GFP 2017

Regards Transfrontaliers sur les Pesticides : de l'usage aux impacts, comment mieux gérer le risque.

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE GRAND EST

Groupe Français des Pesticides GFP

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Damien BANAS	Université de Lorraine
Christian BOCKSTALLER	INRA Colmar
Carole BEDOS	INRA Versailles
Marc BENOIT	INRA de Mirecourt
Hélène BUDZINSKI	Université de Bordeaux
Richard CHERRIER	Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est
Michel COUDERCHET	Université de Reims Champagne-Ardenne
Damien DEVAULT	Université des Antilles et de la Guyane, Martinique
Sylvie DOUSSET	Université de Lorraine
Maurice MILLET	Université de Strasbourg
Céline PELOSI	INRA - AgroParis Tech Versailles Grignon
Frédéric PIERLOT	Université de Lorraine - Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est
Annie ROBERT	Université de Louvain
Julien TOURNEBIZE	IRSTEA - Antony

COMITÉ D'ORGANISATION

Damien BANAS
Marc BENOIT
Richard CHERRIER
Sylvie DOUSSET
Claire FERY
Frédéric PIERLOT
François-Xavier SCHOTT

SOMMAIRE

EDITO : Jean-Luc PELLETIER, Président Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est, Président Commission Agricole de Bassin Rhin-Meuse

PROGRAMME DÉTAILLÉ

PRÉSENTATIONS ORALES

- Session : Systèmes de Cultures et Pesticides
- Session : Air et Pesticides
- Session : Pesticides et Santé
- Session : Enjeux Agronomiques et Environnementaux des Pesticides
- Session : Suivi des Pesticides et Monitoring
- Session : Impacts sur les Agro-Écosystèmes
- Table Ronde : Comment réduire les impacts des Pesticides

PRÉSENTATIONS PAR AFFICHE

EDITO

Jean-Luc PELLETIER,
Président Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est
Président Commission Agricole de Bassin Rhin-Meuse

" A la croisée des chemins..."

Les agriculteurs sont des acteurs majeurs du développement durable et de l'environnement. Ils entendent le demeurer, à la poursuite de leur "triple A":

- **A**gronomie, pour gagner le défi de l'agriculture écologiquement productive,
- **A**limentation, pour produire des denrées de qualité, abordables au plus grand nombre,
- **A**venir car l'agriculteur doit vivre de son métier, seul garant d'un avenir, et de durabilité.

De fait, l'agriculture est un secteur d'activité fortement lié à une série d'enjeux de société tels que le développement durable, la protection de l'environnement, l'amélioration de la qualité de l'eau, les adaptations climat-air-énergie,...

L'agriculture est un secteur en constante évolution et mutation, qui nécessite un conseil sans cesse renouvelé dans de multiples domaines, issus de références viables.

C'est donc naturellement que la Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est, disposant d'un Pôle Recherche Développement Innovation reconnu, co-organise ce 47 ° GFP avec l'Université de Lorraine. La recherche d'aujourd'hui en Phyto-Pharmacie est la base de notre conseil de demain.

Cet évènement illustre parfaitement notre volonté de développer en Grand Est une interface forte permettant la diffusion et le transfert réciproque de connaissances entre le monde scientifique et l'environnement professionnel.

En tant que Président de la Commission Agricole de Bassin Rhin-Meuse, je félicite la dynamique du Groupe Français des Pesticides. Je souhaite que cette édition ouverte à nos voisins Européen, puisse aboutir à un Livre Blanc partagé, permettant d'établir collectivement nos grandes orientations en terme de Recherche et de Développement pour limiter l'impact de l'usage des produits phytosanitaires sur les ressources naturelles, tout en maintenant une production viable qualitativement, quantitativement et économiquement.

Par conséquent, augurons que les conditions sont réunies pour nous permettre de partager nos connaissances au service du triple « A ».

PROGRAMME DETAILLÉ

LUNDI 15 MAI 2017

08h30 - 09h30	**Accueil des Participants**
09h30 - 10H10	**Introduction du Congrès**
	SESSION : SYSTÈMES DE CULTURES ET PESTICIDES
10h10 - 10h30	Analyse multicritères de systèmes de culture intégrés en réduction forte d'utilisation de phytosanitaires : trajectoires après 5 années de suivi : **SCHOTT François-Xavier** *(Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est)*
10h30 - 10h50	Produire avec 50% de phytosanitaires en moins, les résultats de 6 années d'expérimentation en système céréalier lorrain : **SEXE Mathias** *(Coopérative EMC2)*
10h50 - 11h10	Conférence invitée : Le Bilan du plan Ecophyto : **POTIER Dominique** Député, rapporteur du plan Ecophyto
11h10 - 11h30	**PAUSE**
11h30 - 11h50	Effet de la localisation d'herbicides de prélevée sur leur transfert par ruissellement : **HEDDADJ Djilali** *(Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne)*
11h50 - 12h10	Mémoriser les pratiques d'usage des pesticides en exploitations agricoles : vers un changement de paradigme suite à l'informatisation massive des données ? **BENOIT Marc** *(INRA Mirecourt)*
12h10 - 12h30	Evaluation et maîtrise des risques de pollutions diffuses dans un bassin versant bananier à la Martinique : **TOURNEBIZE Julien** *(IRSTEA Anthony)*
12h30 - 12h50	Evaluer les dynamiques d'usage des pesticides au sein des systèmes de culture : intérêt d'observations sur le long terme et sur des territoires contigus. **BENOIT Marc** *(INRA Mirecourt)*
12h50 - 13h10	Bilan de la session et présentation des posters de la session
13H10 - 14H30	**REPAS**
	SESSION : AIR ET PESTICIDES
14h30 - 15h00	Conférence : Test systems to investigate the pesticide exposure of non-target areas via air : **KUBIAK Roland** *(RLP AgroScience GmbH)*
15h00 - 15h20	Dosage de pesticides atmosphériques en zone péri-urbaine : Sites de Spycker et Wormhout : **GENEVRAY Paul** *(Université du Littoral Côte d'Opale)*
15h20 - 15h40	Suivi des produits phytosanitaires dans l'air : De la mesure à la pratique agricole : **PALLARES Cyril** *(ATMO Grand Est)* et **KLINGHAMMER Alfred** *(Chambre Régionale d'Agriculture du Grand Est)*
15h40 - 16h00	**PAUSE**
16h00 - 16h20	Comparaison et calibration de divers adsorbants pour l'échantillonnage passif de pesticides dans l'air au cours d'une campagne de mesures au niveau régional : **MILLET Maurice** *(CNRS / Université de Strasbourg)*
16h20 - 16h40	Méthodes de dosage des pesticides dans les échantillons biologiques en population wallonne : **CHARLIER Corinne** *(CHU de Liège)*
16h40 - 17h00	Bilan de la session + présentation des poster
17h00 - 17h20	**PAUSE**
17h20 - 18h00	**Assemblée générale de l'association GFP**
18h00 - 20h30	**Cocktail de bienvenue**

MARDI 16 MAI 2017

SESSION : PESTICIDES ET SANTÉ

08h20 - 08h50	Conférence : Les GWAS et leur entrée dans l'évaluation des effets des pesticides : **ROBERT Annie** (Université de Louvain)
08h50 - 09H10	Caractérisation de l'exposition des agriculteurs aux produits chimiques cancérigènes au niveau de la région de Meknès (Maroc) : **BERNI Imane** *(Université Moulay Ismail de Meknès (Maroc))*
09h10 - 09h30	In vivo effects of two chlordecone derivatives, obtained by in situ chemical reduction, in a human prostate model : **BILLAT Pierre-André** *(INSERM / Université d'Angers)*
09h30 - 09h50	L'effet de 3 modes de conservation sur la dissipation des résidus de pesticides dans les feuilles de vigne Vitis vinifera : **HAYAR Salem** *(Université libanaise)*
09h50 - 10h10	Caractérisation chimique et évaluation des propriétés cytotoxiques, pro-inflammatoires et génotoxiques de particules fines en suspension dans l'air en milieu rural : **VERDIN Antony** *(Université du Littoral Côte d'Opale)*
10h10 - 10h30	**PAUSE**
10h30 - 10h50	Etude de l'alimentation total infantile - Evaluation de l'exposition des enfants de moins de 3 ans aux résidus de pesticides : **MERLO Mathilde** (ANSES)
10h50 - 11h10	Effet de deux fongicides et leur mélange sur la fertilité et les paramètres du stress oxydatif chez le rat : **MALLEM Leila** *(Faculté de Médecine Annaba (Algérie))*
11h10 - 11h30	Protection des opérateurs lors du traitement phytosanitaire : Efficacité des cabines de tracteurs et automoteurs au laboratoire et en pleins champs : **GRIMBUHLER Sonia** *(IRSTEA Montpellier)*
11h30 - 11h50	Bilan de la session et présentation de posters
11H50 - 13H30	**REPAS**

SESSION : ENJEUX AGRONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAUX DES PESTICIDES

13h30 - 14h00	Conférence : le suivi des produits phytosanitaires dans les cours d'eau Agence de l'eau Rhin Meuse : **François BIGORRE**
14h00 - 14h20	Cartographie des zones sources de pollution diffuse des eaux de surface par ruissellement des pesticides : **VAN DIJK Paul** *(Association pour la Relance Agronomique en Alsace)*
14h20 - 14h40	L'AMPA dans le bassin versant de la Vilaine : sources, comportement, devenir : **GRANDCOIN Alexis** *(SAUR)*
14h40 - 15h00	Transferts de l'atrazine et la déséthylatrazine dans la zone non saturée en milieu crayeux : **CHEN Ningxin** *(UPMC)*
15h00 - 15h20	TOPPS, une démarche collective européenne pour le développement d'outils de prévention des pollutions de l'eau par les produits phytosanitaires : **DE PAEPE Isabelle** *(UIPP)*
15h20 - 15h40	**PAUSE**
14h40 - 16h00	Gestion du ruissellement et de l'érosion en vignobles ; quelles mesures et quelles alternatives au DVP de 20 m ? **LE HENAFF Guy** *(IRSTEA Lyon Villeurbanne)*
16h00 - 16h20	Rôle des plans d'eau peu profonds sur l'atténuation des concentrations et flux de contaminants : **BANAS Damien** *(URAFPA Université de Lorraine)*
16h20 - 16h40	Evaluation de la réduction des transferts de pesticides par la ZTHA de Rampillon : Bilan des 3 années de suivi (2012-2015) : **TOURNEBIZE Julien** *(IRSTEA Antony)*
16h40 - 17h00	Influence du temps de résidence hydraulique sur la rétention de pesticides au sein de zones tampons végétalisées : **GAULLIER Céline** *(LIEC Université de Lorraine)*
17h00 - 17h20	Bilan de la session et présentation des posters
18h30 - 19h30	Visite culturelle de Nancy
20h00	**Dîner et soirée de Gala**

MERCREDI 17 MAI 2017

SESSION : SUIVI DES PESTICIDES ET MONITORING

08h30 - 08h50	Le couplage IC/MS pour l'analyse en routine de pesticides polaires dans l'eau et les matrices alimentaires : **DURETZ Bénédicte** (ThermoFisher)
08h50 - 09H10	Détermination de différentes formes d'élimination de la chlordécone chez la brebis : **FOURNIER Agnès** *(URAFPA Université de Lorraine)*
09h10 - 09h30	Résultats de l'observatoire des fuites de produits phytosanitaires sous parcelles agricoles en Alsace KOLLER Rémi Association pour la Relance Agronomique en Alsace
09h30 - 09h50	Développement d'une méthode multi-résidus par LC-MS/MS pour la quantification de traces de pesticides dans les vers de terre : **DANIELE Gaëlle** *(CNRS)*
09h50 - 10h10	Perspective tendancielle de la contamination par la deséthylatrazine (DEA) dans le bassin de la Seine : **BLANCHOUD Hélène** *(EPHE UMR METIS)*
10h10 - 10h30	**PAUSE**
10h30 - 10h50	Apport et utilisation de la BNVD pour l'analyse rétrospective de la contamination des cours d'eau par les phytosanitaires et leurs métabolites : **GUIBAL Robin** *(Université de Limoges)*
10h50 - 11h10	Gestion des pesticides dans un bassin d'alimentation de captage: définition d'un plan d'action, de son suivi et de critères de contrôle de son efficacité : **FARLIN Julien** *(Luxembourg Institute of Science & Technology)*
11h10 - 11h40	Conférence : Bilans massiques d'émissions de pesticides dans les eaux de surface : Opportunités et limites de l'utilisation d'échantillonneurs passifs : **GALLE Tom** *(Luxembourg Institute of Science & Technology)*
11h40 - 12h00	Bilan de la session et présentation de posters
12H00 - 13H30	**REPAS**

SESSION : IMPACT SUR LES AGRO ÉCOSYSTÈMES

13h30 - 13h50	Impact de deux formulations commerciales de fongicide sur Aporrectodea caliginosa : **BART Sylvain** *(INRA Versailles)*
13h50 - 14h10	Suivi au champ des effets de fongicides sur les populations d'enchytréides et de vers de terre : **AMOSSE Joël** *(INRA Versailles)*
14h10 - 14h30	Comment la fouille de données peut renouveler la démarche de construction des indicateurs agro-environnementaux ? Exemple de l'indicateur Icarab : **LASSERRE Françoise** *(LAE Université de Lorraine)*
14h30 - 14h50	Evaluer les risques de transfert de pesticides vers les eaux à l'aide d'indicateurs : un gradient de complexité : **BOCKSTALLER Christian** *(LAE INRA Colmar)*
14h50 - 15h10	RECOTOX, Network Ecotoxicology-Toxicology : un réseau d'observatoires de recherche pour comprendre et anticiper les impacts éco-toxicologiques des polluants sur les agroécosystèmes : **MOUGIN Christian** *(INRA Versailles)*
15h10 - 15h30	Bilan de la session et présentation des posters
15h30 - 15h50	**PAUSE**

TABLE RONDE : COMMENT RÉDUIRE LES IMPACTS DES PESTICIDES

15h50 - 18h00

Introduction de la table ronde

Table Ronde :

- Comment limiter les transferts et maintenir une production suffisante?
- Comment limiter les impacts environnementaux et humains ?
- Quels sont les impacts socio-économiques et les moteurs d'actions pour réduire les impacts des pesticides ?
- Quelle stratégie adopter pour le suivi des pesticides ?

Conclusion du colloque

PRÉSENTATIONS ORALES

SYSTÈMES DE CULTURES ET PESTICIDES

ANALYSE MULTICRITÈRES DE SYSTÈMES DE CULTURE INTÉGRÉS EN RÉDUCTION FORTE D'UTILISATION DE PHYTOSANITAIRES : TRAJECTOIRES APRÈS 5 ANNÉES DE SUIVI

François-Xavier Schott1, Arnaud Legrand2, Emilie Lagarde2, Nadège Chautagnat2, Aurore Baillet3, Cherrier Richard1 et Nathael Leclech1

1 Chambre Régionale d'Agriculture du Grand Est, Pôle Recherche, développement et innovation, bât i, 9 rue de la Vologne, 54 520 Laxou - francois-xavier.schott@lorraine.chambagri.fr

2Association Lorraine pour la Promotion en Agriculture, Les Noires Terres, 54740 Haroué

3Terres Inovia, 9 Rue de la Vologne, 54520 Laxou

L'agriculture doit faire face à de nouveaux enjeux en conciliant production de qualité en quantité suffisante tout en limitant son impact sur l'environnement. Dès 2002, des travaux de l'INRA ont montré qu'il était possible de réduire de 30% l'usage de phytosanitaires sur blé par rapport aux prescriptions du développement agricole sans affecter la marge brut (Faloya et al., 2002). Par contre, ses mêmes résultats montraient qu'une réduction supérieure à 30% entrainait une réduction de la marge brute. Ces résultats ont convergé vers la nécessité d'aller plus loin que la simple optimisation des pratiques et le recours à des leviers agronomiques à la culture, en travaillant à l'échelle des systèmes de cultures pour tendre vers la production intégrée et parvenir à des réductions plus importantes de recours aux produits phytosanitaires. Le principe est de mettre en œuvre une série de pratiques, de leviers agronomiques visant à réduire les pressions sur les cultures en amont et d'employer les phytosanitaires en dernier recours. Depuis une dizaine d'années, les essais pluriannuelles sur des systèmes de culture se sont démocratiser pour parvenir à tester des systèmes, des combinaisons de leviers agronomiques, mesurer les effets cumulatifs des pratiques mises en œuvre et avoir une analyse multicritères de ces modifications de systèmes.
Dans ces essais, la phase de conception des systèmes innovants est primordiale. Lors de cette étape sont imaginés les nouveaux systèmes de culture en mobilisant des connaissances scientifiques et d'experts croisées à différentes méthodologies et outils (Loyce et Wéry, 2006). Cette étape permet d'évaluer a priori les systèmes envisagés en les prototypant et de discuter de leurs performances en regardant si elles répondent aux objectifs définis pour ces deniers. La mise en place de l'expérimentation au champ permet ensuite de valider les hypothèses faites lors de cette phase d'évaluation préliminaire notamment sur la faisabilité technique et la cohérence agronomique de ces systèmes.

La majorité des exploitations lorraines sont des exploitations à orientation économique de production d'herbivores (48%), grandes cultures (21%) et à orientation mixte herbivores/grandes cultures (25%) (RGA 2010). Le système cultural est largement simplifié autour de la rotation triennale de cultures d'hiver colza/blé/orge semées tôt par rapport aux autres régions françaises, avec introduction de maïs pour les exploitations polyculture-élevage. Bien que les systèmes culturaux soient (très) peu diversifiés en Lorraine, il existe une variabilité pédoclimatique sur le territoire, dont la contrainte majeure est le comportement hydrique des sols (faible réserve utile sur les plateaux calcaires, hydromorphie sur des sols argileux ou marneux). De part les conditions pédoclimatiques particulières de la région Lorraine et une rotation courte pratiquée depuis plusieurs années, la pression adventices est importante (forte pression des graminées, vulpins résistants). De plus, le colza est une culture très présente, car très bien adaptée à la région et à forte valeur économique, ce qui a conduit à une pression relativement importante et régulière des ravageurs.

C'est pourquoi, les chambres d'agriculture de la région ont investi depuis de nombreuses années l'acquisition de références sur des systèmes économes en intrants. Cette acquisition de références a été complétée à partir de l'automne 2011 par une plateforme d'expérimentation visant à tester plusieurs systèmes en réduction forte d'utilisation de phytosanitaires. Cette plateforme située à Haroué en Meurthe-et-Moselle est pilotée par la chambre régionale d'agriculture, le centre ALPA et Terres Inovia. Cet essai s'inscrit dans le réseau régional multi-acteurs DEPHY EXPE du plan Ecophyto et teste des systèmes en production intégrée cherchant à réduire d'au moins de 50% l'utilisation de phytosanitaires par rapport à la référence régionale (mesurée avec l'indicateur IFT). Ce réseau régional rassemble

l'ensemble des acteurs du milieu agricole (coopératives, chambres d'agriculture, instituts techniques, enseignement supérieur/INRA et lycée agricole privée), afin de mutualiser les connaissances et de partager les données pour un transfert le plus large possible de la recherche fondamentale à l'application. Cet essai s'inscrit bien en complémentarité des acquisitions de références réalisées par les chambres ainsi que des réseaux DEPHY FERME lorrain du plan Ecophyto en allant plus loin dans les objectifs de réduction.

Sur la plateforme située à Haroué (54), sur des sols argilo-calcaires moyennement profonds, sont testés deux systèmes en grandes cultures représentant deux niveaux de rupture par rapport à un système de référence en rotation « classique » de la région à savoir colza d'hiver - blé d'hiver - orge d'hiver conduit en techniques culturales simplifiées (TCS) présent également sur cette plateforme. Le premier système intégré, correspondant à un premier niveau de rupture, conserve la rotation triennale et met en œuvre les leviers agronomiques et mécaniques pour employer les produits phytosanitaires en dernier recours. Le deuxième système présente un niveau de rupture plus élevé avec une rotation quinquennale (pois de printemps/colza d'hiver/blé d'hiver/tournesol/blé d'hiver) en plus des leviers agronomiques et mécaniques. L'analyse ex ante de ces systèmes avec les règles de décision définies donnait une réduction d'IFT supérieure à 50% (57% pour le système en rotation triennale, 67% pour le système en rotation allongée) avec une réduction de marge brute nulle à modérée. Des témoins non traités (fongicides, insecticides et herbicides) permettent d'évaluer les règles de décision établies pour ces systèmes.
Après cinq années de récolte, cet essai présente des résultats intéressants. En effet, l'objectif premier des systèmes intégrés mis en place sur cet essai a été atteint puisque ils présentent un IFT inférieur à 50% de la référence régionale proche des IFT calculés à priori dans l'analyse ex ante de ces systèmes (-60% pour le système intégré en rotation 3 ans et -73% pour le système intégré en rotation 5 ans). Malgré des réductions fortes de recours aux phytosanitaires, aucun échec technique important n'est à constater. Ces systèmes semblent globalement « se stabiliser », les règles de décision employées depuis trois campagnes semblent être adaptées aux objectifs de réduction d'usage des phytosanitaires et aux objectifs agronomiques. Il est également intéressant de constater que des trajectoires en matière de pression adventices et du coup de consommation d'herbicides semblent se dessiner. En effet, le système raisonné voit sa pression en graminées augmenter d'année en année comparativement aux systèmes intégrés. Les leviers agronomiques semblent encore parvenir à contenir les pressions en adventices à des niveaux assez bas pour parvenir à les gérer avec peu d'herbicides.
Sur le volet économique, les systèmes intégrés ne semblent pas « décrocher » en matière de marge brute et directe par rapport aux références locales de groupes d'agriculteurs, même si les charges de mécanisation sont plus élevées. Il faut tout de même noter que le système intégré en rotation longue, du fait de rendements inférieurs aux objectifs en blé de tournesol et des aléas qui ont impacté certaines années les rendements de tournesol, pois ou colza, décroche en matière de marge brute et surtout de marge directe par rapport aux deux autres systèmes.
Les systèmes intégrés demandent plus de temps de travaux au champ mais ne présentent pas de pointe de travail plus importante que le système raisonné. Les travaux sont répartis sur de plus longues périodes d'autant plus que l'assolement est diversifié (système intégré en rotation 5 ans). De plus, cette comparaison se fait avec un système en TCS qui par rapport à un système labour présente déjà une réduction significative du temps de travail au champ.

Mots-clés : systèmes de culture, production intégrée, réduction d'utilisation de phytosanitaires, essai pluriannuel, analyse multicritères

Bibliographie :

FALOYA V., DUMOULIN F., HOT J.P., MENU P., BOIZARD H., MEYNARD J.M., 2002. Protection intégrée du blé tendre d'hiver. Itinéraire technique en Picardie. Perspectives agricoles, 283.
Loyce C., Wery J., 2006. Les outils des agronomes pour l'évaluation et la conception de systèmes de culture. In: Doré T., Le Bail M., Martin P., Ney B., Roger-Estrade J. (Eds), L'agronomie aujourd'hui, INRA, Paris, pp 77-95.
RGA 2010, http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/zip/Otex_ensemble.zip

PRODUIRE AVEC 50% DE PHYTOSANITAIRES EN MOINS, LES RÉSULTATS DE 6 ANNÉES D'EXPÉRIMENTATION EN SYSTÈME CÉRÉALIER LORRAIN

Sexe Mathias (1), Mallinger Benoit (1)

(1) Coopérative EMC2, Bras-sur-Meuse, CS 30045 55101 VERDUN Cedex - mathias.sexe@emc2.coop; benoit.mallinger@emc2.coop

Résumé :

Le plan national Ecophyto lancé en 2008 a pour objectif la réduction de 50% de l'utilisation des produits phytosanitaires, si possible. Une telle baisse est-elle effectivement possible dans tous les systèmes de culture et tous les territoires ? Dans l'état actuel des savoir-faire et des solutions disponibles, nous nous sommes posés la question de la faisabilité et des conséquences d'une telle réduction dans un système céréalier lorrain, déjà fortement contraint sur les aspects économiques et agronomiques, de par la prédominance d'une rotation courte Colza/blé/orge, d'un climat semi-continental, et de sols argilo-calcaire à faible réserve utile.

Matériels et méthodes

Pour y répondre, nous avons installé dès 2009 un dispositif expérimental de longue durée au sein d'une exploitation céréalière situé à Flirey (54), afin de tester la réduction de 50 % des produits phytosanitaires à l'échelle de la rotation. Trois parcelles de 1 ha, portant chacune une des cultures de la rotation de base, sont découpées en 3 bandes pour permettre la comparaison de 2 niveaux de rupture par rapport à un système de référence.

Le 1er niveau de rupture correspond à la mise en œuvre de méthodes alternatives dans une rotation classique. Le second niveau de rupture est une complète re-conception du système de culture avec l'allongement de la rotation sur 6 ans. La règle concernant les traitements est de ne pas dépasser 50 % de l'IFT régional de référence à la culture. La récolte 2016 est la 6ième depuis le début du suivi. Nous réalisons une première comparaison au terme d'une rotation complète en 2ième niveau de rupture et deux rotations pour les autres systèmes. Toutes les données sont analysées avec le logiciel Systerre (Arvalis).

Ce dispositif constitue un des 4 sites expérimentaux du projet ECOPHYTO EXPE lorrain inter-organismes, piloté par la Chambre Régionale d'Agriculture qui est en cours jusqu'à la récolte 2017. Sans constituer des répétitions au sens strict, la multiplication des sites et des systèmes de cultures permettra de prendre du recul à l'échelle du territoire.

Résultats et discussion

Les résultats environnementaux sont encourageants. L'objectif de produire à 50 % de la référence IFT régionale sur 6 ans est atteint dans notre expérimentation. L'impact environnemental est certainement moindre car les quantités de matières actives diminuent d'autant. Toutefois, nous verrons que cette baisse imposée n'est pas sans conséquences. L'intérêt de plusieurs techniques alternatives est confirmé, comme le choix de variétés adaptées pour permettre le décalage des dates de semis et présenter une meilleure tolérance aux maladies. Le désherbage mécanique (possible à mettre en œuvre une année sur 2 en moyenne) ou les plantes compagnes dans le colza ont montré des niveaux d'efficacité satisfaisants, certes sur des parcelles propres au départ. Les parcelles des systèmes en rupture présentent un nombre d'adventices plus élevé mais le niveau d'infestation reste maîtrisable. Par ailleurs, l'allongement de la rotation permet de mieux répartir la charge de travail sur l'année et apporte une meilleure résilience au système de culture, comme en 2012, année du gel, où il n'y a pas eu de resemis dans le 2ème niveau de rupture, ce qui n'a pas perturbé la rotation prévue et a limité les charges.

Cependant, les rendements sont systématiquement inférieurs au système de référence, de -12% pour le 1er niveau de rupture et de -21% pour le 2nd, et la marge des cultures de printemps laisse à désirer.

Les résultats économiques sont en effet très insuffisants : Les 2 systèmes en rupture permettent certes de réduire le total des charges, cependant certaines techniques alternatives comme l'utilisation de plantes compagnes ou encore l'introduction de cultures de printemps qui nécessite l'implantation de couverts végétaux hivernaux et de semences de cultures de printemps plus chères représentent un surcoût. Au final, les charges, moins élevées dans les systèmes en rupture, ne compensent pas sur les 6 premières années, la différence de produit liée aux différences de rendements. Ainsi, la marge brute moyenne dégagée par le système de référence se situe à + 85 €/ha/an par rapport au 1er niveau de rupture et + 237 €/ha/an par rapport au 2ème niveau de rupture.

Il serait déraisonnable d'extrapoler largement ces résultats, cependant ils posent clairement le problème de moindres rendements et de rentabilité insuffisante dans des systèmes céréaliers lorrains fortement contraints vis-à-vis de l'utilisation des phytosanitaires.
Nous avons montré que l'utilisation du levier variétal est un facteur primordial pour diminuer le niveau des traitements phytosanitaires. Cependant, en l'état actuel des solutions disponibles, une souplesse doit être conservée au niveau des possibilités de traitements (IFT) pour faire face à des années à pression élevée et ne pas essuyer d'échecs trop pénalisants en termes économiques. D'autant qu'il n'existe quasiment pas de solutions de biocontrôle en grandes cultures à ce jour.
Nous avons également mis en évidence l'intérêt de l'introduction de cultures de printemps pour concevoir un système de culture plus résilient et diminuer la pression des ravageurs et adventices. Cependant, les marges dégagées sont trop faibles au regard des cultures de la rotation de base. Des progrès doivent encore être accomplis sur le bilan économique de ces cultures de diversification par la mise en place de filières structurées et optimisées de l'amont (variétés mieux adaptées) à l'aval (débouchés).
C'est pourquoi les coopératives s'impliquent fortement tant dans la recherche de solutions en amont, notamment avec des programmes de recherche collaborative pilotés par ARD, que dans la mise en place de nouvelles filières plus rémunératrices de cultures de printemps.

Mots-clés : systèmes de cultures innovants très économes en phytosanitaires - Ecophyto EXPE lorrain - Réduction de phytosanitaires - dispositif expérimental longue durée - rupture - techniques alternatives.

EFFET DE LA LOCALISATION D'HERBICIDES DE PRÉLEVÉE SUR LEUR TRANSFERT PAR RUISSELLEMENT.

Heddadj Djilali et Cotinet Patrice

Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne

Dans les programmes de désherbage du maïs, l'intérêt de la prélevée dans certaines situations à forte pression de graminées et (ou) de véroniques, est reconnu. Outre, l'efficacité de désherbage que peuvent avoir les stratégies de prélevée, la diversification des produits permet d'éviter d'avoir recours majoritairement à une seule famille déjà largement utilisée sur d'autres cultures (les sulfonylurées), avec des conséquences de développement de résistances, chez certaines mauvaises herbes. Néanmoins, le risque de transferts du groupe des prélevées est lié principalement aux doses appliquées relativement élevées, proches de la dose homologuée et qu'il est difficile de diminuer pour maintenir un bon niveau d'efficacité.

Des solutions culturales sont susceptibles de limiter ce risque en agissant à 2 niveaux :(i) sur l'état structural du sol pour limiter le ruissellement, (ii) sur la quantité de produit mobilisable en diminuant les doses appliquées.

C'est dans cet objectif qu'une étude a été conduite à la station expérimentale de Kerguéhennec (56) durant 2 années consécutives. Elle a permis de comparer, sous culture de maïs, une application localisée sur le rang à une application en plein.

Les herbicides étudiés sont le S-metolachlore, la pendiméthaline et le DMTAP. Afin de comparer les différentes modalités, la méthode de la simulation de la pluie a été utilisée sur des placettes de 1.5 m², à raison de 3 répétitions par modalité.

Les résultats montrent que l'effet de la localisation peut être différent en fonction de la période à laquelle intervient le ruissellement.

En effet, lors de la première année d'études, les résultats montrent qu'un ruissellement précoce intervenant sur la ligne de semis a permis de réduire les flux d'herbicides d'un facteur 5. Cette étude reprise l'année suivante, a montré sur la même période un écart faible entre un désherbage localisé et un désherbage en plein, malgré une réduction de dose apportée de 67%.

Ces résultats indiquent que selon le stade du maïs et l'état de préparation du lit de semences, la contribution de la ligne de semis peut être variable. Néanmoins, avec le développement de la culture, et « l'effet parapluie » du maïs le risque diminue fortement quand on s'éloigne de la date de traitement. Cela souligne d'autant plus l'importance de l'état de surface au moment où intervient la première pluie ruisselante.

MÉMORISER LES PRATIQUES D'USAGE DES PESTICIDES EN EXPLOITATIONS AGRICOLES : VERS UN CHANGEMENT DE PARADIGME SUITE À L'INFORMATISATION MASSIVE DES DONNÉES ?

Estelle Sac, Camille Thénot, Marc Benoît, UR 005, Inra SAD Aster, F-88500 Mirecourt.

Introduction :

Depuis les années 1950-1960, les exploitations agricoles ont vu progressivement leurs structures et leurs organisations se moderniser en s'orientant notamment vers une rationalisation scientifique des techniques agricoles qui touche aussi les mémorisations des pratiques (Joly, 1997 ; Abt et al., 2010 ; Dufy et al, 2006 ; Mazé et al., 2004). De nouvelles habitudes de notation et d'enregistrement de données basées sur l'observation et la mesure sont apparues et ont évoluées vers des formes de plus en plus standardisées (carnet de plaine)(Schott et al. en 2014). Aujourd'hui, à « l'ère du tout numérique », les mutations informationnelles n'ont pas épargné le monde agricole, et en particulier la mémorisation sur l'usage des pesticides (Hilbert M, López P, 2011).

Méthodes :

A partir d'enquêtes sur 35 exploitations, nous avons étudié des types de systèmes de production et des types d'usages des pesticides, dans des régions françaises contrastées : grandes cultures (7 enquêtes en Champagne crayeuse), polyculture-élevage (8 enquêtes en Plateau lorrain), arboriculture (12 enquêtes en Loire-Atlantique), viticulture (8 enquêtes en Champagne). Les enquêtes compréhensives (Kauffmann, 1996) mises en œuvre ont abordé les modalités retenues par les agriculteurs pour garder trace de leurs pratiques, les raisons de ces choix, et les efficacités de ces mémorisations sur une période de deux décennies (1995-2016).

Résultats et discussion :

Les résultats obtenus confirment les conclusions de Gras et al. (1989) qui pointaient la difficile exigence de noter, légender et conserver les informations sur les faits techniques en agriculture. Ce travail de prospection a permis :

- De construire les chronogrammes qui décrivent les successions de supports de mémorisation mobilisés par les agriculteurs pour noter leurs pratiques d'usage des pesticides.
- d'aboutir à l'identification de 5 trajectoires de mémorisation des pratiques : (i) stabilité de la stratégie, (ii) apparition d'un logiciel de gestion parcellaire, (iii) remplacement des supports papier par un logiciel de gestion parcellaire, (iv) remplacement des supports papier par un support informatique, (v) disparition des supports papier.

Le carnet de plaine semble de moins en moins utilisé parmi les exploitants de notre échantillon, contrairement à ce qu'ont identifié, mais d'autres supports papiers sont présents dans les exploitations enquêtées. Notre travail pointe qu'il y a également de forts risques pour que (i) l'information sur l'usage des pesticides contenue dans des écrits de gestion interne se prête difficilement à une exploitation par des tiers extérieurs, (ii) sa distribution parfois désordonnée dans les supports d'enregistrement informatisés complexifie son analyse.

Références :

Abt V., Gilain-Galliot C, Havet A., Gautier J-M., Joly N., 2010, « Gestion et intégration des documents de traçabilité dans les exploitations d'élevage : réalités et améliorations possibles, Cahiers d'agri**culture,**

Vol. 19, n°1, pp. 7-13
Dufy L, Abt V, Poyet P (2006) GIEA: gestion des informations de l'exploitation agricole. Un projet au service de l'interopérabilité sémantique de la profession agricole. Ingénieries-EAT p. 27-p. 36.
Gras R., Benoît M., Deffontaines J-P., Duru M., Lafarge M., Langlet A., Osty P-L., 1989. Le fait technique en agronomie. Activité agricole, concepts et méthodes d'étude. Coéd. INRA-L'Harmattan, 160 pages.
Hilbert M, López P (2011) The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. Science 332:60-65. doi: 10.1126/science.1200970
Joly, N.(1997). Écritures du travail et savoirs paysans. Aperçu historique et lecture de pratiques. Les agendas des agriculteurs. Thèse de doctorat, Université Paris X, Nanterre.
Joly, N., 2012, « Faire preuve ». Les écrits de traçabilité dans les exploitations, in : Laborde A. (dir.), TIC et agricutlure. Appropriation des dispositifs numériques et mutations des organisations, Paris, L'Harmattan, pp. 119-140, suivi d'échanges avec J.M. Gautier, Chef de projet à l'Institut de l'Elevage, p. 141-146.
Kaufmann J-C. 1996. L'entretien compréhensif. Paris : Arman Collin. L'enquête et ses méthodes, 126p.
Mazé, A., Cerf, M., Le Bail, M., Papy, F.(2004). Entre mémoire et preuve : le rôle des écrits dans les exploitations agricoles. Natures Sciences Sociétés, 12, 1, 18-29.
Schott C., Barataud F., Mignolet C., 2014. Les «carnets de plaine» des agriculteurs: une source d'information sur l'usage des pesticides à l'échelle de bassins versants. Agronomie, Environnement &Société. (4-2) , 23-29.

Remerciements : nous remercions les agriculteurs enquêtés pour le temps et l'écoute qu'ils nous ont accordés, Nathalie Joly et Laurence Guichard pour les échanges d'idées, et l'ANSES pour avoir soutenu financièrement cette recherche dans la CRD « Filatures ».

EVALUATION ET MAITRISE DES RISQUES DE POLLUTIONS DIFFUSES DANS UN BASSIN-VERSANT BANANIER A LA MARTINIQUE

JC. DESFORGES(1), H. VERGONJEANNE(1), C. CHAUMONT(2), L. GERVAIS(3), L. MANGEOT(4), J. TOURNEBIZE(2).

(1) SYNGENTA France, 1 avenue des prés, 78286 Guyancourt, France, jean-charles.desforges@syngenta.com , helene.vergonjeanne@syngenta.com

(2) IRSTEA, 1 rue Pierre-Gilles de Gennes, CS 10030, 92761 ANTONY cedex, cedric.chaumont@irstea.fr , julien.tournebize@irstea.fr

(3) Institut technique tropical, C/o BANAMART, Bois rouge, 97 224 Ducos, l.gervais@it2.fr

(4) Office De l'Eau, 7 avenue Condorcet, BP 32, 97201 Fort de France Cedex, loic.mangeot@eaumartinique.fr

Résumé :

En zone tropicale, les risques de contamination de l'eau, liés à l'érosion et au ruissellement, contribuant aux "pollutions diffuses", vers les eaux de surface sont élevés. Valider l'intérêt technico économique de méthodes de prévention efficaces et reproductibles par les producteurs est indispensable. Tel est l'objet de cette étude réalisée à l'initiative de Syngenta dans le cadre d'un partenariat entre Syngenta, l'Institut technique tropical (IT^2), l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA), l'Office de l'Eau de la Martinique et Phytocenter.

Une étude conduite sur trois années, sur un micro bassin versant bananier à la Martinique montre l'intérêt de plantes de couverture en inter-rang sur la diminution des pics de pollution et le transfert des substances actives herbicides et fongicides vers les eaux brutes.

Changement des pratiques

L'étude a été réalisée de 2012 à 2015 sur l'exploitation Agéris® RIFA du Lamentin, sur un bassin versant de 7,7 hectares entièrement cultivé en banane. Après une première année témoin, des aménagements et changements de pratiques ont été initiés dès la deuxième année : Implantation de plantes de service sous la canopée et entretien essentiellement mécanique des abords de la ravine et des chemins. Les plantes de service (petit mouron (Drymaria cordata) et arachide sauvage (Arachis pintoï)) ont été implantées sur chaque versant du bassin, représentant 45 % de la surface totale. Au final, seul le petit mouron s'est réellement développé. Le caya blanc ou kaya blan (Cleome rutidosperma) naturellement présent a par ailleurs été favorisé car il procure les avantages d'une plante de service.

Mesure de l'effet des aménagements

Une station hydrologique, avec prélèvements d'échantillons d'eau à l'exutoire du bassin versant, a permis de suivre les teneurs en matière en suspension et substances actives présentes dans l'eau brute et d'évaluer les flux de substances actives avant et après aménagements et changements de pratiques de l'agriculteur.

Utilisation phytosanitaire : une baisse significative

Les changements de pratiques issus de la stratégie d'aménagement ont permis de diminuer la consommation herbicide de 71 %. Les applications sur les bords de parcelles (trace) ont été réduites de 68 % du fait de l'utilisation de techniques mécaniques. En ce qui concerne les fongicides, le mode d'application aérien, interdit depuis 2013, a été remplacé par des applications au sol (canon) entrainant un changement dans le choix des programmes et la fréquence de renouvellement des applications, alors que la pression de cercosporiose noire (Mycosphaerella fijiensis) était jugée équivalente.

De 30 à 75 % de réduction d'exportation des substances actives vers l'eau !
Pour chaque substance active appliquée, un rapport entre le flux de substance active exportée vers l'eau par rapport à la dose totale appliquée a été calculé. Il permet de constater qu'après aménagement et, pour toutes les substances actives, ce flux est toujours inférieur à 1%. Il a été abaissé de plus de 75 % pour le glyphosate et de 30 % pour l'ensemble des fongicides.

Les plantes de service limitent le ruissellement
Le flux de matière en suspension n'a quant à lui pas été impacté par le changement des pratiques dans les conditions de cette étude. La réduction des transferts des substances actives vers l'eau serait donc la conséquence d'une limitation rapide du ruissellement suite aux épisodes pluvieux répétés plus qu' à celle d'une réduction de l'érosion.

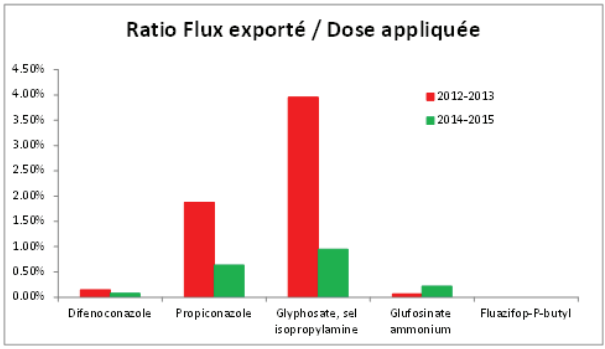


Figure : Evolution des flux d'exportation au regard des doses appliquées pour les différents pesticides sur le bassin versant selon les deux périodes.

Mots-clés : Martinique, Réseau Agéris, Aménagements, bassin-versant, bananes, pollutions diffuses, produits phytosanitaires, plantes de couverture

EVALUER LES DYNAMIQUES D'USAGE DES PESTICIDES AU SEIN DES SYSTÈMES DE CULTURE : INTÉRÊT D'OBSERVATIONS SUR LE LONG TERME ET SUR DES TERRITOIRES CONTIGUS.

Marc Benoît, UR 055, SAD Aster, F-88500 Mirecourt
Ophélie Négri, Carine Obriot, Aline Antoine, SIABAVE, F-51000 Reims

Introduction :

OBSERVOX est un observatoire des pratiques phytosanitaires sur le bassin versant de la Vesle. Il a été mis en place en 2007 dans le but d'une amélioration durable de la qualité de l'eau vis-à-vis des pollutions phytosanitaires.

Méthode :

Cette étude portant sur 9 campagnes d'enquêtes (de 2007 à 2015) pour la vigne et sur 6 campagnes (de 2010 à 2015) pour les grandes cultures a porté sur 47 exploitations viticoles et 51 exploitations agricoles au sein de deux zones pilotes exhaustivement enquêtées. En moyenne, nous avons recueilli des données sur 4500 ha en agriculture et 50 ha en viticulture chaque année, soit respectivement de l'ordre de 600 et 250 parcelles.

Résultats :

Plusieurs constatations découlent de l'analyse statistique de ces 6900 itinéraires techniques parcellaires :

- Il n'y a pas de tendance à la baisse, les variations sont aléatoires avec de très importantes variations inter-annuelles : l'IFT vigne peut ainsi varier de 17,7 à 27,2.
- Le choix de la culture est le plus décisif sur la valeur de l'IFT : la luzerne, avec un IFT inférieur à 1, est la culture qui reçoit le moins de produits phytosanitaires. Viennent ensuite l'orge, la betterave et le pois qui ont des IFT aux alentours de 3 ou 4. Le blé et le colza sont quant à elles les cultures les plus impactantes puisque leurs IFT se situent entre 5 et 6, et la vigne atteint un IFT de 19.
- En vignoble, les traitements hors-herbicides représentent la majeure partie des traitements. Parmi ces derniers, les fongicides utilisés contre les 2 maladies principales de la vigne (le mildiou et l'oidium) sont très majoritaires. Les traitements fongiques ayant pour cible le botrytis (maladie de la pourriture grise) sont quant à eux plus rares et en nette diminution depuis 2007. L'« l'IFT botrytis » est passé de 2,4 à 1,3 avec une diminution constante au fil des campagnes. L'IFT insecticide est quant à lui très faible puisque qu'il oscille entre 0,2 et 0,9. Ce résultat est en partie dû au fait que la quasi-totalité des parcelles enquêtées sont protégées par des techniques de confusion sexuelle.
- La part d'utilisation des produits de bio-contrôle a largement augmenté depuis 2007. Le pourcentage d'IFT vert par rapport à l'IFT total est passé de 4,3 à 13,6 % en 9 ans.
- Enfin, l'IFT du territoire d'étude en vallée de Vesle est plus élevé que l'IFT moyen de la région.

Discussions :

De 2010 à 2015, il n'y a pas de réelles tendances à la baisse au cours du temps, à part pour le blé dont l'IFT avait nettement diminué jusqu'en 2014. Cependant, pour l'ensemble des cultures, les variations interannuelles sont importantes. Cela s'explique par la réactivité des agriculteurs aux conditions climatiques très changeantes d'une année à l'autre. En partant de l'hypothèse que les IFT sont dépendants de la pression annuelle, et donc des réactions aux conditions climatiques, il est difficile d'observer une réelle tendance sur plusieurs années.

Chaque culture a un IFT très différent. Ce résultat très net montre que la gestion de l'assolement constitue le premier un levier permettant la diminution de la pression phytosanitaire globale exercée sur le territoire de la vallée de la Vesle.

Les variations inter-exploitations prédominent largement par rapport aux variations inter-annuelles exposées ci-dessus. Les conditions climatiques annuelles n'expliquent pas, à elles seules, le niveau d'IFT d'une exploitation. Les facteurs propres à l'exploitant dans son niveau d'utilisation des produits phytosanitaires semblent être plus déterminants sur la variabilité des IFT que les conditions climatiques. Cet effet exploitation sur l'usage des pesticides nous permet de cerner la variable d'action prioritaire : le système décisionnel de l'agriculteur, en lien avec son environnement professionnel.

AIR ET PESTICIDES

SYSTÈME TEST POUR L'ÉTUDE DE L'EXPOSITION AUX PESTICIDES PAR L'AIR DES DOMAINES NON CIBLÉS

Dr. Roland Kubiak (1),

(1) RLP AgroScience, Institut für Agrarökologie, Breitenweg 71, D 67435 Neustadt / Weinstr roland.kubiak@agroscience.rlp.de

Résumé :

En plus de la dérive, le processus de volatilisation après application et la re-déposition des parties volatilisées dans les espaces proches du champ peuvent être une autre source de contamination indésirable des surfaces non ciblées. L'importance de cet apport dépend essentiellement de la pression vapeur de la matière active mais aussi du type de formulation ainsi que des conditions climatiques régnantes.

Il est difficile d'appréhender cette voie d'apport par l'expérimentation dans des essais au champ, car la direction et la vitesse du vent doivent être constantes sur une longue période d'expérimentation (en règle générale 2 - 7 jours). Ce n'est habituellement pas le cas dans la pratique. C'est pourquoi il a été développé un équipement « tunnel à vent » qui peut contrôler ces deux importants paramètres d'étude et après une application sur une parcelle de 100 m² permet des mesures exactes de dépositions sur une distance de jusqu'à 25 m de la parcelle traitée. Les résultats sont cohérents en comparaison de ceux mentionnés dans le faible nombre de publications d'essais au champ et dans le même ordre de grandeur , donc transposables pour le champ et adaptés pour le jugement des matières actives dans les tests d'autorisation.

Différents exemples d'applications et de résultats d'essais sont présentés et l'usage pour d'autres interrogations commenté.

DOSAGE DE PESTICIDES ATMOSPHÉRIQUES EN ZONE PÉRI-URBAINE : SITES DE SPYCKER ET WORMHOUT

Genevray Paul (1), Schmidt Guillaume (1), Gobert Justine (1), Vandenbilcke Coralie (1), Cazier Fabrice (1), Ledoux Frédéric (2), Courcot Dominique (2),
Delattre François (2)

(1) Centre Commun de Mesures - Université du Littoral Côte d'Opale 145, avenue Maurice Schumann 59140 DUNKERQUE - paul.genevray@univ-littoral.fr
(2) Unité de Chimie Environnementale et Interaction sur le Vivant - Université du Littoral Côte d'Opale 145, avenue Maurice Schumann 59140 DUNKERQUE - delattre@univ-littoral.fr

Résumé :

Système test pour l'étude de l'exposition aux pesticides par l'air
des domaines non ciblés
Résumé :
En plus de la dérive, le processus de volatilisation après application et la re-déposition des parties volatilisées dans les espaces proches du champ peuvent être une autre source de contamination indésirable des surfaces non ciblées. L'importance de cet apport dépend essentiellement de la pression vapeur de la matière active mais aussi du type de formulation ainsi que des conditions climatiques régnantes.
Il est difficile d'appréhender cette voie d'apport par l'expérimentation dans des essais au champ, car la direction et la vitesse du vent doivent être constantes sur une longue période d'expérimentation (en règle générale 2 - 7 jours). Ce n'est habituellement pas le cas dans la pratique. C'est pourquoi il a été développé un équipement « tunnel à vent » qui peut contrôler ces deux importants paramètres d'étude et après une application sur une parcelle de 100 m² permet des mesures exactes de dépositions sur une distance de jusqu'à 25 m de la parcelle traitée. Les résultats sont cohérents en comparaison de ceux mentionnés dans le faible nombre de publications d'essais au champ et dans le même ordre de grandeur , donc transposables pour le champ et adaptés pour le jugement des matières actives dans les tests d'autorisation.
Différents exemples d'applications et de résultats d'essais sont présentés et l'usage pour d'autres interrogations commenté.

SUIVI DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES DANS L'AIR : DE LA MESURE À LA PRATIQUE AGRICOLE

Laetitia Prévost (1), Alfred Klinghammer (2) Cyril Pallarès (3)

(1) Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est 9, rue de la Vologne 54520 LAXOU - laetitia.prevost@grandest.chambagri.fr

(2) Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est 11, rue Jean Mermoz 68127 SAINTE-CROIX-EN-PLAINE - a.klinghammer@alsace.chambagri.fr

(3)Atmo Grand Est 5, rue de Madrid 67300 SCHILTIGHEIM - cyril.pallares@atmo-grandest.eu

Résumé :

Comment prendre en compte les émissions de produits phytosanitaires dans l'air : de la mesure à la pratique agricole dans le cadre d'un partenariat Chambre d'Agriculture, AASQA[1], organismes de recherche et de formation agricole

En Alsace, Atmo Grand Est[2] réalise des mesures de produits phytosanitaires dans l'air depuis 2013. Afin de permettre à l'ensemble des acteurs concernés de se saisir de cette nouvelle thématique la DRAAF[3] et la DREAL[4] ont mis en place un groupe technique « phytos et air », composé de représentants des administrations, de l'AASQA, des Chambres d'agriculture, et de la distribution agricole. Les discussions menées dans ce groupe ont permis une prise de conscience de la présence de produits phytosanitaires dans l'air à travers le choix des molécules à analyser et l'interprétation partagée des résultats.

Afin de compléter ce travail d'analyse et faire le lien avec les pratiques agricoles du territoire, la Chambre d'agriculture d'Alsace a conduit en 2015 une étude sur les voies d'émissions des produits phytosanitaires dans l'air et des mesures qu'il est possible de mettre en place pour limiter cette contamination. L'indicateur Iphy air[5] de l'INRA[6] qui estime l'effet des pratiques agricoles sur les risques d'émission de substances actives dans l'air a été testé pour la première fois à cette occasion. Les résultats de l'étude ont permis de montrer que les périodes durant lesquelles des produits phytosanitaires sont mesurés dans l'air ambiant correspondent aux périodes de traitement des cultures. Pour autant, ils ont aussi montré la non corrélation entre les produits retrouvés dans les analyses de 2 sites représentatifs des productions agricoles du territoire alsacien et les produits vendus sur le territoire, ainsi que la présence de manière ponctuelle de produits phytosanitaires dans l'air, hors période de traitement.

Fort de ces premiers résultats et du constat de besoin de poursuivre les investigations pour améliorer la connaissance des liens entre les pratiques agricole et les émissions dans l'air, la réflexion a été élargie à plusieurs régions au niveau des Chambres d'Agriculture. Afin de répondre aux multiples enjeux que sont :

- Le besoin d'amélioration des connaissances
- L'instauration d'un partenariat fort et durable entre les acteurs agricoles et ceux de la qualité de l'air
- Le besoin de disposer de solutions techniques adaptées aux contraintes d'application de ces produits tout en limitant les pertes dans l'air
- La communication sur les actions du secteur agricole et la diffusion des solutions techniques auprès de tous les acteurs du secteur agricole

Un projet de recherche intitulé RePP'Air a été retenu dans le cadre du CasDAR[7] Innovation et Partenariat 2016. Il rassemble, 12 chambres d'agriculture et 7 AASQA des régions Auvergne-Rhône-Alpes, Bretagne, Centre-Val de Loire, Grand Est, Nouvelle Aquitaine, Occitanie, et Pays de la Loire. Pour parfaire ce consortium, les organismes de recherche (INRA de Colmar, de Paris Grignon et INERIS[8]) ainsi que 9 établissements de formation agricole répartis dans chaque région, se sont associés à cette démarche. Lancé en janvier 2017, ce projet sur 3 ans et demi vise à permettre mieux appréhender les transferts de produits phytosanitaires dans le compartiment aérien pour intégrer

cette préoccupation dans le conseil auprès des agriculteurs.

Pour ce faire, le projet s'appuie sur 8 sites d'étude et comporte 3 volets principaux :

- une comparaison entre les pratiques agricoles par le biais d'enquêtes et les résultats d'analyse (20 semaines de prélèvement) ;
- le paramétrage et l'utilisation de l'indicateur Iphy-air sur chaque site et de l'outil de modélisation Volt'Air/SURFATM-Pesticides[9].
- la restitution et la communication sur les résultats de l'étude.

La mise en relation des mesures et pratiques a d'ailleurs été testée en 2016 sur le site alsacien. Il en ressort plusieurs cas de figure :

- des substances actives appliquées non retrouvées dans l'air
- des substances actives appliquées retrouvées mais uniquement sur un prélèvement hebdomadaire au cours de la campagne de mesures
- des substances actives appliquées et retrouvées sur plusieurs semaines au-delà de la période de traitements
- des substances actives quantifiées mais non pulvérisées sur la zone d'étude

Conscients des enjeux associés à la présence des produits phytosanitaires dans l'air, l'ensemble des acteurs de RePP'Air s'engagent, afin d'avancer ensemble dans la quête d'un air de qualité !

Mots-clés : Produits phytosanitaires - Air - Pratiques - Transferts - Indicateurs

1 Association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air

2 Association de surveillance de la pollution atmosphérique d'Alsace

3 Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt

4 Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

5 Bockstaller C., et al. (2008). Les indicateurs de risque de transfert de produits phytosanitaires et leur validation: exemple de l'indicateur I-PHY. Ingénieries n°86, pp.103-114. http://www.set-revue.fr/sites/default/files/articles-eat/pdf/DG2008-PUB00024200.pdf

6 Institut National de Recherche Agronomique

7 CasDAR : compte d'affectation spécial Développement agricole rural

8 INERIS : Institut National de l'Environnement industriel et des RISques

9 Bedos C. et al., (2009). Modelling pesticides volatilization after soil application using the mechanistic model Volt'Air. Atmos. Environ, n° 43, pp. 3630-3639.

9 Lichiheb N. et al., (2014). Adaptation of a resistive model to pesticides volatilization from plants at the field scale: Comparison with a dataset. Atmospheric Environment, n° 83, pp. 260-268.

COMPARAISON ET CALIBRATION DE DIVERS ADSORBANTS POUR L'ÉCHANTILLONNAGE PASSIF DE PESTICIDES DANS L'AIR AU COURS D'UNE CAMPAGNE DE MESURES AU NIVEAU RÉGIONAL

Lévy Marine (1), Pallares Cyril, (2), Pham-Huu Cuong (1), Millet, Maurice (1)

(1) ICPEES (UMR 7515 CNRS-Unistra) 1, rue Blessig 67084 Strasbourg Cedex - mmillet@unistra.fr

(2) Atmo Grand-Est 5, rue de Madrid 6300 Schiltigheim - cyril.pallares@atmo-grandest.eu

Entre 2013 et 2015, des campagnes de suivi des pesticides dans l'air ambiant ont été réalisées en Alsace. Chaque année, une étude a été réalisée conjointement entre l'Association pour la Surveillance et l'Etude de la Pollution Atmosphérique (ASPA) et le Laboratoire de Physico-Chimie de l'Atmosphère (LPCA).

Echantillonnage de l'air

En 2013, quatre sites de mesure présentant des typologies différentes (grandes cultures, viticulture, maraîchage, urbain) ont été choisis, et chacun a été échantillonné quatre semaines entre avril et août. En 2014 et 2015, ce sont cinq sites sur cinq semaines qui ont été échantillonnés. Chaque période de mesure durait une ou deux semaines.

L'ASPA disposait d'échantillonneurs actifs bas débit (1 m3.h-1), équipés d'un filtre en fibre de quartz (Ø 47 mm) et d'une série de quatre mousses de polyurethane (PUF, 47 × 16 mm). Le LPCA a utilisé deux types de capteurs passifs : des tubes de résine XAD®-2 (15,9 cm, Ø 2,9 cm) utilisés en 2013 et 2014, et des cylindres en mousse de carbone (5,0 cm, Ø 2,8 cm) utilisés en 2014 et 2015. Sur le terrain, ces capteurs passifs étaient protégés par un abri en PVC.

Les objectifs étaient de comparer les capteurs passifs entre eux et de déterminer leurs débits d'échantillonnage par comparaison avec les capteurs actifs.

Analyse des échantillons

Un total de 102 pesticides ont été suivis par le LPCA : 41 herbicides, 36 fongicides, 23 insecticides et 2 safeners. Après une période d'échantillonnage, les capteurs passifs étaient extraits par extraction accélérée par solvant (2 × 10 mn dans l'acétonitrile, 150 °C, 1500 psi). Les extraits étaient ensuite nettoyés par extraction en phase solide utilisant des cartouches C18 et trois éluants : l'acétate d'éthyle, le toluène puis l'acétonitrile. Les solutions ainsi obtenus étaient alors évaporés jusqu'à la goutte sous hotte, puis resolubilisées dans 1 mL d'acétonitrile. 100 µL étaient prélevés pour chromatographie liquide utilisant une colonne capillaire C18 (150 × 3 mm) avec une colonne de garde C18 (4 × 3 mm). La détection se faisait par spectrométrie de masse en tandem en mode electrospray positif (ESI+). Les 900 µL restants étaient ajoutés à une solution de 20 mL d'eau distillée à 1,5 % de NaCl pour la micro-extraction en phase solide. L'extraction était automatique, réalisée avec une fibre de polyacrylate de 85 µm immergée 40 mn dans la solution chauffée à 60 °C. La fibre était ensuite désorbée dans un chromatographe gaz ayant une colonne capillaire silphénylène (60 m × 0,25 mm, DF = 0,25 µm). La détection se faisait par spectroscopie de masse en tandem avec une trappe ionique, en utilisant l'ionisation électronique.

Résultats et discussion

Le nombre de pesticides détectés au moins une fois a augmenté avec les années : 19 en 2013, 38 en 2014 et 48 en 2015. Cette augmentation peut être due à plusieurs facteurs : introduction de la mousse de carbone permettant de capter plus de pesticides que la résine XAD®-2, utilisation de deux types de capteurs passifs au lieu d'un seul, et meilleure connaissance des périodes d'épandage des pesticides.

Comparaison entre capteurs passifs

En 2014, des tubes de résine XAD®-2 et des mousses de carbone ont été placés sur chaque site afin de comparer les deux matériaux. La résine possède une surface spécifique de 300 à 350 m².g-1 mais des pores de l'ordre du nanomètre (Wania et al., 2003) : elle semble plus adaptée à l'adsorpti**on** de gaz qu'au piégeage de particules.

A l'inverse, la mousse de carbone a une plus faible surface spécifique moyenne de 30 m².g-1 (Liu et al., 2013) mais possède un réseau de macro- et mésopores pouvant piéger des particules. Ces différences ont été mises en

évidence par les pesticides retrouvés dans chaque capteur. Trente-huit pesticides ont été détectés : dix-huit plus volatils analysés par GC, et vingt semi-volatiles analysés par LC.

La majorité des produits volatils a été retrouvée dans la résine XAD®-2 : 14 pesticides détectés contre 11 dans la mousse. De plus, les quantités retrouvées dans la résine allaient jusqu'à 289 ng.capteur-1 avec une moyenne à 52 ng.capteur-1, tandis que celles retrouvées dans la mousse ne dépassaient pas 149 ng.capteur-1 avec une moyenne à 22 ng.capteur-1. Cependant, certains pesticides (2,4-MCPA, bromoxynil, mecoprop-p, triclopyr) n'ont été retrouvés que dans la mousse de carbone : il s'agit de pesticides polaires ayant peu d'affinité avec la résine hydrophobe, mais pouvant être retenus sur la mousse plus hydrophile.

La tendance inverse a été observée pour les pesticides semi-volatiles, présents dans les phases gazeuse et particulaire de l'air : 10 pesticides détectés dans la résine contre 16 dans la mousse. Les quantités retrouvées dans la mousse allaient jusqu'à 615 ng.capteur-1 avec une moyenne à 78 ng.capteur-1, tandis que celles de la résine ne dépassaient pas 16 ng.capteur-1 avec une moyenne de 6 ng.capteur-1. Cette différence témoigne de la meilleure capacité des mousses de carbone à piéger les particules. De plus, ces pesticides semi-volatils sont plus hydrophiles que les pesticides plus volatiles ; ils ont donc une plus grande affinité pour la mousse que pour la résine XAD®-2 plus hydrophobe.

Ces meilleures performances ont motivé le choix de n'utiliser plus que la mousse de carbone l'année suivante.

Débits d'échantillonnage

Les débits d'échantillonnage des capteurs passifs ont pu être calculés lorsqu'un même pesticide était détecté et quantifié au même endroit et au même moment dans les capteurs passifs et actifs. L'équation suivante a été utilisée pour le calcul (Persoon & Hornbuckle, 2009) :

SR = MPAS / (CA × t)

où SR est le débit en m3.j-1 ou m3.h-1, MPAS la masse d'un composé dans le capteur passif en ng, CA la concentration de ce compose dans l'air (déterminée par échantillonnage actif) en ng.m-3, et t la durée d'échantillonnage en jours (j) ou en heures (h).

Dix-huit débits ont pu être calculés pour les tubes de résine XAD®-2, et vingt-six pour les mousses de carbone en fonction du nombre de composés détectés sur les capteurs. Les valeurs de la résine étaient généralement comprises entre 0,43 et 14,71 m3.j-1, plaçant le débit moyen à 3,92 m3.j-1 et la médiane à 3,52 m3.j-1. Ces valeurs sont cohérentes avec celles déjà rapportées dans la littérature : entre 0,40 et 2,25 m3.j-1 (Wania et al., 2003), 2,1 ± 1,5 m3.j-1 (Gouin et al., 2008), entre 2,2 and 3,3 m3.j-1 (Wang et al., 2010).

Les débits calculés pour la mousse de carbone étaient du même ordre de grandeur. Ils étaient compris entre 0,08 et 16.28 m3.j-1, avec des valeurs moyennes et médiane de 3,54 and 1,77 m3.j-1 respectivement.

Une plus grande variabilité des débits à été observée pour la mousse de carbone, ce qui peut s'expliquer par sa capacité à piéger les particules. D'une part, il a été montré que les particules ont des débits d'échantillonnage plus faibles que les composés gazeux (Klánová et al.,2008). D'autre part, les composés présents en phase gazeuse et en phase particulaire sont détectés en plus grande quantité lorsque les deux phases sont prises en compte, à la différence des capteurs favorisant l'adsorption de la phase gazeuse. Ces phénomènes permettent de justifier les plus faibles valeurs minimales et hautes valeurs maximales calculées pour la mousse de carbone par rapport à la résine XAD®-2.

Conclusion

Cette série de campagnes de mesure a permis de mettre en avant la mousse de carbone comme matériau alternatif à la résine XAD®-2. Il présente l'avantage de pouvoir piéger les particules et les composés permettant de quantifier une plus large gamme de polluants.

Comparer les échantillonneurs actifs et passifs a permis de calculer un grand nombre de débits d'échantillonnage, témoignant de la similitude des résultats entre les deux systèmes. Les débits et la mousse de carbone sont du même ordre de grandeur, et cohérents avec ceux déjà rapportés dans la littérature.

Mots-clés : capteurs passifs, débit d'échantillonnage

MÉTHODES DE DOSAGE DES PESTICIDES DANS LES ÉCHANTILLONS BIOLOGIQUES EN POPULATION WALLONNE

Charlier Corinne (1), Arnaud Giusti (2), Suzanne Remy (2), Catherine Pirard (1)
(1) Service de Toxicologie, CHU de Liège, avenue de l'Hôpital 1, 4000 LIEGE (Belgique) - c.charlier@chu.ulg.ac.be - c.pirard@chu.ulg.ac.be
(2) Institut Scientifique de Service Public, rue du Chéra 200, 4000 LIEGE (Belgique) - a.giusti@issep.be - s.remy@issep.be

Résumé :

Le projet EXPOPESTEN (Exposition de la population wallonne aux pesticides environnementaux) a pour objet de fournir une première évaluation de l'exposition environnementale de la population wallonne aux pesticides. Même si des travaux antérieurs sur le même thème menés par des pays comme les Etats-Unis ou la France sont disponibles, nous avons cru utile de mener nos propres investigations en tenant compte des particularités de la situation wallonne (densité de l'habitat, méthodes de culture et d'épandage, variété des cultures, ...). Dans une première phase, nous avons étudié la contamination atmosphérique par les pesticides sélectionnés en tenant compte de différents critères, comme l'importance des ventes en Belgique et des usages en Wallonie, la volatilité et les données toxicologiques de la substance.

Douze stations d'échantillonnage d'air ont servi à établir la cartographie de la contamination atmosphérique par les pesticides en région Wallonne : 2 stations « de référence » (utilisation faible voire nulle de pesticides), 2 stations urbaines et 2 stations avec des usages professionnels potentiels autres qu'agricoles, 4 stations proches de grandes cultures (maïs, betteraves et céréales, pommes de terre, légumes), 1 station à côté d'une culture fruitière et 1 station à proximité de zones d'élevage. Dans chaque station, le prélèvement d'air (débit 4 m³ /heure) s'est prolongé pendant 14 jours, conduisant à 1344 m³ d'air filtré. Quarante-six substances actives ont ainsi été recherchées et quantifiées dans les échantillons d'air. Lors du premier mois de prélèvement (28 mai au 25 juin 2015) , 17 molécules ont été détectées avec une concentration supérieure à la LOQ dans au moins 1 échantillon d'air issus de l'une des 12 stations. Ces molécules sont : benfluraline, captane, chlorothalonil, chlorpyriphos-éthyl, cymoxanil, difenoconazole, diméthénamide-P, éthofumésate, oxadiazon, pendiméthaline, propyzamide, prosulfocarbe, S-métolachlore, spiroxamine, tébuconazole, terbuthylazine et triallate.

Dans une seconde phase, et sur base des données relatives aux pesticides présents dans l'air ambiant, des prélèvements urinaires ont été effectués sur des individus habitant dans les zones caractérisées dans la phase 1.

Des échantillons urinaires ont été récoltés chez 259 personnes et la contamination par les pesticides pertinents a été évaluée par des techniques analytiques GC-MS et LC-MS.

Les méthodes analytiques développées ont été validées en prenant en considération les critères d'accréditation iso 17025, selon l'approche de l'erreur totale, avec détermination des paramètres analytiques suivants : justesse, répétabilité, fidélité intermédiaire, incertitude de mesure, exactitude, linéarité, limites de détection et de quantification.

Trois techniques analytiques ont été développées en tenant compte du caractère plus ou moins volatil des pesticides et de la nécessité ou non d'une dérivation.
Des standards internes deutérés ou marqués au C13 ont été utilisés.

Technique GC-MS sans dérivation	Aclonifen Benfluraline Captane Chlorpyrifos éthyl Cyhalothrine Cyprodinil Diméthénamide	Ethoprophos Krésoxim-méthyl Métolachlore Oxadiazon Pendiméthaline Prosulfocarbe Triallate
Technique GC-MS avec dérivation	2,4-D et 2,4-DB MCPA 5,6-Trichloro-2-pyridinol Tetrahydrophtalimide Pyrétrinoïdes : 3-PBA, cis-DCCA, trans-DCCA, 4-F-3-PBA, DBCA	Organophosphorés : diméthylthiophosphate, diméthyldithiophosphate diéthylthiophosphate, diéthyldithiophosphate
Technique LC-MS en mode électrospray positif	Boscalid Cypraconazole Difenconazole Diméthoate Epoxiconazole Fénoxycarbe Fenpropidine Linuron Métribuzine	Penconazole Propiconazole Propyzamide Spiroxamine Tébuconazole Tétraconazole Terbutylazine Terbutylazine déséthyl

Les performances analytiques des méthodes utilisées dans notre travail seront présentées et discutées.

Mots-clés : pesticides dans l'air ambiant, exposition aux pesticides agricoles, EXPOPESTEN

PESTICIDES ET SANTÉ

CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION DES AGRICULTEURS AUX PRODUITS CHIMIQUES CANCÉRIGÈNES AU NIVEAU DE LA RÉGION DE MEKNÈS (MAROC)

I. Berni1, I. El Ghazi1, M. Atassi2, C. Nejjari2, A. Zidouh3, S. El Jaafari1, K. El Rhazi2

1 Laboratoire Interactions Cellules - Environnement, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismaïl, Meknès, Maroc.

2 Laboratoire d'Epidémiologie, Recherche Clinique et Santé Communautaire, Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès, Maroc.

3 Fondation Lalla Salma de Prévention et de Traitement du Cancer - Maroc.

Correspondance : imane.berni@gmail.com ; +212 6 70 64 05 27 .

Résumé :

Objectif : L'utilisation des pesticides par les agriculteurs dans les communes rurales de Meknès est devenue systématique afin d'optimiser le rendement des cultures maraîchères et arboricoles. L'objectif de cette étude est d'évaluer les risques sur la santé humaine et sur l'environnement des pratiques phytosanitaires des agriculteurs ruraux de la commune d'Ain Taoujdate et Sebaâ Ayoune, région de Meknès.

Méthode : L'étude s'est basée sur un questionnaire transversal traité auprès des 102 foyers d'agriculteurs dans 9 communes rurales.

Résultats : L'enquête a révélé que 74 préparations commerciales sont utilisées, dont 14 insecticides, 23 fongicides, 26 herbicides, 3 insecticide-acaricide et 1 nématicide. Les plus fréquemment utilisés sont les formulations de lambdacyhalothrine, de chlorothalonil, de mancozèbe et de deltaméthrine. La majorité des producteurs utilise des pyréthrinoîdes, des organophosphorés, des organochlorés et des carbamates. Parmi ceux-ci, peu de substances classées groupe 1, 2A ou 2B dans la monographie de CIRC. Parmi ces agriculteurs utilisant les produits cancérigènes 47.3% sont déjà exposés au tabac, et très peu de ces producteurs se confrontent aux règles d'hygiène pendant le traitement phytosanitaires, seuls 6.3 % portaient des gants imperméables et 2.5 % ont utilisé des lunettes de protection. Tous les producteurs ont reconnu les dangers que peuvent poser les pesticides pour la santé humaine. La plupart ont rapporté qu'ils ont des irritations de la peau après l'application des pesticides, un rhume, des bouffées de chaleur ou des vertiges.

Conclusion : Les agriculteurs maraîchers et arboriculteurs utilisent des insecticides non appropriés. Ils ne bénéficient ni d'encadrement ni de formation continue. Ils se procurent sur le marché local des pesticides dont ils ne connaissent ni la toxicité ni le mode d'utilisation. Les modes d'utilisation, le manque d'équipements de protection adaptés constituent des facteurs de risques aggravants pour les agriculteurs.

Mots clés : agriculture; pratiques phytosanitaires; pesticide; Meknès, cancérigènes

IN VIVO EFFECTS OF TWO CHLORDECONE DERIVATIVES, OBTAINED BY IN SITU CHEMICAL REDUCTION, IN A HUMAN PROSTATE MODEL

Pierre-André Billat (1), Samuel Legeay (1), Emmanuelle Bichon (2), Ingrid Guiffard (2), Jean-Philippe Antignac (2), Pierre Legras (3), Riou Jérémie (1), Sébastien Bristeau (4), Nicolas Clere (1), Sébastien Faure (1), Christophe Mouvet (4)

(1)MINT, UNIV Angers, INSERM 1066, CNRS 6021, Université Bretagne Loire, Angers, France, 4, rue Larrey 49933 Angers - pierre-andre.billat@univ-angers.fr
(2)LUNAM Université, Oniris, UMR INRA 1329 Laboratoire d'Etude des Résidus et Contaminants dans les Aliments (LABERCA), Nantes, France - emmanuelle.bichon@oniris-nantes.fr
(3)SCAHU, UNIV Angers, Pavillon Ollivier, UFR Sciences médicales, rue Haute de Reculée, 49045 Angers Cedex 01 - scahu@univ-angers.fr
(4)BRGM, Water, Environment and Ecotechnologies Division, 3 Av. Claude Guillemin, 45060 Orléans, Cedex 2, France -c.mouvet@brgm.fr

ABSTRACT

Background: Chlordecone (CLD) is a chlorinated hydrocarbon insecticide classified as a persistent organic pollutant. CLD may be found in the edible roots and the water of French West Indies. Moreover, evidence provided by the literature indicates a strong association between the development of prostate cancer and CLD exposure (1). CLD reveals pro-angiogenic properties, thus favoring tumor growth (2). In Situ Chemical Reduction (ISCR) has been identified as a possible way for the remediation of soils contaminated by CLD. In a previous study, we demonstrated that two CLD derivatives obtained by the ISCR method: a mono-hydroCLD (CLD-1Cl) and a tri-hydroCLD (CLD-3Cl) have lower cytotoxicity and proangiogenic properties than CLD itself (3). In the present study, the objectives were: (i) to study the relationship between the exposure to CLD and/or its metabolites and the evolution of tumor growth under treatment, (ii) to compare the levels of exposure of CLD and each derivative in the serum, 24h post intake (iii) and finally, to explore the potential impact of the two CLD derivatives on the regulation of angiogenesis in a prostate cancer model in vivo.

Methods: 1.5.106 cancerous human prostate (PC3) cells have been subcutaneously xenografted in 38 nude mice. This set of 38 animals was exposed to the pesticide or its derivatives at two doses: 33 µg/kg (body weight) (n=17), or 1.7 µg/kg (n=15), or olive oil (control, n=6), by daily gavage for 7 weeks. Tumor growth profiles were measured every 2 days in mice under olive oil, CLD, CLD-1Cl, CLD-3Cl. Then, the surface area of blood vessels, as assessed by staining an endothelial cell marker CD31, was evaluated from tumors using immunochemistry. The analytical method to measure concentrations of CLD and four of its derivatives (CLD-1Cl, CLD-3Cl, chlordecol (CLDOH) and 5ß-hydro-chlordecone (5ßHCLD)) in the serum was based on a previously developed LC-MS/MS based method (4).

Results: A significant association was found between exposure of CLD at high doses and an increase of the tumor volume over the treatment duration, but none with the metabolites. Moreover, at the end of the experiment, the weight of the tumor was higher in mice under CLD than in mice under CLD-1Cl (+176% p= 0.07 and +169% p= 0.05 for high and low doses respectively). Immunostaining preliminary results showed that the mean area occupied by blood vessels was higher in the prostate tumor from mice treated with high doses CLD than in control mice (p= 0.02), while this area was similar in mice with low CLD doses (p= 0.23). Moreover, the mean area of blood vessels in mice under CLD-1Cl and CLD-3Cl tended to be decreased as compared to CLD (at 33 µg/kg, -47%, and -56% for CLD-1Cl and -3Cl respectively, at 1.7 µg/kg -59% and -68% for CLD-1Cl and -3Cl respectively). Interestingly, no difference in the area occupied by blood vessels was observed in these two last groups and in the control group. At 24h post intake, quantification of each molecules in serum for high and low doses were respectively: CLD: 135.3 ±15.7 µg/L

(0.19 ±0.05 µg/L 5ßHCLD) and 5.7 ±1.2 µg/L; CLD-1Cl: 22.6 ±5.1 µg/L and 2.7 ±0.8 µg/L and CLD-3Cl: 3.1 ±0.6 µg/L and below the LOQ (<0.4 µg/L) but detected.

Conclusion: In the considered population of mice, the tumor growth, used as a surrogate marker of malignancy, was found lower in the CLD derivatives exposed group compared to the CLD exposed group at high doses. Moreover, the area of the blood vessels, used as a surrogate marker of angiogenesis, was significantly lower in the CLD-1Cl and CLD-3Cl exposed groups compared to the CLD exposed group. These results are consistent with previous in vitro data recently published. Finally, the serum internal exposure levels of CLD-1Cl and CLD-3Cl were significantly lower than CLD, suggesting that the two derivatives are less absorbed and/or better eliminated by the organism. Further studies are required to determine the toxicokinetics of these molecules accurately. These preliminary results tend to demonstrate that both CLD derivatives exhibit a decreased in vivo toxicity as compared to CLD itself.

Keywords: In situ chemical reduction, chlordecone, dechlorination, angiogenesis

Acknowledgments: The authors would kindly like to thank Rodolphe Perrot from the SCIAM for his help with confocal analysis. The study was conducted thanks to a grant allocated to Brgm by the French Ministry of Environment, General Directorate for Risk Prevention.

1. Multigner L, Ndong JR, Giusti A, Romana M, Delacroix-Maillard H, Cordier S, et al. Chlordecone exposure and risk of prostate cancer. J Clin Oncol Off J Am Soc Clin Oncol. 2010 Jul 20;28(21):3457-62.
2. Clere N, Lauret E, Malthiery Y, Andriantsitohaina R, Faure S. Estrogen receptor alpha as a key target of organochlorines to promote angiogenesis. Angiogenesis. 2012 Dec;15(4):745-60.
3. Legeay S, Billat P-A, Clere N, Nesslany F, Bristeau S, Faure S, et al. Two dechlorinated chlordecone derivatives formed by in situ chemical reduction are devoid of genotoxicity and mutagenicity and have lower proangiogenic properties compared to the parent compound. Environ Sci Pollut Res Int. 2017 Feb 16;
4. Bichon E, Guiffard I, Vénisseau A, Marchand P, Antignac J-P, Le Bizec B. Ultra-trace quantification method for chlordecone in human fluids and tissues. J Chromatogr A. 2015 Aug 21;1408:169-77.

L'EFFET DE 3 MODES DE CONSERVATION SUR LA DISSIPATION DES RÉSIDUS DE PESTICIDES DANS LES FEUILLES DE VIGNE VITIS VINIFERA

Hayar Salem (1), Al Hadi Jamila (1,4), Merhi Amal (1), Majed Liliane (2), Saba Ayon Lara (3)

(1)Université Libanaise, Faculté des Sciences Agronomiques, Dép. Génie de l'Environnement et de Ressources Naturelles, Dekwaneh - Liban - shayar@cyberia.net.lb; amal__merhi@hotmail.com
(2)Université Libanaise, Faculté des Sciences I, Campus Universitaire Rafic Hariri - Hadath - Mont Liban - liliane.majed.lm@gmail.com
(3)Université Libanaise, Faculté des Sciences II, Fanar - Mont Liban - lara.saba.ayon@gmail.com
(4)Ministère de l'Agriculture, Lab. De Phytopharmacie., Kfarchima, Liban - jamila_hadi@hotmail.com

Résumé :

Les feuilles de vigne Vitis vinifera font partie du fameux mezzé libanais et largement utilisées dans les préparations traditionnelles culinaires. Cependant, de point de vu résidus de pesticides, aucune norme n'a été établie pour cette denrée alimentaire et ce même à l'échelle européenne et internationale. Ainsi, pour juger la conformité quant à l'exportation et l'importation de cette commodité, on leur attribue une limite maximale de résidus (LMR) correspondant à celle de la limite de détection (LOD) de la méthode analytique et ceci pour la quasi-totalité des molécules (Règlement (CE) No. 396/2005). Cet état de fait, entrave et rend quasiment impossible la commercialisation de cette denrée. C'est dans ce cadre, que vient cette étude où des feuilles de vigne ont été traitées au laboratoire avec 15 molécules phytosanitaires puis conservées selon 3 modalités (à sec, en saumure et après blanchiment) tout au long de 105 jours. Le suivi des résidus de ces molécules dans les feuilles a montré une réduction très variable du taux des résidus au cours du temps à des degrés variant selon la modalité de conservation et les propriétés physico-chimiques intrinsèques de chaque molécule. L'ensemble des extractions a été effectué selon la méthode QuEChERS EN 15662 et l'analyse a été performée par chromatographie liquide couplée à une spectrométrie de masse LCMSMS. La conservation à sec a présenté le taux de dissipation de pesticides le plus lent ne dépassant pas les 15% à 20% dans le cas de Boscalid et Difenoconazole, alors que ces taux atteignent 81 et 86% ; 83 et 80% respectivement dans le cas des 2 autres modalités en saumure et blanchiment.

Mots-clés : Feuilles de Vigne, Modalités de conservation, Résidus de pesticides, LMR, LCMSMS

CARACTÉRISATION CHIMIQUE ET ÉVALUATION DES PROPRIÉTÉS CYTOTOXIQUES, PRO-INFLAMMATOIRES ET GÉNOTOXIQUES DE PARTICULES FINES EN SUSPENSION DANS L'AIR EN MILIEU RURAL

Anthony VERDIN (1), Justine GOBERT (1), Paul GENEVRAY (2), Frédéric LEDOUX (1), Sylvain BILLET (1), Fabrice CAZIER (2), Dominique COURCOT (1), François DELATTRE (1)
(1) ULCO, UCEIV-EA4492, MREI 2, 189A avenue Maurice Schumann, 59140 Dunkerque, France
(2) ULCO, CCM, MREI 1, 145 avenue Maurice Schumann, 59140 Dunkerque, France
Contact : Anthony.Verdin@univ-littoral.fr

Résumé

La pollution atmosphérique constitue de nos jours un véritable enjeu de santé publique. Elle est en effet la 3ème cause de mortalité au niveau national et serait responsable de près de 48 000 décès annuels, de 8 % des cancers broncho-pulmonaires et de 5 % des décès par maladies cardio-pulmonaires. Parmi les polluants atmosphériques reconnus, l'impact des pesticides sur la santé suscitent de nombreuses inquiétudes dans l'opinion publique.

Le but du projet PEPPAZU (Perception et Evaluation des Produits Phytosanitaires dans l'Air en Zone péri-Urbaine) était d'obtenir des connaissances sur les pesticides présents dans l'air des sites d'étude sélectionnés (Spycker et Wormhout), en zone rurale/péri-urbaine de Flandre maritime, notamment en terme de nature, de concentration et concernant leur impact potentiel sur la santé humaine.

Pour cela, des échantillons de particules en suspension dans l'air (PM2.5) ont été collectés sur les deux sites d'étude puis caractérisés physico-chimiquement. Les pesticides majoritaires détectés dans les échantillons étaient l'isoproturon, l'epoxiconazole, le fenpropidine, le fenpropimorphe, le prosulfocarb et le métolachlore. L'étude toxicologique a montré que les échantillons de PM printaniers engendraient un effet inflammatoire plus important, alors que les échantillons automnaux avaient un effet toxique/génotoxique plus prononcé pouvant aller de l'arrêt du cycle cellulaire à une mort cellulaire programmée (apoptose) accrue.

Mots-clés : pollution atmosphérique, particules fines, pesticides, réponse inflammatoire, génotoxicité

CARACTÉRISATION CHIMIQUE ET ÉVALUATION DES PROPRIÉTÉS CYTOTOXIQUES, PRO-INFLAMMATOIRES ET GÉNOTOXIQUES DE PARTICULES FINES EN SUSPENSION DANS L'AIR EN MILIEU RURAL

Anthony VERDIN (1), Justine GOBERT (1), Paul GENEVRAY (2), Frédéric LEDOUX (1), Sylvain BILLET (1), Fabrice CAZIER (2), Dominique COURCOT (1), François DELATTRE (1)
(1) ULCO, UCEIV-EA4492, MREI 2, 189A avenue Maurice Schumann, 59140 Dunkerque, France
(2) ULCO, CCM, MREI 1, 145 avenue Maurice Schumann, 59140 Dunkerque, France
Contact : Anthony.Verdin@univ-littoral.fr

Résumé

La pollution atmosphérique constitue de nos jours un véritable enjeu de santé publique. Elle est en effet la 3ème cause de mortalité au niveau national et serait responsable de près de 48 000 décès annuels, de 8 % des cancers broncho-pulmonaires et de 5 % des décès par maladies cardio-pulmonaires. Parmi les polluants atmosphériques reconnus, l'impact des pesticides sur la santé suscitent de nombreuses inquiétudes dans l'opinion publique.

Le but du projet PEPPAZU (Perception et Evaluation des Produits Phytosanitaires dans l'Air en Zone péri-Urbaine) était d'obtenir des connaissances sur les pesticides présents dans l'air des sites d'étude sélectionnés (Spycker et Wormhout), en zone rurale/péri-urbaine de Flandre maritime, notamment en terme de nature, de concentration et concernant leur impact potentiel sur la santé humaine.

Pour cela, des échantillons de particules en suspension dans l'air (PM2.5) ont été collectés sur les deux sites d'étude puis caractérisés physico-chimiquement. Les pesticides majoritaires détectés dans les échantillons étaient l'isoproturon, l'epoxiconazole, le fenpropidine, le fenpropimorphe, le prosulfocarb et le métolachlore. L'étude toxicologique a montré que les échantillons de PM printaniers engendraient un effet inflammatoire plus important, alors que les échantillons automnaux avaient un effet toxique/génotoxique plus prononcé pouvant aller de l'arrêt du cycle cellulaire à une mort cellulaire programmée (apoptose) accrue.

Mots-clés : pollution atmosphérique, particules fines, pesticides, réponse inflammatoire, génotoxicité

ETUDE DE L'ALIMENTATION TOTAL INFANTILE - EVALUATION DE L'EXPOSITION DES ENFANTS DE MOINS DE 3 ANS AUX RÉSIDUS DE PESTICIDES

Alexandre Nougadère (1), Marion Hulin (1), Chanthadary Inthavong (1), Véronique Sirot (1), Gilles Rivière (1), Cyril Feidt (2), Jean-Luc Volatier (1), Mathilde Merlo (1)

(1) Anses, Direction de l'évaluation des risques, Phytopharmacovigilance et Observatoire des résidus de pesticides 14, rue Pierre et Marie Curie 94 700 Maisons-Alfort - mathilde.merlo@anses.fr

(2)Université de Lorraine, INRA USC 340, URAFPA, 2 avenue de la Forêt de Haye, TSA 40602, 54518 VANDOEUVRE-LES-NANCY - cyril.feidt@univ-lorraine.fr

Résumé :

Réalisées à l'échelle nationale, les Etudes de l'Alimentation Totale (EAT) ont pour objectif premier de surveiller l'exposition des populations à des substances d'intérêt en termes de santé publique. Ces études permettent d'estimer la composition/contamination des aliments « tels que consommés » et d'estimer l'exposition chronique des individus via l'alimentation afin d'apporter une aide à la mise en place des politiques de santé publique. Les EAT sont composées de 3 étapes principales :

- échantillonnage alimentaire : achats de produits alimentaires et préparation des aliments "tels que consommés" afin de réaliser des échantillons alimentaires représentatifs des consommations
- analyse des échantillons « tels que consommés » par des laboratoires accrédités
- évaluation de l'exposition de la population et des risques sanitaires.

C'est en 2006, pour la 1ère fois en France, que les résidus de produits phytopharmaceutiques ont été intégrés dans une telle étude. En 2010, l'Anses a lancé une EAT infantile, pour cibler de manière spécifique les enfants de moins de 3 ans. En effet, le marché de l'alimentation infantile est très spécifique et en perpétuelle évolution. En outre, une connaissance des expositions alimentaires de la population infantile aux substances chimiques est nécessaire au regard de la vulnérabilité particulière de cette population. Ainsi, pour l'EAT infantile, 5 484 produits ont été achetés et regroupés en 457 échantillons, permettant ainsi de couvrir plus de 90% du régime alimentaire des enfants de moins de 3 ans. De résultats analytiques sur la contamination des aliments ont été obtenus pour 670 substances. Parmi ces substances, 469 résidus de pesticides ont été recherchés avec des exigences analytiques accrues par rapport à la précédente EAT, notamment un abaissement significatif des limites de quantification et de détection (notamment pour les molécules actuellement homologuées).

92% des résidus de pesticides analysés n'ont jamais été quantifiées. Dans deux-tiers des aliments analysés aucun résidu n'a été quantifié. L'évaluation de risque n'a pu être menée pour tous les pesticides du fait de données incomplètes (régime alimentaire insuffisamment couvert ou absence de valeur toxicologique de référence notamment pour les métabolites). Toutefois, pour 278 des 281 résidus évalués, aucun dépassement des valeurs toxicologiques de référence n'a été observé. Seuls trois résidus ont été identifiés comme substances pour lesquelles le risque ne peut pas être écarté, malgré une très faible voire une absence de détection. Il s'agit de deux polluants organiques persistants (dieldrine et lindane), pesticides interdits au niveau international et contaminants de l'environnement, ainsi que d'un métabolite du propinèbe (propylène thiourée, PTU), fongicide approuvé au niveau communautaire. Une amélioration des performances analytiques est recommandée pour ces substances pour pouvoir conclure en termes de risque, même avec un pourcentage élevé de non quantification. Pour les autres substances, seules 17 méritent d'acquérir prioritairement des données complémentaires pour conclure sur le risque associé.

Les résultats de l'EAT infantile sont les premiers à permettre une évaluation a posteriori aussi précise de l'exposition aux pesticides par voie alimentaire. Mots-clés : alimentation, résidus, pesticides, exposition, risques

EFFETS DE DEUX FONGICIDES ET LEUR MELANGE SUR LA FERTILITE ET LES PARAMETRES DU STRESS OXYDATIF CHEZ LE RAT

Leila, MALLEM* (1),
Mohamed Amine, AICHE (2)

(1)Faculté de Médecine, Département de Chirurgie dentaire, Laboratoire d'Ecophysiologie Animale Université d'Annaba, Algérie, rue El Zaafrania, B.P 205, 23000 Annaba, Algérie-leilamallem@yahoo.fr
(2)Laboratoire d'Ecophysiologie Animale, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Université Badji Mokhtar Annaba, B.P 12, 23000 Annaba, Algérie - amine_aiche@live.fr
(1)Contact e-mail - leilamallem@yahoo.fr

Résumé :

Ce travail vise à étudier les effets de deux fongicides (Propiconazole et Propineb) et leur mélange sur les paramètres de la fertilité chez le rat male. 28 rats males pubères ont été utilisé et réparti en quatre groupes. G1 est le groupe témoin. Les groupes G2, G3 ont été traités respectivement au Propiconazole et Propineb par gavage aux doses 60 et 100 mg/kg/j, alors que le G4 a été traité au mélange des deux produits 50/50% de Propiconazole (30mg/kg/j) et Propineb (50 mg/kg/j) durant 4 semaines. Après sacrifice par décapitation, les testicules et l'épididyme ont été prélevés et pesés et l'étude de la biologie des spermatozoïdes a été effectuée selon l'OMS 1993. Les coupes histologiques de ces organes ont été réalisés selon la méthode classique de Martoja et Martoja 1967. Les résultats montrent une diminution de la masse des testicules et de l'épididyme chez les groupes traités comparés au groupe témoin. L'examen du spermogramme a démontré une diminution dans la concentration et la mobilité avec une augmentation du taux des spermatozoïdes malformés chez les rats traités par rapport au témoin. L'étude histologique du testicule des animaux traités a révèle des altérations histologiques chez les animaux traités comparées aux témoins. Une diminution du taux de glutathion (GSH) et de glutathion peroxydase (GPx) a été notée tandis que la concentration de malondialdéhyde (MDA) a augmenté chez les groupes traités toujours comparé au groupe témoin. En conclusion, Les résultats suggèrent que l'administration répétée des deux fongicides seuls ou combinés dans les mêmes conditions expérimentales, peut altérer les paramètres étudiés.

Mots-clés : mélange de fongicide, Propiconazole, Propinèbe, fertilité, stress oxidatif

PROTECTION DES OPÉRATEURS LORS DU TRAITEMENT PHYTOSANITAIRE : EFFICACITÉ DES CABINES DE TRACTEURS ET AUTOMOTEURS AU LABORATOIRE ET EN PLEINS CHAMPS

Sonia Grimbuhler

(1)Irstea, 361 rue Jean François Breton, 34000 MONTPELLIER - sonia.grimbuhler@irstea.fr

Résumé :

Au cours de la phase de traitement, les agriculteurs peuvent être exposés aux produits phytopharmaceutiques. Afin de limiter cette exposition, la meilleure protection consiste à équiper le tracteur ou l'automoteur d'une cabine fermée, en surpression alimentée d'un air filtré.
Depuis 2010, la norme européenne EN 15695-1 « Tracteurs agricoles et pulvérisateurs automoteurs. Protection de l'opérateur contre les substances dangereuses » prévoit plusieurs niveaux de protection. La cabine de catégorie 1 signifie présence d'une cabine, la cabine de catégorie 2 protège contre les poussières ; la catégorie 3 contre les poussières et les aérosols et la catégorie 4 contre les poussières, les aérosols et les vapeurs. La seule cabine qui répond aux exigences de sécurité est la cabine de catégorie 4.
Depuis septembre 2013, tous les constructeurs doivent notifier le type de catégorie de cabine, ce qui représente une avancée. L'opérateur a ainsi connaissance de niveau de protection lors de la phase de traitement.

Méthodologie
Evaluation en laboratoire sur des équipements neufs
Les mesures sont réalisées dans un hall d'essai. La distribution granulométrique et la concentration d'aérosol sont déterminées à l'aide d'un compteur optique Grimm de 1 à 5 µm. l'aérosol est généré dans le hall au moyen d'un brumisateur de micro-particules électriques à partir d'une solution de NaCl. L'efficacité moyenne de confinement d'une cabine est déterminée à partir de 4 cycles de mesures des concentrations à l'intérieur et à l'extérieur de la cabine. La durée de chaque cycle est de 4 minutes. L'efficacité est déterminée de la façon suivante : $E = 1 - (Cint / Cext)$ avec E l'efficacité de confinement, Cint la concentration à l'intérieur de la cabine et Cext la concentration à l'extérieur de la cabine.
Evaluation au champ
La même méthode qu'en laboratoire est utilisée. Celle-ci-ci est couplé par un prélèvement d'air à l'aide d'un impacteur en cascade à l'intérieur et à l'extérieur de la cabine. Les produits phytopharmaceutiques recherchés sont ceux utilisés lors du traitement.
En parallèle à ces prélèvements sont également réalisés des prélèvements à l'aide d'une lingette sur le volant, les poignées de portes et tous les leviers de commandes que touchent les agriculteurs lorsqu'ils traitent.

Résultats
La cabine fermée et pressurisée protège l'utilisateur des produits phytopharmaceutiques, mais ce n'est pas un environnement totalement étanche. L'efficacité des cabines peut atteindre une efficacité de 99,8%. Mais, toutes les cabines n'atteignent pas les exigences de la cabine de catégorie 4.
Une majorité des cabines de tracteurs et d'automoteurs en grandes cultures et d'enjambeurs en viticulture atteigne les exigences de catégorie 4, mais il apparaît important que les tracteurs étroits en arboriculture et viticulture atteignent ce niveau d'exigences.
L'efficacité des cabines est meilleure en laboratoire qu'au champ, car il faut tenir compte de l'entretien du matériel et du maintien du niveau d'efficacité de la cabine. Dans toutes les cabines, sont détectés des produits dans l'air et sur les commandes utilisées par l'opérateur. Le nettoyage de la cabine permet de réduire la contamination de la

cabine jusqu'à 23%.

Perspectives

Des pistes d'améliorations sont à noter, mais certaines cabines sont encore munies de filtres à papier plissé qui ne protègent que contre les poussières, par volonté de l'agriculteur ou par une méconnaissance de la norme par des concessionnaires ou des constructeurs. Il peut être recommandé aux constructeurs d'améliorer l'accessibilité des filtres, pour les changer et/ou les ranger. La fréquence de changement des filtres ne correspond pas aux recommandations inscrites dans le manuel d'instruction du constructeur.

Par ailleurs, des travaux doivent être menés sur la durée de vie des filtres.

Mots-clés : Protection collective, utilisateur, phase de traitement

ENJEUX AGRONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX DES PESTICIDES

CARTOGRAPHIE DES ZONES SOURCES DE POLLUTION DIFFUSE DES EAUX DE SURFACE PAR RUISSELLEMENT DES PESTICIDES

Van Dijk Paul (1), Venturini Vincenzo (1), Koller Rémi (1), Bockstaller Christian (2)

(1) Association pour la Relance Agronomique en Alsace, 2 rue de Rome, BP 30022, Schiltigheim, 67013 Strasbourg Cedex - p.vandijk@alsace.chambagri.fr

(2) INRA Colmar, 33 rue d'Herrlisheim, 68000 Colmar - christian.bockstaller@inra.fr

Résumé :

L'eau de la Souffel, une rivière dans le Bas-Rhin, est d'une qualité très médiocre, notamment à cause des teneurs trop élevées en pesticides. Dans le but d'atteindre l'objectif de reconquête de la qualité des eaux du bassin versant (d'environ 100 km2) en 2027, objectif établi par la Directive européenne Cadre sur l'Eau, les pouvoirs publics et les acteurs locaux se sont engagés dans un contrat multi-partenarial « Souffel 2027 ». Ce contrat regroupe l'Agence de l'eau Rhin-Meuse (AERM), le Syndicat Intercommunal à Vocation Unique (SIVU) du bassin de la Souffel, le Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle (SDEA), le Conseil Départemental du Bas-Rhin (CD67) et la Chambre d'Agriculture d'Alsace (CAA). Pour réduire les transferts diffus de produits phytosanitaires vers les eaux de surface par ruissellement et érosion, la CAA anime des actions de conseil auprès des agriculteurs. Compte tenu de la superficie importante du bassin versant, ces actions doivent cibler en priorité les secteurs sources et/ou les agriculteurs ayant des parcelles les plus contributives à cette pollution.

Pour identifier ces zones prioritaires, l'ARAA a élaboré une méthode permettant de cartographier le potentiel de contribution des terres arables à la contamination des eaux de surface par ruissellement des produits phytosanitaires. La méthode s'appelle Phyto-TREC (TREC = Transferts par Ruissellement et Erosion jusqu'au Cours d'eau) et intègre deux fonctions principales qui calculent par décade (1) la disponibilité des substances actives appliquées pour le transfert au cours de l'année, puis (2) la part de ces substances actives disponibles qui est effectivement transférée au réseau hydrographique. L'évaluation des transferts repose d'une part sur une modélisation fine des chemins d'eau à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT LIDAR) et d'autre part, sur l'intégration de données exogènes à la topographie qui influencent les dynamiques de ruissellement (quantité de ruissellement par pas de temps et son comportement hydraulique) : structures paysagères, propriétés physico-chimiques des sols, itinéraires techniques (dates de semis, travail du sol, stratégies d'application et caractéristiques des substances actives appliquées).

Les tests effectués sur un sous-bassin versant de la Souffel d'environ 4 km2 montrent que Phyto-TREC permet de trier les parcelles en fonction de leur potentiel de contribution à la pollution des eaux de surface par les produits phytosanitaires pour une stratégie de gestion de la protection phytosanitaire des cultures donnée. Avant de passer à la cartographie de l'ensemble du bassin versant de la Souffel, deux étapes préalables sont à franchir :

(1) La validation de la méthode en s'appuyant sur des données mesurées sur un bassin versant. Les données permettant d'estimer l'origine de la pollution des eaux de surface par les pesticides sont très rares. Le Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg (LHyGes) dispose d'un jeu de données intéressant à ce sujet sur le bassin versant d'Alteckendorf à proximité du bassin versant de la Souffel et d'un contexte agro-pédologique comparable.

(2) La constitution d'une base de données sur les éléments paysagers qui influencent les transferts des pesticides depuis la parcelle source jusqu'au cours d'eau. A travers d'une collaboration avec le Laboratoire Image, Ville, Environnement (LIVE) de l'UdS, des tests sont en cours pour extraire ces éléments des images satellite à haute résolution (Pléiade et SPOT-7).

Mots-clés : pollution diffuse, pesticides, ruissellement, connectivité, cartographie

Ce travail a bénéficié d'un financement de l'AERM et du SIVU de la Souffel. Les auteurs remercient Frédéric Pierlot (Chambre régionale d'Agriculture Grand Est), Gwenael Imfeld et Sylvain Payraudeau (Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg UMR 7517, UdS/ENGEES/CNRS) pour leurs conseils scientifiques qui ont fortement contribué à la pertinence de la méthode développée, Marie-Line Burtin (CAA) pour ses conseils sur le type d'information à produire avec l'outil, ainsi que l'ensemble du groupe « Connaissance » du partenariat Souffel 2027 pour leurs contributions diverses.

L'AMPA DANS LE BASSIN VERSANT DE LA VILAINE : SOURCES, COMPORTEMENT, DEVENIR.

Alexis Grandcoin (1, 2, 3), Stéphanie Piel (3), Estelle Baurès (1, 2)

1 EHESP Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, Avenue du Professeur Léon Bernard-CS 74312. RENNES Cedex 35043, France - alexis.grandcoin@ehesp.fr
2 Laboratoire d'Etude et de Recherche en Environnement et Santé (LERES), Inserm, U 1085 Institut de Recherche en Santé Environnement et Travail (IRSET), Avenue du Professeur Léon Bernard-CS 74312. RENNES Cedex 35043, France - estelle.baures@ehesp.fr
3 SAUR Recherche et Développement, 2 rue de la Bresle, MAUREPAS 78310, France - stephanie.piel@saur.com

Résumé :

La Bretagne est une région à dominante agricole, le risque de contamination des ressources en eau par des polluants émergents y est particulièrement accru. Les polluants organiques d'origine anthropique sont dégradés dans l'environnement et sont fréquemment retrouvés. Parmi eux, L'AMPA est le composé le plus quantifié dans les eaux de surface de Bretagne en 2014-15 (Bardon et al., 2017; Piel et al., 2012), il est issu de la dégradation du glyphosate, mais aussi des phosphonates (détergents) (Lesueur et al., 2005 ; Grandcoin et al., 2017).

Le LERES et SAUR ont choisi d'étudier le bassin de la Vilaine pour y comprendre les conditions hydroclimatiques et l'occupation des sols propices à l'export de Sous-Produits de Dégradation (SPD) dans les eaux de surface. Avec ses 10 500 km², ce bassin-versant regroupe des zones agricoles, urbaines et industrielles, notamment avec l'agglomération de Rennes (220k habitants) (INSEE, 2013).

Ce projet doit procurer une évaluation de la contamination du bassin versant par les SPD de phytosanitaires. La compréhension des paramètres hydroclimatiques, et physico-chimiques des eaux régissant la réactivité et la disponibilité des SPD servira à prédire et adapter les traitements à la présence de SPD dans les ressources utilisées en vue de potabilisation.

19 points de prélèvement ont été stratégiquement choisis le long des 220 km de la Vilaine et sur 4 de ses affluents (Oust, Meu, Seiche, Isac); ainsi qu'en amont et aval de 2 usines de potabilisation (l'une exploitant de l'eau de surface et l'autre de l'eau de nappe alluviale) et d'une station d'épuration. 4 campagnes de prélèvements en conditions hydroclimatiques différentes ont déjà été réalisées sur ces points et 6 autres sont prévues en 2017.
La caractérisation physico chimique des eaux naturelles puis des eaux résiduaires en entrée et sortie d'une STEP ont été effectuées. De plus les teneurs en AMPA et en glyphosate y ont été mesurées.

Les premiers résultats montrent que l'AMPA est fréquemment quantifié (> 70%) dans les eaux naturelles sans le glyphosate. La concentration en AMPA dans la Vilaine augmente en aval de l'agglomération rennaise et celle-ci atteint un maximum de 2,3 µg/L. L'AMPA est détecté dans 100% des eaux résiduaires analysées : dans les eaux brutes avec une amplitude de 3 à 15µg/L, et dans les eaux traitées de 1à 5µg/L. Le glyphosate n'a été détecté qu'une seule fois dans l'eau brute (1.64 µg/L). La STEP étudiée démontre une efficacité irrégulière (30-90%) pour réduire la contamination des eaux résiduaires en AMPA. L'impact du rejet sur le cours d'eau récepteur a été observé.

En conclusion à l'échelle du bassin versant de la Vilaine, une contamination en AMPA des eaux naturelles de surface a été quantifiée. En revanche la nappe alluviale n'est contaminée ni en AMPA ni en glyphosate. L'objectif est maintenant d'identifier les origines de cette contamination, puisqu'il a été démontré que le glyphosate n'est pas toujours source d'AMPA. Pour cela des campagnes complémentaires de prélèvements et d'analyses seront effectuées, et permettrons aussi de suivre 10 autres SPD de phytosanitaires dans les eaux naturelles.
Les premiers résultats observés au niveau des usines, montrent une élimination de l'AMPA via la clarification. Pour les autres SPD des essais de traitabilité vont être réalisés sur pilote et en laboratoire.

Références :

Bardon, E., Novince, E., Fernandez, F., 2017. Qualité des cours d'eau bretons vis-à-vis des pesticides [WWW Document]. URL http://www.observatoire-eau-bretagne.fr/Tableaux-de-bord-interactifs/Eau-de-surface2/Pesticides (accessed 3.9.17).

Grandcoin, A., Piel S., Baurès, E., 2017. AminoMethylPhosphonic Acid (AMPA) in natural waters: its sources, behavior and environmental fate. Water Research, in press.

INSEE, 2013. Recensement de la commune de Rennes (35238) | Insee [WWW Document]. URL https://www.insee.fr/fr/statistiques/1405599?geo=COM-35238 (accessed 3.8.17).

Lesueur, C., Pfeffer, M., Fuerhacker, M., 2005. Photodegradation of phosphonates in water. Chemosphere 59, 685-91. doi:10.1016/j.chemosphere.2004.10.049

Piel, S., Baurès, E., & Thomas, O. (2012). Contribution to surface water contamination understanding by pesticides and pharmaceuticals, at a watershed scale. International Journal of Environmental Research and Public Health, 9(12), 4433-4451. http://doi.org/10.3390/ijerph9124433

Mots-clés : AMPA, glyphosate/phosphonates, sous-produit de dégradation, ressources en eau.

TRANSFERTS DE L'ATRAZINE ET LA DÉSÉTHYLATRAZINE DANS LA ZONE NON SATURÉE EN MILIEU CRAYEUX

Ningxin Chen (1), Danièle Valdes-Lao (2), Justin Kengne (3), Christelle Marlin (4), Roger Guérin (5), Elsa Parot (6), Fabrice Alliot (7), Hélène Blanchoud (8)

(1)Sorbonne Universités, UPMC, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, F-75005 Paris, France - ningxin.chen@upmc.fr

(2)Sorbonne Universités, UPMC, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, F-75005 Paris, France - daniele.valdes_lao@upmc.fr

(3)EPHE, PSL Research University, UMR 7619 METIS UPMC-CNRS-EPHE, F-75005, Paris, France - justintenek@yahoo.fr

(4)Université Paris 11 - GEOPS, Université Paris-Sud, Bât 504, 91405 Orsay, France - christelle.marlin@u-psud.fr

(5)Sorbonne Universités, UPMC, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, F-75005 Paris, France - roger.guerin@upmc.fr

(6)Sorbonne Universités, UPMC, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, F-75005 Paris, France - elsa.parot@upmc.fr

(7)Sorbonne Universités, UPMC, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, F-75005 Paris, France - fabrice.alliot@upmc.fr

(8)EPHE, PSL Research University, UMR 7619 METIS UPMC-CNRS-EPHE, F-75005, Paris, France - Helene.blanchoud@ephe.sorbonne.fr

L'aquifère de la craie est une ressource très importante d'eau potable du bassin de Paris (Kloppmann et al., 1996). La nappe de la craie est globalement de bonne qualité, mais reste cependant vulnérable au regard des pollutions diffuses et notamment aux usages intensifs des pesticides ces dernières décennies (Jackson et al., 2008). Il est donc important de connaitre l'évolution de la contamination par les pesticides dans l'eau souterraine pour estimer l'impact de leurs usages sur le long terme. La craie est un milieu complexe en raison de sa double porosité. La craie est souvent recouverte par des formations superficielles (argile/limons) qui vont impacter les processus d'infiltration (Valdes et al., 2014) et donc la qualité de la nappe. Les processus de transferts sont le plus souvent étudiés au niveau de sources ou de forages qui intègrent tout le bassin versant (Baran et al., 2007; Brouyère et al., 2004; Mahler et al., 2008). Les études portant directement sur la zone non saturée (ZNS) sont rares.

L'objectif est de comprendre la variabilité spatio-temporelle du transfert des pesticides dans la ZNS de la craie, et ainsi de comprendre comment ces caractéristiques (épaisseur de la ZNS et présence de formations superficielles) vont impacter les transferts. L'atrazine et son principal produit de dégradation, la déséthylatrazine (DEA), sont particulièrement étudiés car ces molécules sont encore très présentes dans les eaux souterraines malgré l'interdiction de l'atrazine en 2003. Ici, on cherche notamment à localiser leur stock dans le sol ou/et dans la craie afin de définir la tendance d'évolution de la contamination dans différents contextes.

La présente étude est focalisée sur un site particulier, la carrière souterraine de Saint-Martin-le-Nœud (60). Cette carrière a été creusée à une profondeur de 20-30 mètres sur un dôme topographique et a une longueur de 1200m. Elle se situe à la limite de la ZNS et de la zone saturée (ZS) permettant d'avoir un accès direct à la nappe qui affleure en formant une vingtaine de lacs souterrains (Figure 1). De plus, de l'eau percole au plafond (sortant directement de la ZNS). La craie est couverte par une couche d'argile variant de quelques centimètres à quelques mètres (Barhoum, 2014). La surface au-dessus de la carrière est une zone agricole pour laquelle les informations sur les cultures et

l'utilisation de pesticides ont été fournies par l'agriculteur. L'atrazine a été appliquée sur le maïs de 1977 à 2003.
La démarche ici est de croiser spatialement les propriétés géochimiques des eaux souterraines (percolation) aux paramètres de la ZNS. L'eau de la percolation est récupérée par des béchers fixés au plafond de la carrière en 12 sites répartis spatialement sur les 1200m de la carrière. Les échantillons sont récupérés tous les deux mois pour l'analyse des pesticides (atrazine et métabolites) et des ions majeurs (K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}, NO_3^-). Les pesticides sont analysés par une méthode multirésidus (on-line SPE-LC-MS/MS, Agilent) permettant l'analyse sur un faible volume d'échantillon (2mL). Les ions majeurs sont analysés par chromatographie ionique en phase liquide (DIONEX ICS-3000).

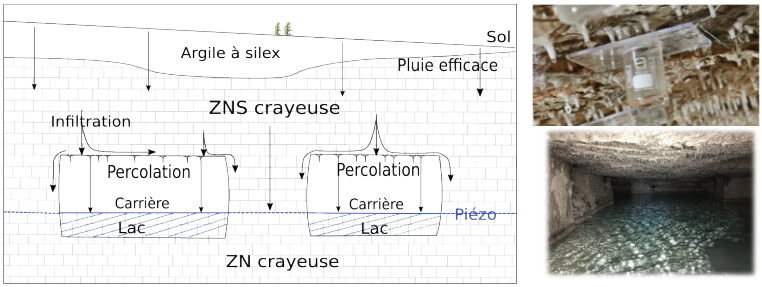


Figure 1 : Schéma de la coupe hydrogéologique de la carrière (à gauche), photo du bécher (à droit en haut) et photo du lac souterrain dans la carrière (à droit en bas)

En fonction de l'épaisseur de la ZNS et de l'épaisseur d'argile, les sites sont divisés en trois groupes : le groupe 1caractérisé par une forte épaisseur de la ZNS et une couche d'argile peu épaisse ; le groupe 2 caractérisé par une forte épaisseur de la ZNS et une couche d'argile de forte épaisseur ; et legroupe 3 caractérisé par une faible épaisseur de la ZNS et une fin (voire inexistante) couche d'argile. Les analyses géochimiques montrent une forte variabilité spatiale des concentrations en pesticides suivant les sites et des concentrations pouvant être extrêmement élevées. La concentration en atrazine varie d'une valeur inférieure à la limite de détection jusqu'à 2 µg/L et la concentration maximum de DEA dépasse 10 µg/L. Pour comprendre cette hétérogénéité dans l'eau de percolation de la carrière, la qualité de la percolation est croisée spatialement avec les caractéristiques de la ZNS. Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée pour les 12 sites sur les paramètres de qualité chimique et de la ZNS. Les deux axes principaux d'ACP montrent que l'atrazine n'est pas corrélée à ses produits dégradations : l'atrazine et les nitrates sont opposés à l'épaisseur de la ZNS alors que les produits dégradations de l'atrazine sont associés à l'épaisseur d'argile. La couche d'argile favoriserait donc la dégradation de l'atrazine, peut être en retenant l'eau en surface. Les processus de transferts sont en réalité très complexes et dépendant de ces deux paramètres (l'épaisseur de la ZNS et l'épaisseur d'argile). Une première fourchette des vitesses de transferts peut être proposée sur les différents groupes des sites à partir des informations d'utilisation de nitrate et d'atrazine en surface. Les eaux les moins contaminées (groupe1) avec peu de NO_3 et pas d'atrazine sont antérieurs aux années 60. Les eaux les plus contaminées (groupe2) avec une forte concentration en nitrate et surtout en atrazine et ses produits dégradations sont principalement des années 1977 à 2003. Ces âges des eaux souterraines estimés sont cohérents avec les données tritium. En tenant compte de l'épaisseur de la ZNS, on peut alors estimer des vitesses de transferts de pesticides allant 0,7 à un peu plus de 2 m/an. La vitesse la plus élevée est calculée sur les sites du groupe2, sous une couche d'argile épaisse. Cette couche d'argile semble donc accélérer les transferts.

Ce travail a pu être réalisé grâce aux soutiens de : la Région Ile de France, l'école doctorale 398, le Conservatoire d'espaces naturels Picardie et la Fédération IPSL.

Mots-clés : Atrazine, déséthylatrazine, zone non saturée, craie, transferts

Baran N. , Mouvet C., Négrel Ph.,2007. Hydrodynamic and geochemical constraints on pesticide concentrations in the groundwater of an agricultural catchment (Brévilles, France). Environmental Pollution 148 (2007) 729-738.

Barhoum, S., 2014. Transferts dans la craie : approche régionale : le Nord-Ouest du Bassin de Paris : approche locale : la carrière de Saint-Martin-le-Noeud (phdthesis). Université Pierre et Marie Curie - Paris VI.

Brouyère, S., Dassargues, A., Hallet, V., 2004. Migration of contaminants through the unsaturated zone overlying the Hesbaye chalky aquifer in Belgium: a field investigation. J. Contam. Hydrol. 72, 135-164.

Jackson, B.M., Browne, C.A., Butler, A.P., Peach, D., Wade, A.J., Wheater, H.S., 2008. Nitrate transport in Chalk catchments: monitoring, modelling and policy implications. Environ. Sci. Policy, Monitoring and modelling diffuse pollution for policy support: UK and European experience. 11, 125-135.

Kloppmann, W., Dever, L., Edmunds, W.M., 1996. Redox zones in the Chalk aquifer of the Paris and North German basins. Hydrol. Sci. J. 41, 311-326.

Mahler, B.J., Valdes, D., Musgrove, M., Massei, N., 2008. Nutrient dynamics as indicators of karst processes: Comparison of the Chalk aquifer (Normandy, France) and the Edwards aquifer (Texas, U.S.A.). J. Contam. Hydrol. 98, 36-49.

Valdes, D., Dupont, J.-P., Laignel, B., Slimani, S., Delbart, C., 2014. Infiltration processes in karstic chalk investigated through a spatial analysis of the geochemical properties of the groundwater: The effect of the superficial layer of clay-with-flints. J. Hydrol. 519, Part A, 23-33.

TOPPS, UNE DÉMARCHE COLLECTIVE EUROPÉENNE POUR LE DÉVELOPPEMENT D'OUTILS DE PRÉVENTION DES POLLUTIONS DE L'EAU PAR LES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

De Paepe Isabelle (1), Vigouroux Ronan (2), Maillet-Mezeray Julie (3)

(1)BASF France Division Agro - isabelle.de-paepe@basf.com
(2)UIPP - rvigouroux@uipp.net
(3)BAYER - julie.mailletmezeray@bayer.com

Résumé :

Afin de prendre en compte conjointement les objectifs de la directive cadre sur l'eau et de la directive cadre sur l'utilisation durable des pesticides, l'UIPP et l'ECPA , associations qui regroupent les entreprises développant et mettant sur le marché des solutions pour la protection des cultures en France et en Europe, considèrent que la préservation des ressources en eau est un pilier essentiel d'une agriculture productive et durable. Au milieu des années 2000, il leur est apparu urgent de développer et de diffuser des recommandations communes à l'ensemble des pays européens et coconstruites avec les prescripteurs agricoles afin que la protection des eaux soit mieux prise en compte par les conseillers agricoles et les utilisateurs de produits phytopharmaceutiques (les agriculteurs).

Ainsi, dès 2005, l'ECPA a mis en place le projet européen TOPPS : Train Operators to Promote Practices & Sustainability. Le projet s'est décliné en plusieurs phases successives.

De 2005 à 2008, le volet TOPPS1 s'est intéressé à la réduction des pollutions ponctuelles des eaux qui peuvent intervenir au cours de la manipulation des produits et notamment lors du lavage et de la vidange des pulvérisateurs, ou éviter les renversements accidentels. Quinze pays européens ont été associés au travers de multiples partenaires techniques et universitaires. En France, dès 2005 - 2008, les partenaires étaient Arvalis, Irstea (Cemagref) et la Chambre d'agriculture du Nord.

De 2009 à 2010, les volets TOPPS Bridge et TOPPS - Eos ont été centrés sur l'évaluation des progrès techniques réalisés sur les pulvérisateurs, en lien entre autres avec l'Institut français de la vigne et du vin.
De 2011 à 2014, dans le volet TOPPS Prowadis, deux nouvelles thématiques sont travaillées : d'une part les problématiques liées au ruissellement, d'autre part celles relatives à la dérive de pulvérisation. Pour le ruissellement, les méthodes de diagnostic s'inspirent des travaux du CORPEN et de l'outil Aquaplaine® conçu par Arvalis.
Enfin, depuis 2015, TOPPS water protection a pris le relais. Son objectif est de diffuser les connaissances dans six nouveaux pays européens vers les acteurs de terrain, conseillers et agriculteurs. Par ailleurs, la thématique des risques de pollutions dans les terres drainées est en cours de développement.
Au cours de ces 12 années, de nombreux organismes techniques européens et experts se sont régulièrement associés au projet. La richesse de ces échanges transversaux a abouti au développement et à la mise à disposition d'outils divers, alliant des approches théoriques à des outils très opérationnels, tous coconstruits et orientés vers la protection des eaux vis-à-vis des risques de transferts de pesticides agricoles.

Ces outils sont accessibles en open-source via le site internet www.topps-life.org.
A titre d'exemple, depuis 2012, un diagnostic en ligne « prévention de la dérive » est disponible pour tous les agriculteurs souhaitant s'engager dans une démarche de progrès sur les enjeux liés à la préservation de l'eau.

Mots-clés : TOPPS, Prowadis, bonnes pratiques phytosanitaires, dérive, ruissellement, drainage

GESTION DU RUISSELLEMENT ET DE L'ÉROSION EN VIGNOBLES ; QUELLES MESURES ET QUELLES ALTERNATIVES AU DVP DE 20 M ?

Guy Le Hénaff

89 Route de l'Europe, Kermaria, 22860 PLOURIVO

En France depuis 2011, le Dispositif Végétalisé Permanent (DVP de 5 ou 20 m) est la mesure de gestion réglementaire retenue pour limiter le transfert des substances phytosanitaires par ruissellement sur les parcelles en bordure de points d'eau. Un Groupe de Travail national a œuvré en grandes cultures sur des mesures de gestion alternatives offrant des contraintes et une emprise foncière plus limitées, tout en gardant un niveau d'atténuation potentiel comparable (Le Hénaff et al, 2016). Une réflexion similaire a été menée en vigne notamment autour des forts enjeux des vignobles de coteaux qui cumulent de très nombreux handicaps vis-à-vis du ruissellement : pédo-climats, pratiques viticoles et paysages. Ce travail, mené à Lyon au sein de l'Irstea, permet de proposer des mesures alternatives apportant une bonne adaptation aux pratiques et aux contextes locaux et pourra alimenter la prise en compte règlementaire des transferts par ruissellement. Il devra auparavant être consolidé nationalement ou régionalement avec des experts des processus et des filières. Le recensement des pratiques et dispositifs a abouti à une proposition de boîte à outils permettant de couvrir les nombreux contextes pédoclimatiques des vignobles français. Heureusement la complexité apparente se résume localement à agir sur la perméabilité, la rugosité des sols, sur les chemins de l'eau. Cela revient à identifier et à mobiliser les trois ou quatre techniques ou dispositifs les plus pertinents pour les milieux et les viticulteurs. Il convient localement de bien comprendre le rôle de l'organisation paysagère et hydraulique fortement anthropisées des vignobles de coteaux et des vignobles drainés du Sud-Ouest. Puis à agir sur les chemins de l'eau et à mobiliser les trois ou quatre techniques ou dispositifs les plus pertinents pour le milieu et les viticulteurs. Ainsi l'enherbement ou le paillage des rases (petits fossés intra-parcellaires) permettrait de limiter l'érosion du Beaujolais granitique

À côté de ces mesures, on peut mobiliser d'autres mesures complémentaires s'adaptant aux pratiques viticoles et parcellaires (restructuration des vignobles) ou qui permettent de prendre en compte les nuances observées dans le fonctionnement hydrique local. Nos approches visent par tous les moyens à limiter la genèse du ruissellement puis via des espaces végétalisés simples et rustiques, à ralentir l'eau et à atténuer voire à bannir tous les transferts rapides. Ces propositions alimenteront la prise en compte des risques de ruissellement et devraient permettre une meilleure prise en compte des enjeux liés aux transferts hydriques des pesticides. Espérons aussi qu'une meilleure connaissance des dispositifs mobilisables facilitera le dialogue et la co-construction d'initiatives locales et de plans d'action pas forcement onéreux mais pertinents, faisant appel à des modifications simples de pratiques viticoles ou hydrauliques.

Mots-clés: Vignobles, ruissellement, érosion, mesures de gestion, phytosanitaires, dispositif végétalisé,

REMERCIEMENTS : Nous tenons à remercier l'ensemble des personnes qui ont participé aux réflexions et contribué au travail mené autour des processus de ruissellement et des possibilités d'atténuation.

BIBLIOGRAPHIE

Bauer F., Dyson J., Le Hénaff G., Laabs V., Lembrich D., Maillet-Mezeray J., Réal B., Roettele M., 2013 - Ruissellement/érosion - Bonnes pratiques agricoles pour réduire la pollution de l'eau par les produits de protection des plantes due au ruissellement et à l'érosion. Brochure de TOPPS-PROWADIS, UIPP, Arvalis, Irstea, 84 p.

Catalogne, C., Le Hénaff, G., - 2015. Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour la maîtrise des transferts de contaminants d'origine agricole. Irstea - ONEMA. 63 p.

CORPEN, - 1999. Désherbage - Éléments de raisonnement pour une maîtrise des adventices limitant les risques de pollution des eaux par les produits phytosanitaires. 149 p.

CORPEN, - 2007. Les fonctions environnementales des zones tampons : les bases scientifiques et techniques des fonctions de protection des eaux. Première édition, 176 p.

EFSA PPR Panel (EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues), 2013. Guidance onTiered risk assessment for plant protection products for aquatic organisms in edge-of-field surface waters. EFSA Journal, 2013; 11(7):3290, 268 pp. doi:10.2903/j.efsa.2013.3290.

FOCUS (2007). "Landscape and Mitigation Factors in Aquatic Risk Assessment. Volume 1. Extended Summary and Recommendations". Report of the FOCUS Working Group on Landscape and Mitigation Factors in Ecological Risk Assessment, EC Document Reference SANCO/10422/2005 v2.0. 169 pp.

FOCUS (2001). "FOCUS Surface Water Scenarios in the EU Evaluation Process under 91/414/EEC". Report of the FOCUS Working Group on Surface Water Scenarios, EC Document Reference SANCO/4802/2001-rev.2. 245 pp, updated in 2015.

Gril J-J., Le Hénaff G., Faidix K., - 2010. Mise en place de zones tampons et évaluation de l'efficience de zones tampons existantes destinées à limiter les transferts hydriques de pesticides : guide de diagnostic à l'échelle du petit bassin versant. Rapport Irstea-MAAP, 42 p.

Laabs V., Brown C., Dyson J., Knauer K., Röpke B., Roettele M., 2016 - Runoff Mitigation, a toolbox approach for effective and flexible mitigation of risks. In SETAC Europe 12th Special Science Symposium, Risk mitigation measures, risk assessment and labelling in the EU28: Introduction to the MAgPIE tool box.

Le Hénaff, G., Ouvry, JF., Real, B., Boivin, A., Billy, C., - 2016. Mesures de gestion du ruissellement en France, quelles mesures alternatives au DVP de 20 m? AFPP - 23e conférence du COLUMA, Dijon; 6, 7 ET 8 Décembre 2016. 10 p.

RÔLE DES PLANS D'EAU PEU PROFONDS SUR L'ATTÉNUATION DES CONCENTRATIONS ET FLUX DE CONTAMINANTS.

Banas D.(1), Pierlot F.(2, 3), Lazartigues A.(1), Gaillard J.(1), Drieux L.(1), Dauchy X.(4), Schott F.X. (3), Bockstaller C.(5) Cherrier R(3), Cyril Feidt(1)

(1) Univ. Lorraine, URAFPA, avenue de la forêt de Haye 54505 VANDOEUVRE - damien.banas@univ-lorraine.fr, alazartigues@yahoo.fr, lea.drieux@univ-lorraine.fr, cyril.feidt@univ-lorraine.fr
(2) Univ. Lorraine, LAE, avenue de la forêt de Haye 54505 VANDOEUVRE - frederic.pierlot@univ-lorraine.fr
(3) Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est - 54500 Laxou - francois-xavier.schott@lorraine.chambagri.fr , richard.cherrier@lorraine.chambagri.fr
(4) ANSES - LHN, rue Lionnois 54000 NANCY - xavier.dauchy@anses.fr
.(5) INRA , LAE, rue de Herrlischeim 68000 COLMAR christian.bockstaller@inra.fr

Résumé :

Dans l'ensemble des pays développés, l'agriculture a largement eu recours aux produits phytosanitaires durant toute la seconde moitié du XXème siècle et jusqu'à ce jour. Avec 66 674 tonnes de substances actives vendues en 2012 (Eurostat, 2013), la France est au second rang européen, juste derrière l'Espagne (69 587 t). Rapporté à la surface agricole utile (SAU), la France se place au 9ème rang européen avec 2,3 kg/ha. Ces pratiques intensives se traduisent par une large dispersion de substances actives dans l'environnement. Les campagnes d'analyses menées en France en 2007 (CGDD, 2010) indiquaient ainsi la présence de pesticides dans 91 % des points suivis dans les cours d'eau. A ce jour, la situation ne s'est que très peu ou pas améliorée (CGDD, 2015). En Lorraine, la présence de pesticides est observée dans plus de 94% des stations de surveillance des eaux superficielles (AERM, 2013). Cette contamination est susceptible d'induire de multiples effets délétères pour l'homme et l'environnement (e.g. atteinte à la biodiversité, incompatibilité avec la production d'eau potable, etc.). A ces enjeux sanitaires et environnementaux, s'ajoutent les obligations communautaires transcrites par la directive cadre sur l'eau (DCE; Directive 2000/60/CE) qui imposent à l'ensemble des états membres de l'union européenne d'assurer le retour au bon état de l'ensemble de leurs masses d'eau à plus ou moins longues échéances (i.e. 2015, 2021 et 2027). Le plan Écophyto2018, mis en place à la suite du Grenelle de l'environnement (Loi n° 2010-788), visait à réduire de 50 % l'usage des produits phytosanitaires en agriculture à l'horizon 2018. Les résultats escomptés n'ayant pas été atteints (e.g. +16,6 % du nombre de doses unités en 5 ans pour atteindre un pic en 2013 avec 88,4 NoDU; source MEDDE), le nouveau plan (Ecophyto II) repousse cet objectif à 2025. La remise en question des pratiques agricoles s'avérant lente et complexe, il apparait que l'ensemble des autres leviers d'action visant à améliorer la qualité de l'environnement aquatique doivent être considérés parallèlement.

A défaut de réussir à réduire significativement et durablement l'usage de produits de traitements sur les bassins versants, des solutions visant d'une part à réduire le transfert de ces contaminants vers les masses d'eau, d'autre part à réduire les concentrations au sein des masses d'eau, sont à privilégier. Ainsi, la mise en place de bandes enherbées en périphérie des masses d'eau s'inscrit dans cette première stratégie et a permis la réduction des transferts par ruissellement, minimisant alors les quantités de contaminants atteignant les cours d'eau. De la même manière, les bassins de rétention ou de traitement localisés entre les parcelles (i.e. grandes cultures, vignobles) et le milieu aquatique, permettent sous certaines conditions d'intercepter efficacement une fraction du flux de contaminants (e.g. Banas et al., 2010 ; Vallee et al., 2015). De manière complémentaire, divers processus de rétention ou de dégradation des contaminants peuvent s'opérer au sein même des masses d'eau. L'augmentation des interfaces (e.g. eau/sédiment, eau/macrophytes, eau/air), et des temps de résidences hydrauliques apparaissent favorables

à la métabolisation ou à la rétention des contaminants. Les plans d'eau de faible profondeur (e.g. étangs, lagunes, etc) apparaissent alors constituer des zones lentiques propices à la réduction des concentrations en contaminants au sein des masses d'eau.

Dans le cadre de ce travail de recherches, nous avons évalué et comparé l'abattement en pesticides induit par la présence d'étangs de barrages localisés sur le cours d'eau et de Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA) collectant les eaux de drainage de grandes cultures. Quatre ZTHA et trois étangs ont été étudiés durant au minimum une année. Ces deux types de zones lentiques se sont avérées complémentaires de par leur localisation sur le BV (au niveau de la bande enherbée vs sur le cours d'eau) et des taux d'abattement. Le taux d'abattement moyen atteignait 59% en aval des étangs (Gaillard et al., 2016). En moyenne, ce taux était moitié moindre en aval des ZTHA (Vallée et al., 2015) dont l'efficacité plus faible peut s'expliquer par une superficie en eau plus réduite (>30 000 m² en moyenne pour les étangs français vs 32 à 450 m² pour les ZTHA étudiées ici) et par des temps de résidence hydraulique moindres.

AERM (2013) Quels enjeux pour la reconquête des masses d'eau ? Présentation orale P. Goetghebeur (Agence de l'Eau Rhin-Meuse), Rencontre Agriculture et eau : (Re)concillier production et protection, Laxou. 18 décembre 2013.

Banas D., Marin B., Skraber S. Chopin E. Zanella A. (2010). Copper mobilization affected by weather conditions in a stormwater detention system receiving runoff waters from vineyard soils (Champagne, France). Environ Pollut, 158: 476-482

CGDD (2010) Les pesticides dans les milieux aquatiques - Données 2007. Commissariat Général au Développement Durable. Etudes et documents n°26. 50p.

CGDD (2015) site du Commissariat Général au Développement Durable.http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/246/211/contamination-globale-cours-deau-pesticides.html

Gaillard J, Thomas M, Lazartigues A, Bonnefille B, Pallez C, Dauchy X, Feidt C, Banas D.,, 2016. Potential of barrage fish ponds for the mitigation of pesticide pollution in streams. Environ Sci Pollut Res Int. 23(1):23-35.

Vallee R., Dousset S., Schott F.X., Pallez C., Ortar A., Cherrier R., Munoz J.F., Benoit M. (2015) Do constructed wetlands in grass strips reduce water contamination from drained fields? Environ Pollut, 207: 365-373

Mots-clés : Pesticides, Remédiation, ETM, lacs peu profonds

EVALUATION DE LA RÉDUCTION DES TRANSFERTS DE PESTICIDES PAR LA ZTHA DE RAMPILLON : BILAN DES 3 ANNÉES DE SUIVI (2012-2015)

Julien Tournebize (1), Cédric Chaumont (1), François Birmant (2), Ülo Mander (1,3)

(1) Irstea, UR HBAN, 1 Rue Pierre-Gilles de Gennes, CS 10030, F-92761 Antony Cedex, France (julien.tournebize@irstea.fr ; cedric.chaumont@irstea.fr)

(2) bAQUI'Brie, 145 quai Voltaire 77190 Dammarie Les Lys, France (francois.birmant@aquibrie.fr)

(3) cUniversity of Tartu, Institute of Ecology and Earth Sciences, 46 Vanemuise St, 51014 Tartu, Estonia (ulo.mander@ut.ee)

Résumé :

La gestion des eaux de drainage est une question récurrente des acteurs de territoire en particulier les gestionnaires de la ressource en eau. La réduction des transferts de pesticides des agrosystèmes drainés est un enjeu crucial pour remplir les objectifs de la directive cadre sur l'eau. Le développement de solution telle que l'aménagement de zone tampon s'avère une piste d'intérêt. Plusieurs études expérimentales à l'échelle parcellaire ont montré le potentiel de rétention des zones tampons humides artificielles pour réduire les transferts de pesticides. Nous proposons de tirer le bilan du suivi sur 3 ans du site de démonstration de Rampillon, à l'échelle d'un bassin versant drainé à l'Est de Paris.

Le bassin versant agricole de 355ha reçoit une pluie moyenne annuelle de 689 mm et les écoulements de drainage s'élèvent à 228mm en moyenne. L'agriculture est basée sur une rotation céréale d'hiver (blé à 50%), maïs (18%), la betterave à sucre (15%) ainsi que féverole, colza et autres à 12%. Considérant le risque de transfert de pesticides après les périodes de traitement (novembre et à partir d'avril), deux stratégies d'interception des flux ont été testées : interception en série des écoulements et interception séquentielle pendant les périodes à risques (fermeture de décembre à mars).
La zone tampon humide artificielle expérimentale est caractérisée par une emprise foncière de 5300m², un volume utile de 2500m3, soit un ratio surfacique et volumique de 0,15% et 7m3/ha drainé. La profondeur varie selon les sous ensembles de 30 à 130 cm pour une profondeur moyenne pondérée de 46cm. La ZTHA est partiellement végétalisée sur 40% de la surface par Carex Sp, Typha latifolia, Phragmites vulgaris and Juncus conglomeratus.
Le suivi métrologique est basé sur la comparaison des flux (eau et pesticides) entrant, sortant et à l'exutoire du bassin versant. Trois stations de mesure ont ainsi été mises en place à l'entrée, la sortie de la ZTHA, ainsi qu'à l'exutoire. Ces stations mesurent en continue les débits et un prélèvement composite hebdomadaire piloté par le volume écoulé permet de calculer les flux de pesticides. Une station pluviométrique complète l'instrumentation. L'eau brute prélevée est analysée chimiquement pour déterminer les concentrations moyennes de flux habdomadaires sur 86 matières actives.

Le suivi sur 3 ans montre que l'interception de 30% des écoulements drainés conduit à une reduction moyenne de 43% des concentrations de pesticides entre l'entrée et la sortie. La répartition de l'efficacité en masse, selon le type de pesticides montre une réduction de 30% pour les herbicides, de 60% pour les fongicides, de 10% pour les insecticides et de 100% pour les régulateurs de croissance. L'interprétation des performances selon les 86 molécules suivies permet de classer les pesticides pour lesquelles la ZTHA est efficace (taux de retention > à 70%) et inefficace

(taux de rétention < à 10%).

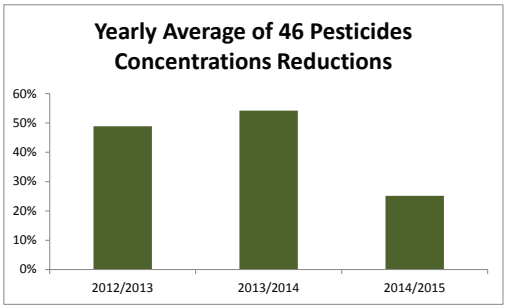


Fig.1. Pourcentages de reduction des concentrations en pesticides entre l'entrée et la sortie.

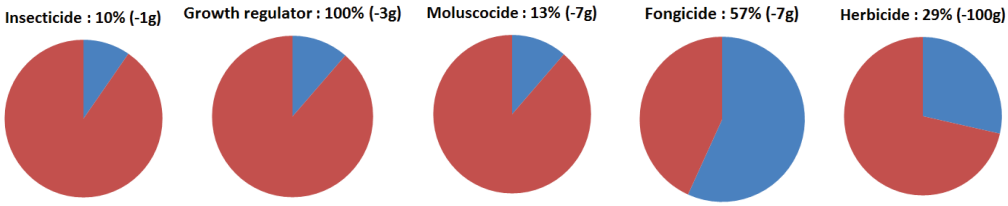


Fig.2. Réduction massique moyenne des flux selon le type de pesticides

Mots-clés : zone tampon humide artificielle, drainage agricole, efficacité, pesticides

INFLUENCE DU TEMPS DE RÉSIDENCE HYDRAULIQUE SUR LA RÉTENTION DE PESTICIDES AU SEIN DE ZONES TAMPONS VÉGÉTALISÉES

Gaullier Céline (1, 2, 3), Dousset Sylvie (1, 3), Baran Nicole (2), Billet David (1, 3)

(1)Université de Lorraine - CNRS - Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux - 54506 Vandœuvre-lès-Nancy - celine.gaullier@univ-lorraine.fr

(2) BRGM (French Geological Survey) - 45060 Orléans CEDEX 02

(3)LTSER France, Zone Atelier du Bassin de la Moselle - 54506 Vandœuvre-lès-Nancy

Ce travail a pour objectif d'évaluer l'influence de l'hydraulique de deux types de zones tampons végétalisées (ZTVA) à réduire les teneurs en pesticides des eaux de drainage agricole. Pour cela, en plus d'une approche terrain, un travail expérimental a été mené en conditions maitrisées à l'échelle d'un pilote. Les ZTVA étudiées sont un fossé (Manoncourt, 54) et une succession de trois mares (Ville sur Illon, 88). Deux herbicides : le dimétachlore (DMT) et l'isoproturon (IPU) ainsi que deux fongicides : le boscalide (BSC) et le cyproconazole (CYP) ont été choisis pour cette étude du fait de leur utilisation sur les parcelles drainées, leur présence dans les eaux de drainage et de leurs profils environnementaux contrastés.

Ces dispositifs ont été modélisés à l'échelle 1/40e et 1/20e, pour le fossé et la succession de mares, respectivement. Deux temps de résidence hydraulique théorique (HRT) ont été simulés pour chaque pilote, en faisant varier le débit et la hauteur d'eau. Une solution comprenant les 4 pesticides étudiés à une teneur chacun de 200 µg/L ainsi qu'un anion (traceur, Cl^- et Br^-) a été injectée en entrée du pilote pendant 4,5 jours. Les débits simulés (de 1,75 à 55 mL/min) ont été choisis en cohérence avec les débits mesurés sur le terrain (1-2 L/s et 8 L/s). Des échantillons d'eau ont été récupérés en sortie des pilotes à pas de temps régulier (15 min et 30 min, respectivement pour un débit fort et faible).

L'efficacité obtenue pour un HRT faible (HRT réel de 6 h, fort débit) varie de 1 à 8 % et de 16 à 32 % toutes molécules confondues, respectivement pour la succession de mares et le fossé ; alors que pour un HRT élevé (HRT réel de 23 et 25 h, faible débit) l'efficacité varie de 18 à 24 % et 50 à 54 % respectivement pour la succession de mares et le fossé. L'efficacité est donc d'autant plus importante que le HRT est élevé, permettant notamment un temps de contact plus long entre les pesticides présents dans l'eau et les substrats (sédiments/végétaux). L'efficacité est aussi molécule dépendante, ainsi la rétention du BSC et du CYP est plus importante que celle de l'IPU et du DMT, en lien avec leur solubilité et leur faculté à s'adsorber sur les sédiments (expérimentations conduites en parallèle). Pour un même HRT, l'efficacité est plus importante pour le fossé que pour la succession de mares, en lien avec un volume plus faible (1,7 L contre 9,4 L).

Ces résultats de laboratoire permettront de mieux comprendre la variabilité tout au long de l'année dans l'efficacité des ZTVA à réduire les teneurs en pesticides. En effet, en hiver, où les pluies sont fréquentes et intenses, le débit en sortie de drain est important (de 8 à 20 L/s) réduisant l'efficacité des ZTVA. En revanche, en automne et au printemps où les pluies sont plus éparses, le débit en sortie de drain est plus faible (0,2 à 5 L/s), pouvant favoriser la rétention dans les ZTVA.

Mots-clés : hydraulique, pesticide, remédiation, pilotes, zones humides

SUIVI DES PESTICIDES ET MONITORING

LE COUPLAGE IC/MS POUR L'ANALYSE EN ROUTINE DE PESTICIDES POLAIRES DANS L'EAU ET LES MATRICES ALIMENTAIRES.

Bénédicte DURETZ (1), Citra Nagarathinam (1), Agnès Le Corre (1).

(1)ThermoFisher Scientific, 16, avenue du Québec 91941, Courtaboeuf - benedicte.duretz@thermo.com; citra.nagarathinam@thermo.com ; agnes.lecorre@thermo.com.

Résumé :

L'analyse de composés polaires dans les échantillons environnementaux ainsi que les matrices alimentaires est une problématique particulièrement délicate qui requiert des détecteurs sensibles et capables de s'affranchir des effets matrices. La chromatographie ionique (IC) couplée avec la spectrométrie de masse (IC-MS) est une alternative de choix pour l'analyse de nombreux contaminants polaires tels que le glyphosate et ses métabolites. L'IC présente en effet dans ce cadre une spécificité et une sélectivité bien supérieure à la chromatographie en phase inverse. Le couplage de cette technologie avec la spectrométrie de masse (Exemple : Triple Quadrupôle et Instrument équipé de technologie OrbiTrapTM) constitue donc une approche de choix pour l'analyse de ce type de composés. Afin de rendre la phase mobile utilisée pour la séparation ionique compatible avec la source d'ionisation du spectromètre de masse, on utilise en sortie de colonne analytique un suppresseur qui aura pour objectif de « déssaler » l'éluant et le rendre compatible avec la source HESI du spectromètre de masse. On pourra également ajouter un solvant post-colonne contenant une phase organique à l'entrée de la source du spectrométre de masse de manière à améliorer le processus de désolvatation des ions et par voie de conséquence la sensibilité des analyses. La mise en œuvre et les potentialités de ce couplage seront décrits dans cette présentation et illustré avec des résultats obtenus pour l'analyse du glyphosate et de ses métabolites dans les eaux et les matrices alimentaires.

Mots-clés : Glyphosate, AMPA, Pesticides polaires ;Couplage IC/MS (Chromatographie Ionique/Spectrométrie de Masse).

DÉTERMINATION DE DIFFÉRENTES FORMES D'ÉLIMINATION DE LA CHLORDÉCONE CHEZ LA BREBIS

Saint Hilaire Maïlie (1), Feidt Cyril (1), Parinet Julien (2), Inthavong Chanthadary (2), Thomé Jean-Pierre (3), Rychen Guido (1), Fournier Agnès (1)

(1)Université de Lorraine, INRA USC 340, URAFPA, 2 avenue de la Forêt de Haye, TSA 40602, 54518 VANDOEUVRE-LES-NANCY Cédex - mailie.saint-hilaire@univ-lorraine.fr ; cyril.feidt@univ-lorraine.fr; guido.rychen@univ-lorraine.fr; agnes.fournier@univ-lorraine.fr;
(2)ANSES, Laboratoire de Sécurité des Aliments, Unité Pesticides et Biotoxines Marines, 14 rue Pierre et Marie Curie, 94700 Maisons-Alfort - julien.parinet@anses.fr; chanthadary.inthavong@anses.fr
(3)Université de Liège, LEAE-CART (Laboratoire d'Ecologie Animale et d'Ecotoxicologie-Centre for Analytical Research and Technology) Allée du 6 Août, 11 4000 Sart-Tilman - Liège, Belgique - jp.thome@ulg.ac.be

Résumé :

Bien qu'interdite depuis les années 1990, la chlordécone (CLD), pesticide utilisé contre le charançon du bananier, est toujours présente dans une part des sols agricoles des Antilles Françaises. 10 % de ces sols sont considérés comme fortement contaminés avec des niveaux en CLD supérieurs à 1 mg/ kg-1 MS. La CLD peut être transférée chez les ruminants, notamment suite à l'ingestion involontaire de sol lors du pâturage. Différentes études ont montré que le sol contaminé apportait en effet une quantité de CLD qui pouvait être libérée puis absorbée au niveau du tractus digestif à un niveau de 100%. Une fois absorbée, il a été montré chez les caprins que la demi-vie d'élimination de la molécule s'élevait à 15 - 20 jours selon le statut physiologique de l'animal.
L'objectif de la présente étude est de confirmer cette demi-vie chez l'ovin et de caractériser cette élimination afin de mieux comprendre le devenir de la CLD. Pour cela, des prélèvements de sang, urine et fèces ont été effectués à des temps successifs de t=+5 min à t=84 jours après l'administration d'une dose unique par voie intraveineuse de CLD à 1 mg/kg poids vif chez 3 brebis adultes non lactantes. Les échantillons de sang ont été stockés à 24°C pendant 2h puis 4°C pendant 24h, avant de subir une centrifugation à 1500 x g pendant 10 min. Le sérum (surnageant) a ensuite été prélevé et stocké avant analyse pour recherche de la CLD par GC-ECD.
L'urine a été prélevée via une sonde urinaire et les fèces ont été collectées grâce à une couche en tissu régulièrement changée. La CLD et ses métabolites : le chlordécol (CLD-OH) et leurs métabolites conjugués (sulfonés et glucuronés) ont été suivis dans l'urine et les fèces à l'aide d'une méthode « Quick, Easy, Cheap, Efficient, Rugged and Safe » (QuEChERS) avec analyse en LC-MS/MS.
L'ensemble des molécules voit ses concentrations diminuer au cours du temps dans chacune des matrices. Cependant, les résultats montrent la présence de métabolites (CLDOH-conjugué) encore 36 jours après exposition. L'étude de ces résultats permettent de mieux caractériser l'élimination de la CLD dans l'organisme et mettent en avant le rôle du métabolisme.

Mots-clés : Chlordécone, métabolites, demi-vie, sérum, urine, fèces

RÉSULTATS DE L'OBSERVATOIRE DES FUITES DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES SOUS PARCELLES AGRICOLES EN ALSACE

Koller Rémi (1), Martin Lucie (1), Rapp Olivier (1)

(1)Association pour la Relance Agronomique en Alsace, 2 rue de Rome, BP 30022, Schiltigheim, 67013 Strasbourg Cedex - r.koller@alsace.chambagri.fr

Résumé :

De 2006 à 2014, l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace a collecté des mesures de qualité d'eau issues de bougies poreuses installées à 1 m de profondeur sous 11 parcelles agricoles localisées en plaine d'Alsace. L'objectif était de contribuer à l'identification des risques de transfert de substances actives vers la nappe phréatique par lixiviation de substances actives dans les différentes conditions de sol, de climat et de systèmes de culture alsaciens. Certaines parcelles étaient issues de dispositifs expérimentaux permettant de comparer des modalités de travail du sol, labour et non labour.

89 substances actives ont ainsi été recherchées et 34 ont été détectées avec quantification sur au moins une partie des échantillons. Parmi elles, 11 substances actives l'ont été au moins une fois au-dessus de la limite de potabilité de 0,1 µg/L. L'analyse des chroniques de chaque parcelle réunissant des informations sur les applications, l'état hydrique du sol, les pluies, les lames d'eau drainante, les recherches et les résultats des détections a permis de décrire le comportement des 14 substances actives jugées les plus préoccupantes et l'influence des facteurs agro-pédoclimatiques. Ces constatations ont été confrontées avec la bibliographie et ont permis de vérifier les hypothèses concernant certains déterminants du comportement des substances actives. Cependant, les informations disponibles en détection d'une part (recherches discontinues ou de fréquence insuffisante) et les limites méthodologiques liées à l'instrumentation par bougies poreuses d'autre part, n'autorisent que des conclusions partielles sur les risques de transfert.

L'observatoire apporte néanmoins des informations précieuses sur le risque de lixiviation des substances actives d'usage courant dans les conditions locales qui peuvent être utilisées à des fins pédagogiques (pour la sensibilisation des acteurs agricoles) et scientifiques (pour évaluer les performances de l'indicateur I-PHY fréquemment utilisé dans la cadre des missions de l'ARAA par exemple).

Mots-clés : Phytosanitaires, qualité de l'eau, bougies poreuses, lixiviation

DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODE MULTI-RÉSIDUS PAR LC-MS/MS POUR LA QUANTIFICATION DE TRACES DE PESTICIDES DANS LES VERS DE TERRE

Daniele Gaëlle (1), Lafay Florent (1), Pelosi Céline (2), Fritsch Clémentine (3), Bretagnolle Vincent (4), Vulliet Emmanuelle (1)

(1)Institut des Sciences Analytiques - groupe TRACES, UMR 5280, 5 rue de la Doua, 69100 VILLEURBANNE - gaelle.daniele@isa-lyon.fr
(2)INRA, UMR1402 ECOSYS, pôle Ecotoxicologie Ecologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes, RD 10 Route de St Cyr, 78026 VERSAILLES Cedex - celine.pelosi@inra.fr
(3)UMR 6249 Chrono-Environnement - CNRS / Université Bourgogne Franche-Comté Usc INRA - 16 Route de Gray, 25030 Besançon Cedex - clementine.fritsch@univ-fcomte.fr
(4)Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC), UPR 1934 CNRS, Chizé, 79360 VILLIERS-EN-BOIS - vincent.bretagnolle@cebc.cnrs.fr

Résumé :

L'intensification agricole a conduit progressivement à une perte de biodiversité et à un déclin des services écosystémiques dans les zones cultivées et les paysages agricoles. Les éléments du paysage peuvent affecter la répartition spatiale des pesticides ainsi que l'exposition des organismes non-cibles et les impacts sur ceux-ci. C'est dans ce contexte que s'inscrit le projet RESCAPE (RESistance of agricultural landSCAPEs to pesticide transfers in soils and living organisms) financé dans le cadre du plan Ecophyto (2015-2018). L'objectif principal de ce projet est d'évaluer comment les éléments du paysage et la gestion agricole (pratiques culturales, traitements phytosanitaires) influencent la distribution spatiale des pesticides dans les sols et l'exposition des organismes non-cibles à ces molécules.
Parmi les communautés d'animaux impliquées dans le fonctionnement des agroécosystèmes, le projet s'intéresse entre autres aux vers de terre, présents dans la plupart des sols et reconnus comme indicateurs d'utilisation des terres et des pratiques de culture.
Afin d'évaluer l'exposition réelle de ces organismes aux produits phytosanitaires et les impacts en résultant, il est nécessaire de mesurer les niveaux de pesticides accumulés dans ces organismes dans le cadre d'une approche in natura.
L'objectif de cette étude était donc de développer une méthodologie analytique rapide, robuste et sensible pour détecter et quantifier 28 pesticides (10 insecticides, 9 fongicides et 9 herbicides) dans des vers de terre (Allolobophora chlorotica). La liste de pesticides a été choisie en fonction des molécules utilisées sur la « Zone Atelier Plaine & Val de Sèvre» où ont eu lieu les prélèvements de vers de terre. L'enjeu analytique consistait à obtenir, à partir de faible poids de matériel biologique, des limites de quantification faibles, afin de pouvoir analyser des traces de pesticides appartenant à différentes familles - et donc présentant des propriétés physicochimiques diverses - dans les vers de terre, matrice relativement complexe.
Pour cela, une extraction de type QuEChERS a été mise en œuvre, suivie d'une analyse sélective et sensible par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS). L'optimisation de chacune des étapes du protocole analytique a permis de développer une méthode multi-résidus, avec de bons rendements d'extraction pour l'ensemble des molécules visées et des limites de quantification très basses (80% étant inférieures à 1,5 ng/g), en travaillant sur une faible quantité de prise d'essai (250 mg).

Dans cette présentation, le développement et l'optimisation de la méthode analytique mise en œuvre seront décrits. Les premières données d'occurrence et teneurs en pesticides dans les vers de terre prélevés sur la zone atelier seront également présentées.

Mots-clés : vers de terre, LC-MS/MS, pesticides, QuEChERS

PERSPECTIVE TENDANCIELLE DE LA CONTAMINATION PAR LA DESÉTHYLATRAZINE (DEA) DANS LE BASSIN DE LA SEINE

Alexandra Mattei (1,2,5), Hélène Blanchoud (3,4), Nils Fauchon (1), Fulvia Baratelli (5), Nicolas Flipo (5), Véronique Heim (6) et Jean-Marie Mouchel (4)

(1)VEDIF, Veolia Eau d'Ile de France, F-92000 Nanterre nils.fauchon@veolia.com
(2)GEOTOP, Univ. du Québec, Montreal, Canada alexandra-mattei@hotmail.fr
(3)EPHE, PSL Research University, UMR 7619 METIS (UPMC-CNRS-EPHE), F-75005, Paris, France - Helene.blanchoud@ephe.sorbonne.fr
(4)Sorbonne Universités, UPMC, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, F-75005 Paris, France - jean-marie.mouchel@upmc.fr
(5)MINES-ParisTech, Centre de Géosciences, F-77300 Fontainebleau, France- nicolas.flipo@minesparistech.fr
(6)SEDIF, Direction Etude Prospective, F-75006, Paris, France

Alors que les teneurs en atrazine dans les eaux des grandes rivières du bassin parisien sont aujourd'hui nettement plus faibles que ce qu'elles étaient avant l'interdiction de cette molécule en 2003, les teneurs constatées actuellement en un des principaux métabolites, la deséthylatrazine (DEA) ne diminuent que très faiblement. Des concentrations parfois supérieures à 0.1 µg/l sont encore mesurées périodiquement en amont des principales prises d'eau d'Ile de France sans que l'on puisse en déterminer l'origine. Malgré les avancées faites en termes de modélisation du transfert des pesticides, il n'est pas possible à l'heure actuelle de réaliser des simulations sur le long terme sur une telle superficie. La DEA fait partie des réseaux de mesures depuis près de 20 ans et continue encore d'être recherchée. Ces bases de données sont une mine d'information qui permet de travailler sur un vaste territoire. Cependant, elles ne sont pas équivalentes pour toutes les masses d'eau, tant en répartition géographique, qu'en fréquence de recherche.

L'objectif de cette étude est de réaliser une analyse tendancielle de contamination des cours d'eau en amont des prises d'eau du Syndicat des Eaux d'Ile de France. Pour cela, nous avons exploré un vaste jeu de données constitué des données du suivi au niveau des prises d'eau de l'agglomération parisienne mises à disposition par le SEDIF, des données du réseau de surveillance de la qualité des eaux superficielles à l'échelle du bassin seine Normandie de l'Agence de l'Eau et les données de la qualité des eaux souterraines rassemblées dans la base données ADES. Ces données ont été compilées afin d'être ensuite traitées sous R et ArcGis (Mattei A., 2016 ; Touré A., 2015).

La décomposition des hydrogrammes a été utilisée pour quantifier les composantes lentes et rapides des écoulements. Ces composantes sont respectivement assimilées à la contribution des eaux souterraines et la contribution du ruissellement au débit de la rivière. Expliciter la contribution des eaux souterraine à la contamination des eaux de surface revient à exprimer les concentrations des composés d'intérêt en fonction de la contribution des écoulements lents au débit total. La démarche proposée nécessite de pouvoir établir un bilan quantitatif des apports des aquifères et donc une connaissance des échanges nappe-rivière à l'échelle du bassin versant de la Seine. Un bilan quantitatif de ces échanges a été établi via la modélisation sur l'ensemble du bassin de la Seine (Flipo et al., 2013). Il a ainsi été mis en évidence une relation linéaire entre la détection de DEA et la contribution des eaux souterraines au débit des trois cours d'eau (figure 1).

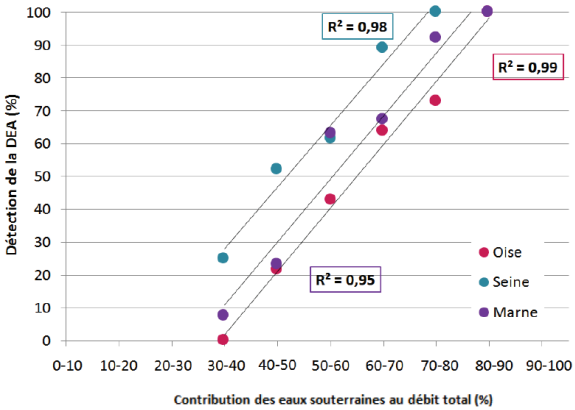


Figure 1 : Contribution des écoulements lents au débit total en fonction du nombre de mesures supérieures à la limite de quantification sur la période 2003-2014

L'analyse tendancielle de la contamination à l'horizon 2030 ne peut cependant pas se limiter à la comparaison des années 2003 et 2014 dans les eaux souterraines à l'échelle de l'ensemble du bassin car il n'apparaît pas de tendance claire. Cependant, des évolutions tendancielles distinctes liées des fortes hétérogénéités régionales sont comparables à la carte de la contamination des eaux de surface, avec les teneurs les plus élevées dans la région des nappes de Brie et du Champigny et dans le bassin du Loing et le haut du bassin de l'Oise. Une analyse tendancielle plus approfondie montre que ce sont dans les secteurs les plus contaminés que les tendances à la baisse sont les plus faibles, voire des tendances à l'augmentation, ce qui explique l'absence de tendance globale à l'échelle du bassin. Par ailleurs, les tendances des points à plus faibles concentrations sont gommées par le problème des données inférieures aux limites de quantification.

La cartographie des concentrations montre l'intérêt qu'il y a d'associer par grande région les teneurs observées dans les nappes aux débits d'alimentation de ces nappes vers les cours d'eau, tels qu'ils ont pu être modélisés (Labarthe B., 2016). Ceci souligne l'importance de ces régions dans la contamination observée aux prises d'eau et leur donne un poids qui va s'accentuant (en tendanciel) pour le futur.

L'approche que nous avons utilisée ici reste basée sur les bilans et des tendances linéaires. Elle a cependant l'avantage d'être étayée par un grand nombre de données. Ces résultats devront être affinés par une meilleure évaluation de la dynamique de la concentration dans les nappes prenant en compte notamment la dynamique de leur recharge et de leurs écoulements ainsi que la dynamique de la DEA dans les sols. Une thèse est actuellement en cours sur le site de la carrière de St Martin le Nœud (aquifère de la craie) afin de définir la dynamique spatio-temporelle dans le système sol nappe du transfert de pesticides et de solutés.

Bibliographie

Flipo, N., B. Labarthe, F. Saleh, A. Pryet, P. Goblet, P. Viennot, L. Abasq (2013). Relations eaux souterraines-réseau hydrographique sur le bassin Seine Normandie: quantification des flux hydriques. Technical Report R130218NFLI, ARMINES-MINES ParisTech.

Labarthe B. (2016) Quantification des échanges nappe-rivière au sein de l'hydrosystème Seine par modélisation multi-échelle. Thèse de doctorat en Géosciences et géoingénierie, MINES ParisTech.

Mattei A. (2016) Elements de prospective de la contamination des cours d'eau d'Ile de France par les pesticides. Rapport de fin d'étude Polytech Paris - UPMC, 33p.

Touré A. (2015) Prospective de la contamination des cours d'eau d'Ile de France par les pesticides Rapport de fin d'étude Master 2 Géochimie Environnementale - UPMC, 52p.

Mots-clés : atrazine, prospective, Seine

APPORT ET UTILISATION DE LA BNVD POUR L'ANALYSE RÉTROSPECTIVE DE LA CONTAMINATION DES COURS D'EAU PAR LES PHYTOSANITAIRES ET LEURS MÉTABOLITES

Guibal Robin1, Lissalde Sophie1, Nicolas Mazzella2, Guibaud Gilles1.

(1)Université de Limoges, Groupement de Recherche Eau Sol Environnement, 123, avenue Albert Thomas 87000 Limoges - sophie.lissalde@unilim.fr

(2)IRSTEA, Unité de Recherche EABX, 50 Avenue de Verdun, Gazinet 33 612 Cestas Cedex, France

Le suivi de la contamination en phytosanitaires des cours d'eau français est aujourd'hui réalisé par échantillonnage ponctuel des masses d'eau, à des fréquences de 4 à 12 prélèvements par an, en fonction du niveau de suivi dans lequel elles se trouvent (réseau de contrôle opérationnel, de surveillance ou d'enquête). Les molécules suivies comprennent celles de la réglementation en cours (substances suivies la DCE) mais dépendent également des listes d'analyses (complémentaires) des laboratoires prestataires des organismes de contrôles. Ainsi, ces listes varient d'une région à l'autre, d'une année à une autre et ne sont pas toujours adaptées au contexte local des échantillons, les analyses pouvant être réalisées loin du site de prélèvement.

La base nationale des ventes de distributeurs (BNVD) est un outil destiné à la perception des redevances sur les produits phytosanitaires. Les données de cette base sont peu utilisées à d'autres fins, notamment pour mieux connaître les usages des phytosanitaires sur les bassins versants. En effet, cette base répertorie les achats de produits phytosanitaires par communes sur tout le territoire. Elle peut donc aider à orienter la recherche, puis la quantification en lien avec les usages de ces produits.

Le travail présenté ici propose de se servir de la BNVD comme d'un outil d'aide au suivi des contaminations en ciblant les composés vendus, et donc normalement utilisés sur les bassins versants. Deux hypothèses sont toutefois nécessaires : i) les produits achetés sont utilisés sur la commune et ii) ils sont utilisés l'année de leur achat et dans leur totalité. Cette analyse de la BNVD est couplée à un suivi de la contamination in situ par échantillonnage passif (POCIS) et analysé par spectrométrie de masse haute-résolution. Le couplage de ces deux technologies est particulièrement intéressant. En effet, l'échantillonnage passif offre l'avantage d'une intégration de la contamination dans la gamme de travail de l'échantillonneur (logKow). De plus, la spectrométrie à temps de vol permet, par rapport à des approches ciblées, de revenir sur les échantillons analysés et de rechercher des composés même s'ils n'ont pas spécifiquement été suivis lors de l'analyse quantitative initiale. La donnée obtenue est alors uniquement qualitative mais permet de savoir rétrospectivement quels composés (molécules mères ou métabolites) étaient présents dans les cours d'eau.

Pour illustrer la démarche, le département de la Corrèze et sa zone AOP Pomme du Limousin est choisie. L'agriculture est de type polyagriculture élevage bovin extensif et la pomiculture représente moins de 1 % de la SAU. La spécificité de la pomiculture permet de mieux cibler des molécules propres à cette culture par rapport aux autres usages agricoles et non agricoles sur cette zone. Les données de la BNVD montrent que 150 tonnes de produits phytosanitaires sont achetées en moyenne chaque année entre 2012 et 2014 en Corrèze. Sur ces 150 tonnes entre 50 et 65 % sont des molécules organiques de synthèse et 80 à 90 % de ces composés sont achetés dans les communes situées sur la zone de l'AOP Pomme du Limousin. Environ 80 % de ces composés organiques achetés sur les communes AOP sont des molécules dédiées à la pomiculture (fongicides et herbicides utilisés respectivement contre les maladies du feuillage et des fruits et pour le désherbage inter-rangs au pied des arbres). Les composés les plus achetés ne correspondaient pas à des composés analysés lors des campagnes de suivi et ont donc été

recherchés à postériori. Une recherche à l'aide d'un logiciel de screening permet de ré-analyser les données acquises en HPLC-Q/ToF par comparaison à une bibliothèque de composés. Certains d'entre eux sont bien présents dans les échantillons (boscalid, prosulfocarb) alors que d'autres peu mobiles ou rapidement dégradables ne sont pas retrouvés (captane, mancozeb, dithianon). Pour les composés précédemment quantifiés lors de l'échantillonnage sur le Rau d'Arnac près d'Arnac-Pompadour, les périodes de présence-absence de ces molécules correspondent en partie aux achats effectués sur cette commune sur les trois années de suivi.

Le couplage de l'échantillonnage passif et de la spectrométrie de masse haute résolution permet à posteriori de reprendre les données analytiques archivées obtenues et de vérifier la présence de molécules non ciblées lors de l'analyse quantitative. La BNVD est un outil complémentaire permettant d'orienter la recherche des composés potentiellement présents, puis de les prioriser pour le suivi des masses d'eau.

Mots-clés : Tête de bassin versant, pression pesticide, Base nationale des ventes de distributeurs (BNVD), contrôle des eaux, suspect screening, échantillonnage intégratif

GESTION DES PESTICIDES DANS UN BASSIN D'ALIMENTATION DE CAPTAGE: DÉFINITION D'UN PLAN D'ACTION, DE SON SUIVI ET DE CRITÈRES DE CONTRÔLE DE SON EFFICACITÉ

Farlin Julien (1), Gallé Tom (2)

(1)Luxembourg Institute of Science and Technology, ERIN, 41, rue du Brill, L-4422 BELVAUX, LUXEMBOURG - julien.farlin@list.lu

(2) Luxembourg Institute of Science and Technology, ERIN, 41, rue du Brill, L-4422 BELVAUX, LUXEMBOURG - tom.galle@list.lu

Résumé :

Les nombreux et récurrents cas de dépassements de la limite légale de 100 ng/l pour les pesticides et certains produits de dégradation (PTs) parmis les sources et forages utilisés pour l'alimentation en eau potable du Grand Duché de Luxembourg ont montré la nécessité d'une approche systématique non seulement à la définition d'un plan d'action pesticides, mais aussi au suivi de son efficacité dans les bassins d'alimentation de captage (BAC). Le plan d'action doit être adaptable aux spécificités locales tout en restant générique, définir des critères clairs d'évaluation de son efficacité à l'exutoire, et compte tenu du nombre important de BAC, offrir une approche systématique et incrémentielle à la collecte de donnée. Une métholodogie combinant analyse de données existante et modélisation a été développée afin de répondre à ces besoins.

Après une étape préliminaire consistant à obtenir une vue d'ensemble à l'échelle du BAC de l'utilisation des sols (type de rotation, fréquence des cultures majoritaires) et de la réaction à l'exutoire (quels pesticides et PTs, quelles concentrations, contamination intermittente ou continue), les concentrations dans l'eau d'infiltration sont calculées pour l'ensemble des pesticides potentiellement utilisables ainsi que pour leurs PTs en utilisant le code phénoménologique PEARL. De cette manière, il est possible à la fois d'identifier les pesticides ou PTs potentiellement problématiques et à surveiller en priorité ou à interdire partiellement ou totalement, et d'établir un ou plusieurs scénarios alternatifs d'utilisation des pesticides à l'échelle du bassin entier.

La réduction des intrants au niveau des surfaces agricoles peut se faire de trois manières différentes : par la réduction des surfaces traitées, par une diminution de la fréquence des cultures les plus demandeuses en pesticides potentiellement problématiques, et par l'adoption de produits de substitution. En fonction de la situation à l'exutoire, le plan d'action dans un BAC donné doit soit assurer le maintient, soit le retour des concentrations en pesticides et produits de transformation sous les limites légales en combinant ces trois possibilités en fonction des contraintes de terrain. Dans la mesure où il est courant que les temps de transit atteignent plusieurs années dans les deux aquifères principaux du Luxembourg, il est important d'estimer le temps d'attente jusqu'à ce qu'un changement de pratique soit mesurable à l'exutoire. Cet horizon temporel constitue un jalon important du suivi de l'efficacité du plan d'action à assurer la qualité de l'eau brute sur le long terme. Une fois ce jalon atteint, l'absence d'amélioration dans le cas d'une contamination déclenche une campagne de mesures plus coûteuse mais permettant d'obtenir des données spécifiques au bassins concernant les résidus des pesticides ou PTs problématiques (utile pour estimer le temps de demi-vies des molécules in-situ) et les propriétés hydrauliques des sols. Les données obtenues permettent de reprendre le calage du modèle phénoménologique et de modifier le plan d'action en conséquence. En conclusion, la métholodogie développée permet à la fois d'être proactif en utilisant un outil de modélisation pour identifier les molécules pouvant contaminer les eaux souterraines, et dynamique grâce au caractère circulaire de la définition du plan d'action (a. définition initiale b. suivi à l'exutoire c. échantillonnage additionnel des sols en cas de problèmes ou de dépassement du temps d'attente d. modification du plan d'action et début d'un nouveau cycle).

Mots-clés : gestion raisonnée, plan d'action pesticide, produits de dégradation, résidus de pesticides

BILANS MASSIQUES D'ÉMISSIONS DE PESTICIDES DANS LES EAUX DE SURFACE : OPPORTUNITÉS ET LIMITES DE L'UTILISATION D'ÉCHANTILLONNEURS PASSIFS

Tom Gallé (1), Michael Bayerle (2), Denis Pittois (2), Viola Huck (2)

(1)Luxembourg Institute of Science & Technology, 41, rue du Brill L-4422 Belvaux tom.galle@list.lu
(2)Luxembourg Institute of Science & Technology, 41, rue du Brill L-4422 Belvaux

Résumé :

La nature périodique des apparitions de pics de pollution de pesticides dans les eaux de surfaces pose un grand défi pour l'échantillonnage représentatif des composés et le calcul correct des charges exportée d'un bassin versant. Les échantillonnages manuels ne sont pas à mêmes de couvrir les périodes importantes de transfert et l'utilisation d'échantillonneurs automatiques demande des efforts logistiques significatifs limitant leur déploiement. Pour ces raisons les pesticides sont le groupe des composés qui présente le plus grand biais dans les données de surveillance de la qualité des eaux de surface. La question de la représentativité de l'échantillonnage se pose aussi bien pour l'exposition des organismes et l'évaluation des effets (calculs des SQE) que pour l'évaluation des émissions de différentes cultures agricoles (calculs de charges). L'avènement récent d'échantillonneurs passifs pour composés polaires (POCIS) offre la possibilité d'une surveillance continue des concentrations de pesticides dans les eaux de surface. L'aisance de déploiement des POCIS permet une couverture à haute résolution spatiale dans un bassin versant.
L'utilisation quantitative des masses collectées par des POCIS repose cependant sur quelques prémisses : fonctionnement dans la phase cinétique, vitesse d'échantillonnage constante et calibrable, comportement conservatif dans l'échantillonneur (pas de désorption ultérieure) et absence de biais de calcul de charge dans des situations de débits dynamiques. Une partie de ces conditions sont spécifiques aux différentes substances. La présentation montrera des exemples de calcul de bilans de masses dans des bassins versants en différentiant les ondes de crues individuelles (suivies en parallèle par échantillonneur automatique) et les périodes d'étiages ainsi que la cohérence des charges dans le profil longitudinal. Les charges sont soumises à un contrôle de plausibilité avec les cultures et les pesticides utilisés localement et les propriétés des composés (temps de demi-vie, log Koc). L'utilisation des POCIS dans la gestion agricole d'un bassin versant sera également discutée.

Mots-clés : bilan massiques, échantillonneurs passifs, gestion de bassin versant

IMPACTS SUR LES AGRO-ÉCOSYSTÈMES

IMPACT DE DEUX FORMULATIONS COMMERCIALES DE FONGICIDE SUR APORRECTODEA CALIGINOSA (SAVIGNY, 1826)

Sylvain Bart (1), Alexandre Barraud (1), Joël Amossé (1), Alexandre R. R. Péry (1) et Céline Pelosi (1)

(1)UMR ECOSYS, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78026, Versailles, France- sylvain.bart@inra.fr

Résumé :

Les annélides oligochètes terrestres, et en particulier les vers de terre, représentent une part importante de la biomasse vivante des sols. Ils jouent un rôle clé dans le fonctionnement des sols cultivés, agissant comme de véritables ingénieurs de ces écosystèmes. Ils influencent en effet la structure du sol et la transformation de la matière organique grâce à la création de galeries et à l'incorporation des résidus organiques de surface dans le profil de sol. L'intensification des pratiques agricoles et notamment l'utilisation des pesticides menace ces organismes et ainsi le fonctionnement des sols. Actuellement, l'évaluation de l'impact de ces produits phytosanitaires est réalisée avant leur mise sur le marché. Pour les vers de terre, elle se base principalement sur l'impact sur la mortalité, en utilisant l'espèce modèle Eisenia fetida. Cependant, cette espèce n'est pas présente en champs cultivés, où les pesticides sont appliqués. De plus, des études ont montré que les espèces de champs étaient plus sensibles aux pesticides que cette espèce modèle. En parallèle de potentiels effets sur la survie, des effets sublétaux sur la biomasse, la reproduction ou la croissance peuvent avoir des conséquences sur le cycle de vie des organismes et donc sur la dynamiques des populations.

Cette étude a pour objectif d'évaluer au laboratoire l'impact de deux formulations commerciales de fongicides couramment utilisées en Europe sur le comportement et le cycle de vie d'Aporrectodea caliginosa, une espèce de vers de terre endogée dominante en zone tempérée et notamment en champs cultivés. Le premier fongicide étudié, le Swing Gold®, est utilisé en grande culture sur céréales. Il est composé de deux substances actives : la dimoxystrobine (133 g L-1) et l'epoxiconazole (50 g L-1). Le second, le Cuprafor micro®, est principalement utilisé sur les solanacées et en viticulture. Son principe actif est l'oxychlorure de cuivre (50%). Des tests de survie sur 14 jours ont tout d'abord été réalisés afin de définir des concentrations sublétales de ces produits. Ces gammes de concentrations sublétales ont ensuite été utilisées pour évaluer (i) la capacité des vers de terre adultes à éviter ces fongicides (tests d'évitement sur 48h), (ii) l'impact sur la reproduction après 28 jours d'exposition, et (iii) l'impact sur la croissance, de la sortie du cocon jusqu'au stade adulte.

Aucun effet létal n'a été observé avec le Cuprafor micro®, y compris à la plus forte concentration. Cependant, nous avons mesuré des effets sublétaux sur le comportement et le cycle de vie à des concentrations réalistes, potentiellement rencontrées en champs cultivés. D'autre part, le Swing Gold® a induit des effets létaux et nous avons estimé que la CL50 (concentration létale induisant 50% de mortalité) pour A. caliginosa était trois fois inférieure à celle rapportée pour Eisenia fetida (PPDB 2016). Cela confirme la plus faible sensibilité de cette espèce modèle aux pesticides, comme déjà suggéré dans la littérature. Nous n'avons pas observé de comportement d'évitement chez les individus A. caliginosa exposés au Swing Gold®, quelles que soient les concentrations, alors que des effets négatifs ont été mesurés sur leur cycle de vie.

Si ces produits phytosanitaires ne présentent pas d'effets létaux à des concentrations potentiellement présentes en champ cultivé, les impacts mesurés sur le comportement et le cycle de vie d'A. caliginosa peuvent avoir un impact négatif potentiel sur la dynamique des populations. Nous travaillons actuellement à intégrer ces données biologiques dans un modèle de dynamique énergétique au niveau individuel (DEB) qui servira ensuite à développer un modèle de dynamique des populations de type individu centré (IBM).

Mots-clés : Vers de terre, Pesticide, Ecotoxicologie, Cycle de vie, Evaluation du risque.

SUIVI AU CHAMP DES EFFETS DE FONGICIDES SUR LES POPULATIONS D'ENCHYTRÉIDES ET DE VERS DE TERRE

Joël Amossé (1), Sylvain Bart (1), Alexandre Péry (1), Céline Pelosi (1)

(1)UMR ECOSYS, INRA, AgroParisTech, Université de Paris-Saclay, 10 route de Saint Cyr, 78026 VERSAILLES - joel.amosse@inra.fr, sylvain.bart@inra.fr, alexandre.pery@agroparistech.fr, celine.pelosi@inra.fr

Résumé :

L'application de pesticides en champs cultivés a des effets négatifs reconnus sur la biodiversité du sol. Les enchytréides et les vers de terre (annélides oligochètes) font respectivement partie de la mésofaune et de la macrofaune des sols. Ils sont tous les deux impliqués dans la transformation de la matière organique et de la structure du sol. Ces organismes jouent donc un rôle clé dans le fonctionnement des agro-écosystèmes, à des échelles différentes mais complémentaires. L'objectif de cette étude est d'évaluer au champ les effets de deux fongicides, i.e., Cuprafor Micro® (composé de 50 % d'oxychlorure de cuivre) à 0.75 kg Cu.ha-1 - équivalent à un des trois ou quatre apports réalisés annuellement - et à dix fois cette dose (7.5 kg Cu.ha-1), et Swing Gold® (composé de 50 g.l-1 d'epoxiconazole et 133 g.l-1 de dimoxystrobine) appliqués à la dose recommandée (1.5 l.ha-1) et à dix fois cette dose sur la dynamique des populations d'enchytréides et de vers de terre. Nous avons également suivis les effets non intentionnels du mélange de ces deux formulations commerciales (i.e. Cuprafor Micro® à 0.75 kg Cu.ha-1 et Swing Gold® à la dose recommandée). En parallèle, l'activité alimentaire (mesurée par la méthode des bait-lamina) des organismes du sol a été évaluée un et six mois après l'épandage de pesticides.

Un mois après épandage, l'activité alimentaire ainsi que l'abondance, la diversité et les assemblages d'espèces d'enchytréides n'étaient pas différents entre la modalité témoin et les parcelles traitées. En revanche, la diversité des vers de terre et l'abondance des vers de terre anéciques (en particulier Lumbricus terrestris, Linnaeus, 1758 et Aporrectodea longa, Ude, 1885) ont significativement diminué dans le traitement avec le Swing Gold® à dix fois la dose recommandée. Un effet négatif significatif du mélange a également été observé sur la diversité des vers de terre (i.e. indice de Shannon). Six mois après l'épandage des fongicides, ces effets ont été confirmés, pour les enchytréides comme pour les vers de terre, avec un effet encore plus marqué du mélange sur la diversité des vers de terre (i.e. indice de Shannon, équitabilité de Piélou).

Dans cette étude, les vers de terre sont apparus plus sensibles que les enchytréides aux fongicides testés. Ces derniers pourraient donc constituer un « relais fonctionnel » dans les systèmes intensifs où les vers de terre sont présents en faible abondance. L'étude simultanée de ces deux groupes au champ et en présence de pesticides est une première en France, en raison de la difficulté d'identification des enchytréides à l'espèce. Ce niveau d'identification peut permettre de mettre en évidence des effets sur certaines espèces et ainsi de détecter d'éventuels impacts sur la biodiversité, sur les interactions entre espèces et sur les fonctions assurées par les organismes du sol.

Mots-clés : oligochètes, Cuprafor Micro®, Swing Gold®, agrosystème, activité alimentaire

COMMENT LA FOUILLE DE DONNÉES PEUT RENOUVELER LA DÉMARCHE DE CONSTRUCTION DES INDICATEURS AGRO-ENVIRONNEMENTAUX ? EXEMPLE DE L'INDICATEUR ICARAB

Abdelhak ROUABAH (1), Françoise LASSERRE-JOULIN (2), Jean VILLERD (2), Béatrice SERRADJ-NOIRTIN (2), Helmut MEISS (2), Régis WARTELLE (3), Julie Maillet-Mezeray (4)

(1)INRA, UMR 1137 Ecologie et Ecophysiologie Forestière, Campus des Aiguillettes, Faculté des Sciences et Techniques, 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy cedex abdelhak.rouabah@univ-lorraine.fr

(2)UMR 1121 Université de Lorraine / INRA Nancy-Colmar, 2 avenue de la Forêt de Haye TSA 40602 54518 Vandoeuvre-lès-Nancy ; francoise.lasserre@univ-lorraine.fr, ; jean.villerd@univ-lorraine.fr; beatrice.noirtin@univ-lorraine.fr; helmut.meiss@univ-lorraine.fr

(3)Chambre Régionale d'Agriculture de Picardie 19 bis rue A. Dumas 80096 Amiens cedex 03 r.wartelle@ r.wartelle@hautsdefrance.chambagri.fr

(4)Arvalis Institut du végétal pendant la période 2011-2013 (Casdar Entomophages) jmezeray@yahoo.fr

Résumé :

Les méthodes de construction d'indicateurs agro-environnementaux ont beaucoup évolué sur ces dix dernières années. Même si l'analyse multicritère demeure une démarche incontournable et toujours d'actualité, de nouvelles méthodes issues de l'intelligence artificielle, telles que la fouille de données, viennent bousculer non seulement les méthodes de construction de tels outils, mais la logique même de leur approche conceptuelle.

Dans le cas de l'indicateur Icarab, nous avons eu pour objectif de construire un outil d'aide à la décision qui permette de mesurer l'impact des pratiques agricoles et de gestion du paysage sur le service de contrôle biologique assuré par les carabes (coléoptères prédateurs de limaces, pucerons et autres ravageurs). La prise en compte de ce service a reposé sur une mesure de la diversité fonctionnelle des carabes par le biais de traits de vie dont la taille et le régime alimentaire. Des travaux récents ont en effet démontré que la taille constituait un proxy intéressant de la régulation (Rouabah et al, 2014). Il s'agissait de pouvoir anticiper leur niveau de régulation naturelle potentiel afin de limiter les apports éventuels de pesticides. Cet outil constitue un des livrables du Casdar Auximore (2012-2014).

Pour construire un tel outil, nous avons eu recours aux méthodes de fouille de données issues de l'intelligence artificielle. Ces dernières nécessitent de disposer de bases de données conséquentes. L'indicateur Icarab a reposé sur les résultats expérimentaux du CASDAR Entomophages (2011-2013), au cours duquel des relevés réguliers de carabes ont été réalisées sur 30 parcelles réparties en deux régions (Centre et Picardie). Cette base de données a été soumise à la méthode de classification hiérarchique qui a permis de produire des arbres de régression assez proches de la structure des arbres de décision recherchés.

Les premiers prototypes d'arbres ont été soumis à un jury de conseillers agricoles et d'agriculteurs potentiels utilisateurs (CRAP, ACTA, CIVAM Oasis) qui ont mis en évidence un problème lié aux **v**ariables d'entrée impossibles à renseigner dans certains systèmes de culture, et qui réduisent beaucoup le nombre d'arbres de décision potentiellement utilisables. Une analyse approfondie des capacités du package «mvpart» de R nous a permis de renseigner des variables dites « remplaçantes » qui ont augmenté de façon significative le pool de variables d'entrée mobilisables par l'outil.

Cette étude a permis de mesurer non seulement l'intérêt d'inclure le futur utilisateur dans le cycle d'amélioration de l'outil, mais aussi la complémentarité de la démarche par fouille de données avec l'analyse multicritères, ce qui ouvre de nouvelles perspectives pour la construction d'une nouvelle génération d'indicateurs.

Rouabah A. et al, 2014. Entomol Ecology, 39, 47-57.

Mots-clés : indicateur agro-environnemental, carabes, classification hiérarchique, fouille de données, contrôle biologique

EVALUER LES RISQUES DE TRANSFERT DE PESTICIDES VERS LES EAUX À L'AIDE D'INDICATEURS : UN GRADIENT DE COMPLEXITÉ

Bockstaller Christian (1), Pierlot Frédéric (2,3)

(1)LAE, INRA, Université de Lorraine 28, rue Herrlisheim 68021 COLMAR - christian.bockstaller@inra.fr
(2)Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est, 9 rue de la Vologne 54520 LAXOU - frederic.pierlot@univ-lorraine.fr
(3)LAE, Université de Lorraine, INRA, 2, rue av Forêt de Haye 54500 VANDOEUVRE-LES-NANCY

Résumé :

Durant les deux dernières décennies, la prise de conscience croissante des impacts environnementaux liés à l'usage des pesticides et les plans récents de réduction de leur utilisation a conduit au développement de nombreux indicateurs. Une attention particulière a été portée aux risques de transferts vers les eaux souterraines et superficielles, par percolation et ruissellement. Ainsi dans le cadre du projet ONEMA/INRA GUIDE (Keichinger et al., 2013), 47 indicateurs ont été décrits et placés dans une aide au choix. Par ailleurs le projet EQUIPE qui vient de se terminer du programme Ecophyto PSPE a permis d'évaluer la qualité prédictive de 26 indicateurs et du modèle MACRO par rapport à des données de transfert vers les eaux, obtenues pour 4 voies de transfert sur 3 sites pilotés par Arvalis. Cependant, il n'existe pas à notre connaissance de revue du mode de construction de ces indicateurs et d'une analyse. En nous appuyant sur des travaux du projet EQUIPE, nous analyserons le mode de construction d'un ensemble d'indicateurs pour illustrer la gamme de variation et analyser les propositions en termes de prise en compte de processus, de conséquence sur la faisabilité et la qualité prédictive.

Globalement il est possible de distinguer 3 groupes d'indicateurs en suivant la typologie de Bockstaller et al. (2015).
a) des indicateurs de causes reposant sur des variables causales telles que la quantité de substance active (donnant l'indicateur QSA) ou encore le rapport dose sur dose de référence (homologuée) à la base des indicateurs IFT et NODU. D'autres indicateurs prenant en compte des variables de gestion de milieu tel la longueur de cours d'eau protégée par des bandes enherbées, ripisylves entrent dans cette catégorie

b) Un second groupe est composé d'indicateurs d'effet prédictifs qui combinent des variables de natures différentes en prenant en compte de manière plus ou moins fine les processus pour fournir une estimation du risque de transfert. Dans ce groupe, on peut distinguer des approches :
- très simplifiées qui dans la majorité des cas ne prennent pas en compte des variables du milieu (sol, climat, etc). Ainsi certains indicateurs reposent sur des combinaisons de la dose de substance active avec des coefficients de transfert fixe (NRI) ou des variables liées aux propriétés des substances actives (EIQ), avec des variables d'aménagement du milieu et des propriétés de molécules (ADSCOR) ou encore avec la sensibilité du milieu (DEXiPM).

- des approches plus élaborées prenant en compte de manière explicité des variables des données de pratiques (dose, date d'application, aménagement du milieu, etc.) du milieu (sol, climat) et des propriétés des molécules. Dans le cas, des indicateurs ARTHUR et DAE-G, les auteurs ont séparé l'indicateur en deux sous-indicateurs donnant un risque lié au milieu et un lié aux pratiques (application, choix de la molécules) pour mettre en évidence la part respective des risques. Ces indicateurs comme l'indicateur I-Phy reposent sur des approches qualitatives à base d'arbres de décision associant ou non la logique floue (ARTHUR et I-PHY1). Avec I-PHY1, un niveau supplémentaire de complexité est atteint avec une intégration totale de toutes les variables. Une approche quantitative reposant en

partie sur des coefficients de transfert pondérés par des données pédologiques et climatiques est proposée dans l'indicateur POCER. Par ailleurs d'autres indicateurs reposent sur un mode de calcul quantitatif, sur des équations proches de modèles très simplifiés tels des indicateurs développés en Italie (EPRIP1 et 2) et Allemagne (SYNOPS) ou à l'échelle européenne (projet HAIR). Ces indicateurs estimant une quantité de substance active transférable permettent de calculer un ratio de risque par rapport à un seuil écotoxicologique (p ex. concentration sans effet pour organismes aquatiques) ou toxicologique (p. ex. la norme de potabilité). Enfin certains indicateurs comme Drainage-HAIR reposent sur une démarche de métamodélisation par approche statistique ou I-PHY2 à l'aide de méthode d'apprentissage supervisée pour construire des arbres de décision associant des sous-ensembles flous. Dans les deux cas, le modèle d'origine est MACRO, utilisé en homologation et par certaines partenaires français (méthode CASSIOPEE).

c) des indicateurs d'effet mesurés qui relèvent de suivi de la qualité des eaux. Ceux-ci ne permettent pas de remonter aux causes directement et n'intéressent pas directement les agronomes.

Il existe ainsi un gradient de complexité croissante dans la construction qui va d'indicateurs peu gourmands en données, facile à calculés (si ce n'est quelques souci de paramétrage comme pour la dose de référence dans le cas de l'IFT) à des indicateurs plus gourmands en données utilisant des informations sur les sols, l'environnement de la parcelle et prenant en compte de manière plus fine les processus. Entre ces deux groupes, des approches qualitatives notamment avec des arbres de décision associant des sous-ensembles flous (limitant les effets de seuil) peuvent constituer un compromis intéressant. Du projet EQUIPE, il est ressorti à de rares exceptions, un lien entre le niveau d'intégration des processus par les indicateurs et la qualité prédictive qui reste inférieure à celle d'un modèle tels que MACRO. Ceci peut s'expliquer notamment par la non-prise en compte de certaines variables, difficilement intégrables comme la saturation du sol au moment de l'application. Il n'en reste que certains indicateurs comme EPRIP et I-PHY permettent d'allier facilité de mise en œuvre et une qualité prédictive acceptable.

Bockstaller, C., Feschet, P., Angevin, F., 2015. Issues in evaluating sustainability of farming systems **with indicators. Oléagineux Corps gras Lipides 22. doi:10.1051/ocl/2014052**

Keichinger, O., Benoit, P., Boivin, A., Bourrain, X., et al., 2013. GUIDE : développement d'un outil d'aide à la sélection d'indicateurs de risques liés à la présence des produits phytopharmaceutiques dans les milieux aquatiques - Mise au point, applications et perspectives. Innov. Agron. 28, 1-13.

Mots-clés : substance active, qualité de l'eau, eau souterraine, eau superficielle, modèle

RECOTOX, NETWORK ECOTOXICOLOGY-TOXICOLOGY : UN RÉSEAU D'OBSERVATOIRES DE RECHERCHE POUR COMPRENDRE ET ANTICIPER LES IMPACTS ÉCO-TOXICOLOGIQUES DES POLLUANTS SUR LES AGROÉCOSYSTÈMES

Mougin Christian (1), Gouy Véronique (2), Bretagnolle Vincent (3)

(1)UMR ECOSYS, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, Route de Saint-Cyr 78026 VERSAILLES - christian.mougin@inra.fr

(2)UR MAEP, Irstea, 5 rue de la Doua CS 70077 69626 VILLEURBANNE - veronique.gouy@irstea.fr

(3)UMR CEBC, CNRS Université de la Rochelle, 405 Route de Prissé la Charrière 79360 VILLIERS-en-BOIS - Vincent.BRETAGNOLLE@cebc.cnrs.fr

Résumé :

Depuis de nombreuses années, la communauté scientifique souligne le manque de suivi sur le long terme et à large échelle des effets des produits chimiques sur les écosystèmes. Par ailleurs, les études écotoxicologiques réalisées s'appuient sur des protocoles qui sont très souvent éloignés des conditions environnementales réalistes. De ce fait, notre capacité à comprendre et prévoir ces effets reste limitée.

Dans ce contexte, le réseau RECOTOX (https://www6.inra.fr/ecotox/Animation-nationale/Infrastructures/RECOTOX) ambitionne :

- De promouvoir une recherche transversale et intégrée pour répondre aux challenges scientifiques visant à comprendre et anticiper les impacts environnementaux et sanitaires des pesticides (composés organiques et métalliques, biopesticides…),
- D'analyser la chaine "pressions-expositions-impacts" en coordonnant et en intégrant l'observation et l'expérimentation in natura en écotoxicologie et toxicologie,
- De partager au sein de ses sites une culture commune autour de l'écotoxicologie.

Il s'appuie sur les compétences et activités et moyens spécifiques de sites instrumentés en France métropolitaine et aux Antilles, représentatifs de différents contextes agro-pédo-climatiques, pour réaliser des enquêtes, des observations et expérimentations. Ces sites appartiennent pour la plupart à des structures labellisées (SOERE RBV, réseaux de bassins versants ; SOERE RZA, réseau des zones ateliers ; essais systèmes de cultures INRA, autres sites universitaires…).

RECOTOX porte une ambition thématique transversale aux SOERE existants qui ciblent des compartiments de l'environnement (zone critique du SOERE RBV) ou des approches systèmes environnement-société (socio-écosystème du SOERE ZA). Il se propose, notamment, de rassembler, mettre en synergie et structurer les recherches pour permettre une appréhension transversale et intégratrices de la chaîne pressions-expositions-impacts, en prenant en compte les différents compartiments de l'environnement, en organisant les données produites et leur accès, en visant l'harmonisation des protocoles dans le cadre de campagnes communes.

RECOTOX est un réseau à l'interface de plusieurs infrastructures de recherche nationales, soutenu en 2017 par l'alliance AllEnvi.

Mots-clés : pesticides, sites in natura, observation, expérimentation

PRÉSENTATION AFFICHES

NOUVEAUX ENJEUX DE LA GESTION DES DÉCHETS GÉNÉRÉS PAR DES PESTICIDES UTILISÉS DANS LE SECTEUR AGRICOLE AU MAROC

A. Hormatallah

Laboratoire des pesticides, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Complexe Horticole d'Agadir, Maroc

Au Maroc, le secteur agricole (cultures maraîchères, agrumes, arboriculture, grandes cultures….) occupe une place très importante dans le contexte socio-économique national en matière de création d'emploi, de production et d'exportation. Avec le système d'intensification et l'évolution des techniques de production, le secteur agricole génère des déchets importants constitués de déchets dangereux essentiellement des pesticides périmés ou inutilisables, les emballages vides de pesticides et les reliquats de bouillies de pulvérisation. Actuellement, les nouvelles exigences réglementaires, l'assurance et le contrôle de qualité dictées par les référentiels standards (GlobalGAP, Nature's Choice, ISO 14001…) en matière du management de la qualité et environnemental sont devenues une préoccupation de plus en plus importante pour assurer une production salubre et préserver l'environnement. En raison de leur impact toxique sur la santé humaine et polluant sur l'environnement, les déchets générés par les pesticides risquent donc de compromettre la compétitivité et la durabilité de notre système agricole. De ce fait, la gestion et le traitement des déchets générés par les pesticides se trouve actuellement au cœur d'une réflexion intégrant les aspects institutionnels et réglementaires, les bonnes pratiques agricoles, les enjeux sociétaux, et les innovations techniques et technologiques en vue de leur élimination. En plus de l'adhésion du Maroc aux directives de la FAO, aux conventions internationales en matière de gestion des pesticides obsolètes et périmés, le programme "Clean-FARMS Morocco" qui rentre dans le cadre de la composante 1'Elimination des stocks obsolètes" du projet GCP/MOR/041/GEF au niveau d'un protocole d'entente entre la FAO, CropLife International, CropLife Maroc et l'Office National de la Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires (ONSSA), a été lancé en 2015 dans le but informer et de sensibiliser les détenteurs éventuels (distributeurs et importateurs d'intrants agricoles, les organisations de producteurs, exploitations agricoles) de pesticides obsolètes, afin de les déclarer, en vue de trouver des solutions adéquates pour les éliminer, selon les standards internationaux. La gestion des emballages vides est régie par la loi 28-00 du Ministère de l'Environnement et la loi 42-95 du Ministère de l'Agriculture. En raison du manque d'installations spécifiques et appropriées d'élimination des emballages vides, les producteurs procèdent soit à un stockage dans un local protégé et signalisé dans l'attente d'une solution soit à une récupération par le fournisseur, d'autres optent pour l'incinération ou à la réutilisation à des fins agricoles. La composante 2 "Gestion des emballages vides" du même projet GCP/MOR/041/GEF vise à mettre en œuvre un Programme pilote de gestion des emballages vides pour la révision du cadre juridique et institutionnel, pour les opérations de collecte, recyclage, le traitement et l'élimination de tels déchets, les activités de sensibilisation et la promotion des bonnes pratiques phytosanitaires. Pour gérer les effluents phytosanitaires (reliquats des bouillies de pulvérisation et/ou les eaux de rinçage du matériel de pulvérisation….); certains agriculteurs utilisent soit des bacs d'évaporation, soit les dispositifs de Phytobac, Héliosec, d'autres pulvérisent les reliquats de bouillie dans un endroit en friche (les allées entre les serres, les filets..), ou procèdent à leur application sur une partie de la culture non traitée. En concertation avec tous les acteurs nationaux impliqués **dans le secteur des pesticides, un plan d'action a été élaboré afin de** mettre en place de nouveaux outils réglementaires et un dispositif de gestion (collecte, valorisation, traitement et élimination…) des déchets générés par l'utilisation des pesticides.

Mots Clés : Produits Phytosanitaires Non utilisés, Effluents Phytosanitaires, Emballages vides, Loi 28-00, Loi 42-95, Projet GCP/MOR/041/GEF CleanFARMS Morocco.

ENCAPSULATION DE PESTICIDES DANS DES BILLES D'HYDROGEL À BASE D'ALGINATE ET DE κ-CARRAGHÉNANE POUR LEUR LIBÉRATION CONTRÔLÉE

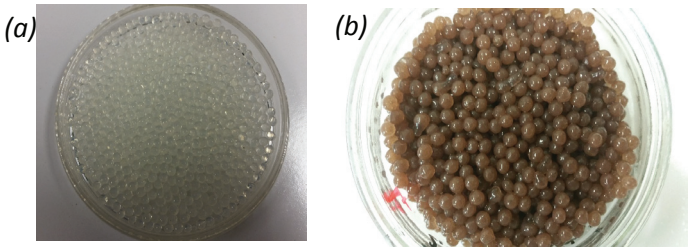
Selin Sariyer (1), İlknur Küçük (2), Stéphanie Sayen (1)

(1) Institut de Chimie Moléculaire de Reims (ICMR), UMR CNRS 7312, Université de Reims Champagne-Ardenne, 51687 Reims Cedex 2, France, stephanie.sayen@univ-reims.fr

(2) Chemical Engineering Department, Yıldız Technical University, Davutpasa Campus 34210, Esenler, Istanbul, Turquie

Contrairement aux formulations classiques de pesticide(s), les formulations à libération contrôlée permettent une libération graduelle de pesticide(s) au cours du temps, limitant les pertes d'efficacité de la substance active après épandage par volatilisation, lessivage et dégradation, ainsi que les risques de transfert vers les différents compartiments de l'environnement, en particulier les eaux de surface et souterraines. Différents polymères peuvent être utilisés pour l'encapsulation de pesticide(s), les plus intéressants étant des polymères naturels en raison de leur faible coût et de leur biodégradation. Le relargage de pesticides à partir de tels systèmes peut être ralenti davantage par l'incorporation d'un adsorbant dans la formulation.

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est l'encapsulation d'isoproturon, de 2,4-D et de clomazone dans des billes d'hydrogels à base d'alginate et de κ-carraghénane afin d'étudier leur libération en solution aqueuse au cours de temps. Dans le but de ralentir la libération des substances actives, des formulations incorporant différents adsorbants (perlite, bentonite, ferrihydrite, charbon actif) sont également préparées après avoir étudié au préalable les cinétiques d'adsorption et de désorption de ces adsorbants vis-à-vis des trois pesticides considérés. L'adsorption des pesticides sur les solides préalablement à leur incorporation dans la matrice polymérique est également testée. Pour les différentes formulations préparées, les efficacités d'encapsulation des pesticides sont comparées, ainsi que les cinétiques de libération et les quantités relargables.



Formulation de pesticide à base d'alginate et de κ-carraghénane sans adsorbant (a) et avec incorporation de ferrihydrite (b)

Mots-clés : pesticide, hydrogel, alginate, formulation, sorption

REPP'AIR : UNE DÉMARCHE MULTIPARTENAIRES DE LA CONNAISSANCE À L'ACTION

Laetitia Prévost (1), Alfred Klinghammer (2), Cyril Pallarès (3), Christian Bockstaller (4)

(1)Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est 9, rue de la Vologne 54520 LAXOU - laetitia.prevost@@lorraine.chambagri.fr

(2) Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est 11, rue Jean Mermoz 68127 SAINTE-CROIX-EN-PLAINE - a.klinghammer@alsace.chambagri.fr

(3)Atmo Grand Est 5, rue de Madrid 67300 SCHILTIGHEIM - cyril.pallares@atmo-grandest.eu

(4)INRA, UMR Université de Lorraine-INRA, Agronomie et environnement Nancy-Colmar 28, rue Herrlisheim 68021 COLMAR - christian.bockstaller@inra.fr

Résumé :

Sur la thématique émergente des produits phytosanitaires dans l'air, RePP'Air « Réduction des Produits Phytosanitaires dans l'Air » vise à affiner la compréhension des phénomènes impliqués dans les transferts de produits phytosanitaires vers le compartiment aérien et intégrer cette question dans le conseil auprès des agriculteurs.

Pour répondre à ces objectifs, RePP'Air propose une nouvelle approche : mettre en relation les mesures de produits phytosanitaires avec les pratiques des agriculteurs, développer un indicateur de risque de transfert dans l'air selon les pratiques mises en œuvre, et développer une stratégie de sensibilisation et de communication objective sur la thématique auprès d'un large public : des professionnels agricoles au grand public.
D'une durée de 3 ans et demi, ce projet multipartenaires réuni 12 chambres d'agriculture, 7 associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air[1], 3 organismes de recherche (INRA Colmar, INRA Paris-Grignon, INERIS), et 9 établissements de formation agricole. Le projet se base sur 8 sites d'études, répartis dans 7 régions françaises.

Les objectifs visés par le projet :
Développer et transférer des modalités de conseil visant à limiter les transferts de produits phytosanitaires dans l'air : affiner la compréhension d'une problématique récente et complexe, et ainsi identifier des moyens pour limiter les pertes dans l'air. L'objectif est de pouvoir en tirer un ensemble de conseils pour les agriculteurs, à partir de la valorisation des connaissances déjà acquises, et des résultats du projet.
Positionner le partenariat au cœur du projet : consolider les partenariats entre le monde agricole et les experts de la qualité de l'air. Il est essentiel d'avancer ensemble sur cette thématique, l'objectif est donc de partager une culture commune et établir une relation de confiance, chacun apportant les compétences propres à son domaine.
Impulser une dynamique nationale : La présence de produits phytosanitaires dans l'air est une thématique émergente, mais qui suscite un intérêt grandissant. Le monde agricole se doit d'être proactif et dans cette optique, le projet, par la diversité des systèmes agricoles qu'il incarne, et par sa représentativité du territoire, a pour objectif d'insuffler une réelle dynamique, transposable à d'autres régions.

Mots-clés : Produits Phytosanitaires - Air - Démarche - Transferts - Pratiques

1 Bockstaller, C., et al., (2008). Agri-environmental indicators to assess cropping and farming systems. Agron. Sustain. Dev. Vol. 28, pp.139-149.
Bockstaller C., et al., (2008). Les indicateurs de risque de transfert de produits phytosanitaires et leur validation: exemple de l'indicateur I-PHY. Ingénieries n°86, pp.103-114.

MODULATION DES COURANTS INDUITS PAR L'ACÉTYLCHOLINE SUR LE RÉCEPTEUR NEURONAL α7 DE MAMMIFÈRE PAR LES INSECTICIDES NÉONICOTINOÏDES

Alison Cartereau, Carine Martin, Steeve H. Thany

Université d'Orléans, LBLGC, UPRES EA 1207-USC INRA 1328, Rue de Chartres, BP 6759, 45067 Orléans, France - cartereau.a@gmail.com

Résumé :

Les produits phytosanitaires d'origine chimique sont au centre de plusieurs polémiques, compte tenu de leur utilisation déraisonnée en agriculture, des problèmes de santé publique et environnementaux qu'ils posent, de leur impact potentiel sur les organismes non cibles et des mécanismes de résistance développés par les insectes nuisibles.

Les insecticides néonicotinoïdes, qui ont remplacé les organophosphorés, les carbamates et les pyréthrinoïdes, sont impliqués dans ces polémiques. Pour certains, leur utilisation a été restreinte voir interdite. Les néonicotinoïdes agissent comme des agonistes des récepteurs à l'acétylcholine de type nicotinique. Ces récepteurs, localisés dans le système nerveux des insectes et des mammifères, sont impliqués dans la transmission rapide des informations nerveuses. Malheureusement, bien que l'effet des néonicotinoïdes sur les récepteurs nicotiniques neuronaux des insectes soit bien décrit, les rares études menées sur les neurones de mammifères suggèrent que ces molécules ont peu ou pas d'effet. Cette hypothèse a abouti à une méconnaissance du mode d'action des néonicotinoïdes sur les neurones des mammifères.

Nous avons étudié l'effet de trois néonicotinoïdes, l'acétamipride, la clothianidine et le thiaméthoxame sur le récepteur neuronal α7 de rat. Nos travaux montrent que la clothianidine et l'acétamipride sont des agonistes partiels alors que le thiaméthoxam ne présente aucun effet agoniste sur le récepteur neuronal α7. Cependant, nos résultats suggèrent que ces trois insecticides peuvent agir comme des modulateurs du récepteur neuronal α7 en modifiant la réponse induite par la molécule endogène, l'acétylcholine. Ces résultats révèlent l'existence d'un mode d'action particulier des néonicotinoïdes sur les récepteurs neuronaux des mammifères et pourraient en partie expliquer l'effet potentiel des insecticides en santé humaine. De nombreux travaux indiquent, en effet, que les récepteurs neuronaux α7 de mammifère sont impliqués dans plusieurs maladies neurodégénératives, telles que les maladies de Parkinson et d'Alzheimer.

Mots-clés : insecticides néonicotinoïdes, récepteurs nicotiniques

CARACTÉRISATION CHIMIQUE D'ÉCHANTILLONS BIOLOGIQUES CRYOBROYÉS – PESTICIDES ET AUTRES COMPOSÉS

FAIVRE VALÉRIE, LEGRAND PHILIPPE (1)

(1)MICROPOLLUANTS TECHNOLOGIE S.A., 4 rue de Bort les Orgues, 57070 SAINT JULIEN LES METZ - vfaivre@mp-tech.net, plegrand@mp-tech.net

Résumé :

Créée en 1991, l'ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) est un établissement public à caractère industriel et commercial. Placée sous la tutelle des ministères en charge de l'énergie, de la recherche et de l'environnement, l'ANDRA est chargée de la gestion à long terme des déchets radioactifs produits en France. Dans ce cadre, l'Agence met son expertise et son savoir-faire au service de l'État pour concevoir des solutions de gestion et exploiter des centres de stockage de déchets radioactifs en protégeant l'homme et l'environnement de l'impact de ces déchets sur le long terme.

Le laboratoire ANDRA de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne, situé sur la commune de Bure (55), contribue aux études et recherches sur le stockage géologique des déchets haute activité et de moyenne activité à vie longue. L'ANDRA mène notamment des recherches sur le stockage réversible en couche géologique profonde en vue de choisir un site et de concevoir un centre de stockage.

Au-delà des objectifs industriels de réalisation de l'étude d'impact et d'un plan de surveillance de l'environnement et de maîtrise de l'origine de tout polluant, l'ANDRA a souhaité mettre à la disposition de la communauté scientifique ses moyens d'observation afin de développer des programmes de recherche répondant aux principales questions environnementales actuelles : évolution à long terme face aux changements climatiques globaux, aux modifications de pratiques agricoles et sylvicoles, aux implantations industrielles locales du site et à l'aménagement du territoire susceptibles d'accompagner la mise en œuvre d'un projet industriel d'une telle ampleur.

L'originalité de cet Observatoire Pérenne de l'Environnement (OPE), est son programme d'observation multidisciplinaire de l'ensemble des milieux de l'environnement sur une durée suffisamment longue pour permettre l'interprétation, la compréhension des observations et la garantie d'une surveillance globale débutant bien avant la construction des installations de stockage et se poursuivant après la phase d'exploitation, soit sur une durée a minima séculaire. En ce sens, il constitue un outil unique d'acquisition de données environnementales sur une zone d'étude de 900 km².

Pour assurer la traçabilité des données et des échantillons recueillis à travers l'OPE, l'ANDRA a décidé de mettre en place une démarche de conservation des échantillons de l'environnement sur le long terme en se dotant d'une « écothèque ». Cette structure consiste en un bâtiment conçu et équipé pour la préparation et la conservation d'une grande variété d'échantillons de l'environnement, provenant de différents écosystèmes. L'objectif de l'écothèque est de conserver sur le long terme tous les échantillons prélevés dans le cadre de l'OPE. Cette installation permet de conserver la mémoire de l'état initial, mais aussi de garantir la traçabilité et l'intégrité des échantillons sur une durée à minima séculaire afin d'effectuer des analyses rétrospectives.

Du fait de son lien étroit avec le projet Cigéo et de sa mission de mémoire de l'environnement, le bâtiment de l'écothèque est construit sur le Centre de Meuse/Haute-Marne, à proximité du Laboratoire de recherche Souterrain, et est en service depuis 2013. Le bâtiment a été conçu pour une durée d'exploitation de 20 ans mais il sera

probablement exploité au-delà, afin d'accompagner l'exploitation du projet Cigéo. Des extensions des zones de conservation seront donc possible.

Au-delà de sa mission de conservation de l'état initial de l'environnement, l'écothèque constitue une infrastructure qui permettra de répondre à des objectifs scientifiques cruciaux dans le domaine de la recherche en environnement. De nombreuses études vont être menées à l'écothèque afin de définir des niveaux de référence dans des environnements soumis à l'augmentation de la pression anthropique ; afin d'améliorer la compréhension de l'évolution à long terme de la chimio-diversité sur l'ensemble des compartiments de l'environnement ; afin d'identifier l'émergence de nouveaux contaminants, mais aussi d'évaluer de manière rétrospective la qualité de l'environnement par l'utilisation de stratégies d'analyse plus fines, développées dans l'avenir.

L'Ecothèque est intégrée dans le réseau international des banques d'échantillons environnementaux (Environmental Specimen Bank, ESB) mais aussi au projet SOMET (Structure pour l'Observation de la Mémoire de l'Environnement et de la Terre). L'écothèque a été conçue en suivant la démarche de la norme Haute Qualité Environnementale, et d'après le retour d'expérience d'autres banques d'échantillons.

L'écothèque a choisi de conserver une majorité de ses échantillons dans une ambiance cryogénique, soit à des températures comprises entre -170°C et -196°C. Ces températures sont inférieures à la température de transition vitreuse de l'eau. Aucune autre recristallisation ne peut avoir lieu, ceci garantit que les processus chimiques des échantillons archivés sont réduits au minimum et que les changements morphologiques sont évités. L'écothèque a également fait le choix de broyer et d'homogénéiser ces échantillons en conditions cryogéniques. A cette température les matrices environnementales deviennent friables, ce qui permet de les réduire en particules inférieures à 200 µm, sans endommager leur matériel génétique. Cette conservation des échantillons sous forme de poudre cryobroyée stoppe autant que possible les phénomènes biologiques et la perte des caractéristiques chimiques pendant plusieurs dizaines d'années.

L'écothèque a donc souhaité mettre en place une étude permettant de vérifier l'effet du cryobroyage sur la stabilité de la composition chimique des échantillons environnementaux, via des analyses de micropolluants organiques (pesticides et autres composés) et minéraux. L'étude consiste à mettre en place des analyses chimiques comparatives entre des échantillons cryobroyés et des échantillons bruts non cryobroyés. Ainsi, ces échantillons ont été prélevés et préparés par l'ANDRA puis transmis au laboratoire MICROPOLLUANTS TECHNOLOGIE pour dopage et analyse.

La matrice biologique choisie pour cette étude est le lait, elle est prélevée dans deux exploitations situées dans la zone de l'OPE, une dans le département de la Meuse et une dans le département de la Haute-Marne.

Mots-clés : analyses, pesticides, échantillonnage, conservation, cryogénisation

EVALUATION DE L'EFFICACITE D'UN BIOPESTICIDE : L'AZADIRACHTINE SUR LA REPRODUCTION D'EPHESTIA KUEHNIELLA (LEPIDOPTERA)

Rania MESKACHE, Samira Yezli-Touiker, NoureddineSoltani

Laboratoire de Biologie Animale Appliquée, Département de Biologie, Faculté des Sciences,
Université Badji Mokhtar, BP12, Annaba 23000, Algérie.
Bio.saidameskache@yahoo.fr

Les pesticides, du fait de leurs natures chimiques, sont polluants, toxiques et cancérogènes et nombre d'effets néfastes découlant de leur utilisation ont été répertoriés. à savoir la non spécificité des produits , l'augmentation du phénomène de résistance chez les insectes , la pollution des eaux, la consommation d'aliments contaminés ou encore l'impact sur la santé. Toutefois, le retour vers des molécules d'origine végétale a permis aux scientifiques de redécouvrir une plante remarquable : le neem ou Azadirachtaindica, qui est aussi connu pour être un antagoniste de l'hormone de mue et de l'hormone juvénile. Le potentiel reproducteur des insectes reste un facteur des plus importants de leur indéniable pullulation. L'étude de la reproduction est donc nécessaire pour toute approche raisonnée visant une diminution sensible des dégâts causés par ces prédateurs. Ainsi, l'objectif de cette étude est de révéler l'impact de ce biopesticide sur une population d'insectes ravageurs des denrées stockées Ephestiakuehniella (Lepidoptera). Le traitement a été administré in vivo, par application topique à l'émergence des chrysalides mâles de 0 jours dans des conditions expérimentales (Température : 27°C et Humidité : 80%) à une concentration correspondant à sa DI50 (0,00274µg/2µl d'acétone). Les effets de ce biopesticide ont été évalués sur quelques événements du potentiel reproducteur et sur la morphométrie des œufs.

Nos résultats montrent que cet insecticide d'origine végétale agit d'une manière significative sur la fécondité et la viabilité qu'il a diminué et sur la taille des œufs où on observe une augmentation très significative de la largeur et du volume. En conclusion, l'azadirachtine a un impact marqué sur le potentiel reproducteur et la morphométrie des œufs de ce lépidoptère ravageur des denrées stockées par rapport aux témoins. Les résultats suggèrent un mécanisme d'action via les hormones du développement et de la reproduction.

Mot clés : E. kuehniella, Biopesticide ,Azadirachtine , Potentiel reproducteur, Morphométrie des œufs.
Id soumission : 76

L'IMPACT D'IMIDACLOPRIDE SUR LA PHAGOCYTOSE DES HÉMOCYTES D'INSECTES ET DES MACROPHAGES HUMAINS

Louise WALDERDORFF (1,2,3), Philippe LAVAL-GILLY (1,2,3), Sonia HENRY (1,2,3), Antoine BONNEFOY (3), Jairo FALLA-ANGEL

(1) Universite de Lorraine, LIEC, UMR 7360, F-57970 - YUTZ
(2) CNRS, LIEC, UMR 7360, F-57970 - YUTZ
(3) Plateforme Technique IUT Thionville/Yutz, F-57970 - YUTZ
Contact e-mail : jairo.falla@univ-lorraine.fr

Résumé :

L'insecticide le plus courant est l'imidaclopride [1] : ses résidus ont été trouvés dans les légumes et les fruits traités [2], ainsi que dans les abeilles, le pollen et le miel [3]. Or, les pesticides, dont les néonicotinoïdes, pourraient jouer un rôle majeur dans le déclin des pollinisateurs. Néanmoins, aucun lien direct entre la toxicité chronique et le syndrome de l'effondrement des colonies d'abeilles n'a été trouvé.
Par contre, les pesticides pourraient interférer directement avec les cellules du système immunitaire altérant la réponse immunitaire de l'organisme hôte et potentialisant l'effet des pathogènes. Il apparaît que les insectes sont entièrement dépendants de leur système immunitaire inné dans la défense contre les pathogènes. Plusieurs études ont déjà montré un effet d'affaiblissement des néonicotinoïdes sur les pollinisateurs lorsqu'ils sont confrontés à des agents pathogènes [4]. Par ailleurs, plusieurs pesticides sont aussi liés à des maladies chez l'homme.
Pour étudier l'effet de néonicotinoïdes sur le système immunitaire, des cellules de type macrophagique, hémocytes d'Apis mellifera, cellules Schneider de Drosophila melanogaster et des monocyte THP-1 d'humaines, ont été testées in vitro en présence de quatre concentrations différentes d'imidaclopride (1, 25, 50 and 100 µg / mL) après stimulation par des LPS (lipopolysaccharide) d'Escherichia coli, qui agit en tant que PAMPs (« pathogen-associated molecular pattern ») pour stimuler une réponse immunitaire de type inflammatoire. Les cellules immunitaires choisies chez ces trois espèces ont des caractéristiques morphologiques similaires et sont capables de phagocytose.
Les concentrations de pesticides utilisées ne révèlent aucune toxicité aiguë sur aucune des trois souches mais seulement des effets sublétaux. Sans activation immunitaire, l'imidaclopride a diminué significativement la phagocytose des cellules Schneider après 5 heures d'exposition à 100 µg / mL. Lorsque les cellules ont été activées par 1 µg / mL de LPS pendant 16 heures après l'exposition à l'insecticide, l'imidaclopride a significativement diminué la phagocytose des 25 µg / mL. Des résultats similaires sur la phagocytose ont également été obtenus à une exposition de 24 heures et plus tard à l'activation du LPS pendant 16 heures. Dans ce cas, la phagocytose des cellules Schneider a déjà considérablement diminué à partir de 1 µg / mL d'imidaclopride. Alors que les cellules Schneider réagissaient déjà négativement à l'imidaclopride sans activation immunitaire, l'imidaclopride seule ne diminue que les phagocytoses de THP-1 et d'hémocytes d'abeilles après avoir augmenté les niveaux de stress par activation au LPS. Il semble donc que l'activation avec LPS renforce l'effet toxique de l'imidaclopride lorsque le stress augmente dans les cellules. Quand l'activation immunitaire du LPS a été exécutée en même temps que l'exposition à l'imidaclopride, la phagocytose a également été plus fortement affectée que sans activation.

Mots-clés : Hémocytes, Phagocytose, Imidacloprid, Insecticide, THP-1, Schneider 2

ELIMINATION OF OF ABAMECTINE BY PHOTODEGRADATION BASED ON SLURRY OR SUPPORTED TIO2

Nadia El Mouraille, Moustapha Belmouden and Yahia Aitichou
Department of Chemistry/Team Materials, Photocatalysis and Environment/
Faculty of Science, University Ibn Zohr,
B. P. 8106 Cité Dakhla, Agadir, Morocco. m..belmouden@uiz.ac.ma

Résumé :

Treatment of pesticide's contaminated water is an extremely complex problem because of the wide range structures of pesticides and multiple chemical properties. Among the unconventional methods of treatment of polluted water, heterogeneous photocatalysis has been used to treat several pollutants such as pesticides.
The aim of this work is the study of the kinetics degradation of abamectine, an pesticide composed of a mixture of avermectins containing more than 80% avermectin B1a and less than 20% avermectin B1b, in aqueous solution using UV light in absence and in presence of slurry titanium dioxide (TiO2) or supported on cellulose paper. Kinetic parameters were experimentally determined and an apparent first order kinetic was observed.
In presence of photocatalyst, Degussa P25 shows a good photocatalytic activity and a complete degradation was observed after 180 min. The pH of the solution has a moderate effect in photodegradation. The addition of the H2O2 was also tested

Mots-clés : Abamectine, photodegradation, titanium dioxide, UV

ETUDE DE L'ÉCOTOXICITÉ D'ÉCHANTILLONS D'EAUX PRÉLEVÉES EN AMONT ET AVAL DE ZONES TAMPONS VÉGÉTALISÉES EN SORTIE DE DRAINS AGRICOLES (ZTVA)

Cotelle Sylvie (1), Masfaraud Jean-François (1), Nachin Solenn (1) Gaullier Céline (2, 3, 4), Staedelin Luc (1), Bojic Clément (1), Dousset Sylvie (2, 3), Baran Nicole (4), Schott François-Xavier (5)

(1)Université de Lorraine, Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux, CNRS UMR 7360, 57070 Metz France - sylvie.cotelle@univ-lorraine.fr
(2)Université de Lorraine - CNRS - Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux - 54506 Vandœuvre-lès-Nancy France - sylvie.dousset@univ-lorraine.fr
(3)LTSER France, Zone Atelier du Bassin de la Moselle - 54506 Vandœuvre-lès-Nancy France
(4)BRGM (French Geological Survey) - 45060 Orléans Cedex 02 France
(5)Chambre d'agriculture du Grand Est - 54520 Laxou France

Ce travail a pour objectif de comprendre l'efficacité de deux types de zones tampons végétalisées en sortie de drains agricoles (ZTVA : fossé et mare) à réduire les teneurs en pesticides et leurs métabolites dans les eaux de surface, ainsi que leur écotoxicité associée. Les ZTVA retenues sont constituées d'un fossé (Manoncourt, 54) ou d'une succession de trois mares (Ville sur Illon, 88). Ces dispositifs sont équipés de préleveurs en entrée et en sortie. Le choix des molécules suivies a été déterminé à partir des pesticides appliqués sur les parcelles et de leurs propriétés physico-chimiques.

Des échantillons d'eau ont été prélevés en entrée et sortie des dispositifs lors de périodes 'critiques' (plus fortes concentrations en pesticides) identifiées suite aux campagnes de terrain antérieures. Ils ont ensuite été soumis à divers tests normalisés d'écotoxicité (daphnies : Daphnia magna, rotifères : Brachionus calyciflorus, algues : Pseudokirchneriella subcapitata) et de génotoxicité (micronoyaux sur la fève, Vicia faba). Ces données d'écotoxicité ont été mises en parallèle avec les concentrations d'une trentaine de pesticides et métabolites dosés dans les eaux brutes et centrifugées.

Des échantillons d'eau ont été collectés lors d'une première campagne de janvier à juin 2016. Les eaux brutes (avec MES) ou centrifugées (sans MES) ont été soumises aux bio-essais afin de déterminer la contribution des fractions dissoutes et adsorbées à une éventuelle écotoxicité. Il s'avère que les teneurs en pesticides des eaux sont assez faibles et que, parmi les tests réalisés, seuls les échantillons du mois de mai (site Ville-sur-Illon) ont provoqué une inhibition significative de la mobilité de Daphnia magna et de la croissance de Pseudokirchneriella subcapitata. En revanche, une inhibition de la croissance de Brachionus calyciflorus a été davantage marquée en avril, mai et juin sur les deux sites.

Concernant l'étude de l'écotoxicité des eaux en entrée et en sortie des ZTVA, les résultats obtenus ne permettent pas de conclure en l'état actuel des connaissances. Seul le test Vicia-micronoyaux a permis de mettre en évidence que le potentiel génotoxique des eaux était deux fois plus faible en sortie de la ZTVA de Ville-sur-Illon qu'à l'entrée sur l'échantillon prélevé le 2 mai 2016.
La seconde campagne 2017 devrait permettre d'affiner ces premières observations.

Mots-clés : remédiation, pesticide, métabolite, ZTVA, bio-essai

DES EFFACEURS DE TRACES DE ROUES POUR LIMITER LE RISQUE DE TRANSFERT DES HERBICIDES DE PRÉLEVÉES

Cotinet Patrice (1), Heddadj Djilali (1)

(1)Chambre d'agriculture de Bretagne Station expérimentale de kerguehennec 56500 BIGNAN - patrice.cotinet@bretagne.chambagri.fr

Résumé :

Le ruissellement peut avoir un impact négatif sur la qualité des eaux de surface. Au printemps, la culture de maïs est particulièrement exposée à ce risque. Une expérimentation réalisée sous pluie contrôlée a confirmé l'intérêt des effaceurs de traces de roues pour limiter les transferts par ruissellement des herbicides de prélevée appliqué sur culture de maïs. Les effaceurs sont constitués d'un ensemble fixé à l'arrière du semoir à maïs, comprenant deux dents positionnées derrière les roues du tracteur et complétées par une herse peigne. Cet équipement permet de décompacter les traces de roue et de supprimer les chemins préférentiels de l'eau au sein de la parcelle. Cette modification de l'état structural du sol permet d'améliorer l'infiltration de l'eau, de diminuer le ruissellement et ainsi de limiter l'impact de l'herbicide appliqué sur la qualité de l'eau.

Mots-clés : Ruissellement, herbicide, transfert, simulation pluie, traces de roue.

DÉVELOPPEMENT D'UN MODÈLE PERMETTANT DE PRÉDIRE LA DISSIPATION DE PESTICIDES DANS UNE ZONE TAMPON HUMIDE ARTIFICIELLE (ZTHA)

Tournebize Julien (1), Chaumont Cédric (1), Dewasmes Frank (1)

(1)Irstea 1, rue Pierre-Gilles de Gennes 92160 Antony - julien.tournebize@irstea.fr

Résumé :

La région de la Brie est caractérisée par une forte activité agricole. Les eaux de drainage et de ruissellement chargées en nitrates et pesticides sont alors des vecteurs potentiel de pollution de l'aquifère de Champigny. Or, c'est à partir de cette nappe phréatique qu'est captée l'eau nécessaire à la production d'eau potable pour les habitants de la région francilienne. Des ouvrages d'ingénierie écologique, ont donc vu le jour pour garantir la bonne qualité écologique et sanitaire de cette ressource en eau tels que la ZTHA de Rampillon (77). Dans cette zone artificielle, les eaux de drainage d'un bassin versant agricole de 355 ha sont collectées afin de permettre aux processus naturels de dégrader partiellement les pesticides et les nitrates excédentaires. L'efficacité d'abattement de ces contaminants a été mise en évidence lors travaux précédents effectués depuis 2012.

La dissipation des pesticides dans la ZTHA de Rampillon a été observée de manière globale à de grandes échelles temporelles. Plusieurs types de processus sont inclus dans la dissipation des pesticides : chimiques (hydrolyse, photodégradation), physiques (adsorption irréversible) et biologiques (dégradation microbienne). Le but du travail en cours est d'établir un modèle simple permettant de prédire la capacité de la zone tampon à dégrader les pesticides en fonction des paramètres physico-chimiques des molécules, du fonctionnement hydraulique de la zone tampon et des conditions climatiques. La construction de ce modèle repose sur un jeu de données recueilli sur la ZTHA de Rampillon depuis 2012 à raison de plusieurs prélèvements mensuels (pendant les périodes de drainage, d'amendement et de traitement). L'évolution de la qualité de l'eau est suivie par des mesures physico-chimiques. Des prélèvements d'eau sont également effectués à l'entrée et à la sortie de la ZTHA, ainsi qu'à son aval dans le ru adjacent afin d'en quantifier la concentration en pesticide.
Des premiers essais ont permis de proposer un modèle permettant de calculer l'abattement de la bentazone à partir du temps de séjour hydraulique dans la ZTHA et de la température. L'abattement est calculé par une cinétique d'ordre 1 dont la constante de dissipation est corrigée par la température. Certaines molécules ne transitant à travers la zone humide que pendant des périodes très courtes de l'année, il n'était pas possible de construire un modèle propre à ces phytosanitaires à partir du jeu de données à notre disposition. Le modèle construit pour la bentazone a donc été appliqué à d'autres molécules et a montré des résultats satisfaisant pour l'isoproturon et l'époxiconazole. A terme, le projet vise à identifier et comprendre, à partir de ces premières observations, l'influence des propriétés physico-chimiques intrinsèques des molécules pour établir un modèle qui puisse être appliqué à la plupart des phytosanitaires ainsi qu'à évaluer l'importance des différents processus dans la dissipation globale de ces polluants.

Mots-clés : modélisation, zone tampon, pesticide

RÔLE DES ÉTANGS SUR LE DEVENIR DES PESTICIDES D'ORIGINES AGRICOLES ET SUR LA QUALITÉ DES COURS D'EAU DE TÊTES DE BASSINS VERSANTS

Léa Drieux (1), Damien Banas (1), Xavier Dauchy (2), Cyril Feidt (1)

(1)Université de Lorraine, laboratoire URAFPA, avenue de la forêt de Haye 54505 VANDOEUVRE - lea.drieux@univ-lorraine.fr, damien.banas@univ-lorraine.fr, cyril.feidt@univ-lorraine.fr
(2)ANSES, rue Lionnois 54000 NANCY - xavier.dauchy@anses.fr

Résumé :

La lutte contre la contamination de la ressource en eau par les produits phytosanitaires constitue un enjeu majeur. Cette contamination est susceptible d'être présente dès les premiers kilomètres de linéaire de cours d'eau lorsque le bassin versant (BV) est agricole.
En Lorraine, de nombreux étangs piscicoles de barrage sont localisés en tête de BV. Ces plans d'eau ont pour effet direct de rompre le continuum écologique. Leur impact sur la qualité de l'eau a fait l'objet de peu d'étude et demeure largement mal connu. Les travaux réalisés à ce jour ont mis en évidence que selon les pratiques piscicoles, la vidange peut constituer une phase d'exportation importante de nutriments alors qu'une rétention peut être espérée au cours de la phase de production de poisson. Suite à ces travaux, de bonnes pratiques de gestion ont été recommandées aux producteurs (e.g. ne pas évacuer l'eau durant le passage des filets, ne pas laisser les sédiments exondés lors de fortes précipitations). De la même manière, il a été observé durant les périodes d'épandage de pesticides sur le BV en amont, une réduction des concentrations (transport dissous) en molécules mères dans le cours d'eau en aval des étangs.
A partir des précédents travaux et appuyé sur les données bibliographiques, nous avons ainsi établi une liste de pesticides d'intérêt et de métabolites potentiellement formés. Après avoir finalisé le développement des méthodes analytiques nécessaires au suivi des matrices eaux, particulaires, sédimentaires et poissons, les flux entrants et sortants d'étangs seront étudiés durant la totalité d'un cycle annuel d'exploitation piscicole. Les sédiments seront échantillonnés afin de déterminer les périodes d'accumulation ou de relargage par la matrice sédimentaire. Afin de s'assurer de la sécurité sanitaire du poisson produit et d'apprécier les liens entre qualité du milieu et du biote, l'accumulation dans la chair de poisson sera suivie.
L'ensemble des résultats obtenus devrait permettre :
- de quantifier l'impact des étangs sur les flux dissous mais aussi particulaires de pesticides ;
- d'évaluer si la réduction des concentrations en aval des étangs se traduit par le rejet de métabolites ou une véritable rétention/dégradation des pesticides au sein des plans d'eau ;
- d'apprécier la rétention de phytosanitaires dans le compartiment sédimentaire (afin d'anticiper et quantifier les rejets potentiels de phytosanitaires durant les vidanges et de préconiser les pratiques de gestion favorables à la préservation des cours d'eau en aval) ;
- d'évaluer l'accumulation dans la chair du poisson afin de déterminer les pratiques piscicoles favorables à la production de poisson de qualité (voire labélisé « Bio ») et la préservation des masses d'eau.
- établir en plans d'eau les liens entre contaminations des matrices abiotiques (e.i. eau, sédiments, particules) et matrices biotiques (poisson).

Mots clés : produits phytosanitaires, métabolites, têtes de bassins, impact des étangs, biote

Utilisation de biochar afin de réduire la biodisponibilité de la chlordécone chez l'animal élevé sur parcelles contaminées

S. Yehya (1,2), M. Delannoy (1), M. Baroudi (2),
G. Rychen (1), C. Feidt (1)

(1)Université de Lorraine, INRA USC 340, URAFPA, 2 avenue de la Forêt de Haye, TSA 40602, 54518 VANDOEUVRE-LES-NANCY - sarah.yehya@univ-lorraine.fr matthieu.delannoy@univ-lorraine.fr cyril.feidt@univ-lorraine.fr; guido.rychen@univ-lorraine.fr;
(2) Lebanese University - Faculty of Public Health-Section III, L.S.E.E., Tripoli, Lebanon - mbaroudi@ul.edu.lb

Résumé :

La chlordécone actuellement présente dans les sols des Antilles françaises peut être ingérée par l'animal élevé en plein air, notamment via le sol. Du fait de sa capacité à l'extraire de cette matrice vecteur, l'animal absorbe cette molécule. En lien avec les propriétés de ce pesticide organochloré, l'animal la bioaccumule dans ses tissus, particulièrement le foie mais également le muscle ou le tissu adipeux. En fonction du niveau de contamination des parcelles et des pratiques d'élevage qui influencent la quantité de sol ingéré, les tissus peuvent dépasser la Limite Maximale de Résidus (LMR) et être considérés comme impropre à la consommation. Afin de maintenir l'élevage sur le territoire insulaire il est crucial de disposer de stratégies permettant d'éviter que cet événement se produise. Parmi les stratégies mobilisables, cette communication porte sur la séquestration in situ de la chlordécone, visant à bloquer son absorption.

Suite à la bibliographie et à des travaux antérieurs menés au sein du laboratoire, le choix s'est porté sur des matrices hautement carbonées. L'expérimentation a consisté à exposer des porcelets (4 réplicats) à une dose identique de chlordécone, incorporée dans des sols artificiels contenant différentes matières carbonées. Ainsi, du biochar de chêne et de résineux ont été utilisés ainsi que deux charbons actifs du commerce (ORBO 32 et DARCO) comme matrices séquestrantes. Chaque modalité a été doublée par une interaction avec de la tourbe apportée à 50/50 versus la matrice testée. Cette modalité avait pour but de simuler une matière organique endogène (tourbe) qui pourrait interagir avec l'aptitude de la matière séquestrante à piéger le polluant. L'hypothèse initiale était que cette interaction était de type compétitif et qu'elle limiterait la capacité de séquestration par rapport à une utilisation en pur de la matière carbonée. Une matrice de référence est utilisée, il s'agit d'un sol artificiel sans matière fortement carbonée. Les teneurs tissulaires (foie et tissu adipeux) obtenues dans les modalités traitement sont exprimées en pourcentage des teneurs obtenues avec la modalité témoin, permettant d'estimer une biodisponibilité relative. Plus celle-ci est faible, plus la matrice a joué son rôle de séquestration. Tous les sols ont été maturés avant d'être distribués aux animaux afin de permettre la diffusion de la chlordécone vers la porosité profonde.

Les animaux ont été exposés 10 jours via une boulette d'aliment dans laquelle est inséré le sol artificiel contaminé. Ils sont ensuite abattus, le foie et le tissu adipeux péricaudal étant prélevés avant lyophilisation, broyage intégral et envoi pour analyse à LABOCEA selon la méthode Pest LSA-INS-0164.

Les résultats obtenus montrent une très forte séquestration lorsque du charbon actif est utilisé, de l'ordre de 90 à 97%, effet maintenu voire renforcé en présence de tourbe. Pour les biochars la réduction de biodisponibilité est plus faible (de l'ordre de 30%) ; il ne semble pas non plus y avoir de compétition avec la tourbe.

Ces résultats sont encourageants en terme de logique conceptuelle avant de passer à un test sur le terrain, prochaine étape des expérimentations auxquelles il faudra toutefois ajouter un volet de faisabilité économique.

Mots-clés : chlordécone, biodisponibilité, séquestration, biochar, porcelet

POTENTIALITÉS D'UNE MÉTHODE DE SCREENING PESTICIDES EN LC/MSMS HAUTE RÉSOLUTION. COMPARAISON AVEC LA TECHNOLOGIE TRIPLE QUADRUPÔLE.

Bénédicte DURETZ (1), Citra Nagarathinam (1), Agnès Le Corre (1), Michal Godula (2)

(1) ThermoFisher Scientific, 16, avenue du Québec 91941, Courtaboeuf - benedicte.duretz@thermo.com; citra.nagarathinam@thermo.com ; agnes.lecorre@thermo.com.

(2) Special Solution Center, Dreieich, Germany - michal.godula@thermo.com

Résumé :

L'objectif de ce travail est de présenter et comparer deux approches analytiques distinctes pour l'analyse de pesticides par LCMSMS (Chromatographie Liquide couplée à la Spectrométrie de Masse). Les conditions de séparation chromatographique ainsi que les protocoles d'extractions (QUECHERS) sont rigoureusement identiques pour les deux approches ; seul le mode de détection diffère. Dans un cas, la détection s'effectue avec une analyseur basse résolution (de type Triple Quadrupôle) et dans l'autre cas l'analyseur est de type haute Résolution (Technologie OrbiTrapTM). Nous présenterons ici des résultats obtenus par ces deux approches pour trois matrices différentes : la fraise, le poireau et la farine. Les deux méthodes comprennent à ce jour plus de 250 composés. Pour le Triple Quadrupôle, la validation de la méthode a été effectuée selon la règlementation européenne en vigueur et la robustesse de la méthode a été largement éprouvée pour l'analyse en routine de pesticides dans des matrices alimentaires complexes. Une comparaison de la méthode Triple Quadrupôle a été effectuée avec celle utilisant la haute résolution et l'acquisition de spectres MS2 complets. Les limites de quantification obtenus par les deux approches sont du même ordre de grandeur. La technologie Haute résolution présente cependant un avantage certain : l'analyse retrospective des données acquises.

Mots-clés : Screening, Pesticides, Chromatographie couplée à la Spectrométrie de Masse, Triple Quadrupôle, Haute Résolution, OrbiTrapTM.

ASSESSMENT OF MATRIX EFFECTS IN PESTICIDE MULTI-RESIDUE ANALYSIS BY LIQUID CHROMATOGRAPHY–MASS SPECTROMETRY

Hayar Salem (1), El Hadi Jamila (2)

(1)Lebanese University - Faculty of Agricultural Sciences, Dept. of Environment and Natural Ressources, Dekwaneh - Lebanon - shayar@cyberia.net.lb
(2)Ministry of Agriculture, Plant Pharmacy Lab., Kfarchima, Lebanon - jamila_hadi@hotmail.com

Abstract

Pesticide residue in food and feed are widely taken into consideration nowadays due to the risks associated for the human and animal health. The analysis using the LCMSMS permit a good qualification and quantification of pesticide residue, thus it is susceptible to matrix effects. To assess and compensate this effect, 33 fungicides in 13 different matrixes were studied and Matrix-matched calibration was used. The matrix effects were measured quantitatively in selected fruit and vegetables, extracted using Quechers method. The results show that the matrix effect occurs (signal suppression and/or enhancement >25%) especially at low concentrations (<100 ng/ml) and that it depends on the type of matrix studied. Matrix effect is not limited to the suppression or enhancement of the signal, but it can lead to variations in the limit of detection of pesticides. Different matrices analyzed in this study cause an increase in the LOD for a certain number of pesticides from 10 to 50 yet 100ng/ml.

Keywords: Matrix effect, Multi-residue pesticides, LCMSMS

L'ÉVALUATION DE LA TECHNOLOGIE GC ORBITRAP MS POUR LE DÉPISTAGE SYSTÉMATIQUE ET LA QUANTIFICATION DES RÉSIDUS DE PESTICIDES DANS LES ALIMENTS

Silcock Paul (1), Roberts Dominic (1), Cojocariu Cristian (1)

(1)Thermo Fisher Scientific, tudor Road Runcorn, Cheshire, UK, WA7 1TA -paul.silcock@thermofisher.com, dominic.roberts@thermofisher.com, cristian.cojocariu@thermofisher.com

Résumé :

Les résultats de cette étude montrent que le système GC-MS Orbitrap™de type Exactive ™ Orbitrap GC ™, de Thermo Scientific TM est un outil d'analyse robuste pour l'analyse des résidus de pesticides dans les matrices complexes répondant aux exigences réglementaires. Le champ d'application de ces analyses est augmenté avec une acquisition en mode Full Scan. Une résolution de masse de routine de 60 000 FWHM et une précision de masse de sub-ppm constante garantissent une détection et une identification sélectives et fiables des composés. Des injections répétées démontrent que le système est approprié pour les analyses de routine.

Mots-clés : GC Orbitrap, GC HRMS, Full Scan, pesticides, aliments

EFFETS D'UN BIOPESTICIDE L'AZADIRACHTINE, SUR LE DÉVELOPPEMENT D'UN LÉPIDOPTÈRE RAVAGEUR DES DENRÉES STOCKÉES, EPHESTIAKUEHNIELLA.

Yezli-Touiker Samira, Meskache Rania, Soltani Nourredine

Laboratoire de Biologie Animale Appliquée, Département de Biologie, Faculté des Sciences,
Université Badji Mokhtar, BP12, Annaba 23000, Algérie.

yezlitouikersamira@yahoo.fr

Résumé :

Les insectes nuisibles, considérés comme l'un des problèmes majeurs en agriculture, peuvent être, également, vecteurs d'agents pathogènes et constituer une menace pour les animaux dont l'homme. Ainsi, dans le cadre du développement durable, des pesticides non polluants ont été commercialisés par les firmes pharmaceutiques et phytosanitaires. Parmi ces molécules, biodégradables et à faible impact environnemental l'azadirachtine. Par conséquent, la présente étude a pour but d'évaluer les effets létaux (DI50) d'une formulation commerciale de l'azadirachtine, l'Huile de Neem, chez un lépidoptère ravageur de denrées stockées Ephestiakuehniella, sur le développement embryonnaire. L'azadirachtine a été administré in vivo sur des chrysalides femelles nouvellement exuviées d'E. kuehniella, par application topique (2µl) à la dose 1,37µg ; pour une inhibition de 50 (DI50). Cet insecticide a été dilué dans l'acétone et 2µl ont été déposé sur la face ventrale de l'abdomen des chrysalides.Les résultats obtenus montrent que l'azadirachtine n'entraîne aucun effet sur la durée du développement nymphal, il fait apparaitre un taux élevé de types morphologiques par apport aux témoins et il réduit significativement le poids des chrysalides à différent jour comparativement aux témoins.

Mots clés : Biopesticides 1, Azadirachtine 2, Ephestiakuehniella 3, développement 4.

LES PARTENAIRES DU GFP 2017

PARTENARIAT

AGENCE DE L'EAU RHIN•MEUSE

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT ET DE L'AMÉNAGEMENT DURABLES

Grand Est

ALSACE CHAMPAGNE-ARDENNE LORRAINE

métropole GrandNancy

Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale «développement agricole et rural»

ThermoFisher SCIENTIFIC

Cil CLUZEAU INFO LABO

MICROPOLLUANTS TECHNOLOGIE

laboratoire d'analyses