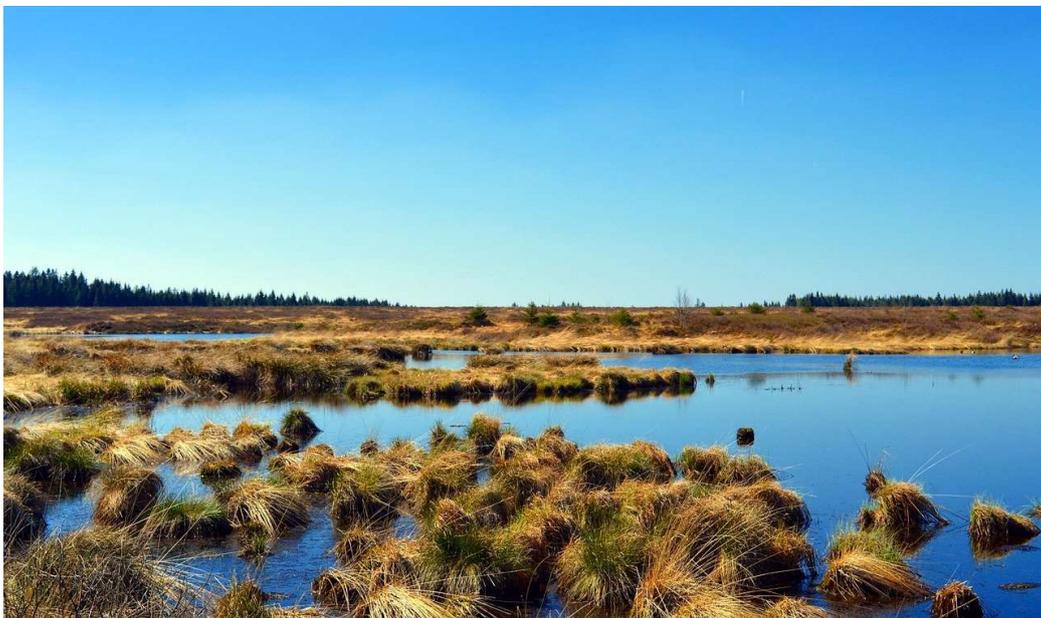


**20 mai 2021 :
Les pesticides et leur devenir
dans l'eau, l'air et le sol**



J1V1. Evaluation de la normalisation par la température et l'humidité des demi-vies de pesticides en milieu tropical

Campan Pauline, Samouelian Anatja, Voltz Marc

UMR LISAH, Univ Montpellier, INRAE, IRD, Institut Agro, 2 place Pierre Viala 34060 Montpellier, France

– pauline.campan@inrae.fr – marc.voltz@inrae.fr

Mots-clés : Demi-vie, dégradation, sol, Arrhenius, pesticide.

Les variations de température et d'humidité du sol ont un effet avéré sur la durée de demi-vie (DT50) de dégradation des pesticides (Klein, 1989 ; Laabs et al., 2002 ; Daam et al., 2019). C'est pourquoi la réglementation européenne (FOCUS, 2006) recommande une réalisation des incubations au laboratoire à $20 \pm 2^\circ\text{C}$ et à une humidité comprise entre 40 et 50 % de la capacité au champ (pF entre 2 et 2,5). Dans les cas où ces conditions n'ont pas été appliquées, à fin de comparaison, il est recommandé d'effectuer des corrections de température et d'humidité selon la loi d'Arrhenius et la relation de Walker (FOCUS, 2006 ; OCDE, 2002). Ces mêmes corrections sont également appliquées en modélisation pour représenter l'évolution de la DT50 d'un pesticide dans des conditions environnementales variables (FOCUS, 2000).

L'objectif principal de cette communication a été d'évaluer la pertinence de ces corrections de température et d'humidité en vérifiant qu'elles permettaient effectivement de rapprocher, pour une gamme de matières actives (MA), les DT50 déterminées par incubation dans des conditions de sols tropicaux à leurs valeurs de référence déterminées en conditions standards tempérées.

Pour cela, à partir d'une étude de la littérature en contexte tropical, une base de données rassemblant 40 matières actives (MA) et un total de 179 déterminations de DT50 a été construite. Pour étudier la pertinence des corrections proposées, une analyse critique et séquentielle des différentes corrections a été faite sur ce jeu de données : i) correction de la température à 20°C par la loi d'Arrhenius, ii) correction de l'humidité à pF2 par la loi de Walker et iii) une combinaison des deux corrections. Après chaque étape de correction, les DT50 tropicales ont été comparées aux valeurs de référence déterminées à 20°C et pF2, issues des études réglementaires de l'EFSA ou le cas échéant de la base de données PPDB.

En considérant l'ensemble des 179 déterminations tropicales, l'écart relatif moyen des DT50 tropicales sans correction par rapport aux valeurs de référence est de 0,88, associé à un écart-type de 2,29. Après correction de la température à 20°C par la loi d'Arrhenius, cet écart augmente à 2,37 et l'écart-type à 3,98. Cette correction éloigne et disperse donc les DT50 tropicales des références. Au contraire, la correction uniquement à pF2 rapproche les deux populations, puisque l'écart relatif diminue à 0,22 et l'écart-type à 1,62.

Enfin, la double correction, à la fois par la température à 20°C et l'humidité à pF2, n'entraîne pas de différence significative majeure avec la population tropicale d'origine sans correction, l'écart relatif étant de 1,06 et l'écart-type de 2,36.

Bien que les différences pédologiques entre les deux contextes engendrent un impact sur la dégradation des MA, en s'affranchissant de l'influence de la température par la correction d'Arrhenius, les deux populations devraient se rapprocher. Ces résultats remettent donc en cause la pertinence de la correction par la loi d'Arrhenius. L'origine de l'inefficacité de cette correction est sans doute d'abord à rechercher au niveau de la connaissance ou du respect exacts des températures dans les expérimentations d'incubation, plus que dans une invalidité de la loi en elle-même. Par ailleurs, de

récentes études tendent à montrer que la loi d'Arrhenius ne permet pas la prise en compte des effets microbiologiques sur la dégradation des pesticides, et notamment l'adaptation des populations microbiennes aux changements de température (Brown et al., 2020 ; Meynet et al., 2020). Par contre, il semble pertinent d'appliquer la correction d'humidité pour s'affranchir des éventuels impacts de ce paramètre, telle que proposée par FOCUS, 2006.

Références

- Brown, D., Camenzuli, L., Redman, A., Hughes, C., Wang, N., Vaiopoulou, E., Saunders, D., Villalobos, A., Lington, S. 2020. Is the Arrhenius-correction of biodegradation rates, as recommended through REACH guidance, fit for environmentally relevant conditions? An example from petroleum biodegradation in environmental systems. *Science of the Total Environment* 732. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139293>
- Daam, M., Chelinhob, S., Niemeyerc, J., Owojorid, O., De Silvae, P., Sousab, J.P., van Gestelf, C., Römbkeg, J. 2019. Environmental risk assessment of pesticides in tropical terrestrial ecosystems : Test procedures, current status and future perspectives. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 181, 534–547. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.06.038>
- FOCUS. 2000. FOCUS Groundwater Scenarios in the EU Review of Active Substances. Report of the FOCUS Working Group on Groundwater Scenarios, EC Document Reference SANCO/321/2000-Rev.2, 122.
- FOCUS. 2006. Guidance Document on Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration. EC Document Reference SANCO/ 10058/2006.
- Klein, W. 1989. Mobility of environmental chemicals, including abiotic degradation. In : Bourdeau, P., Haines, JA., Klein, W., Krishna Murti, CR. *Ecotoxicology and climate: with special reference to hot and cold climates*. Wiley, Chichester, pp 65–78.
- Laabs, V., Amelung, W., Pinto, A., Zech, W., 2002. Fate of pesticides in tropical soils of Brazil under field conditions. *J. Environ. Qual.* 31, 256–268. <https://doi.org/10.2134/jeq2002.2560>.
- Meynet, P., Davenport, R., Fenner, K. 2020. Understanding the Dependence of Micropollutant Biotransformation Rates on Short-Term Temperature Shifts. *Environ. Sci. Technol.* 2020, 54, 12214–12225. <https://dx.doi.org/10.1021/acs.est.0c04017>.
- OCDE. 2002. Lignes directrices de l'OCDE pour les essais de produits chimiques. Transformation aérobie et anaérobie dans le sol. Organisation de coopération et de développement économiques, Paris, France.

J1V2. Distribution spatiale de la dieldrine dans des sols agricoles d'une vallée maraichère péri-urbaine

Colin Félix (1) (2), Cohen Grégory (1), Chéry Philippe (1), Delerue Florian (1), Atteia Olivier (1)

(1) EA 4592 G&E, Bordeaux INP - Université Bordeaux Montaigne - Carnot ISIFoR, 1 allée F. Daguin, 33607 Pessac, France – Felix.Colin@bordeaux-inp.fr

(2) Bordeaux Métropole, Esplanade Charles de Gaulle, 33000 Bordeaux, France

Mots-clés : Dieldrine, Répartition Spatiale, Zone péri-urbaine, Matière Organique, Granulométrie

La contamination des sols agricoles par des résidus de Pesticides OrganoChlorés (POCs) est une problématique mondiale. En France, malgré l'interdiction de l'utilisation de dieldrine pour l'agriculture en 1972, cette contamination est encore présente dans les sols agricoles et peut induire la contamination des produits cultivés, avec parfois des teneurs supérieures aux Limites Maximales en Résidus (LMR). Une zone maraichère péri-urbaine d'environ 5 km², située dans le sud-ouest de la France, connaît des problèmes sanitaires et économiques engendrés par cette contamination. De nombreuses études ont caractérisé la distribution de cette contamination à l'échelle régionale (>1000 km²) et à l'échelle d'une parcelle (<1 km²), mais aucune étude ne s'est intéressée à ce contexte péri-urbain, couvrant quelques km² et regroupant de nombreuses parcelles d'environ 1 ha avec des historiques différents.

Afin de caractériser (i) la distribution de cette contamination à cette échelle, ainsi que (ii) les relations entre cette contamination et les propriétés physico-chimiques des sols, un schéma d'échantillonnage semi aléatoire des sols de surface (0 – 20 cm) comprenant 99 prélèvements a été mis en place sur l'ensemble de la zone d'étude. Pour l'ensemble de ces échantillons, différents paramètres physico-chimiques (granulométrie, pH, CEC, teneur en matières organique et dieldrine) ont été caractérisés. En parallèle, des investigations sur la distribution verticale de la contamination ont été menées jusqu'à 80 cm de profondeur sur 4 parcelles présentant des teneurs en dieldrine et en matière organique (MO) variables. Enfin, la répartition de la contamination en dieldrine sur différentes fractions granulométriques (sables grossiers - sables fins - limons et argiles) a été étudiée ainsi que les teneurs en MO sur chacune de ces fractions.

Les résultats montrent une homogénéité de la contamination intra-parcellaire et une hétérogénéité globale à l'échelle de la vallée maraichère avec une majorité (85%) de la contamination en dieldrine localisée dans les couches superficielles des sols (0 – 40 cm). Néanmoins, des concentrations quantifiables ont parfois été mesurées jusqu'à 80 cm de profondeur, en lien avec les profondeurs de labour pratiquées. Parmi les propriétés physico-chimiques étudiées, la teneur en MO est le paramètre le plus significativement lié ($P < 10^{-4}$) à la concentration en dieldrine dans le sol lorsqu'une discrimination granulométrique est réalisée. Cette relation suit une isotherme de Freundlich indiquant un coefficient de partage 30 fois supérieur pour la fraction grossière par rapport aux autres fractions. Ces résultats expliquent pourquoi aucune relation claire n'avait encore été identifiée entre MO et teneurs en POCs mesurées sur un sol complet.

J1V3. Mise en évidence de pratiques contrastées en matière d'utilisation de produits phytopharmaceutiques au sein de trois parcs naturels wallons

Durenne Bastien (1), Weickmans Bernard (1), Bonnave Mathieu (2), Doffagne Maxime (3), Van Den Broucke Inès (4), Huyghebaert Bruno (1).

(1) *Unité sols, eaux et productions intégrées, Département Durabilité, Systèmes et Prospectives, Centre wallon de Recherches agronomiques (CRA-W), 5030 Gembloux, Belgique – b.durenne@cra.wallonie.be; b.weickmans@cra.wallonie.be; b.huyghebaert@cra.wallonie.be*

(2) *Parc naturel des Plaines de l'Escaut, rue des Sapins, 31 - 7603 Bon-Secours, Belgique – mbonnave@pnpe.be*

(3) *Parc naturel de la Vallée de l'Attert, voie de la Liberté, 107, 6717 Attert, Belgique – maxime.doffagne@attert.be*

(4) *Parc naturel Burdinale-Mehaigne, rue de la Burdinale 6, 4210 Burdinne, Belgique – ines.vandenbroucke@pnbm.be*

Mots-clés : Produits Phytopharmaceutiques ; Parcs naturels wallons ; indicateurs

La Wallonie s'est engagée dans une politique forte de prévention en vue de limiter l'impact des pesticides sur l'environnement et la santé humaine. Cet engagement a été mis en œuvre dans la deuxième version du Programme Wallon de Réduction des Pesticides (PWRPII 2018-2022). Au travers du projet « Générations Terre », une collaboration a été mise en place entre le Centre wallon de Recherches agronomiques et trois Parcs naturels de Wallonie : le Parc naturel de la Vallée de l'Attert (PNVA), le Parc naturel des Plaines de l'Escaut (PNPE) et le Parc naturel Burdinale-Mehaigne (PNBM), afin de promouvoir une stratégie de réduction de la fréquence et des quantités de produits phytopharmaceutiques (PPP) appliquées par les agriculteurs partenaires. L'indice de fréquence de traitements phytopharmaceutiques (IFT) est largement utilisé afin de mesurer la dépendance des pratiques agricoles vis-à-vis des pesticides. Mais, les résultats peuvent être réellement biaisés étant donné que d'après celui-ci, l'application de produits commerciaux contenant plusieurs substances actives est plus favorable que l'emploi d'une association équivalente de produits monosubstances, ce qui ne devrait pas être le cas¹. Il ressort donc que dans un premier temps, le calcul des quantités de substances actives appliquées (g/ha) reste la façon la plus pragmatique et non biaisée pour quantifier l'utilisation des PPP au niveau de l'exploitation agricole. Les résultats obtenus et reprenant les quantités de substances actives appliquées par culture (QAC) pour chaque classe de pesticides, ont mis en évidence au sein de chacun des Parcs, des pratiques contrastées en termes d'utilisation, et ce pour trois cultures majeures : la betterave sucrière, la pomme de terre et le froment d'hiver. Les QAC permettent donc clairement d'effectuer un suivi objectif et indépendant de chacun des agriculteurs partenaires tout en restant tributaires cependant de la dose agréée et efficace. Afin d'évoluer vers un outil d'analyse entre agriculteurs du réseau et permettant également une comparaison à des moyennes régionales, des indices de substances actives appliquées par culture (ISAC) reprenant les différentes applications normalisées par la dose maximale agréée en Belgique pour chaque substance active ont été calculés, ceci à l'instar d'un indice de fréquence de traitements appliqué aux substances actives.

¹Guichard L., Dedieu F., Jeuffroy M.-H., Meynard J.-M., Reau R. & Savini I., 2017. Le plan Ecophyto de réduction d'usage des pesticides en France : décryptage d'un échec et raisons d'espérer. Cahiers Agricultures 26(1), 14002.

J1V4. Evaluation du devenir des produits phytopharmaceutiques en plein champ en fonction des pratiques culturales : Sol-Phy-Ly

Blondel Alodie (1), Krings Boris (1), Ducat Nathalie (1), Bachelard Florent (2), Pierreux Jérôme (3), Gilles Colinet (2), Vandenberghe Christophe (2)

(1) CRA-W, Unité Produits de protection, de contrôle et résidus Bâtiment Carson, Rue du Bordia 11, 5030 Gembloux, a.blondel@cra.wallonie.be

(2) Gembloux Agro-Bio Tech Uliège, Axe Echanges Eau-Sol-Plantes / GRENeRA, Site Maréchal Juin, Passage des Déportés, 2 - 5030 Gembloux, c.vandenberghe@uliege.be

(3) Gembloux Agro-Bio Tech Uliège, Axe Ingénierie des productions végétales et valorisation, Passage des Déportés, 2 - 5030 Gembloux, jpierreux@ulg.ac.be

Mots-clés : Lysimètre, Bentazone, sol, eaux souterraines

La préservation de la ressource en eau souterraine est un enjeu important pour un approvisionnement en eau potable de bonne qualité. La contamination des eaux souterraines n'étant visible qu'après de nombreuses années, il est nécessaire d'anticiper le flux de produits phytopharmaceutiques (PPP) pouvant les atteindre.

La finalité du projet Sol-Phy-Ly est de contribuer à une meilleure compréhension (i) de la dégradation des PPP dans le sol, en conditions réelles de plein champ et dans quatre configurations de pratiques culturales (labour ou travail simplifié du sol et restitution ou exportation des pailles) et (ii) du flux de PPP vers les eaux souterraines.

L'originalité de ce projet repose sur l'utilisation de lysimètres. L'eau qui percole à travers le sol de chaque lysimètre est collectée à 2 m de profondeur. Ceci permet de mesurer le flux de PPP transitant dans le sol et atteignant les eaux souterraines. En effet, il est considéré qu'après 2 m de profondeur, l'eau ne peut plus être mobilisée par le système racinaire des cultures. Le flux de PPP à cette profondeur est donc assimilé au flux qui atteindra les eaux souterraines à plus ou moins brève échéance. L'utilisation de lysimètres permet d'anticiper l'impact de l'usage d'une substance active sur la qualité des eaux.

Une des molécules étudiées dans le cadre de ce projet est un herbicide : la bentazone. En effet, c'est la deuxième molécule la plus souvent détectée et quantifiée dans les eaux souterraines wallonnes¹. Cette molécule est autorisée en culture de pois et de fève principalement et est approuvée jusqu'en mai 2025. Elle était jusqu'en 2017 autorisée également en maïs.

Sur les parcelles expérimentales situées à l'aplomb des lysimètres, de la bentazone a été appliquée, selon les bonnes pratiques agricoles, en juin 2019 sur du maïs. Dans un premier temps, un suivi de sa concentration dans le sol a été effectué. Pour cela, un prélèvement composite de sol par semaine a été réalisé sur chacune des 4 modalités de culture étudiées. Ces prélèvements ont été répétés hebdomadairement jusqu'à atteindre notre limite de détection ($2 \mu\text{g.kg}^{-1}$). Dans un second temps, dès que de l'eau est arrivée à la base des lysimètres, un suivi de la concentration dans l'eau a été réalisé. Les premiers échantillons d'eau ont été collectés mi-décembre 2019 et par la suite, le suivi a été réalisé en fonction de la pluviométrie et donc du volume d'eau recueilli à l'exutoire des lysimètres.

Concernant les résidus de bentazone dans le sol, les parcelles en labour et celles en non labour présentent des différences de concentration pour les horizons 0-10, 10-20 et 20-30 cm tout de suite après épandage.

De plus, 8 jours après son application, de la bentazone est retrouvée dans les échantillons prélevés dans la couche 60-90 cm de profondeur quel que soit le travail du sol.

Pour l'eau, les échantillons analysés présentent une teneur en bentazone inférieure à 100 ng.L⁻¹ sauf le tout premier échantillon d'un des quatre lysimètres.

Ces résultats tendent à montrer, qu'appliquée dans de bonnes conditions et sur un sol adapté, la bentazone ne pose pas de problème de contamination dans les eaux souterraines.

1-<http://etat.environnement.wallonie.be/contents/publications/rapport-sur-letat-de-lenvironnement-wallon-2017.html>

J1V5. Pilotage des applications herbicides céréales en parcelles drainées: Intérêt d'un outil de prévision de démarrage d'écoulement des eaux

Maillet-Mezeray Julie (1), Tournebize Julien (2), Ballesteros Céline (1)

(1) Bayer S.A.S. 16 Rue Jean-Marie Leclair - CP 90106 69009 Lyon cedex 09 - julie.mailletmezeray@bayer.com, celine.ballesteros@bayer.com

(2) INRAE, Centre de Recherche Ile-de-France-Jouy-en-Josas – Antony, 1 rue Pierre-Gilles de Gennes CS 10030, 92761 ANTONY cedex, julien.tournebize@inrae.fr

Mots-clés : Drainage, mesure de gestion, céréales

Les solutions herbicides utilisées en céréales sur parcelles drainées se raréfient, en particulier à l'automne. Cette raréfaction est due d'une part à un nombre d'innovations limitées et d'autre part au processus de ré homologations des produits existants, de plus en plus exigeant en matière d'environnement. En effet, peu de mesures de gestion du risque sont disponibles pour prévenir les risques liés aux parcelles drainées ce qui entraînent de plus en plus d'interdiction d'utilisation sur ces parcelles ou sur des parcelles contenant plus de 45% d'argile. La gestion des adventices devient alors un enjeu fort des systèmes de grandes cultures sur parcelles drainées, notamment dans le cas d'une lutte contre les résistances. Néanmoins, une mesure de gestion consistant à appliquer ces herbicides avant la période d'écoulement de l'eau dans les drains pourrait permettre la réduction des risques de transfert des produits phytosanitaires. Mais d'un point de vue réglementaire, celle-ci n'est pas applicable.

Notre étude a plusieurs objectifs. Le premier objectif consiste à démontrer, à partir des données de La Jaillière, site expérimentale d'ARVALIS, représentatif du scénario D5 de FOCUS, la pertinence de la mesure de gestion pour des substances actives données de produits phytosanitaires, en matière de réduction des transferts en parcelles drainées. Le deuxième objectif consiste à valider, toujours à partir du site de la Jaillière, l'hypothèse d'une mesure de gestion basée sur un indicateur de saturation du profil de sol avant écoulement de drainage.

En parallèle, un modèle de prédiction des écoulements de drainage, SIDRA RU, de l'INRAE est testé sur une trentaine de sites drainés à l'échelle de la France. Enfin, la diffusion de cette approche originale se concrétise par la conception d'une application Web, développée par Bayer. Cet outil d'aide à la décision au traitement en parcelle drainée, est destinée aux agriculteurs et à leurs conseillers. Cet outil est déjà en phase de test à l'échelle nationale en collaboration avec des acteurs locaux.

J1V6. Analyse statistique et cartographique des déterminants pédologiques influençant la déchloration de la chlordécone en Martinique

Devault Damien A. (1) Solym Mawaki Manouabi (1), François-Xavier Lamure (1), Manon Squadrelli (1), Jean-François Desprats (2,3), Jean-Baptiste Charlier (2,3), Sophie Dabo-Niang (4).

(1) *Centre Universitaire de Formation et de Recherche de Mayotte, Département des Sciences et Technologies, RN3, BP53, 97660 Dembeni, France (Mayotte) – damien.devault@univ-mayotte.fr, solym.manou-abi@univ-mayotte.fr, francois_xavier.lamure@univ-mayotte.fr,*

(2) *BRGM, Univ. Montpellier, Montpellier, France - jf.desprats@brgm.fr, j.charlier@brgm.fr*

(3) *G-eau, INRAE, CIRAD, IRD, AgroParisTech, Supagro, BRGM, Montpellier, France*

(4) *Univ. Lille, CNRS, UMR 8524 - Laboratoire Paul Painlevé, F-59000 Lille, France - INRIA-MODAL sophie.dabo@univ-lille.fr*

Mots-clés : chlordécone, 5b-hydrochlordécone, déchloration Martinique, sols.

La chlordécone (CLD) est un insecticide organochloré légalement appliqué de 1972 à 1978 puis de 1981 à 1993 pour lutter contre le charançon du bananier aux Antilles Françaises. Il en résulte aujourd'hui une pollution des sols, de l'eau et des ressources alimentaires associées avec des conséquences sanitaires et sociétales pour la population des Antilles. Ces conséquences sont particulièrement critiques en Martinique dues à l'étendue et à la dispersion des bananeraies sur l'ensemble de l'île qui fournit les 2/3 de la production de bananes export aux Antilles Françaises.

Alors que la CLD a longtemps été considérée comme une molécule réfractaire à toute dégradation, des travaux récents ont montré que la présence récurrente d'un de ses métabolites – la 5b-hydrochlordécone (5b) – indiquait une dégradation d'une partie du stock de CLD dans les sols contaminés. Néanmoins, il est difficile d'expliquer les raisons de la forte variabilité de cette dégradation. Dans ce cadre, l'objectif de notre étude est d'identifier les déterminants pédoclimatiques et usagers contrôlant la variabilité spatiale de la déchloration de la CLD à l'échelle de l'île martiniquaise. Pour ce faire, une analyse cartographique du ratio des composés métabolite/parent (i.e. 5b/CLD) a été menée pour croiser les informations de contamination des sols avec les propriétés pédoclimatiques susceptibles d'expliquer les potentielles causalités amenant à cette dégradation.

C'est dans cet esprit que les concentrations en CLD et en 5b, identifiées par site, ont été croisées avec des données pédoclimatiques : nature des sols, pente, rugosité, ombrage, exposition (orientation), pluviométrie annuelle, profondeur du prélèvement de sol, usages (...) à travers une approche statistique. Notre étude présente les variables les mieux corrélées à cette déchloration et discute des éventuelles effets liés au transport des molécules (ruissellement, lessivage, volatilisation...).

Une exploitation cartographique a également été menée pour visualiser aisément les secteurs présentant des ratios 5b/CLD renseignant le mieux sur la transformation naturelle de la CLD en 5b et sur la rémanence des organochlorés.

J1V7. Transferts de produits phytosanitaires des zones de cultures vers les zones habitées et exposition des populations riveraines

Rodrigues Anaïs (1), Delhomme Olivier (1), Clisson Claire (2), Chrétien Eve (3), Peynet Vincent (2), Millet Maurice (1)

(1) *Institut de Chimie et Procédés pour l'Energie, l'Environnement et la Santé (ICPEES) – UMR 7515 CNRS – Université de Strasbourg, 25 rue Becquerel, 67087 Strasbourg Cedex 3 – anaisrodrigues@unistra.fr – olivier.delhomme@univ-lorraine.fr – mmillet@unistra.fr*

(2) *Institut de Recherche et d'Expertise Scientifique (IRES) – 2 rue de la Durance, 67100 Strasbourg - vincent.peynet@kudzuscience.com – claire.clisson@kudzuscience.com*

(3) *ATMO Grand Est – Pôle Exploitation Z.A. Farman, 51100 Reims – eve.chretien@atmo-grandest.eu*

Mots-clés : Pesticides – Viticulture – Air extérieur – Air intérieur - Poussières

Ce projet s'inscrit dans la problématique de la contamination de l'air par les produits phytosanitaires et de l'évaluation de l'exposition potentielle des populations vis-à-vis de cette contamination. Parmi la population générale, ce seront les riverains des zones agricoles soumises à des traitements par des produits phytosanitaires (PPs) qui seront étudiés. Cette catégorie de la population est particulièrement importante car elle va être directement impactée par les transferts de PPs lors des applications par dérive et volatilisation suivie de transport sur de courtes distances. Caractériser de manière fine les expositions des riverains aux PPs est une thématique prioritaire vis-à-vis de l'impact potentiel de l'agriculture sur la qualité de l'air.

Il a été proposé de mettre en place une méthodologie expérimentale associant à la fois des mesures de concentrations atmosphériques en intérieur et extérieur, de poussières et des mesures de biomonitoring humain (cheveux) afin de mettre en évidence l'exposition des riverains aux PPs. Actuellement, le couplage entre ces deux approches est quasiment inexistant que ce soit pour les PPs ou pour d'autres polluants, et constitue ainsi un point novateur.

Neuf logements d'une commune du vignoble alsacien (à l'Est de la France) ont ainsi été choisis pour y effectuer des prélèvements de poussières, d'air (en intérieur et extérieur) et de cheveux entre mars 2018 et décembre 2019.

Les prélèvements d'air en intérieur et extérieur des logements se sont fait à l'aide de capteurs passifs sous forme de tubes à base de carbure de silicium dopée avec du carbone (SiC-NC) déposés directement dans les habitations ou dans les jardins. En complément, des prélèvements d'air pour quantifier des PPs atmosphériques dans la commune ont été effectués à l'aide de système actif de prélèvement sur filtre et adsorbants (SiC-NC).

Une cinquantaine de pesticides (herbicides, fongicides et insecticides) ont ainsi été analysés au cours de cette étude incluant à la fois les molécules utilisées par les viticulteurs et celles couramment utilisées en viticulture et en grande culture.

L'extraction des pesticides contenus sur les mousses et les filtres provenant des préleveurs actifs (PPs atmosphériques et poussières) s'est faite par une technique d'extraction solide-liquide par fluide pressurisé. L'analyse a ensuite été effectuée par GS-MS en mode MRM.

Les tubes passifs ont quant à eux été analysés par GC-MS directement après thermodésorption via un thermodésorbteur automatique (ATD) relié au système chromatographique.

Les résultats globaux de cette étude visant à mettre en évidence une surexposition des populations riveraines aux cultures viticole semblent montrer que l'exposition potentielle des riverains est légèrement supérieure pendant les périodes de traitement. De plus, le couplage des différentes techniques de prélèvement utilisées lors de ce projet a montré son efficacité si l'on veut pouvoir visualiser l'influence de telle ou telle pratique ou période de l'année sur l'exposition des riverains aux pesticides.

J1V8. Distribution des pesticides et produits de transformation dans l'eau, le sédiment et le poisson d'un plan d'eau de tête de bassin versant agricole

Slaby Sylvain (1), Le Cor François (1,2), Dufour Vincent (1), Auger Lucile (1), Pasquini Laure (2), Cardoso Olivier (3), Curtet Laurence (3), Baudoin Jean-Marc (3), Wiest Laure (7), Vulliet Emmanuelle (7), Feidt Cyril (1), Dauchy Xavier (2), Banas Damien (1)

(1) *Université de Lorraine, INRAE, URAFPA, F-54000 Nancy, France – sylvain.slaby@univ-lorraine.fr ; françois.le-cor@univ-lorraine.fr ; vincent.dufour@univ-lorraine.fr ; lucile.auger@sayens.fr ; cyril.feidt@univ-lorraine.fr ; damien.banas@univ-lorraine.fr*

(2) *ANSES, Nancy Laboratory for Hydrology, Water Chemistry Department, 40 rue Lionnois, F-54000, Nancy, France – laure.pasquini@anses.fr ; xavier.dauchy@anses.fr*

(3) *OFB, Direction de la Recherche et de l'Appui Scientifique, France – olivier.cardoso@ofb.gouv.fr ; laurence.curtet@ofb.gouv.fr ; jean-marc.baudoin@ofb.gouv.fr*

(4) *Univ Lyon, CNRS, Univ Claude Bernard Lyon 1, Institut des Sciences Analytiques, UMR 5280, 5 rue de la Doua, F-69100 Villeurbanne, France – laure.wiest@isa-lyon.fr ; emmanuelle.vulliet@isa-lyon.fr*

Mots-clés : Pesticides ; Produits de dégradation ; Étangs ; Poisson ; LC-MS/MS

À travers le monde, les étangs piscicoles sont présents en forte densité en tête de bassins versants agricoles. Ils constituent le type de production le plus commun en aquaculture continentale, mais aussi le support d'une grande biodiversité. Néanmoins, en raison de cette proximité avec des zones de cultures, ces petits plans d'eau sont exposés à une large variété de pesticides et de produits de transformation (PT), entraînant des risques environnementaux mais aussi sanitaires encore peu étudiés. Ce travail propose d'évaluer les concentrations en pesticides et PT dans différentes matrices abiotiques et biotiques d'un étang piscicole localisé en zone agricole (Grand Est, FR). Durant un cycle piscicole complet, 20 pesticides et 20 PT ont été recherchés par LC-ESI-MS/MS dans des échantillons d'eau, de sédiment et de poissons (carpes, rotengles et tanches).

Tous les prélèvements abiotiques étaient multicontaminés et présentaient jusqu'à simultanément 20 substances dans l'eau et 26 dans les sédiments. De nombreux PT ont été quantifiés à des concentrations plus fortes que leur molécule mère. C'est le cas, par exemple, pour le desnitro-imidaclopride et la 2-hydroxy atrazine, mais aussi les PT ESA et OXA du flufénacet ou du métazachlore, encore utilisés aujourd'hui. La matrice poisson était quant à elle contaminée par une plus faible diversité de substances : principalement une augmentation significative des concentrations en prosulfocarbe dans les 3 espèces et une diminution des concentrations en benzamide ont été observées entre T0 (empoissonnement) et TF (vidange de l'étang et pêche).

En conclusion, ces travaux apportent des données inédites sur la diversité et les concentrations en pesticides et PT dans les petites masses d'eau de tête de bassins versants agricoles. Ils confirment l'urgence d'intégrer des PT pertinents dans les listes de molécules à suivre de manière prioritaire dans les milieux aquatiques. De plus, même si les résultats sont rassurants concernant la matrice poisson, ces données viennent renforcer le signal d'alerte global concernant les risques environnementaux et sanitaires liés au prosulfocarbe, un herbicide encore largement employé.

J1V9. Flux dissous et particulaires de pesticides et de leurs produits de transformation le long d'un continuum longitudinal d'un cours d'eau de tête de bassin versant agricole entravé par un étang de barrage.

Le Cor François (1, 2), Slaby Sylvain (1), Dufour Vincent (1), Cyril Feidt (1), Xavier Dauchy (2) & Damien Banas (1)

(1) *Université de Lorraine, INRAE, URAFPA, F-54000 Nancy, France –francois.le-cor@univ-lorraine.fr; sylvain.slaby@univ-lorraine.fr; vincent.dufour@univ-lorraine.fr; cyril.feidt@univ-lorraine.fr; damien.banas@univ-lorraine.fr*

(2) *ANSES, Nancy LHN, Water Chemistry Department, 40 rue Lionnois, F-54000 Nancy, France –xavier.dauchy@anses.fr*

Mots-clés : Etang, Pesticides, Produits de transformation, Abattement, Tête de bassin versant

Les étangs sont des outils de production piscicoles extensifs qui, lorsqu'ils sont situés en tête de bassin versant agricole présentent des caractéristiques hydrologiques pouvant induire un abattement des pollutions par les produits de protection des plantes (PPP). Cependant, leur impact sur les produits de transformation (TP) pouvant se former dès les têtes de bassin versant (BV) reste indéterminé. De plus, si le transfert de contaminants dissous est généralement étudié, la fraction particulaire, bien que souvent négligée, est également susceptible d'induire un transfert des PPP et des TP hors des zones de traitement.

L'échantillonnage continu de trois cours d'eau de tête de BV a été mis en place en Lorraine. Deux d'entre eux représentent les tributaires principaux d'un étang piscicole extensif, le troisième étant son exutoire. Le protocole mis en place a permis le suivi sur 10 mois des volumes d'eau d'entrée/sortie de l'étang, ainsi qu'un échantillonnage des fractions dissoutes et particulaires, permettant le calcul de flux de contaminants. En parallèle, afin d'explorer les processus intra-étang induisant un tamponnement des contaminations, des prélèvements mensuels de la masse d'eau et du sédiment ont été réalisés. La méthodologie analytique mise en place pour les différentes matrices d'intérêt (*i.e.* eau, sédiments et matières en suspension) a permis l'analyse de 72 molécules dans les matrices solides et 88 dans l'eau.

Les résultats obtenus attestent de la contribution majeure de la fraction dissoute dans les flux totaux calculés, parmi lesquels les TP représentent plus de 80%. Durant la période d'échantillonnage, l'étang a permis un abattement de 74% des quantités en PPP/TP entre l'aval et l'amont (abattements variables selon les composés) sauf pour les PPP dont la période de traitement automnale se rapproche de la phase de vidange, un impact très limité de l'étang a été observé.

Dans la colonne d'eau de l'étang, les TP sont les composés majoritairement quantifiés au cours de l'année, et certains présentent des concentrations plus faibles en fin qu'en début de cycle piscicole. Dans les sédiments de l'étang, les composés fréquemment quantifiés (> 80%) sont plus nombreux que dans l'eau (17 et 9, respectivement) et les composés dont la concentration diminue au cours du cycle sont surtout des PPP et en particulier le prosulfocarbe et le boscalid.

J1V10. Variations saisonnières du niveau de contamination par la chlordécone dans l'eau de mer et les organismes marins dans les Antilles françaises

Dromard Charlotte R. (1,5), Allenou Jean-Pierre (2), Tapie Nathalie (3), Budzinski Helene (3), Cimmaterra Nicolas (2), De Rock Pauline (2), Arkam Salim (1), Cordonnier Sébastien (1), Gonzalez Jean-Louis (4), Bouchon-Navaro Yolande (1,5), Bouchon Claude (1,5), Thouard Emmanuel (2)

- (1) *Unité Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques (BOREA), Université des Antilles, MNHN, Sorbonne Université, Université de Caen Normandie, CNRS, IRD, BP 592, 97157 Pointe-à-Pitre, Guadeloupe – charlotte.dromard@univ-antilles.fr*
- (2) *IFREMER, Unité Biodiversité et Environnement de la Martinique, 79 route de Pointe Fort, 97231 Le Robert – emmanuel.thouard@ifremer.fr*
- (3) *UMR CNRS 5805 EPOC – OASU, Équipe LPTC, Université de Bordeaux, 351 Cours de la libération, 33405 Talence Cedex – helene.budzinski@u-bordeaux.fr*
- (4) *IFREMER, Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes, Laboratoire environnement ressources de Provence-Azur-Corse, Z.P. de Brégaillon CS20330, 83507 La Seyne/mer cedex – gonzalez@ifremer.fr*
- (5) *Laboratoire d'excellence « CORAIL », Université des Antilles, Guadeloupe, France*

Mots-clés : organochloré, faune marine, réseaux trophiques, échantillonneurs passifs

Les écosystèmes naturels des Antilles françaises, tant terrestres qu'aquatiques, ont été exposés depuis les années 70 à une contamination par la chlordécone, un insecticide organochloré utilisé pour lutter contre le charançon du bananier. Les écosystèmes marins côtiers, derniers destinataires de cette molécule, sont également affectés par cette pollution.

La présente étude, réalisée dans la baie du Galion en Martinique, a été menée dans le but de mettre en évidence les variations temporelles et saisonnières de la contamination par la chlordécone, dans le milieu ambiant (eau de mer) mais aussi dans les organismes marins caractéristiques des trois principaux habitats marins côtiers (mangroves, herbiers à Magnoliophytes marins et récifs coralliens). Pour cela, différents outils de suivis de la contamination chimique de l'eau de mer ont été déployés sur une période d'un an (SBSE et POCIS). Parallèlement, des mesures de chlordécone et des ratios isotopiques (C et N) ont également été réalisées sur différents organismes marins, collectés lors de deux saisons climatiques contrastées des Antilles (saison sèche et saison des pluies).

Les résultats montrent que la contamination du milieu ambiant affiche des variations importantes dans le temps et dépend de différents facteurs tels que la pluviométrie (épisodes de crues qui augmentent le débit de la rivière Galion), et des phénomènes de dilution et de dispersion (induits par la houle, le vent et la distance à la côte).

Pour ce qui concerne la faune et la flore collectées, le niveau de contamination varie considérablement entre les deux saisons sur le site d'herbier, qui est situé à proximité de la zone de mélange des eaux fluviales et océaniques, avec des niveaux de contamination plus élevés en saison humide (liés à un flux plus important des contaminants issus de la rivière). Les organismes du récif subissent plus modérément cette pollution, tandis que les organismes de la mangrove, situés en bordure du littoral, affichent un niveau de contamination élevé quelle que soit la saison. Enfin, les analyses isotopiques

mettent en évidence des processus de bioaccumulation qui varient en intensité selon le site et la saison.

J1V11. Utilisation des plans d'expériences en écotoxicologie pour la quantification des effets de mélanges de chlordécone et d'un dérivé ayant perdu trois chlores : une étude encourageante pour la remédiation en zones à pollution persistante

De Jong-Moreau Laetitia, Claeys-Bruno Magalie, Andraud Jean-Pascal, Robin Maxime, Sergent Michelle, Macarie Hervé, Moreau Xavier

Aix Marseille Univ, Avignon Univ, CNRS, IRD, IMBE, Marseille, France – xavier.moreau@imbe.fr

Mots-clés : écotoxicité, eau douce, insecticide organochloré, invertébrés, modélisation

La chlordécone (CLD) est un insecticide organochloré obsolète qui a été utilisé aux Antilles françaises de 1972 à 1993. Elle est persistante dans l'environnement et se transforme très lentement par déchloration. En conséquence, elle est encore présente dans les sols mais aussi dans les écosystèmes d'eau douce suite au lessivage, la lixiviation et l'érosion des sols sous l'action des pluies. Dans la mesure où des programmes de remédiation des sols seraient mis en place dans des zones encore contaminées aujourd'hui, la concentration des dérivés déchlorés augmenterait alors que celle en CLD diminuerait. L'objet du présent travail est d'évaluer la toxicité de mélanges de CLD et d'un dérivé déchloré, à des concentrations susceptibles d'être retrouvées dans les eaux de surface, envers un invertébré d'eau douce modèle. Le dérivé déchloré choisi ici correspond à une tri-hydrochlordécone (CLD-3Cl) qui se forme au cours du procédé de remédiation ISCR (*In Situ Chemical Reduction*) testé avec succès par le BRGM à l'échelle de la parcelle (Mouvet *et al.*, 2020, <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07603-z>). Pour les essais biologiques de toxicité, le cnidaire *Hydra vulgaris* a été choisi comme invertébré modèle. Ces bioessais ont consisté à évaluer la capacité de régénération de cette hydre d'eau douce après 96 h d'exposition au mélange CLD + CLD-3Cl. L'impact des mélanges étant complexes à étudier par les méthodes classiques, la méthode des plans d'expériences a été utilisée pour réduire le nombre d'expériences à réaliser sur la plage de concentrations étudiées (0 à 20 µg/L équivalent CLD) sans perdre d'informations et de détecter d'éventuelles interactions entre les composés. Un modèle prédictif de la toxicité du mélange en fonction des différents niveaux de concentrations possibles est proposé ici. Celui-ci permet de conforter le fait que la molécule déchlorée est moins toxique que la CLD et que la présence de dérivés déchlorés en mélange avec cette dernière ne devrait pas engendrer une toxicité supérieure à la CLD seule. Nos résultats montrent que les plans d'expériences sont des outils très utiles en écotoxicologie et toxicologie environnementale pour évaluer les effets de mélanges complexes avec de faibles concentrations de xénobiotiques.

J1V12. Premier diagnostic de la qualité phytosanitaire des eaux de surface au bassin versant de Lebna, Cap Bon (Tunisie)

Ghada Dahmeni 1,2, Manon Lagacherie², Olivier Grunberger², Hanène Chaabane¹

(1) *Laboratoire Bioagresseurs et Protection Intégrée en Agriculture, Institut National Agronomique de Tunisie, Université de Carthage, 43, av Charles Nicolle, 1082 Tunis Mahrajène – ghada.dahmeni22@gmail.com – hanene.chaabene@inat.u-carthage.tn*

(2) *Unité Mixte de Recherche, Laboratoire d'Etude des Interactions entre Sol-Agrosystème-Hydrosystème, Institut de Recherche pour le Développement, SupAgro Montpellier – olivier.grunberger@ird.fr – manon.lagacherie@ird.fr*

Mots-clés : Intensification, eau de surface, bassin versant, pesticides, pratiques phytosanitaires

La dégradation de la qualité des eaux de surface représente l'une des conséquences majeures de l'agriculture intensive actuelle marquée notamment par la contamination fréquente des cours d'eau par les pesticides. Dans le contexte méditerranéen et tunisien, cet aspect demeure très peu étudié, notamment du fait de la difficulté d'échantillonner dans des écoulements intermittents. L'étude actuelle présente les résultats d'un premier diagnostic sur la qualité des eaux de surface du bassin versant de Lebna (210 Km²) situé au Cap Bon (Tunisie) dans le contexte de la petite céréaliculture pluviale. L'étude cible la détection et la quantification de molécules pesticides dans l'eau des lacs collinaires en reliant les résultats obtenus aux pratiques phytosanitaires observées par les enquêtes. L'analyse d'échantillons d'eau de surface prélevés à partir de neuf lacs collinaires pour les deux années 2018/2019 et 2019/2020, a révélé la détection de 11 substances actives. Cependant, la gamme de molécules détectées diffère d'une année à l'autre ce que nous tentons d'expliquer par les résultats d'enquêtes sur pratiques phytosanitaires des agriculteurs afin de mieux comprendre cette différence interannuelle. Les molécules détectées sont : le 2,4-D, le dinoterbe, le glyphosate, le terbutryne et la simazine en tant qu'herbicides ; le carbendazime, le thiabendazole et le boscalide en tant que fongicides, et l'imidaclopride en tant qu'insecticide. Leurs concentrations varient en fonction du lac. D'autres molécules pesticides ont été détectées mais elles sont en dessous de la limite de quantification. Cependant, le glyphosate marque une concentration maximale remarquable avec une valeur de 0,92 µg L⁻¹ pour l'année 2018/2019 dépassant la limite de potabilité européenne de 0,1 µg L⁻¹. Pour l'année 2019/2020, le 2,4-D présente la valeur de concentration la plus élevée qui est égale à 0,23 µg L⁻¹.

J1V13. Amélioration de la modélisation spatialisée des transferts hydriques des produits phytosanitaires et de leurs produits de dégradation à l'échelle du bassin versant par la prise en compte des temps de résidence

Ahrouch Samira, Carluer Nadia, Gouy Véronique

INRAE, UR Riverly, 5 rue de la Doua, Villeurbanne – samira.ahrouch@inrae.fr

Mots-clés : produits phytosanitaires, bassins sur socle, aquifère, temps de séjour

Un modèle distribué de transfert des produits phytosanitaires à l'échelle des petits bassins versants sur socle a été développé par l'équipe « Pollutions diffuses » d'INRAE. Ce modèle, qui prend en compte explicitement l'influence du paysage, rend essentiellement compte, dans sa configuration actuelle, des processus rapides de surface et de proche surface. Nous souhaitons y intégrer un module souterrain afin de rendre compte des transferts différés dans le temps. En effet, la nappe contribue au contrôle de la qualité des cours d'eau, puisqu'elle participe à leur alimentation tout au long de l'année, soutenant les écoulements en périodes de récession et d'étiage et diluant les apports de surface et subsurface en crue.

L'un des indicateurs importants caractérisant les écoulements dans les aquifères est la distribution de temps de résidence. Cette distribution est liée principalement à la circulation de l'eau souterraine mais si on y associe les connaissances sur les propriétés des produits phytosanitaires, on peut caractériser le devenir de ces substances dans la nappe. Ainsi, pour notre module souterrain, nous proposons une approche de modélisation hybride: mécaniste pour l'eau et conceptuelle basée sur les temps de résidence pour les pesticides. Cette approche sera basée sur des fonctions d'âge (Botter et al., 2010) qui permettent de décrire comment les systèmes retiennent et libèrent l'eau. Ces fonctions ont été souvent appliquées à l'échelle de bassin entier et d'une façon conceptuelle. Dans notre cas, nous souhaitons les appliquer pour l'aquifère uniquement tout en gardant une représentation physique pour l'eau afin de mieux cerner la dynamique de la nappe et ses interactions avec les autres compartiments.

Par cette approche, nous souhaitons répondre à la question suivante: le développement d'un module souterrain basé sur des temps de résidence permet-il d'améliorer la représentation de la dynamique des produits phytosanitaires dans les cours d'eau de bassins versants sur socle ? Ce travail est mené dans le cadre d'une thèse démarrée mi-2020 et financée par la Région AURA. Cette communication vise à présenter les concepts et la méthodologie envisagée pour répondre à cette question.

Botter, G., Bertuzzo, E., Rinaldo, A., 2010. Transport in the hydrologic response: Travel time distributions, soil moisture dynamics, and the old water paradox. *Water Resources* 46

J1P1. Dynamique évolutive du paraquat dans les sols sablo-limoneux : approche couplée par modélisation et expériences de laboratoire.

Simo Alain Didier (1), Fonteh Mathias Fru (2)

(3) *Faculté d'agronomie et des sciences agricoles (FASA) de l'Université de Dschang, B.P. 222 Dschang-Cameroun – salaindidier@yahoo.fr*

(4) *Directeur de l'école de technologie, Université de Bamenda, B.P. 39 Bambili-Cameroun – matfonteh@yahoo.com*

Mots-clés : modèle, pesticide, volumes finis, équation de Richards, équation de convection-dispersion.

Le monde entier est aujourd'hui tourné vers une agriculture de type industrielle qui utilise de plus en plus de pesticides et autres intrants agricoles pour booster la production. Les pays en voie de développement en général et le Cameroun en particulier n'y font pas exception. Le nombre d'intoxication par les pesticides est estimé de 1 à 5 millions de cas chaque année, avec par ailleurs environ 220.000 décès par an dans le monde. Si les pays en développement n'utilisent que 25% des pesticides produits dans le monde, 99% des intoxications dues à ces produits phytosanitaires se sont produites dans ces pays et particulièrement en zone rurale, le plus souvent dues à la mauvaise manipulation des produits (dosage, stockage).

Pour lutter contre la pollution des sols et des eaux par les pesticides utilisés en agriculture, la communauté scientifique a développé un certain nombre d'outils parmi lesquels les modèles numériques de transfert. Cependant, la plupart de ces modèles qui ont été développés en occident sont difficiles à utiliser en Afrique sub-saharienne à cause de l'insuffisance de données nécessaires. D'où la nécessité de développer localement des modèles qui tiennent compte des réalités de cette partie du monde.

Dans ce travail, nous avons développé un modèle numérique en 1D pour le suivi de l'évolution de la concentration du paraquat sur une profondeur de 1m en la segmentant en 10 cm (0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90, 90-100) dans les sols sablo-limoneux en fonction du temps et nous l'avons appliqué dans le bassin versant de Djuttitsa à l'ouest du Cameroun .

Pour ce faire, nous avons d'une part résolu numériquement, par la méthode des volumes finis, deux équations fondamentales à savoir : l'équation de Richards qui gouverne l'infiltration de l'eau dans le sol couplée à l'équation de convection-dispersion qui gouverne le transport des polluants. Un code a été écrit en Scilab pour obtenir les solutions numériques de ces équations et faire des simulations avec les données issues de la zone d'étude. D'autre part, une expérience a été menée au laboratoire où des échantillons non perturbés de sols issus de la zone d'étude ont été pollués et les filtrats ont été recueillis toutes les dix minutes et analysés au spectrophotomètre à UV-visible pour déterminer leurs absorbances puis leurs concentrations par la loi de Beer-Lambert.

La validation du modèle s'est faite en calculant son efficacité par la formule de Marin-Benito par comparaison entre les valeurs simulées par le modèle et celles obtenues au laboratoire. Cette efficacité évaluée à 97,5% nous a permis de conclure que le modèle peut être utilisé pour le suivi de la dynamique évolutive du paraquat dans les sols sablo-limoneux.

J1P2. Evaluation de l'analyse de sol en tant qu'indicateur d'usage de produits de protection des plantes et de risque pour la qualité des eaux souterraines

Vandenberghé Christophe (1), Nadin Caroline (2), Colinet Gilles (1)

(1) *Gembloux Agro-Bio Tech Uliège, Axe Echanges eau-sol-plante, Passage des Déportés, 2 à 5030 Gembloux Belgique – c.vandenberghé@uliege.be*

(2) *Institut Scientifique de Service Public, rue du Chéra, 200 à 4000 Liège Belgique – c.nadin@issep.be*

Mots-clés : pesticides, sol, eau, agriculture

En Belgique (région wallonne), l'atrazine (et ses deux métabolites), le diuron, l'isoproturon, le 2,6-dichlorobenzamide (BAM) et la bentazone représentent l'essentiel des problèmes qualitatifs observés dans les eaux souterraines. Ces dernières années, l'attention s'est également portée sur les métabolites de plusieurs substances actives (chloridazon, chlorothalonil SA, S-métolachlore, métazachlore).

Afin de suivre la lixiviation d'intrants agricoles (nitrate et produits de protection des plantes - PPP), quatre lysimètres ont été installés en 2003 dans des parcelles cultivées (céréales, betterave, pomme de terre, légumineuse). Chaque lysimètre récolte l'eau de percolation à deux mètres de profondeur.

En automne 2017 et au printemps 2018, des échantillons de sol ont été prélevés afin d'y doser, après extraction QuEChERS, les matières actives présentes. Les échantillons d'eau collectés entre 2014 et 2018 aux exutoires des lysimètres ont également été analysés en vue d'y doser la présence de PPP.

Sur base de l'historique des apports de PPP réalisés par les agriculteurs, il a été possible d'initier un 'référentiel' d'attendus de concentration en PPP dans le sol pour plusieurs matières actives dépendant de chaque matière active et de l'ancienneté de son application ; dans un contexte de sol limoneux profond.

A titre d'exemple, la concentration en chloridazon dans le sol suite à un usage récent (quelques dizaines de jours) est de l'ordre de quelques centaines de $\mu\text{g.kg}^{-1}$ alors qu'un usage ancien (plus d'une dizaine d'année) ne laisse aucune trace de cette matière active dans le sol. Ses deux métabolites sont présents dans des concentrations plus faibles (quelques $\mu\text{g.kg}^{-1}$), quelle que soit l'ancienneté de l'apport. Dans l'eau récoltée à l'exutoire des lysimètres, seuls les métabolites ont pu être quantifiés.

Le S-métolachlore et son métabolite ESA sont présents dans le sol lorsque la dernière application est antérieure d'une à deux années. Lorsque la dernière application est réalisée trois années avant l'analyse de sol, cette matière active ainsi que son métabolite ne sont plus détectés. Dans le premier cas de figure, le métabolite ESA est détecté dans l'eau à plus de 2000 ng.l^{-1} alors que dans le second cas, la concentration est de l'ordre de 600 ng.l^{-1} .

L'époxiconazole montre son caractère très persistant car appliqué quelques mois ou deux à trois années avant l'analyse de sol, il reste présent dans des concentrations comprises entre 20 et $50 \mu\text{g.kg}^{-1}$. Cependant, qualifié de peu mobile, il n'a été détecté à aucun exutoire des lysimètres.

J1P3. Déclinaison de l'indicateur spatialisé de la charge en pesticides d'origine agricole par l'automatisation de la méthode

Philippart Christelle (1), Remy Suzanne (1), Habran Sarah (1)

(1) *Risques Chroniques, Institut Scientifique de Service Public (ISSeP), 200 rue du Chéra, 4000 Liège, Belgique*
– *ch.philippart@issep.be, s.remy@issep.be, s.habran@issep.be*

Mots-clés : pesticides, spatialisation, automatisation, Wallonie

Les liens entre l'environnement et la santé sont devenus une préoccupation de santé publique. Le projet SIGEnSa (Système d'Information Géographique en Environnement Santé) a pour objectif de développer des outils d'identification des zones géographiques pour lesquelles on observe une surexposition ou une multi-exposition aux substances toxiques et aux nuisances environnementales. En 2019, un indicateur spatialisé de la charge en produits phytopharmaceutiques (PPP) a été construit dans ce cadre afin de mieux évaluer la potentielle exposition des populations aux PPP agricoles.

L'exposition aux PPP par l'alimentation et l'eau est encadrée par la réglementation et fait l'objet de contrôles réguliers. A l'inverse, en Wallonie comme en beaucoup d'autres territoires, la présence de pesticides dans l'air ne fait pas l'objet d'une surveillance et les émissions locales ne sont pas quantifiées comme c'est le cas pour d'autres pollutions, notamment celles liées au trafic routier. L'étude de l'exposition par inhalation et par contact des populations riveraines des milieux agricoles sur de grands territoires est encore peu développée et ceci entre autre par manque d'indicateur représentant la distribution spatiale des pesticides. Les données du monde agricole permettent en Wallonie de construire un modèle donnant une information approchant la réalité dans un cadre défini.

Dans un premier temps, l'objectif était de réaliser un indicateur de la charge en PPP en kilogramme par hectare ramené ensuite à la superficie communale et à l'échelle plus fine du secteur statistique. Cet indicateur concerne l'ensemble des substances actives et est moyenné sur une période de 3 ans (2015 à 2017) pour tenir compte des rotations dans les cultures. Les données d'entrée sont d'une part le parcellaire agricole avec la culture principale effectuée et d'autre part, les quantités de substances actives estimées par types de culture et par région agricole. Une carte généraliste de la charge en pesticide peut ainsi être réalisée.

Cette carte peut ensuite être déclinée vers d'autres indicateurs plus spécifiques. Dans cet objectif, la méthode a été automatisée par la construction d'un code Python appliqué dans ArcGIS. La spatialisation peut ainsi être reproduite rapidement lors de la mise à jour de données ou des choix différents dans la méthode.

La génération de carte pour d'autres années est ainsi facilitée, que ce soit pour des campagnes agricoles plus récentes ou au contraire plus anciennes afin d'évaluer l'évolution des pressions liées aux PPP. De même, l'indicateur peut être reproduit pour des sélections de substances actives en fonction de leur cible, de leur type chimique ou de leur toxicité. Divers scénarios de pondération peuvent également être appliqués afin de tenir compte de critères de toxicité, de volatilité, de persistance ou autre. Ces déclinaisons de la carte de base permettent d'envisager des études écologiques géographiques ciblées lors de croisements avec des données de santé, avec des mesures de terrain sur les matrices air, eau ou sol ou encore avec des données de biomonitoring.

Pour valider le processus d'automatisation, il est appliqué au cas concret du groupe des insecticides. Ces derniers constituent des PPP préoccupants en termes de santé publique et leurs métabolites sont en partie mesurés dans le cadre du biomonitoring humain actuellement en cours en Wallonie.

Le processus de codage apporte une flexibilité dans la production d'indicateurs ciblés pour de futures études tout en garantissant une répétabilité de la méthode. Le code permet de conserver une traçabilité complète pour chaque nouvelle carte réalisée avec les données d'entrées, des outils de calcul et des paramètres utilisés. Dans ce but, le code tel qu'écrit et commenté sert à la construction de données mais également de descriptif méthodologique.

J1P4. Les choix méthodologiques influencent-ils les résultats ?

Application aux essais de lixiviation en colonne de sol

Pirlot Clémence (1), De Clerck Caroline (1), Pigeon Olivier (2), Degré Aurore (1)

(1) *Uliège, Gembloux Agro-Bio Tech, 2, Passage des Déportés, 5030 Gembloux, Belgique – clemence.pirlot@uliege.be*

(2) *CRA-W (Centre wallon de Recherches Agronomiques), 4, rue du Bordia, 5030 Gembloux, Belgique – o.pigeon@cra.wallonie.be*

Mots-clés : Colonne de sol, lixiviation, CaCl₂, sol limoneux

Les pratiques agricoles sont une des pressions majeures qui pèsent sur la qualité des eaux, notamment en raison de l'utilisation intensive de pesticides. Le comportement de lixiviation des pesticides au sein d'un profil de sol n'est que peu connu et une meilleure connaissance de leur devenir est nécessaire afin d'en améliorer la gestion. Ainsi, les expériences de lixiviation des pesticides en colonnes de sol sont massivement rencontrées dans la littérature. En effet, elles permettent de collecter des informations pertinentes sur la mobilité potentielle des pesticides, plus facilement qu'avec des études de terrain longues et coûteuses. Cependant, les modalités des colonnes de sol utilisées dans la littérature sont très variables ce qui empêche les résultats obtenus d'être comparés ou transposés. Cette étude vise à comparer l'effet de la structure du sol, du diamètre et de la hauteur des colonnes sur le comportement de lixiviation d'un soluté au sein d'une colonne de sol.

Un pulse de CaCl₂ a été appliqué à 15 colonnes de sol limoneux agricole prélevé à Gembloux. Des colonnes de sol remanié et non remanié, de 8,4 et de 24 cm de diamètre ainsi que de 20 et de 35 cm de hauteur ont été réalisées. Une hauteur d'eau de 2,21 cm a été appliquée régulièrement à la surface des colonnes. Le pH, la conductivité électrique et le volume de l'eau percolée ont été mesurés.

Les résultats montrent une grande influence de la structure du sol sur la lixiviation du CaCl₂. Le CaCl₂ est rapidement lixivié des colonnes remaniées alors qu'il est plus longtemps retenu dans les colonnes non remaniées. Après 10 cm d'eau percolée, 65,7% du CaCl₂ ressort des colonnes remaniées contre seulement 30% des colonnes non remaniées. Le diamètre de la colonne a une influence moindre sur la lixiviation des solutés. La courbe d'éluion des colonnes de 24 cm et de 8,4 cm de diamètre se suivent globalement. Cependant, un plus grand effet de dispersion est observé dans les colonnes de 24 cm de diamètre. Ainsi, après 10 cm d'eau percolée, 65,7% de CaCl₂ est ressorti pour les colonnes de 8,4 cm de diamètre contre 60,6% pour les colonnes de 24 cm de diamètre. La variation de la hauteur de la colonne de sol n'a pas une grande influence sur la courbe d'éluion du CaCl₂, excepté au niveau du pic, plus important pour les colonnes de 20 cm de haut. En effet, le CaCl₂ sort plus rapidement des colonnes de 20 cm que des colonnes de 35 cm. Après 10 cm d'eau percolée, 62% du CaCl₂ est ressorti des colonnes de 20 cm contre 47% pour les colonnes de 35 cm. La hauteur de la colonne de sol ainsi qu'une potentielle semelle de labour dans les colonnes de 35 cm pourraient expliquer ces résultats. Afin de déterminer la dispersion du CaCl₂ au sein des colonnes et l'influence de la semelle de labour, une modélisation des colonnes sur le logiciel HYDRUS sera nécessaire.