de mélanges de molécules résultant d'une accumulation de faibles doses. Ces travaux doivent permettre de cadrer la mise en place d'actions de réduction de l'exposition efficaces, tant pour les professionnels que les populations et les écosystèmes hébergeant ou riverains des cultures.

2.2. Impact sur les Écosystèmes

C'est également vers les années 50 que les premières préoccupations concernant l'impact des pesticides sur les écosystèmes ont commencé à émerger avec l'utilisation accrue d'insecticide comme le Dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT). En 1962 Rachel Carson publie son ouvrage influent « Silent Spring »¹², qui met en lumière les effets néfastes des pesticides sur l'environnement, en particulier sur les oiseaux et les écosystèmes aquatiques. Ce livre est souvent crédité d'avoir lancé le mouvement environnemental moderne et d'avoir suscité une prise de conscience générale des dangers des pesticides. Des travaux de recherche commencent alors à évaluer l'impact des pesticides sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes. Notons, néanmoins, que les recherches se sont intensifiées ces quinze dernières années en étudiant l'impact sur les organismes non cibles tels que les pollinisateurs, les oiseaux, les organismes aquatiques, les sols... Par exemple, en 2017, Wood et Goulson résument les recherches menées sur l'impact des néonicotinoïdes sur les organismes non cibles depuis 2013. Ces recherches ont démontré la migration et la persistance des néonicotinoïdes dans les sols agricoles, les cours d'eau et les éléments constitutifs de la végétation non cultivée. Les niveaux de concentrations retrouvés, susceptibles d'avoir un effet négatif significatif sur les organismes non ciblés, étaient supérieurs aux seuils dans de nombreux habitats agricoles non cultivés. Les preuves les plus solides se trouvent dans les masses d'eau entourant les zones agricoles. Les travaux de Bariod *et al.* (2024) montrent que des composés de pesticides (même interdits) sont retrouvés dans le sang de perdrix sauvage. Bien que les doses retrouvées ne semblent pas affecter leur survie immédiate, une exposition chronique à de faibles quantités est susceptible de provoquer des effets sublétaux, c'est-à-dire des effets à long terme, sur les voies physiologiques. Plus récemment a été publiée une synthèse des impacts des pesticides (insecticides, herbicides et fongicides) sur de multiples organismes non ciblés à tous les niveaux trophiques (Wan *et al.*, 2025). Les résultats de cette synthèse remettent en question la durabilité de l'utilisation actuelle des pesticides et confirment la nécessité d'améliorer les évaluations des risques afin d'assurer une réelle protection de la biodiversité et des écosystèmes, même très éloignés des zones agricoles comme les pôles ou le fond des océans.

2.3. Implications sur notre rapport à l'usages des PPP

Que cela concerne la santé humaine ou les écosystèmes, les connaissances produites et celles qui restent à venir doivent permettre d'orienter les efforts sur la prévention plutôt que sur la réparation des préjudices. C'est en vue de cet objectif qu'il est utile et incontournable de fédérer des disciplines très différentes, pour déterminer d'une part les processus physico-chimiques qui conduisent, de l'utilisation de ces substances à l'exposition de populations et d'écosystèmes non cibles (ou Adverse Exposure Pathway) lien entre une exposition, un événement déclencheur au niveau moléculaire et un effet néfaste sur l'organisme (ce que l'on appelle et « Adverse Outcome Pathway » (AOP) (ou « chemins de l'effet adverse »¹³). Il est important que ces résultats puissent également guider la manière d'améliorer les procédures d'évaluation des risques des pesticides et la traduction logique du retrait de nombreuses substances actives s'avérant finalement problématiques. En effet, les agences qui homologuent ou retirent les pesticides se basent en partie sur des modélisations complexes et des connaissances scientifiques et des méthodologies souvent datées. Or, un rapport de l'agence nationale de sécurité

¹² https://fr.wikipedia.org/wiki/Printemps_silencieux

¹³ <https://europepmc.org/article/med/29236470>



sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)¹⁴ expose un certain nombre de recommandations dont celles de veiller à prendre en compte les connaissances scientifiques nouvelles, de favoriser la diversité scientifique dans les collectifs d'experts, de considérer avec attention les alertes scientifiques... De plus, les connaissances actuelles soulignent la complexité croissante des interactions entre les pesticides et leurs impacts sur la santé humaine et l'environnement (Figure 1).

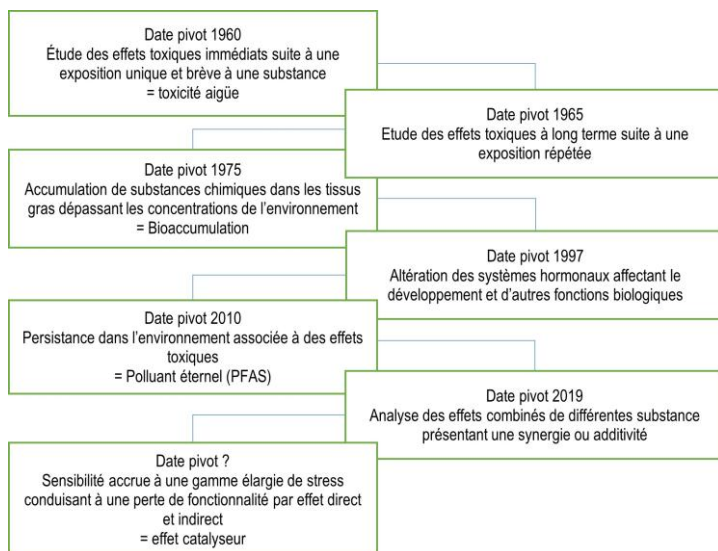


Figure 1 : Évolution des connaissances sur la complexité croissante des interactions entre les pesticides et leurs impacts sur la santé humaine et l'environnement avec pour conséquence un durcissement de la réglementation. De plus, avec 234 substances actives en 2023 et au rythme actuel de non renouvellement, il en resterait 115 à l'horizon 2033 (Marchand, 2023). Ainsi, il faut envisager dès à présent de se passer des pesticides le plus souvent possible. Les agricultures actuelles se préparent pourtant mal à cela. Les dates pivots ont été déterminées à partir d'une

analyse de la littérature sur Web of Science.

Ainsi, ce qui pouvait être considéré comme acceptable à un moment donné, compte tenu des connaissances disponibles, s'avère finalement néfaste aujourd'hui d'où la nécessité d'une réévaluation des méthodes d'évaluation des risques et d'une évolution de la réglementation. Les futurs travaux devront aussi s'intéresser davantage aux effets catalyseurs engendrés par l'exposition aux PPP, c'est-à-dire comment le caractère fragilisant de l'exposition aux pesticides se traduit par une mortalité accrue induite par une autre cause. A titre d'illustration, c'est ce qu'ont pu démontrer Sánchez-Bayo *et al.* en 2016 chez les abeilles dont la suppression immunitaire des défenses naturelles par les insecticides (néonicotinoïdes et fipronil) a ouvert la voie aux infections parasitaires et aux maladies virales, avec une propagation plus élevée parmi les individus et les colonies d'abeilles que dans des conditions d'absence d'exposition à ces insecticides. Ainsi l'exposition aux pesticides est susceptible de renforcer les implications d'autres facteurs de stress dont nombreux sont environnementaux : poussières, allergies, toxines.

2.4. Vers une approche « Une seule santé »

Il faut principalement attendre les années 2000 pour voir se multiplier les recherches reliant la santé humaine à la qualité et au fonctionnement des écosystèmes, notamment avec l'émergence du concept « Une seule santé ». Le concept initial reste largement centré sur le constat que certaines maladies humaines trouvent leur origine dans l'existence de foyers infectieux portés par des animaux, parfois asymptomatiques. La présence de l'homme, dont la population s'étend à tous les environnements, augmente la chance de contact, multipliant les risques de transfert. Ainsi le répertoire des agents infectieux (potentiellement) humains se retrouve à englober tout le monde animal. Dans un certain nombre de cas, on souhaitera gérer le risque en jouant sur le compartiment réservoir animal. Rappelons-nous les pancartes 'étable indemne de brucellose' ou la gestion de la tuberculose bovine en limitant les possibilités d'échange entre les bovins et les blaireaux, porteurs sains.

¹⁴ <https://hal.inrae.fr/hal-04178142>



Ce concept s'est élargi au-delà de l'infectiologie humaine et animale, avec la reconnaissance de l'impact potentiel de notre environnement sur l'émergence ou l'aggravation des maladies chroniques (cancer, diabète...), ainsi que la prise en compte des interactions directes et indirectes entre modifications des écosystèmes, santé des plantes, pathologies animales, santé humaine (Destoumieux-Garzón *et al.*, 2018).

Les synergies entre les causes font que l'on est conduit à relier la santé de tout organisme à celle de son environnement. En ce sens, l'eau (qualité et quantité) est un point d'entrée universel de cette approche « une seule santé ».

Les travaux de recherche menés dans le cadre de l'appel à projets « Produits phytopharmaceutiques : de l'exposition aux impacts sur la santé humaine et les écosystèmes » apportent de nouvelles connaissances à la fois sur les méthodes de détections des molécules de PPP chez l'Homme et dans l'environnement mais aussi des données d'expositions et de leurs impacts. Les tableaux 1 et 2 ci-dessous présentent la synthèse de ces travaux.

Tableau 1 : Description synthétique des projets de recherche de l'appel à projets « Produits phytopharmaceutiques : de l'exposition aux impacts sur la santé humaine et les écosystèmes » : types de populations/organismes et type d'exposition étudiés, méthodologies utilisées.

Projets de recherche	Populations/organismes étudiés	Méthodologie	Type d'exposition
ETAP- Exposition des travailleurs agricoles aux PPP en vergers de pommiers : de la contamination à l'impact endocrinien	Travailleurs agricoles (TA)	Mesures de taux de résidus de PPP sur pommiers et vêtements des TA Prélèvements biologiques chez les TA Modélisation du transfert sur peau	Continuum en suivant la chaîne de contamination (exposition* externe et contamination interne) Exposition à de faibles doses mais avec des mélanges et sur une longue période
PEPS Exposition professionnelle aux Pesticides en milieu professionnel agricole et cancers de la Prostate et du Sein	Agriculteurs français	Croisement des données de la cohorte AGRICAN et des matrices PESTIMAT	Exposition 'vie entière' Co-exposition à plusieurs substances
GEO-K-PHYTO* Dispositif de surveillance épidémiologique des cancers en lien avec les expositions environnementales aux PPP agricoles en France	Riverains de zones agricoles	Collecte et analyses de données d'exposition et de données cliniques	Exposition indirecte
SCREENPEST* Développement et mise en œuvre d'une nouvelle approche de criblage à large échelle pour une caractérisation étendue de l'exposition de l'Homme aux pesticides	Travailleurs agricoles et population générale française	Criblage à grande échelle et méthodes de caractérisation Constitution d'une base de données incluant les identifiants de plusieurs milliers de PPP et leurs métabolites	Exposition interne via l'agriculture (TA) ou via l'alimentation et l'environnement



NEUROPHYTO Evaluation des effets sur le neurodéveloppement de l'exposition prénatale et postnatale aux PPP	Enfants (exposition prénatale et postnatale)	Études de cohortes : analyses de biomarqueurs dans cheveux et urine Développement de modèles (pharmacocinétique basée sur la physiologie et des modèles de type chemins d'effets néfastes)	Exposition interne via l'alimentation et l'environnement à différents moments de la vie (exposition sub-chronique)
PESTIFERTI* Exposition environnementale aux PPP à effet perturbateur endocrinien : un lien avec l'infertilité féminine ?	Femmes en âge de procréer	Extractions de données cliniques et biologiques Développement de différents dosages de PPP et métabolites dans les sols et les liquides biologiques humains	Exposition interne via l'alimentation et l'environnement (eau, sol, air) au niveau du lieu d'habitation
PESTILYMPH Lymphomes Non Hodgkiniens et Pesticides	Agriculteurs.rices français	Études épidémiologiques et analyses statistiques	Exposition directe sur culture et élevage
EXPLORA EXpositions aux Pesticides au stade Larvaire et conséquences sur les traits d'histoire de vie des Ouvrières et des Reines chez Apis mellifera	Abeilles à miel Apis mellifera (ouvrières et reines)	Combinaisons de mesures de mortalité, de traits d'histoire de vie, de physiologie, de comportement, d'analyse moléculaire et chimique et de fitness	Expositions à des faibles doses au stade larvaire ou adulte
PESPOT* Occurrence de pesticides ultra polaires et de leurs produits de transformation dans des eaux potables	Eau potable	Echantillonnage passif et analyses non ciblées par spectrométrie de masse	Non concerné
TAPIOCA* Caractériser l'exposition chronique aux produits de transformation des PPP et leurs effets écotoxiques dans les milieux aquatiques	Milieux aquatiques	Développer des méthodes analytiques non ciblées Couplages d'approches analytiques, écotoxicologiques et de modélisation	Exposition de l'environnement aux molécules mères et leurs produits de dégradation
TEPOT* évaluation des effets Toxicologiques et Ecotoxicologiques des PPP utilisés sur la culture de la POMme de Terre	Pomme de terre et sol	Études de toxicologie et ecotoxicologie, analyses des sols, quantification des résidus de PPP	Exposition multirésiduelle

Les projets marqués d'une * font l'objet d'un article dans ce numéro. Des synthèses graphiques¹⁵ de ces projets ont également été réalisées en direct lors du colloque par Louise Plantin.

Tableau 2 : Principaux impacts-effets-risques attendus, principaux résultats obtenus et utilité/sortie potentielle de ces projets de recherche

Projets de recherche	Impact/effet/risque	Principaux résultats	Utilité/sortie potentielle
----------------------	---------------------	----------------------	----------------------------

¹⁵ Plantin L. 2025. Synthèses graphiques des projets <https://ecophytopic.fr/recherche-innovation/exposition-et-impacts/replay-produits-phytopharmaceutiques-sante-humaine-et>



ETAP Exposition des travailleurs agricoles aux PPP en vergers de pommiers : de la contamination à l'impact endocrinien	Perturbation endocrinienne	Pas d'effet androgénique des 6 pesticides testés Pas d'effet anti-androgénique du Flonicamide Validation d'une approche d'analyse de recherche de suspects par spectrométrie de masse haute résolution et chromatographie liquide à l'analyse des urines des travailleurs	Recommandations pour la sécurité au travail Sensibilisation des acteurs de terrain # Intérêt pour un parent pauvre de l'analyse de risque : la contamination à la rentrée au champ, plus ou moins longtemps après l'application
PEPS Exposition professionnelle aux Pesticides en milieu professionnel agricole et cancers de la Prostate et du Sein	Cancer du sein Cancer de la prostate	Elaboration de 5 tables de la matrice PESTIMAT pour près de 90 molécules pesticides différentes => calcul de plusieurs indicateurs dont des scores d'expositions cumulées directs et indirects sur la vie professionnelle des membres de la cohorte AGRICAN => analyses pour étudier les associations entre ces scores et le développement de cancers de la prostate et du sein	Prévention et protection des travailleurs agricoles Résultats à intégrer par le Centre International de Recherche sur le Cancer # Enrichissement de la connaissance des expositions # Ouvre la voie à une analyse avec prise en compte des expositions multiples
GEO-K-PHYTO* Dispositif de surveillance épidémiologique des cancers en lien avec les expositions environnementales aux PPP agricoles en France	Augmentation du risque de développer un Syndrome myélodysplasique (cancer hématopoïétique)	Dispositif de surveillance épidémiologique des cancers en lien avec les expositions environnementales aux PPP Processus de production pérenne de données d'expositions aux surfaces culturales optimisé par des algorithmes d'Intelligence Artificielle	Eclairer les politiques publiques : recommandations pour organiser les territoires et établir des zones de non-traitement Élargir cette étude à l'ensemble des cancers surveillés par le réseau Francim Apporter des informations essentielles pour, réévaluer les autorisations de mise sur le marché des PPP # Engage le processus / Ouvre la porte à une reconnaissance du caractère victime des pesticides pour des non-professionnels du monde agricole
SCREENPEST* Développement et mise en œuvre d'une nouvelle approche de criblage à large échelle	Éventuelles relations entre exposition aux pesticides et paramètres de santé	Acquisition de données spectrométriques complémentaires pour couvrir la plus large gamme possible de	Eclairer les politiques publiques : fournir un soutien plus précis à l'évaluation de l'exposition et au positionnement d'alerte



pour une caractérisation étendue de l'exposition de l'Homme aux pesticides		marqueurs d'exposition	précoce Les bases méthodologiques pourront être adaptées pour être étendues à d'autres matrices biologiques (e.g. matrices sanguines, cheveux, etc...) # Vers une approche de recherche étendue de routine et sans a priori ?
NEUROPHYTO Evaluation des effets sur le neurodéveloppement de l'exposition prénatale et postnatale aux PPP	Potentiels risques sur le développement neuropsychologique (diminution du quotient intellectuel) et moteur	Nouvelles propositions de valeurs toxicologiques de référence spécifiques aux enfants pour des expositions sub-chroniques Des premières données d'imprégnation des enfants français de 3,5 ans aux pesticides Développement d'un nouveau modèle de chemins d'effets néfastes (Adverse Outcome Pathway, AOP)	Eclairer les politiques publiques : Sensibilisation sur les risques pour les femmes enceintes et les jeunes enfants # Vient renforcer la possible reconnaissance du caractère victime des pesticides en exposition in utero
PESTIFERTI* Exposition environnementale aux PPP à effet perturbateur endocrinien : un lien avec l'infertilité féminine ?	Perturbation endocrinienne => Effets sur les cellules ovariennes => syndrome des ovaires polykystiques => Infertilité => Effets néfastes sur la production <i>in vitro</i> des hormones sexuelles	Potentielle association d'une pathologie ovarienne avec la présence des différents PPP étudiés dans les eaux de surface dans les communes où résident les patientes	Recommandations pour la réglementation : revoir la dose toxique de certains triazoles Méthode de dosage de PPP et méthode d'analyse des sols valorisables pour d'autres études # Extension possible (à terme) des maladies reconnues comme professionnelles
PESTILYMPH Lymphomes Hodgkiniens Pesticides	Non et Cancers hématologiques et lymphomes	Elévation de risque de myélome multiple Identification des mécanismes d'actions	Résultats à intégrer par les agences nationales d'évaluation des risques (ANSES, EFSA) et par le Centre International de Recherche sur le Cancer # Extension possible (à terme) des maladies reconnues comme professionnelles
EXPLORA EXpositions aux Pesticides au stade Larvaire et conséquences sur les traits d'histoire de vie des Ouvrières et des Reines chez Apis mellifera	Effets sublétaux sur le développement, l'immunité, la communication, la cognition, le butinage	Une courte exposition au boscalid a un impact négatif sur les performances de la reine et de sa colonie à long terme Les reines exposées au Pictor avaient plus de risques de mourir que les reines contrôles	Contribuer à améliorer la stratégie pour la protection des abeilles # Démonstration qu'un fongicide peut avoir des impacts avérés sur d'autres règnes que les champignons avec des implications sur des demandes de complément d'information au moment de



			la réhomologation des substances actives
PESPOT* Occurrence de pesticides ultra polaires et de leurs produits de transformation dans des eaux potables	Contamination de l'eau potable => risque pour la santé humaine	Nouveaux outils pour échantillonner les molécules ultra-polaires Elargissement de la gamme de pesticides analysables	Mieux comprendre l'efficacité respective des différents moyens de traitement de l'eau et compléter l'évaluation des expositions potentielles des consommateurs Documenter l'exposition des populations aux molécules ultra-polaires # Faire progresser les connaissances de la voie d'exposition via l'eau, une matière commune à tous les organismes vivants
TAPIOCA* Caractériser l'exposition chronique aux produits de transformation des PPP et leurs effets écotoxiques dans les milieux aquatiques	Reprotoxicité et génotoxicité pour des organismes non cibles	Les PPP et leurs nombreux produits de transformation peuvent être toxiques pour des organismes aquatiques non cibles. La dégradation des PPP atténue généralement leur toxicité dans les milieux aquatiques, mais de nouvelles toxicités peuvent apparaître	Guider l'évolution des politiques publiques : Stratégies de gestion des eaux et des produits chimiques Requestionner les démarches actuelles d'évaluation du risque Adapter les procédures d'autorisations et de retraits # Très en phase avec l'esco INRAE IFREMER qui vient souligner la contamination y compris du milieu marin
TEPOT* évaluation des effets Toxicologiques et Ecotoxicologiques des PPP utilisés sur la culture de la POMme de Terre	Effet sur l'expression de gènes et le microbiote intestinal	Evaluation du danger plus que du risque résultant des contaminations des récoltes et des sols après une saison culturale Faibles concentrations mais multiplicité des résidus de PPP Sols avec un statut biologique limité Biosurveillance par les lichens	Améliorer la surveillance et l'évaluation des effets des contaminations multirésiduelles, à faibles doses Transposition de l'approche à d'autres filières agricoles comme les céréales, en arboriculture ou en viticulture # Contamination des jardins potagers à proximité des zones agricoles ?

Points clés abordés par plusieurs projets à retenir :

Les nouvelles méthodologies et outils développés dans ces travaux ont permis de faire progresser la science dans la détection, l'analyse, la surveillance et l'évaluation des PPP et de leurs impacts sur la santé humaine et des écosystèmes.

Ces recherches permettent d'éclairer les politiques publiques, les instances réglementaires en montrant qu'il faudrait agir à plusieurs niveaux :

- faire évoluer la réglementation en adaptant les procédures d'autorisations de mise sur le marché et de retraits ainsi que la réévaluation des autorisations. Ces résultats de recherche doivent davantage être pris en considération dans les évaluations des risques et donc venir questionner les méthodes d'évaluations actuelles et les valeurs des seuils de toxicité ;



- renforcer la surveillance des maladies de type cancer et la biosurveillance ;
- sensibiliser les travailleurs agricoles aux risques encourus suite à un épandage des pesticides (l'équipement individuel de protection ne protège pas de tout). Sensibiliser les riverains et la population en général et faciliter les démarches d'une reconnaissance du caractère victime des pesticides étendues à des non-professionnels du monde agricole ;
- actualiser le registre des maladies reconnues comme professionnelles ;
- mettre en place une stratégie de gestion de l'eau, cette dernière étant un point d'entrée universel ;
- adapter les pratiques agricoles et établir des zones de non-traitements.

3. Discussion

Les résultats de ces travaux renforcent l'évidence des liens entre exposition aux pesticides et impacts négatifs sur la santé humaine et les écosystèmes. Il est désormais établi que la toxicité aiguë ne reflète qu'une part d'un tableau plus complexe, où les effets chroniques et à faibles doses, longtemps sous-estimés, peuvent entraîner des conséquences graves (cancers, troubles du neurodéveloppement, pathologies ovariennes, mortalité des abeilles, toxicité aquatique...). Pourtant, les méthodes actuelles d'évaluation des risques reposent encore largement sur des tests à court terme, négligeant les effets à long terme, les phases vulnérables du cycle de vie (croissance, reproduction, sénescence) et les effets combinés de plusieurs substances.

Les connaissances sur les interactions physico-chimiques et biochimiques entre substances restent limitées, comme le souligne l'expertise collective INRAE et IFREMER (2022). Les méthodes traditionnelles ne prennent pas en compte les effets « cocktail » : les réglementations, fondées sur des évaluations de substances isolées, sous-estiment les risques de l'usage combiné des pesticides ou de leur présence avec d'autres polluants. En outre, les évaluations en conditions « standardisées » ignorent la variabilité réelle des milieux (ressources alimentaires, pression pathogène...), facteurs influençant fortement la vulnérabilité des individus.

Ces constats interrogent la pertinence des évaluations *a priori* (cf. §2.3) et l'efficacité des réglementations actuelles. En santé humaine, on sait que la biodisponibilité d'un médicament peut être modifiée par les aliments – par exemple, le jus de pamplemousse doit être évité avec certains traitements anticancéreux (Libiad *et al.*, 2022). De même, des périodes comme la grossesse et le développement fœtal sont particulièrement sensibles à l'exposition aux pesticides (Halbouty *et al.*, 2025). D'où la nécessité d'une évaluation *a posteriori* renforcée, permettant une révision continue des autorisations et usages afin de limiter les expositions. L'évaluation des risques liés à l'exposition atmosphérique reste encore marginale, alors que la présence de pesticides dans l'air – même urbain – est avérée, et qu'il s'agit d'un vecteur majeur d'exposition aux substances toxiques.

Il faut également évoquer les coûts cachés des pesticides, souvent absents des analyses coût-bénéfice. Dès 1992, Pimentel estimait ces coûts à 8 milliards de dollars par an, chiffre probablement sous-évalué car les données sont rares et il est difficile de donner une valeur monétaire acceptable d'une vie humaine perdue ou raccourcie ou encore d'une maladie chronique due aux pesticides. Il est tout aussi difficile d'attribuer une valeur monétaire à la biodiversité, qu'elle soit remarquable ou ordinaire, espèces sauvages vertébrés et invertébrés, aux microbes qui assurent la santé des sols, où à la nourriture. De même, la non-prise en compte des empoisonnements d'animaux domestiques, des pertes non enregistrées de poissons et d'animaux sauvages, de cultures, d'arbres et d'autres plantes, des pertes résultant de la destruction des invertébrés, d'atteinte aux fonctionnalités assurées par la microflore et la microfaune du sol, ainsi que de la dépollution, ont pu contribuer à la sous-estimation. Une revue de littérature plus récente (Bourquet et Guillemaud, 2016) suggère en effet que ces coûts étaient sous-estimés, puisqu'une évaluation plus complète actualisée en 2013, estime une atteinte probable de la valeur de 39,5 milliards de dollars US par an en attribuant des coûts monétaires réels



des empoisonnements humains par les pesticides, la pollution de l'eau et du sol, et les effets sur la santé humaine tels que le cancer et la stérilité. En France, une autre étude de 2021¹⁶ estime les coûts sociétaux des pesticides à 372 millions d'euros (France) et 2,3 milliards (UE) en 2017, incluant régulation, soutien public, traitement de l'eau, impacts sur la santé et la biodiversité.

Tous ces éléments soulèvent des questions de responsabilité collective et de prévention pour accompagner la réduction de l'usage et de l'exposition aux pesticides pour favoriser une meilleure santé et préserver la biodiversité (Pesce et al., 2025). Cela implique une nouvelle approche qui concilie l'accompagnement des agriculteurs, leur permettant de s'orienter vers des pratiques agricoles alternatives, et l'implication de l'ensemble de la chaîne de valeur, depuis la production jusqu'à la consommation. Il s'agit également d'opter pour un rééquilibrage des prix alimentaires, en prenant en compte les externalités associées à l'agriculture biologique par rapport à l'agriculture conventionnelle.

4. Conclusion et perspectives

La problématique des pesticides exige une approche intégrée et systémique, tenant compte de la diversité des impacts sur la santé humaine, l'environnement et les écosystèmes. La palette des maladies suivies en épidémiologie a vocation à s'élargir. On doit renforcer les cohortes sur le long terme, mieux évaluer les expositions, notamment dans des populations spécifiques (par exemple les enfants in utero) ou lors des périodes d'entrée au champ des travailleurs. Les technologies analytiques permettent aujourd'hui une détection fine des contaminants. Ainsi la question de « jusqu'où aller dans la mesure chimique » a été posée au cours du colloque. La mesure chimique est une donnée incontournable pour les approches épidémiologiques et éco-épidémiologiques, mais également pour la compréhension des voies d'exposition. Néanmoins ces mesures doivent s'accompagner d'efforts de modélisation pour comprendre les processus d'exposition et agir en prévention, car nous gagnerions à prévenir plutôt que guérir.

La question de la responsabilité collective se pose, avec la nécessité de reconnaître et d'intégrer les coûts sanitaires et environnementaux des pesticides. L'eau, vecteur clé de contamination, pourrait servir de levier pour adopter une approche « Une seule santé », surtout dans un contexte de changement climatique.

Les effets combinés des substances chimiques et l'articulation concomitante des expositions à ces produits ainsi qu'à d'autres sources de risques doivent être mieux étudiés, de même que les effets à long terme sur la santé humaine et la biodiversité, en s'appuyant sur des sites d'observation pérennes et un suivi rigoureux des traitements appliqués, idéalement cela pourrait démarrer sur une région pilote.

Les liens entre santé humaine, animale et écosystèmes restent encore à renforcer. En effet, les projets de l'appel présentés ici se concentrent encore largement sur la santé humaine, sans établir de liens évidents avec les écosystèmes, se limitant à une juxtaposition d'approches plutôt qu'à une véritable intégration. De plus, la santé animale, malgré sa valeur de modèle, n'a été que faiblement mobilisée alors que le risque est double (maladies animales et passage des substances dans les aliments d'origine animale) et présente un enjeu autour des animaux sentinelles.

Ces constats ont conduit l'axe recherche et innovation d'Ecophyto a orienté davantage les appels, qui font suite à celui-ci, autour du concept « Une seule santé » (cf. § 1. Introduction) et a renforcé l'attendu en termes d'interdisciplinarité.

Malgré la reconnaissance de la nécessité d'une recherche interdisciplinaire, sa mise en œuvre reste difficile. D'autres réseaux, comme Holimitox, montrent l'intérêt de regrouper chercheurs en toxicologie, médecine, environnement et biologie.

¹⁶ BASIC, Analyse de la création de valeur et des coûts cachés des pesticides de synthèse, 2021 - [Pesticides-un-modele-qui-nous-est-cher_Rapport-complet.pdf](#)



Ainsi, il est attendu que les consortiums non seulement continuent, mais également intensifient leur collaboration sur des problématiques globales.

Enfin, la collaboration entre scientifiques, professionnels, régulateurs et décideurs est ressortie du colloque comme une approche indispensable pour développer des solutions durables, adaptées aux réalités locales, notamment face aux défis supplémentaires posés par le changement climatique.

Déclaration sur la disponibilité des données et des modèles

Les données qui étayent les résultats évoqués dans cet article sont accessibles sur demande auprès de l'auteur de correspondance de l'article.

Déclaration relative à l'Intelligence artificielle générative et aux technologies assistées par l'Intelligence artificielle dans le processus de rédaction

L'intelligence artificielle a été utilisée pour trier parmi les références bibliographiques recherchées celles qui illustraient le mieux les propos. Elle a été également utilisée pour reformuler certaines parties du texte afin de respecter le critère de concision attendu.

ORCID des auteurs

Jeanne GARRIC : <https://orcid.org/0000-0001-5637-072X>

Xavier REBOUD : <https://orcid.org/0000-0001-6430-153X>

Contributions des auteurs

Sonia LEQUIN : co-rédaction du manuscrit ; administration du projet

Jeanne GARRIC : relecture, co-rédaction du manuscrit

Xavier REBOUD : co-rédaction du manuscrit ; relecture et validation du manuscrit, supervision du projet

Déclaration d'intérêt

Les auteurs déclarent ne pas travailler, ne pas conseiller, ne pas posséder de parts, ne pas recevoir de fonds d'une organisation qui pourrait tirer profit de cet article, et ne déclarent aucune autre affiliation que celles citées en début d'article.

Remerciements

Ce travail a bénéficié des discussions conduites au sein du Comité Stratégique d'Orientation Recherche & innovation (CSO RI) d'Ecophyto II+

Déclaration de soutien financier

Les auteurs ont bénéficié d'une enveloppe de l'OFB destinée à l'animation de l'axe Ecophyto RI du plan Ecophyto II+. Les projets présentés dans ce numéro ont également bénéficié du soutien financier de l'OFB.

Références bibliographiques

Bariod L., Gafard A., Rodrigues A., Millet M., Bretagnolle V., Pays O., Monceau K., Moreau J., 2024. Comparison of pesticide contamination between captive-reared and wild grey partridges: insights into environmental exposure disparities. *Environmental Science and Pollution Research*, doi: 10.1007/s11356-024-34925-z.

Bourguet D., & Guillemaud T., 2016. The hidden and external costs of pesticide use. *Sustainable Agriculture Reviews*, 19, 35-120.

Destoumieux-Garzón D., Mavingui P., Boetsch G., Boissier J., Darriet F., Duboz P., Fritsch C., Giraudoux P., Le Roux F., Morand S., Paillard C., Pontier D., Sueur C., Voituren Y., 2018. The One Health Concept: 10 Years Old and a Long Road Ahead. *Frontiers in Veterinary Sciences*, 5(14), 1-14 Doi: 10.3389/fvets.2018.00014.

Halbouty Z., Tourneux P., Haraux E., Chardon K., 2025. Impact de l'exposition prénatale et postnatale aux pesticides sur les nouveau-nés et nourrissons. *Perfectionnement en Pédiatrie*, ISSN 2588-932X, <https://doi.org/10.1016/j.perped.2025.04.003>.