



HAL
open science

Etude des communautés microbiennes naturelles benthiques pour évaluer les conséquences écologiques d'un changement de pratique agricole: Cas de l'interdiction d'utilisation de l'herbicide diuron

Stéphane Pesce, Christelle Margoum, Nadine Rouard, Arnaud Foulquier, Fabrice Martin-Laurent

► To cite this version:

Stéphane Pesce, Christelle Margoum, Nadine Rouard, Arnaud Foulquier, Fabrice Martin-Laurent. Etude des communautés microbiennes naturelles benthiques pour évaluer les conséquences écologiques d'un changement de pratique agricole: Cas de l'interdiction d'utilisation de l'herbicide diuron. 46. Congrès du Groupe Français des Pesticides GFP 2016, May 2016, Bordeaux, France. p. 28. hal-02742915

HAL Id: hal-02742915

<https://hal.inrae.fr/hal-02742915>

Submitted on 3 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

GFP 2016

46^e Congrès du Groupe Français des Pesticides

*Enjeux environnementaux et sanitaires associés aux
pesticides: de leur usage à leur dispersion dans
l'environnement en lien avec leur impact*

BORDEAUX, 17-18-19 mai



université
de BORDEAUX

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Hélène Budzinski (Université de Bordeaux)
Michel Couderchet (Université de Reims Champagne-Ardenne)
Laurence Denaix (INRA Bordeaux)
Damien Devault (Université des Antilles et de la Guyane, Martinique)
Alain Geffard (Université de Reims Champagne-Ardenne)
Patrice Gonzalez (Université de Bordeaux)
Nicolas Mazzella (IRSTEA Bordeaux)
Soizic Morin (IRSTEA Bordeaux)
Céline Pelosi (INRA-AgroParisTech Versailles-Grignon)
Sabine Stachowski-Haberkorn (IFREMER Nantes)
Michel Treilhou (Institut National Universitaire Champollion, Albi)

COMITÉ D'ORGANISATION

Hélène Budzinski
Emmanuel Geneste
Patrick Pardon
Maylis Saint Hubert
Nathalie Tapie

SOMMAIRE

PROGRAMME DETAILLÉ	5
PRÉSENTATIONS ORALES	11
Liste des présentations orales (par ordre de passage)	13
Résumés	19
PRÉSENTATIONS PAR AFFICHE.....	85
Liste des présentations par affiche (par classement alphabétique)	
Résumés	95

PROGRAMME DÉTAILLÉ



MARDI 17 MAI

08h30 - 09h00 ACCUEIL

09h00 - 09h30 INTRODUCTION

SESSION 1 : « DIAGNOSTIC - DEVENIR – IMPACT »

- 09h30 - 09h50** Intégration de pics de contamination d'intensité et de durée variables par le « Polar Organic Chemical Integrative Sampler ». **M. BERNARD**
- 09h50 - 10h10** Évaluation de la contamination des eaux souterraines par les pesticides Organochlorés dans la zone d'Akkar – Nord du Liban. **C. CHBIB**
- 10h10 - 10h30** Effet de l'utilisation répétée de bouillie bordelaise sur la contamination des sols, la biodisponibilité du cuivre et son accumulation dans la vigne. **L. DENAIX**
- 10h30 - 10h50** Variabilité de la capacité de sorption du glyphosate et diuron des fonds de fossés évaluée à l'aide de nouveaux indicateurs. **J. DOLLINGER**

10h50 - 11h20 PAUSE - SESSION POSTERS - EXPOSANTS

SESSION 2 : « IMPACT ENVIRONNEMENTAL »

- 11h20 - 11h40** Développement d'un test de screening en microplaques pour l'évaluation de la toxicité de pesticides chez deux espèces de microalgues marines. **V. DUPRAZ**
- 11h40 - 12h00** Étude écotoxicologique de l'impact d'un cocktail de pesticides et du cuivre sur les herbiers de *Zostera noltei* du Bassin d'Arcachon. **P. GONZALEZ**
- 12h00 - 12h20** Transfert du diuron dans les biofilms fluviaux : constantes d'accumulation et de distribution dans la matrice, puis impacts toxiques associés. **B. CHAUMET**
- 12h20 - 12h40** Étude des communautés microbiennes naturelles benthiques pour évaluer les conséquences écologiques d'un changement de pratique agricole : Cas de l'interdiction d'utilisation de l'herbicide diuron. **S. PESCE**
- 12h40 - 13h00** Etude des effets de pesticides perturbateurs endocriniens modèles par des approches in vitro et in vivo chez le copépode *Eurytemora affinis*. **J. FORGET-LERAY**

13h00 - 14h30 DÉJEUNER - SESSION POSTERS - EXPOSANTS

SESSION 3 : « DEVENIR ET IMPACT »

- 14h30 - 14h50** Evaluation a priori des risques immuno-toxiques associés aux composés biosourcés d'origines microbiennes – Cas des rhamnolipides. **H-C SAMAI**
- 14h50 - 15h10** Devenir d'un nématicide « cadusafos » dans trois principaux sols volcaniques tropicaux. **A. SAMOUELIAN**
- 15h10 - 15h30** Adsorption et désorption du thiamethoxam et de la lambda cyhalothrine sur trois sols de grande culture. **E. NGAHA**
- 15h30 - 15h50** Chlordécone : Étude approfondie de ses métabolites microbiens. **M. CHEVALLIER**
- 15h50 - 16h10** Impact de la formulation de phytosanitaires sur leur biodégradation et la croissance de microorganismes. **P. BESSE-HOGAN**

16h10 - 16h40 PAUSE - SESSION POSTERS - EXPOSANTS

SESSION 4 : « DIAGNOSTIC ET DEVENIR »

- 16h40 - 17h00** Calibration d'échantillonneurs passifs de type POCIS pour le suivi de la contamination des eaux en Chlordécone **N. TAPIE**
- 17h00 - 17h20** Échantillonneur passif innovant à base de silicone pour l'extraction simultanée de pesticides polaires et apolaires dans les eaux de surface. **C. MARGOUM**
- 17h20 - 17h40** Amélioration de la connaissance des pressions pesticides dans les zones de polyagriculture-élevage de têtes de bassin versant : Exemple de l'Auvézère (19) et de l'Aixette (87). **S. LISSALDE**
- 17h40 - 18h00** Contamination de la faune marine par la chlordécone en Guadeloupe : mise en évidence d'un gradient côte-large. **C. DROMARD**

18h00 - 18h30 Assemblée générale du GFP

18h30 Cocktail de bienvenue et remise du prix Phytopharma



MERCREDI 18 MAI

09h00 - 09h30 Conférence invitée

Monitoring des pesticides dans les eaux de surface : quelles substances réglementées à ce jour et quelles actions pour améliorer la surveillance de l'avenir. **F. BOTTA**

SESSION 5 : « DIAGNOSTIC ET IMPACT »

- 09h30 - 09h50** Absence de diminution de l'usage des pesticides en France sur les grandes cultures suite au plan Ecophyto. **C. PELOSI**
- 09h50 - 10h10** Influence des étangs de barrage sur les concentrations en pesticides dans les ruisseaux de tête de bassin versant. **D. BANAS**
- 10h10 - 10h30** Impact de l'hydrodynamique sur l'efficacité des zones tampons : influence du ratio solide/liquide et de l'agitation sur l'adsorption et la désorption de pesticides. **C. GAULLIER**
- 10h30 - 10h50** Modélisation du transport de 7 pesticides à l'échelle événementielle sur un petit bassin versant viticole (Layon, 49). **M. LEFRANCO**

10h50 - 11h20 PAUSE - SESSION POSTERS - EXPOSANTS

SESSION 6 : « DIAGNOSTIC ET TRANSFERT »

- 11h20 - 11h40** Vers un impact raisonnable des pesticides. Des zones tampons intégrés dans des paysages résilients pour l'atténuation des transferts hydriques au sein des bassins versants. **G. LE HENAFF**
- 11h40 - 12h00** Des pilotes de laboratoire pour étudier le rôle du débit hydraulique sur l'efficacité de zones humides construites à épurer les eaux de drainage agricole. **S. DOUSSET**
- 12h00 - 12h20** Nouvelles perspectives pour l'étude de la dérive des sprays : Résultat d'une approche globale en soufflerie. **J-P DOUZALS**
- 12h20 - 12h40** Comment définir un risque de transfert de pesticides à l'échelle du Bassin Versant ? **F. PIERLOT**
- 12h40 - 13h00** Vigne et Vin : Suivi des résidus de pesticides à la parcelle et au cours du processus de vinification. **C. FRANC**

13h00 - 14h30 DEJEUNER - SESSION POSTERS - EXPOSANTS

SESSION 7 : « IMPACT ENVIRONNEMENTAL »

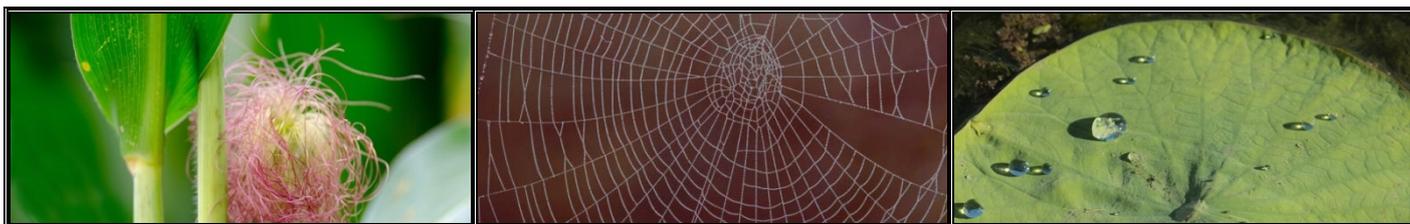
- 14h30 - 14h50** Vectorisation d'un fongicide en vue de manipuler sa biodisponibilité pour réduire les impacts environnementaux. **H. WU**
- 14h50 - 15h10** Des données, des outils et des indicateurs pour une gestion de l'utilisation des produits phytosanitaires réduisant les impacts sur l'environnement de ces substances **A. GOUZY**
- 15h10 - 15h30** Comparaison de la toxicité cellulaire de la chlordécone et de deux de ses dérivés déchlorés formés par réduction chimique. **C. MOUVET**
- 15h30 - 15h50** Intoxication d'*Apis mellifera* au Roundup 3⁺® ; altérations comportementales et bouleversements neurochimiques. **M. SOKOLOWSKI**

15h50 - 16h40 PAUSE - SESSION POSTERS - EXPOSANTS

SESSION 8 : « MÉTHODES ALTERNATIVES »

- 16h40 - 17h00** Des abaques pour dimensionner les bandes tampons végétalisées destinées à limiter les transferts de pesticides par ruissellement – Transfert d'un outil de recherche vers les utilisateurs finaux. **C. CATALOGNE**
- 17h00 - 17h20** Les Outils d'Aide à la Décision à l'échelle de la parcelle. **C. BOURNONVILLE**
- 17h20 - 17h40** Présentation du projet FUI PREAMISSE : Protection des arbres par micro-injection sécurisée. **A. RENIER**

20h00 DINER DE GALA



JEUDI 19 MAI

08h40 - 09h10 Insecticides néonicotinoïdes : Évaluation mondiale intégrée des impacts sur la biodiversité. **J-M BONMATIN**

SESSION 9 : « IMPACT ET SANTÉ »

09h10 - 09h30 Régulation intracellulaire du mode d'action des insecticides néonicotinoïdes : un nouveau mécanisme pour comprendre l'effet agoniste des insecticides néonicotinoïdes. **S. THANY**

09h30 - 09h50 Proposition d'une démarche intégrative de confrontation entre valeurs d'indicateurs pesticides, valeurs estimées par la modélisation et descripteurs écotoxicologiques dans un processus de validation d'indicateurs. Application à l'IFT Substance active potentiel de transfert. **F. ZAHM**

09h50 - 10h10 Quel est le niveau actuel de contamination de la population générale liégeoise par les pesticides organochlorés ? **C. CHARLIER**

10h10 - 10h30 Imprégnation par les pesticides organochlorés et les PCB d'une population Libanaise : Eude ENASB-USJ. **J-F NARBONNE**

10h30 - 10h50 Agriculture de précision et gestion des risques environnementaux et de santé des pratiques phytosanitaires. **P. LE GRUSSE**

10h50 - 11h20 **PAUSE - SESSION POSTERS - EXPOSANTS**

SESSION 10: « ENJEUX AGRO-SOCIO-ÉCONOMIQUES EN LIEN AVEC LES PESTICIDES »

11h20 - 11h40 De l'urgence d'une politique commune entre santé publique et agriculture. **F. DARRIET**

11h40 - 12h00 La perception de la pollution d'origine agricole par les périurbains. Une enquête en Flandre française. **P. CHAGNON**

12h00 - 12h20 Pesticides et Psychologie ? Lorsque les agriculteurs nous parlent de leur métier. **A. VALETTE**

12h20 - 12h40 Présentation de la thèse élue au prix Phytopharma.

12h40 - 14h00 **DEJEUNER - SESSION POSTERS - EXPOSANTS**

14h00 - 14h20 Analyse des stratégies d'utilisation des pesticides, des freins et leviers socio-culturels aux changements de pratiques viticoles dans le Beaujolais. **G. ARMANI**

14h20 - 14h40 Démarche agro-écologique de la filière des Vins de Bordeaux et alternatives. **M. BARTHE**

14h40 - 15h00 PhytoCOTE - Un projet intégratif des usages de pesticides dans le vignoble Bordelais, de leurs transferts et impacts sur les écosystèmes, des effets de changement de pratiques. **F. MACARY**

15h00 **CONCLUSION ET CLÔTURE DU CONGRÈS**

PRÉSENTATIONS ORALES

LISTE DES PRÉSENTATIONS ORALES

(par ordre de passage)

1. Intégration de pics de contamination d'intensité et de durée variables par le « Polar Organic Chemical Integrative Sampler »

Bernard Marion (1), Mazzella Nicolas (1), Tapie Nathalie (2), Budzinski Hélène (2),

⁽¹⁾IRSTEA, groupement de Bordeaux 50, Avenue de Verdun 33612 Gazinet-Cestas – marion.bernard@irstea.fr

⁽²⁾Université de Bordeaux, EPOC-LPTC, UMR 5805 CNRS, F-33405 Talence Cedex, France

2. Evaluation de la contamination des eaux souterraines par les pesticides Organochlorés dans la zone d'Akkar – Nord du Liban

Chbib Chaza (1,2), Net Sopheak (2), Zaide Mohammad.Fouad (1), Ouddane Baghdad (2), Baroudi Moemen (1)

⁽¹⁾Université Libanaise, Faculté de santé publique section III, Laboratoire des Sciences de l'Eau et de l'Environnement (L.S.E.E), Tripoli, Liban.

⁽²⁾Université de Lille 1, Équipe Physico-Chimie de l'Environnement, LASIR UMR CNRS 8516, Bâtiment C8, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France- Chaza.chbib@etudiant.univ-lille.fr

3. Effet de l'utilisation répétée de bouillie bordelaise sur la contamination des sols, la biodisponibilité du cuivre et son accumulation dans la vigne.

Denaix Laurence (1), Anatole-Monnier Laetitia (1,2), Thiéry Denis (2)

⁽¹⁾UMR ISPA, INRA BSA, Centre Bordeaux Aquitaine, 71, avenue Edouard Bourlaux – CS 20032 – 33882 Villenave d'Ornon Cedex – laurence.denaix@bordeaux.inra.fr

⁽²⁾UMR SAVE, INRA, BSA, ISVV, Centre Bordeaux Aquitaine, 71, avenue Edouard Bourlaux – CS 20032 – 33882 Villenave d'Ornon Cedex –

4. Variabilité de la capacité de sorption du glyphosate et diuron des fonds de fossés évaluée à l'aide de nouveaux indicateurs

Dollinger Jeanne (1), Dagès Cécile (1), Negro Sandrine (1), Bailly Jean-Stéphane (2), Voltz Marc (1)

⁽¹⁾INRA, UMR LISAH, 2 Place Pierre Viala, 34060 Montpellier, France -jeanne.dollinger@supagro.inra.fr

⁽²⁾AgroParisTech, UMR LISAH, 2 Place Pierre Viala, 34060 Montpellier, France

5. Développement d'un test de screening en microplaques pour l'évaluation de la toxicité de pesticides chez deux espèces de microalgues marines

Dupraz Valentin (1,2), Stachowski-Haberkorn (1), Dominique Ménard (1), Marie-Hélène Devier (3), Hélène Budzinski (3,4), Farida Akcha(1).

⁽¹⁾Ifremer, Laboratoire d'Écotoxicologie, rue de l'île d'Yeu, BP 21105, 44311 Nantes cedex 03, France

valentin.dupraz@ifremer.fr

⁽²⁾Université de Nantes, UFR Sciences et Techniques, 2, rue de la Houssinière, BP 92208, 44322 Nantes Cedex 03, France

⁽³⁾Université de Bordeaux, UMR 5805, EPOC, Laboratoire de Physico Toxico Chimie de l'environnement, 351 Cours de la Libération, CS 10004, F-33405 Talence Cedex, France

⁽⁴⁾CNRS, UMR 5805, EPOC, Laboratoire de Physico Toxico Chimie de l'environnement, 351 Cours de la Libération, CS 10004, F-33405 Talence Cedex, France

6. Etude écotoxicologique de l'impact d'un cocktail de pesticides et du cuivre sur les herbiers de *Zostera noltei* du Bassin d'Arcachon

Gonzalez Patrice, Gamain Perrine, Feurtet-Mazel Agnès, Maury-Brachet Régine, Auby Isabelle, Belles Angel, Budzinski Hélène

Université de Bordeaux, EPOC, UMR CNRS 5805, F-33120 Arcachon, France.

CNRS, EPOC, UMR 5805, F-33120 Arcachon, France.

7. Transfert du diuron dans les biofilms fluviaux : constantes d'accumulation et de distribution dans la matrice, puis impacts toxiques associés

B. Chaumet, M. Bernard, A. Moreira, N. Mazzella, S. Morin

Irstea, UR EABX, 50 av. de Verdun, F-33612 Cestas Cedex – betty.chaumet@irstea.fr

8. Etude des communautés microbiennes naturelles benthiques pour évaluer les conséquences écologiques d'un changement de pratique agricole : Cas de l'interdiction d'utilisation de l'herbicide diuron.

Pesce Stéphane (1), Margoum Christelle (1), Rouard Nadine (2), Foulquier Arnaud (1,3), Martin-Laurent Fabrice (2)

⁽¹⁾ *Irstea UR MALY, 5 rue de la Doua CS 70077 69626 Villeurbanne Cedex – stephane.pesce@irstea.fr*

⁽²⁾ *INRA, UMR 1347 Agroécologie, 17 rue Sully, 21065 Dijon*

⁽³⁾ *LECA, UMR CNRS-UGA-USMB 5553, Université Grenoble Alpes, BP 53, 38041 Grenoble Cedex 9*

9. Etude des effets de pesticides perturbateurs endocriniens modèles par des approches in vitro et in vivo chez le copépode Eurytemora affinis

Legrand Elena, Boulangé-Lecomte Céline, Forget-Leray Joëlle

UMR I-02 SEBIO, FR CNRS SCALE, ULH, Normandie Université, 25 rue Philippe Lebon, 76063 Le Havre

joelle.leray@univ-lehavre.fr

10. Evaluation a priori des risques immuno-toxiques associés aux composés biosourcés d'origines microbiennes – Cas des rhamnolipides.

Hakim Chouki Samaï (1), Damien Rioult (2), Arnaud Haudrechy (3), Elodie Geba (1,2), Amandine Sommé (1,2), Marc Ongena (4), Sandrine Bouquillon (3), Alain Geffard (1), Stéphan Dorey (5), Stéphane Betouille (1,2)

⁽¹⁾ *Unité Stress Environnementaux et Biosurveillance des milieux aquatiques, UMR-I 02, Université de Reims*

Champagne-Ardenne, FR CNRS 3417 Condorcet, UFR des Sciences Exactes et Naturelles, BP 1039, 51687 Reims Cedex 2

⁽²⁾ *Plateau technique mobile en cytométrie environnementale MOBICYTE, Université de Reims Champagne-Ardenne/INERIS, FR CNRS 3417 Condorcet, UFR des Sciences Exactes et Naturelles, BP 1039, 51687 Reims Cedex 2*

⁽³⁾ *Institut de Chimie Moléculaire de Reims UMR CNRS 7312, Université de Reims Champagne-Ardenne, FR CNRS 3417 Condorcet, UFR des Sciences Exactes et Naturelles, BP 1039, 51687 Reims Cedex 2.*

⁽⁴⁾ *Unité de Bio-Industries, Centre de Biophysique Moléculaire Numérique, FR CNRS 3417 Condorcet, Unité de Chimie Générale et Organique, Unité de Phytopathologie - Gembloux Agro-Bio Tech - Université de Liège.*

⁽⁵⁾ *Unité de Recherche Vignes et Vins de Champagne EA 4770, Université de Reims Champagne-Ardenne, FR CNRS 3417 Condorcet, UFR des Sciences*

11. Devenir d'un nematicide « cadusafos » dans trois principaux sols volcaniques tropicaux

Samouelian Anatja (1), Fernandez-Bayo Jesus (1), Saison Carine (2), Negro Sandrine (1), Voltz Marc (1)

⁽¹⁾ *INRA UMR LISAH 2, place Pierre Viala, F-34060 Montpellier – anatja.samouelian@supagro.inra.fr;*

⁽²⁾ *IRD UMR LISAH 2, place Pierre Viala, F-34060 Montpellier*

12. Adsorption et désorption du thiamethoxam et de la lambda cyhalothrine sur trois sols de grande culture

Ngaha Emmanuel (1,2), Sayen Stéphanie (1), Durançlı Dilek (2), Guillon Emmanuel (1)

⁽¹⁾ *Institut de Chimie Moléculaire de Reims (ICMR), UMR CNRS 7312, Université de Reims Champagne-Ardenne, 51687 Reims Cedex 2, France*

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

stephanie.sayen@univ-reims.fr

13. Chlordecone: étude approfondie des métabolites issus de sa dégradation microbiologique

Chevallier Marion, Ugarte Edgardo, Chaussonnerie Sébastien, Barbance Agnès, Florian Lagarde, Eddy Elysée, Delphine Muselet, Fossey Aurélie, Fonknechten Nuria, Weissenbach Jean, Le Paslier Denis, Saaidi Pierre-Loïc

CEA, DSV, IG, Genoscope, CNRS-UMR8030, 2 rue Gaston Crémieux, 91057 Evry (France)

Université Evry Val d'Essonne, Boulevard François Mitterrand, 91000 Evry (France)

E-mail: mchevallier@genoscope.cns.fr

14. Impact de la formulation de phytosanitaires sur leur biodégradation et la croissance de microorganismes

Youness Mohamed, Sancelme Martine, Besse-Hoggan Pascale

Institut de Chimie de Clermont-Ferrand (ICCF), CNRS, UMR 6296, Clermont Université, Université Blaise Pascal, 63178 Aubière Cedex, France – Pascale.Besse@univ-bpclermont.fr

15. Calibration d'échantillonneurs passifs de type POCIS pour le suivi de la contamination des eaux en Chlordécone

Tapie Nathalie (1), Risser Théo (2), Pardon Patrick (1), Lauga Béatrice (2), Monti Dominique (3), Budzinski Hélène (1)

⁽¹⁾ *Université Bordeaux, UMR CNRS 5805 EPOC, équipe LPTC, 351 cours de la libération 33405*

Talence. (helene.budzinski@u-bordeaux.fr)

⁽²⁾ *Université de Pau et des Pays de l'Adour, UMR CNRS 5254 (IPREM-EEM) équipe Environnement et Microbiologie, BP 1155 F64013 Pau cedex. (beatrice.lauga@univ-pau.fr)*

⁽³⁾ *Université des Antilles, DYNECAR-BOREA, Laboratoire de Biologie marine, BP 250, 97157 Pointe-à-Pitre, Guadeloupe. (phone.dominique@gmail.com)*

16. Échantillonneur passif innovant à base de silicone pour l'extraction simultanée de pesticides polaires et apolaires dans les eaux de surface.

Martin Alexis (1), Jolivet Antoine (1), Le-Dréau Matthieu (1), Coquery Marina (1), Randon Jérôme (2), Margoum Christelle (1)

⁽¹⁾Irstea, 5 rue de la Doua, CS70077, 69626 Villeurbanne cedex – christelle.margoum@irstea.fr

⁽²⁾ISA, UMR 5280, UCBL, 5 rue de la Doua, CS70077, 69626 Villeurbanne cedex, France

17. Amélioration de la connaissance des pressions pesticides dans les zones de polyagriculture-élevage de têtes de bassin versant : Exemple de l'Auvézère (19) et de l'Aixette (87)

Guibal Robin (1), Lissalde Sophie (1), Charriau Adeline (1), Buzier Rémy (1), Poulhier Gaëlle (1, 2), Mazzella Nicolas (2), Rebillard Jean-Pierre (3), Brizard Yoan (4), Guibaud Gilles (1).

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

⁽²⁾Irstea, groupement de Bordeaux, 50, avenue de Verdun 33612 Gazinet-Cestas

⁽³⁾Agence de l'Eau Adour Garonne, 90 Rue du Feretra, 31078 Toulouse Cedex 4

⁽⁴⁾SABV, 38 Avenue du Président Wilson, 87700 Aix-sur-Vienne

18. Contamination de la faune marine par la chlordécone en Guadeloupe : mise en évidence d'un gradient côte-large

Dromard Charlotte, Mathilde Guéné, Yolande Bouchon-Navaro, Soazig Lemoine, Claude Bouchon
UMR BOREA, CNRS 7208 - MNHN - UPMC - UCBN - IRD 207, Laboratoire d'excellence « CORAIL », DYNECAR, Université des Antilles, Campus de Fouillole, 91157 Pointe-à-Pitre, Guadeloupe – cdromard@univ-ag.fr

19. Monitoring des pesticides dans les eaux de surface: quelles substances réglementées à ce jour et quelles actions pour améliorer la surveillance de l'avenir

Botta Fabrizio

INERIS, Parc Alata BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte – fabrizio.botta@ineris.fr

20. Absence de diminution de l'usage des pesticides en France sur les grandes cultures suite au plan Ecophyto

Laure Hossard (1), Céline Pelosi (2), David Makowski (3)

⁽¹⁾INRA, UMR0951 Innovation, F-34000 Montpellier, France - laure.hossard@supagro.inra.fr

⁽²⁾UMR ECOSYS, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78026, Versailles, France – celine.pelosi@versailles.inra.fr

⁽³⁾UMR Agronomie, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78850, Thiverval-Grignon, France

21. Influence des étangs de barrage sur les concentrations en pesticides dans les ruisseaux de tête de bassin versant.

Banas Damien (1, 2), Gaillard Juliette (1, 2), Lazartigues Angélique (1, 2), Thomas Marielle (1, 2), Pallez Christelle (3), Dauchy Xavier (3), Feidt Cyril (1, 2).

⁽¹⁾Univ. Lorraine, URAFFPA, Vandœuvre-lès-Nancy, France - damien.banas@univ-lorraine.fr

⁽²⁾INRA, URAFFPA, USC INRA 340, Vandœuvre-lès-Nancy, France

⁽³⁾ANSES, Laboratoire d'Hydrologie de Nancy, Département de Chimie de l'Eau, Nancy, France

22. Impact de l'hydrodynamique sur l'efficacité des zones tampons : influence du ratio solide/liquide et de l'agitation sur l'adsorption et la désorption de pesticides

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

⁽¹⁾LTER, Zone Atelier du Bassin de la Moselle, Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux – CNRS – Université de Lorraine – 54506 Vandœuvre-lès-Nancy ; celine.gaullier@univ-lorraine.fr

⁽²⁾Bureau des Recherches Géologiques et Minières – 45060 Orléans CEDEX 02

23. Modélisation du transport de 7 pesticides à l'échelle événementielle sur un petit bassin versant viticole (Layon, 49)

Lefrancq Marie (1), Amiot Audrey (1), Isabelle La Jeunesse (1, 3), David Landry (1), Alain Jadas-Hécart (1), Sylvain Payraudeau (2)

⁽¹⁾LETG (Littoral, Environnement, Géomatique, Télédétection) (UMR-CNRS 6554) Université d'Angers UFR Sciences, 2 Bd Lavoisier 49045 Angers cedex 01. marie.lefrancq@univ-angers.fr

⁽²⁾Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg (UMR 7517), Université de Strasbourg, ENGEES, CNRS 1 Rue Blessig, 67084, Strasbourg, FRANCE

⁽³⁾ *Citères (Cités, territoires, environnement, sociétés) (UMR CNRS 7324) Université de Tours Maison des Sciences de l'Homme, 33 allée Ferdinand de Lesseps, 37204 Tours cedex 3*

24. Vers un impact raisonnable des pesticides .Des zones tampons intégrées dans des paysages résilients pour l'atténuation des transferts hydriques au sein des bassins versants

Le Hénaff Guy

Irstea, Centre de Lyon-Villeurbanne, Equipe pollutions diffuses, 5 rue de la Doua, CS 70077, 69626 VILLEURBANNE Cedex - guy.le-henaff@irstea.fr

25. Des pilotes de laboratoire pour étudier le rôle du débit hydraulique sur l'efficacité de zones humides construites à épurer les eaux de drainage agricole

Dousset Sylvie, Vallée Romain, Billet David

Zone Atelier du Bassin de La Moselle, LIEC, UMR 736, Université de Lorraine-CNRS, Bd des Aiguillettes, BP 70239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy, France - sylvie.dousset@univ-lorraine.fr

26. Nouvelles perspectives pour l'étude de la dérive des sprays : Résultat d'une approche globale en soufflerie

Alheidary Majid(1), Douzals Jean-Paul(1), Sinfort Carole(2),

⁽¹⁾ *IRSTEA UMR ITAP, 361 rue JF Breton 34196 Montpellier. jean-paul.douzals@irstea.fr*

⁽²⁾ *Montpellier SupAgro, UMR ITAP, 1 Place Viaila 34000 Montpellier carole.sinfort@supagro.fr*

27. Comment définir un risque de transfert de pesticides à l'échelle du Bassin Versant ?

Pierlot Frédéric (1,2), Schott François-Xavier (1), Cherrier Richard (1), Bockstaller Christian (2)

⁽¹⁾ *Chambre Régionale d'Agriculture Alsace, Champagne Ardenne, Lorraine Pôle Systèmes de Productions Durables et Innovation*

⁽²⁾ *LAE, UMR INRA / Université de Lorraine*

28. Vigne et Vin : Suivi des résidus de pesticides à la parcelle et au cours du processus de vinification

Franc Céline (1, 2), Becquet Stéphane (3), de Revel Gilles (1, 2)

⁽¹⁾ *Univ. Bordeaux, ISVV, EA 4577, Unité de recherche ŒNOLOGIE, 33882 Villenave d'Ornon*

⁽²⁾ *INRA, ISVV, USC 1366 ŒNOLOGIE, 33882 Villenave d'Ornon - celine.franc@u-bordeaux.fr*

⁽³⁾ *SVBA, ITAB, 7 Le Grand Barrail, 33570 Montagne*

29. Vectorisation d'un fongicide en vue de manipuler sa biodisponibilité pour réduire les impacts environnementaux

Hanxiang Wu (1), Sophie Marhadour (1), Zhiwei Lei (2), Cécile Marivingt-Mounir (1), Jean-Louis Bonnemain (3), Jean-François Chollet (1)

⁽¹⁾ *IC2MP (Institut de Chimie des Milieux et des Matériaux de Poitiers), UMR CNRS 7285, Université de Poitiers, 4 rue Michel Brunet, TSA 51106, F-86073 Poitiers Cedex 9, France*

⁽²⁾ *Guizhou Tea Research Institute, Guizhou Academy of Agricultural Science, Guiyang, Guizhou 550009, China*

⁽³⁾ *Laboratoire EBI (Écologie et Biologie des Interactions), UMR CNRS 7267, Équipe SEVE (Sucres, Échanges Végétaux, Environnement), Université de Poitiers, 3 rue Jacques Fort, TSA 51106, F-86073 Poitiers Cedex 9, France*

30. Des données, des outils et des indicateurs pour une gestion de l'utilisation des produits phytosanitaires réduisant les impacts sur l'environnement de ces substances

Gouzy Aurélien, Le Gall Anne-Christine, Lenoble Clément

INERIS, Parc Technologique Alata, BP2, 60550 Verneuil-en-Halatte - aurelien.gouzy@ineris.fr

31. Comparaison de la toxicité cellulaire de la chlordécone et de deux de ses dérivés déchlorés formés par réduction chimique

Mouvet Christophe (1), Bristeau Sébastien (1), Nesslany Fabrice (2), Lobez Frédérique (2), Akagah Bernardin (3), Legeay Samuel (4, 5), Faure Sébastien (4, 5)

⁽¹⁾ *Brgm, Avenue C. Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2 - c.mouvet@brgm.fr*

⁽²⁾ *Institut Pasteur de Lille, 1, rue du Professeur Calmette. BP 245, 59019 Lille Cedex*

⁽³⁾ *Alpha-Chimica, 5 rue J-B Clément, 92290 Châtenay-Malabry*

⁽⁴⁾ *UFR Santé, Département pharmacie, Laboratoire de pharmacologie, LUNAM Université, Angers 49045, France*

⁽⁵⁾ *INSERM U1063, Stress oxydant et pathologies métaboliques, LUNAM Université, Angers 49045, France.*

Introduction

32. Intoxication d'*Apis mellifera* au Roundup 3+®; altérations comportementales et bouleversements neurochimiques

Sokolowski M (1), Gauthier M. (2), Halm M-P (3), Boily M. (2)

⁽¹⁾Université de Picardie Jules Verne, Institut national de la santé et de la recherche médicale- Groupe de Recherche sur l'Alcool & les Pharmacodépendances (INSERM-GRAP); Amiens (France)

⁽²⁾Université du Québec à Montréal, Centre de recherche en toxicologie de l'environnement (TOXEN-UQÀM); Montréal (Canada)

⁽³⁾Université de Caen Basse-Normandie, Centre d'études et de recherche sur le médicament de Normandie (CERMN-UNICAEN); Caen (France)

33. Des abaques pour dimensionner les bandes tampons végétalisées destinées à limiter les transferts de pesticides par ruissellement – Transfert d'un outil de recherche vers les utilisateurs finaux

Catalogne Clotaire, Lauvernet Claire, Carluer Nadia

Irstea, UR MAEP, Equipe « Pollutions agricoles diffuses » - 5 rue de la Doua, CS70077 – 69626 Villeurbanne Cedex – clotaire.catalogne@irstea.fr

34. Mots-clés : bandes tampons végétalisées, dimensionnement, abaques Les Outils d'Aide à la Décision à l'échelle de la parcelle.

Bournonville Céline, Lassus Dominique, Loiseau Edouard

Promété 85, rue Antoine Becquerel ZI La Coupe 11100 Narbonne – c.bournonville@promete.fr

35. Présentation du projet FUI PREAMISSE : Protection des arbres par micro-injection sécurisée

Beuste Philippe (1), Laurent François (2), Remus Borel Wilfried(3), Verpont Florence (4), Serrano Eric (5), Renier Adeline (6)

⁽¹⁾Lauragri Services, La Pousaraque, 31460 Le Faget – pbeuste@lauragri.fr

⁽²⁾INRA, UMR Toxalim, INRA route de Tournefeuille, Toulouse

⁽³⁾Jade, 33693 Merignac

⁽⁴⁾CTIFL, 24130 Prignonrieux

⁽⁵⁾IFV, 81310 Lisle sur Tarn

⁽⁶⁾CETEV, la Pousaraque, 31460 Le Faget - arenier@cetev.fr

36. Insecticides néonicotinoïdes : Evaluation mondiale intégrée des impacts sur la biodiversité.

Bonmatin Jean-Marc

CNRS, Centre de biophysique moléculaire, 45071, Orléans Cedex 02– bonmatin@cnrs-orleans.fr

37. Régulation intracellulaire du mode d'action des insecticides néonicotinoïdes : un nouveau mécanisme pour comprendre l'effet agoniste des insecticides néonicotinoïdes

Steeve H. Thany

Laboratoire LBLGC UPRES EA 1207, Université d'Orléans, 1 rue de Chartres 45067 Orléans Cedex 2 – steeve.thany@univ-orleans.fr

38. Proposition d'une démarche intégrative de confrontation entre valeurs d'indicateurs pesticides, valeurs estimées par la modélisation et descripteurs écotoxicologiques dans un processus de validation d'indicateurs. Application à l'IFT Substance active potentiel de transfert

Zahm F. (1), Gouy V. (2), Morin S. (3), Kuentz-Simonet V. (1), Leccia-Phelpin O. (1), Vernier F. (1), Miralles A. (4), Petit K. (1), Raymond C. (1), Mazzella N. (3), de Fouquet C. (5), Le Breton M. (6), Guichard L. (6)

⁽¹⁾Irstea, UR ETBX, 50 avenue de Verdun, F-33612 Gazinet Cestas, France, frederic.zahm@irstea.fr

⁽²⁾Irstea, UR MALY, 5 rue de la Doua CS70077 69626 VILLEURBANNE Cedex, veronique.gouy@irstea.fr

⁽³⁾Irstea, UR EABX 50 avenue de Verdun, F-33612 Gazinet Cestas, France, soizic.morin@irstea.fr

⁽⁴⁾Irstea, UMR TETIS, Maison de la Télédétection en Languedoc-Roussillon, 500 rue Jean-François Breton F-34093 Montpellier France, andre.miralles@teledetection.fr

⁽⁵⁾Mines-ParisTech. Ecole des Mines de Paris. Géosciences-géostatistique. 35, rue Saint-Honoré. 77305 Fontainebleau Cedex. France, chantal.de_fouquet@mines-paristech.fr

⁽⁶⁾UMR Agronomie, AgroParisTech, INRA, Université Paris-Saclay, F-78850, Thiverval-Grignon, France. laurence.guichard@grignon.inra.fr

39. Quel est le niveau actuel de contamination de la population générale liégeoise par les pesticides organochlorés ?

Charlier Corinne (1), Jeholet Pascale (2), Pirard Catherine (1)

⁽¹⁾Service de Toxicologie clinique, médico-légale, de l'environnement et en entreprise, Domaine Universitaire du Sart Tilman, CHU B35, 4000 Liège (Belgique) – c.charlier@chu.ulg.ac.be – c.pirard@chu.ulg.ac.be

⁽²⁾Laboratoire Santé et Qualité de Vie, Province de Liège, Quai du Barbou 4, 4020 Liège (Belgique) – pascale.jeholet@provincedeliege.be

40. Imprégnation par les pesticides organochlorés et les PCB d'une population Libanaise : Eude ENASB-USJ

Helou Khalil (1), Matta Joseph (2), Harmouche Mireille (1), Fakhoury Nicole (1), Narbonne Jean François (3)

⁽¹⁾Département de Nutrition fac de Pharmacie - USJ – Beyrouth,

⁽²⁾IRI Université Libanaise Beyrouth,

⁽³⁾EPOC Université de Bordeaux,

Contact : jf.narbonne@epoc.u-bordeaux1.fr, laboratoire de Toxicologie Avenue des Facultés 33405 Talence

41. Agriculture de précision et gestion des risques environnementaux et de santé des pratiques phytosanitaires.

Le Grusse Philippe (1,3), Mghirbi Oussama (1, 2, 3), Toumi Mohamed Ali (1), Trabelsi Meriem (1, 2, 3), Mandart Elisabeth (1) Fabre Jacques (4), Bord Jean Paul (2,3).

⁽¹⁾CIHEAM-LAMM : Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, 3191 Route de Mende, 34093 Montpellier cedex 5 – legrusse@iamm.fr ;

⁽²⁾UM3, Route de Mende, 34199 Montpellier cedex 5 ;

⁽³⁾UMR GRED, BP 64501, 34394 Montpellier cedex 5, France ;

⁽⁴⁾DIATAE, 3191 Route de Mende, 34093 Montpellier cedex 5.

42. De l'urgence d'une politique commune entre santé publique et agriculture

Frédéric Darriet

Institut de Recherche pour le Développement (IRD), MIVEGEC (UM1-UM2-CNRS 5290-IRD 224) Maladies Infectieuses et Vecteurs, Ecologie, Génétique, Evolution et Contrôle, 911 Avenue Agropolis, BP 64501, 34394 Montpellier Cedex 5 - frederic.darriet@ird.fr

43. La perception de la pollution d'origine agricole par les périurbains. Une enquête en Flandre française.

Hervé Flanquart et Philippe Chagnon

Territoires, Villes, Environnement & Société, Université du Littoral Côte d'Opale, Dunkerque

44. Pesticides et Psychologie ? Lorsque les agriculteurs nous parlent de leur métier.

Armance Valette, Karine Weiss, Patrick Rateau

Laboratoire CHROME (EA 7352) Université de Nîmes, rue du Docteur Georges Salan, 30021 Nîmes Cedex – armance.valette@unimes.fr

45. Analyse des stratégies d'utilisation des pesticides, des freins et leviers socio-culturels aux changements de pratiques viticoles dans le Beaujolais

Armani Gilles

Irstea 5 rue de la Doua, CS 70977, 69626 Villeurbanne cedex – gilles.armani@irstea.fr

46. Démarche agro-écologique de la filière des Vins de Bordeaux et alternatives

Barthe Muriel

Conseil Interprofessionnel du Vin de Bordeaux, 1 cours du XXX Juillet, 33075 Bordeaux Cedex – sme@vins-bordeaux.fr

47. PhytoCOTE - Un projet intégratif des usages de pesticides dans le vignoble Bordelais, de leurs transferts et impacts sur les écosystèmes, des effets de changement de pratiques

Francis Macary (1), Marie-Hélène Devier (2) et Jean-Marie Lescot (1)

Coordinateurs pour les équipes : Irstea (ETBX, EABX), EPOC (LPTC, EA, ECOBIOC),

INRA (ISPA, SAVE, EGFV), Ifremer (BE), Bordeaux Science Agro

⁽¹⁾Irstea, UR ETBX, centre de Bordeaux, 33612 Cestas-Gazinet

⁽²⁾Université de Bordeaux, EPOC UMR 5805 CNRS, 33405 Talence et 33120 Arcachon

RÉSUMÉS

1. Intégration de pics de contamination d'intensité et de durée variables par le « Polar Organic Chemical Integrative Sampler »

Bernard Marion (1), Mazzella Nicolas (1), Tapie Nathalie (2), Budzinski Hélène (2),

⁽¹⁾IRSTEA, groupement de Bordeaux 50, Avenue de Verdun 33612 Gazinet-Cestas – marion.bernard@irstea.fr

⁽²⁾Université de Bordeaux, EPOC-LPTC, UMR 5805 CNRS, F-33405 Talence Cedex, France

Compte tenu de l'efficacité des produits phytosanitaires face aux parasites animaux et végétaux, une augmentation croissante de l'utilisation de ces composés s'est fait ressentir à partir des années cinquante. Cette utilisation massive provoque une contamination de trois compartiments de l'environnement (eau, air, sol) avec des conséquences préoccupantes pour l'homme et son écosystème. Ainsi, la pollution quasi généralisée des masses d'eau françaises et européennes a conduit l'Union Européenne à adopter en 2000, la Directive Cadre sur l'Eau (DCE, 2000/60/EC), dans le but de préserver et restaurer l'état des milieux aquatiques. Dans cette optique, des institutions telles que les Agences de l'Eau sont chargées d'assurer la surveillance de la qualité des eaux au moyen de prélèvements d'eau 4 à 12 fois par an. Seulement, il se pose la question de la représentativité spatiale et temporelle de ce type d'échantillonnage. Pour cause, le niveau de contamination d'un cours d'eau peut varier brutalement en fonction de la saisonnalité des applications et de l'hydrologie du moment. Ainsi, des pics de contamination peuvent passer inaperçus aux regards des réseaux de mesure, ce qui engendrerait une image partielle de la qualité des milieux aquatiques. Pour remédier à ce manque de représentativité, notamment dans le but d'estimer de façon plus robuste une concentration moyenne dans le temps, intégrant l'ensemble des événements dont les pics de contamination, des techniques d'échantillonnage passif, ont été développées. Dans cette étude, seul le Polar Organic Chemical Integrative Sampler (POCIS) a été considéré. Cet outil, largement utilisé pour l'échantillonnage des pesticides polaires ($0 < \log K_{ow} < 4$) (Alvarez et al. 2004), permet la pré-concentration *in-situ* des analytes, et dispose d'une capacité intégrative sur plusieurs semaines. Son domaine d'application, ainsi que ses limitations techniques sont maintenant bien documentées (Mazzella et al. 2010, Lissalde et al. 2011). De plus, il a été démontré que ce dispositif était capable d'échantillonner convenablement des pics de contaminations relativement long (3 jours) pour des composés modérément polaires ($\log K_{ow} = 2-3$) (Mazzella et al. 2008). Toutefois, des interrogations demeurent sur sa réactivité face à des pics de contamination plus brefs (quelques heures à quelques jours), ce qui peut être le cas lors de pollutions ponctuelles ou d'un apport brutal dans un cours d'eau (lessivage des sols et crue succédant un épisode de pluie par exemple).

C'est dans ce contexte qu'a été réalisée une expérimentation en laboratoire, ayant pour objectif, d'étudier la réactivité du POCIS face à trois typologies de pics de contamination, d'intensité et de durée variables sur une période d'exposition totale de 14 jours. Pour ce faire quinze pesticides, couvrant différentes polarités ($\log K_{ow}=0-5$) et familles (herbicides, fongicides et insecticides) ont été sélectionnés.

Au terme de celle-ci, les données acquises montrent des profils de cinétiques d'accumulation différents en fonction des caractéristiques physico-chimiques des substances et de la durée d'exposition. En effet, pour certains composés des phénomènes de retard à l'accumulation (« lag effect ») ou au contraire d'accumulation trop rapide (« burst effect ») apparaissent au cours des premiers jours d'exposition. Malgré cela, pour sept composés de l'étude, le POCIS intègre correctement les pics de contamination simulés, ce qui montre que cet outil est capable de rendre compte des événements parfois assez fugaces.

Alvarez, D. A., et al. (2004). "Development of a passive, in situ, integrative sampler for hydrophilic organic contaminants in aquatic environments." *Environmental Toxicology and Chemistry* **23**(7): 1640-1648.

Lissalde, S., et al. (2011). "Liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry method for thirty-three pesticides in natural water and comparison of performance between classical solid phase extraction and passive sampling approaches." *Journal of Chromatography A* **1218**(11): 1492-1502.

Mazzella, N., et al. (2008). "Comparison between the polar organic chemical integrative sampler and the solid-phase extraction for estimating herbicide time-weighted average concentrations during a microcosm experiment." *Chemosphere* **73**(4): 545-550.

Mazzella, N., et al. (2010). "Evaluation of the use of performance reference compounds in an oasis-HLB adsorbent based passive sampler for improving water concentration estimates of polar herbicides in freshwater." *Environmental Science and Technology* **44**(5): 1713-1719.

Mots-clés : POCIS, pesticides, pics de contamination, HPLC-MS/MS

2. Evaluation de la contamination des eaux souterraines par les pesticides Organochlorés dans la zone d'Akkar –Nord du Liban

Chbib Chaza (1, 2), Net Sopheak (2), Zaide Mohammad.Fouad (1), Ouddane Baghdad (2), Baroudi Moemen (1)

⁽¹⁾ Université Libanaise, Faculté de santé publique section III, Laboratoire des Sciences de l'Eau et de l'Environnement (L.S.E.E), Tripoli, Liban.

⁽²⁾ Université de Lille 1, Équipe Physico-Chimie de l'Environnement, LASIR UMR CNRS 8516, Bâtiment C8, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France- Chaza.chbib@etudiant.univ-lille.fr

Au Liban, l'eau souterraine constitue la principale source d'eau douce, mais suite aux activités humaines agricoles, cette eau est exposée à des hauts risques et en particulier les pesticides qui sont toxiques, persistants et bio-cumulables induisant ensuite des effets néfastes sur la santé humaine, animale, et sur l'environnement. En effet, leur utilisation doit être contrôlée pour protéger l'eau de tout type de contamination.

En plus, les mesures actuelles sont inadéquates et les normes sont rarement appliquées, permettant ainsi la vente de pesticides non enregistrés et leur utilisation abusive par les agriculteurs. Des études précédentes ont prouvé une contamination de cette eau par des pesticides, des nitrates et nitrites d'autre part. Alors que d'autre part, une enquête préliminaire sur quelques villages (haret Al jdide, Qaabarine, Tal Abbas Gharbi) a montré la surveillance des maladies immunitaires et respiratoires chroniques dans plus que 20 % de la population étudiée, avec une perturbation du système reproductif masculine et féminine.

L'objectif de cette étude est d'identifier les types de pesticides utilisés dans la zone d'AKKAR et d'évaluer le taux de la pollution des eaux souterraines ainsi produite.

Les échantillons d'eau ont été collectés de quinze villages situés à Akkar. L'extraction a été effectuée à l'aide d'un système SPE et l'analyse a été réalisée par l'intermédiaire de la GC-MS.

Les résultats ont montré une contamination de l'eau très remarquable par les pesticides organochlorés étudiés. Tal Mehyen, Qlayaat, Kobbet Chamra sont les villages les plus sensibles à ce type de pesticides (concentrations > 20 µg/l). Ces derniers sont parmi les polluants organiques persistants les plus toxiques dont l'utilisation de quelques familles telles que DDT et HCH est interdite mondialement depuis des dizaines d'années, Malgré ça, DDT et ses analogues étaient la famille la plus fréquente probablement en raison de leur faible dégradation dans le sol qui est de 75-100% dans 4 à 30 ans.

L'eau des sites étudiés est énormément contaminée par les pesticides avec des concentrations tellement élevées dépassant les limites déclarées par la directive cadre européen, et affectant par la suite la santé humaine surtout celle des agriculteurs. Cela nécessite de plus s'avancer dans notre recherche en passant à une étude épidémiologique plus détaillée qui nous permet de détecter les maladies apparues dans la région, et d'établir la relation entre elles et la pollution organique de cette eau. En plus, il sera intéressant de savoir le comportement de ces contaminants dans les autres matrices comme le sol et les sédiments.

Mots- clés : eau souterraine, pesticides organochlorés, agriculture, santé humaine, contamination.

3. Effet de l'utilisation répétée de bouillie bordelaise sur la contamination des sols, la biodisponibilité du cuivre et son accumulation dans la vigne.

Denaix Laurence (1), Anatole-Monnier Laetitia (1,2), Thiéry Denis (2)

⁽¹⁾UMR ISPA, INRA BSA, Centre Bordeaux Aquitaine, 71, avenue Edouard Bourlaux – CS 20032 – 33882 Villenave d'Ornon Cedex – laurence.denaix@bordeaux.inra.fr

⁽²⁾UMR S AVE, INRA, BSA, ISVV, Centre Bordeaux Aquitaine, 71, avenue Edouard Bourlaux – CS 20032 – 33882 Villenave d'Ornon Cedex –

Depuis la découverte de la bouillie bordelaise, l'utilisation prolongée du cuivre en tant que fongicide a entraîné son accumulation dans les sols viticoles et arboricoles.

À partir d'une analyse d'une quarantaine de parcelles issues de treize propriétés viticoles dans l'appellation Pessac-Léognan, nous avons démontré une forte variabilité de concentration, qui peut se retrouver entre des parcelles différentes d'un même domaine. Cette variation a été reliée à l'historique d'usage de ces parcelles, grâce à l'analyse d'image de photographies aériennes anciennes. Ainsi, à partir de durée d'usage viticole du sol, il est possible d'estimer sa concentration totale en cuivre.

Sur ces parcelles, nous avons analysé la disponibilité du cuivre au moyen de capteurs passifs et d'extractions chimiques. Nos résultats montrent que la concentration en cuivre disponible du sol est fortement variable d'une parcelle à l'autre et dépend non seulement de la concentration totale en cuivre mais aussi des teneurs en carbone total et en particules fines du sol.

Le cuivre étant un élément phytotoxique, son accumulation dans le végétal pourrait conduire à des modifications morphologiques, biochimiques ou physiologiques dans les différentes parties de la plante, perturbant les interactions plante-bio-agresseur. Nous avons ainsi testé les effets de la contamination cuprique des sols viticoles sur l'absorption du cuivre par la vigne et son transfert vers les parties aériennes. Pour cela, nous avons exposé des boutures de trois cépages différents (Merlot, Cabernet-Sauvignon et le porte-greffe 101.14) à des concentrations de cuivre croissantes (0.2-1-2.5-10 μM Cu) sur substrat de culture inerte (perlite), correspondant aux concentrations minimales et maximales mesurées dans les sols. Après quinze jours d'exposition, nous avons mesuré la distribution du cuivre dans les différents organes de la vigne : racine, tige, feuilles, en distinguant les différents étages foliaires. Nous avons ainsi démontré des différences d'accumulation entre les organes, entre les cépages et une réponse différente des trois cépages à une augmentation de la contamination cuprique. Ainsi le Merlot transfère plus facilement le cuivre vers les parties aériennes, le Cabernet Sauvignon le stockant plus dans les racines.

Une expérimentation sur des plants greffés (Cabernet Sauvignon sur porte greffe 101.14) cultivés sur des sols peu ou fortement contaminés en cuivre a permis de confirmer les effets observés sur bouture, à savoir une forte augmentation de la concentration en cuivre dans les racines pour les sols les plus contaminés. Par contre, sur les plants greffés, il n'y a pas eu d'augmentation de concentration dans les feuilles sur les sols les plus contaminés. Cela peut être dû soit à une spéciation du cuivre différente dans le sol que celle qui était obtenue dans de la perlite, soit à un mécanisme de translocation du cuivre différent dans le cas d'une plante greffée par rapport à une bouture franche.

Mots-clés : cuivre, biodisponibilité, vigne, sol

4. Variabilité de la capacité de sorption du glyphosate et diuron des fonds de fossés évaluée à l'aide de nouveaux indicateurs

Dollinger Jeanne (1), Dages Cécile (1), Negro Sandrine (1), Bailly Jean-Stéphane (2), Voltz Marc (1)

⁽¹⁾INRA, UMR LISAH, 2 Place Pierre Viala, 34060 Montpellier, France -jeanne.dollinger@supagro.inra.fr

⁽²⁾AgroParisTech, UMR LISAH, 2 Place Pierre Viala, 34060 Montpellier, France

Les réseaux de fossés jouent un rôle clé dans la gestion des flux hydriques et sédimentaires au sein des bassins versants agricoles ce qui leur confère une importance particulière dans le devenir des pesticides (Dollinger et al., 2015). En effet, bien que constituant des voies de dispersion, par la collecte et l'acheminement des flux de ruissellement ou de drainage potentiellement chargés en pesticides, les fossés ont été décrits comme des zones tampons efficaces pouvant limiter la pollution des masses d'eau (Dollinger et al., 2015; Needelman et al., 2007). Le pouvoir tampon des fossés vis-à-vis des pollutions par les pesticides résulte essentiellement de processus de sorption sur les différents matériaux des fonds de fossés (e.g., Stehle et al., 2011). La capacité de sorption de pesticides est donc étroitement liée à la nature et à l'abondance des différents matériaux constituant le s fonds de fossés tels que le s sols, la végétation et les litières (Dollinger et al., 2015). L'entretien des réseaux de fossés i.e. curage, désherbage chimique, fauche ou brulis, réalisé pour optimiser le ur e fficiency hydraulique, modifie les p propriétés des fossés e t n otamment l 'abondance des différents matériaux. Par exemple, le curage élimine la plupart des matériaux, or, la fauche et le brulis, apportent de matériaux supplémentaires possédant un fort pouvoir de sorption tels que le foin et les cendres (e.g., Dollinger et al., 2015; Pappas and Smith, 2007). U ne gestion ad équate des r éseaux de fossés p eut donc êt re u n l evier d 'action e fficace p our l a protection de la qualité de l'eau dans les bassins versants agricoles. Réaliser un diagnostic des réseaux et concevoir des stratégies de gestion adaptées requièrent une b onne co nnaissance des facteurs modulant la cap acité de s orption de pesticides dans les fonds de fossés. Cette capacité de sorption dépend notamment de l'abondance et des caractéristiques des matériaux, de l'affinité des pesticides pour ces matériaux et du régime hydraulique (e.g., Stehle et al., 2011). Les coefficients d'adsorption et de désorption, mesurés au laboratoire, sont essentiels mais insuffisants pour caractériser la capacité de sorption des pesticides dans les fonds de fossés car ils renseignent uniquement sur l'affinité relative d'un pesticide pour les différents matériaux. Seules quelques études renseignent des coefficients de sorption de pesticides sur les sols, végétation et litières de fond de fossés (e.g., Rogers and Stringfellow, 2009; Vallée et al., 2014). Cependant aucune ét ude n 'a, à ce j our, estimé la cap acité de s orption g lobale des pesticides d ans les fonds de fossés l iée à l a composition hétérogène des matériaux. En effet, il n'existe pas de méthodologie adaptée à l'évaluation de cette capacité de sorption globale pou r des fossés aux propriétés contrastées et des régimes hydrauliques fluctuants dérivée d'observations peu coûteuses et facilement répétables des propriétés des fossés. Dans ce contexte, nous avons cherché à évaluer la variation de capacité de sorption du glyphosate et du diuron dans les fonds de fossés de trois bassins versants en F rance car actérisés p ar d ifférents co ntextes a gricoles et p édoclimatiques. L es o bjectifs de ce s travaux sont i) d'identifier les facteurs principaux induisant une variabilité de capacité de sorption et ii) de développer une méthode adaptée à l'étude de la sorption globale des fonds de fossés pour des propriétés et régimes hydrauliques contrastés. Nous avons dans un premier temps développé une méthode permettant de calculer un coefficient de sorption global des fonds de fossés ($K_{d_{fossé}}$) ainsi qu'un indicateur permettant d'estimer la proportion de pesticides retenue par sorption lors d'un évènement de crue (SPRI). Les calculs du $K_{d_{fossé}}$ et du SPRI sont basés sur un bilan de masse et intègrent les coefficients de sorption d'un pesticide sur les divers matériaux de fond de fossé, la masse relative des matériaux et les caractéristiques de la crue. Nous avons ensuite mesuré les coefficients de sorption du glyphosate et diuron sur des sols, litières, plantes et cendres provenant de 12 fossés des bassins versants de Roujan (34), du Ruiné (16) et de la Morcille (69) ; fossés dont nous a vons p ar ai lleurs car actérisé les p propriétés de m anière q ualitative (Bailly et al., 2015) afin d 'en d ériver un e estimation de la masse des différents matériaux. Nous avons alors calculé les $K_{d_{fossé}}$ et de SPRI pour 8 fossés contrastés du bassin versant de Roujan, pour des crues de 3h avec des hauteurs d'eau variant de 0.5 à 15 cm. Pour une hauteur d'eau moyenne de 5 cm, SPRI varie de 25 à 51% et de 7 à 35% pour le glyphosate et diuron respectivement selon les fossés. Une augmentation du niveau d'eau de 0.5 à 15 c m provoque un e d iminution d' environ 90% du SPRI pour les de ux herbicides. L a v ariabilité de S PRI en tre les fossés es t p rincipalement l iée à l a nature et l 'abondance des sols et des cendres. En effet, les coefficients de sorption du glyphosate sont non seulement plus élevés pour les sols que pour les autres matériaux mais les sols représentent plus de 85% de la masse totale des différents matériaux. Par ailleurs, le diuron a une affinité très élevée pour les cendres. Ainsi, bien que leur masse soit très faible, les cendres contribuent à plus de 70% à la capacité de sorption du diuron. La végétation et les litières ne représentent qu'une faible proportion de la masse des m atériaux de fond de fossés, ainsi, bi en qu e pr ésentant un pou voir de s orption p ar fois é levé, ces matériaux n e participent que marginalement à la capacité de sorption des deux herbicides.

Remerciements : nous tenons à r emercier l 'ONEMA p our l e f inancement de c e t travail d ans l e cad re du pr ojet F IP a insi que Véronique Gouy et Françoise Vernier d'IRSTEA pour nous avoir facilité les échantillonnages sur les bassins versant de la Morcille et du Ruiné.

Bailly, J.S., Dages, C., Dollinger, J., Lagacherie, P., Voltz, M., 2015. Protocole de spatialisation et d'évolution d'états de surface de fossés (No. 3). INRA.

- Dollinger, J., Dagès, C., Bailly, J.S., Lagacherie, P., Voltz, M., 2015. Managing ditches for agroecological engineering of landscape. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 999–1020. doi:10.1007/s13593-015-0301-6
- Needelman, B.A., Kleinman, P.J.A., Strock, J.S., Allen, A.L., 2007. Improved management of agricultural drainage ditches for water quality protection: An overview. *J. Soil Water Conserv.* 62, 171–178.
- Pappas, E.A., Smith, D.R., 2007. Effects of dredging on agricultural drainage ditch on water column herbicide concentration, as predicted by fluvium techniques. *J. Soil Water Conserv.* 62, 262–268.
- Rogers, M.R., Stringfellow, W.T., 2009. Partitioning of chlorpyrifos to soil and plants in vegetated agricultural drainage ditches. *Chemosphere* 75, 109–114. doi:10.1016/j.chemosphere.2008.11.036

Mots-clés : *Fossé ; Rétention de pesticides ; Qualité de l'eau ; Zone tampon*

5. Développement d'un test de screening en microplaques pour l'évaluation de la toxicité de pesticides chez deux espèces de microalgues marines

Dupraz Valentin (1,2), Stachowski-Haberkorn (1), Dominique Ménard (1), Marie-Hélène Devier (3), Hélène Budzinski (3,4), Farida Akcha(1)

⁽¹⁾Ifremer, Laboratoire d'Écotoxicologie, rue de l'île d'Yeu, BP 2110 5, 443 11 Nantes cedex 03, France
valentin.dupraz@ifremer.fr

⁽²⁾Université de Nantes, UFR Sciences et Techniques, 2, rue de la Houssinière, BP 92208, 44322 Nantes Cedex 03, France

⁽³⁾Université de Bordeaux, UMR 5805, EPOC, Laboratoire de Physico Toxico Chimie de l'environnement, 351 Cours de la Libération, CS 10004, F-33405 Talence Cedex, France

⁽⁴⁾CNRS, UMR 5805, EPOC, Laboratoire de Physico Toxico Chimie de l'environnement, 351 Cours de la Libération, CS 10004, F-33405 Talence Cedex, France

Le projet PHYTOCOTE, financé par le LabEX COTE, concerne l'étude de l'utilisation des pesticides dans les agrosystèmes de la région Aquitaine, leur transfert potentiel vers les écosystèmes et les impacts qui en découlent. Notre participation au volet « impacts » du projet PHYTOCOTE vise à évaluer la toxicité de pesticides sur deux maillons trophiques : les microalgues marines et les larves d'huîtres ; en abordant notamment la problématique des mélanges via des tests en laboratoire avec des extraits de POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Samplers) issus du site d'étude. Les microalgues sont des producteurs primaires à la base des réseaux trophiques aquatiques : elles constituent la source de nourriture principale de nombreux consommateurs primaires, tels que l'huître. Outre sa position de consommateur primaire dans les écosystèmes côtiers, l'huître est également un organisme modèle pour les études en écotoxicologie et une espèce exploitée d'importance en aquaculture.

L'un des premiers objectifs de ce travail est de développer une méthode de screening en microplaques, permettant de mesurer et de comparer la toxicité de plusieurs pesticides, seuls et en mélange, pour deux espèces de microalgues marines couramment utilisées comme algues fourrages en aquaculture : la chrysophyte *T-isochrysis galbana* et la diatomée *Skeletonema costatum*. Cette méthode doit permettre de tester plusieurs substances actives simultanément, tout en conservant une mise en œuvre simple, ainsi qu'une consommation réduite de matériel, d'espace et de temps.

Cinq pesticides ont été testés dans un premier temps dont trois herbicides, le diuron (phénylurée, inhibiteur du photosystème II), le S-métolachlore (chloroacétanilide, inhibiteur de la synthèse des acides gras à très longue chaîne) et le glyphosate (inhibition de l'enzyme EPSPS de la voie de biosynthèse des acides aminés aromatiques), ainsi que deux insecticides, l'imidaclopride (néonicotinoïde, agoniste des récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine) et le fipronil (phénylpyrazole, antagoniste du GABA, blocage des canaux à chlorures associés aux récepteurs du GABA et du glutamate).

Le test de screening sur le phytoplancton en microplaques se déroule de la manière suivante : les cultures de microalgues sont exposées aux substances actives en microplaques stériles 24-puits scellées par un couvercle. Les microplaques sont placées dans une enceinte de culture thermostatée à 20°C selon une photopériode jour:nuit (16:8), à une intensité lumineuse moyenne de 130 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ durant 96 h. Les puits sont remplis avec du milieu de culture f/2 (pour *T-isochrysis galbana*) ou f/2-Si (pour *Skeletonema costatum*) stérile et ensemencés à une densité cellulaire initiale de 1×10^4 $\text{cell}\cdot\text{mL}^{-1}$. Pour chaque substance, les deux espèces de microalgues sont exposées à cinq concentrations (trois réplicats par concentration et six réplicats témoins). La stabilité chimique de certaines substances dans les deux milieux de culture a été évaluée lors d'une expérience dans des conditions identiques mais sans microalgues dans les puits.

Le critère sélectionné pour évaluer la toxicité des substances actives est le pourcentage d'inhibition du taux de croissance par rapport aux témoins. La croissance est estimée quotidiennement par la mesure de la fluorescence de la chlorophylle à 684 nm via un lecteur de microplaques. Au terme des 96 h d'exposition, les puits sont prélevés dans le but de mesurer, par chimie analytique, les concentrations réelles d'exposition aux substances actives testées. Les CE_{50} (Concentration Effective entraînant une inhibition de 50% du taux de croissance) sont ensuite calculées pour chaque molécule et espèce. Pour valider le test, la CE_{50} obtenue avec un test de toxicité en ballons de culture (similaire aux tests standards, OCDE 2011, ISO 8692 :2012) a été comparée avec la CE_{50} obtenue avec le test de toxicité en microplaques, en utilisant le diuron comme substance modèle.

Les tests sont actuellement en cours. La stabilité chimique du S-métolachlore et de l'imidaclopride dans les microplaques ne semble pas être sujette à d'importants phénomènes d'adsorption et/ou de dégradation, la stabilité des autres substances actives sera évaluée ultérieurement. Les premiers résultats obtenus avec le diuron ont permis de valider la méthodologie du test de toxicité en microplaques pour *T-isochrysis galbana* : la CE_{50} obtenue à l'issue d'une exposition de 96 h au diuron en microplaques était de 3,7 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ [3,5 ; 3,9] contre 3,6 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ [3,5 ; 3,7] en ballons.

En conclusion, le test en microplaques a été validé pour *T-isochrysis galbana* et est en cours de validation pour *Skeletonema costatum*. Ce test sera appliqué pour les screenings d'autres molécules ainsi que pour des extraits de

POCIS. Une démarche similaire sera adoptée pour un screening de la toxicité de pesticides chez l'huître creuse en utilisant le test embryon-larvaire normalisé AFNOR.

Cette étude va générer de nombreuses données quant à la toxicité de plusieurs pesticides, aux cibles et modes d'action variés, vis-à-vis des premiers niveaux trophiques des écosystèmes aquatiques : les producteurs primaires (microalgues) et les consommateurs primaires (huîtres).

Mots-clés : *microalgues ; microplaques ; pesticides ; screening ; toxicité*

6. Etude écotoxicologique de l'impact d'un cocktail de pesticides et du cuivre sur les herbiers de *Zostera noltei* du Bassin d'Arcachon

Gonzalez Patrice, Gamain Perrine, Feurtet-Mazel Agnès, Maury-Brachet Régine, Auby Isabelle, Belles Angel, Budzinski Hélène

*Université de Bordeaux, EPOC, UMR CNRS 5805, F-33120 Arcachon, France.
CNRS, EPOC, UMR 5805, F-33120 Arcachon, France.*

Dans le cadre du programme de recherche OSQUAR, visant à améliorer la connaissance du Bassin d'Arcachon par une meilleure caractérisation du milieu et la perception de sa qualité par l'ensemble des usagers, une des problématiques fixée est de comprendre la régression des herbiers de zostères naines (*zostera noltei*), notamment dans les zones les plus orientales de la baie. Des études antérieures ont permis de mettre en évidence la présence d'un certain nombre de molécules phyto-sanitaires, en concentration notable dans les eaux du Bassin, principalement des herbicides et des molécules « anti-salissures » telle que le cuivre entrant dans leur composition. On peut dès lors se demander si la présence de ces différentes molécules dans les eaux du Bassin pourrait expliquer en partie le déclin des herbiers dans les zones les plus orientales.

Pour cela des zostères naines prélevées dans un site indemne de pollution et transférées au laboratoire dans des microcosmes d'eau de mer ont été contaminées à l'aide d'un cocktail de pesticide représentatif de celui rencontré au niveau du Bassin d'Arcachon et du cuivre utilisés seul ou en mélange, ceci à trois températures représentatives des différentes saisons : 10° C, 20°C, 28° C. Trois paramètres ont été étudiés : la croissance foliaire, l'étude de la bioaccumulation du cuivre dans les feuilles, ainsi qu'un suivi de l'expression génétique de gènes cibles.

En fin de contamination, les résultats montrent la capacité des zostères à bioaccumuler le cuivre quelle que soit la température, avec une efficacité réduite en présence du mélange cuivre + cocktail de pesticides aux fortes températures. De plus, l'étude a permis de révéler que les fortes températures exacerbent l'effet des contaminants, aussi bien du cuivre que du cocktail de pesticides seuls ou présents conjointement. Les conséquences sont une inhibition de la croissance des zostères naines mais aussi une modification de l'expression génétique. L'activité mitochondriale s'en retrouve fortement impactée et des taux de mortalité supérieurs surviennent en présence de ces contaminants à fortes températures. Ces analyses en conditions contrôlées de laboratoire ont été confirmées sur le terrain. En effet des plants de zostères ont été prélevés sur des zones impactées et indemnes du Bassin d'Arcachon et le niveau d'expression des gènes cibles déterminés.

Mots-clés : *Zostera noltei*, cuivre, pesticides, impacts, analyses génétiques

7. Transfert du diuron dans les biofilms fluviaux : constantes d'accumulation et de distribution dans la matrice, puis impacts toxiques associés

B. Chaumet, M. Bernard, A. Moreira, N. Mazzella, S. Morin

Irstea, UR EABX, 50 av. de Verdun, F-33612 Cestas Cedex– betty.chaumet@irstea.fr

Dans cette étude on s'intéresse à la distribution et au transfert des pesticides dans le biofilm en lien avec les effets toxiques associés. Le biofilm est à la base de la chaîne trophique, il représente un bon bioindicateur de la contamination aquatique en raison de sa capacité à réagir aux contaminants et à intégrer les pollutions. Il est de plus en plus utilisé en écotoxicologie pour évaluer la qualité de l'eau et les risques associés aux contaminants (métaux, composés pharmaceutiques, pesticides...). Les pesticides étudiés ici sont le diuron, l'une des substances classées prioritaires par la DCE, et ses deux principaux métabolites. Il s'agit d'un herbicide inhibiteur de la photosynthèse utilisé jusqu'en 2008 dans les cultures d'arbres fruitiers, de légumes, de lentilles, de cannes à sucre, ou encore comme désherbant dans les viticultures et les voies ferrées.

Cette étude porte sur la détermination des constantes cinétiques et d'équilibre du diuron dans le biofilm, sur une durée expérimentale de 7 jours. Une expérimentation a été menée en bioréacteur annulaire avec une exposition du biofilm à ces composés à la concentration nominale de 5 µg/L. En conditions abiotiques, la sorption du diuron après équilibre du système sur les parois du bioréacteur et les coupons utilisés comme substrat pour le biofilm n'est pas significative. En présence de biofilm, l'équilibre est atteint rapidement pour les trois molécules testées, et les constantes cinétiques d'accumulation et d'élimination ont pu être déterminées. En parallèle, l'impact biologique a été évalué par la mesure de l'inhibition de la photosynthèse. Trois phases ont été mises en évidence : (1) inhibition précoce (en quelques heures), laissant supposer une internalisation rapide des contaminants dans les cellules, (2) une stabilisation de l'inhibition autour de 20% d'effet, (3) une récupération (au bout de quelques jours) qui pourrait être liée à l'adaptation des microorganismes.

Par ailleurs, le biofilm étant composé de microorganismes (microalgues, bactéries, champignons) et d'une matrice EPS (substances polymériques extracellulaires), contenant des espaces interstitiels (canaux de pores) pouvant retenir de l'eau, il est primordial de caractériser la distribution du diuron dans les différentes fractions : dans l'eau interstitielle, les EPS (capsulaires et colloïdales), et à l'intérieur des cellules. L'abattement du diuron dans l'eau en fonction du temps est à déterminer, ainsi que sa bioaccumulation dans le biofilm. Ceci permet d'obtenir une vision générale quant à la répartition et l'accumulation des pesticides dans le biofilm.

Mots-clés : diuron, biofilm, bioaccumulation, eaux douces

8. Etude des communautés microbiennes naturelles benthiques pour évaluer les conséquences écologiques d'un changement de pratique agricole : Cas de l'interdiction d'utilisation de l'herbicide diuron.

Pesce Stéphane (1), Margoum Christelle (1), Rouard Nadine (2), Foulquier Arnaud (1,3), Martin-Laurent Fabrice (2)

⁽¹⁾Irstea UR MALY, 5 rue de la Doua CS 70077 69626 Villeurbanne Cedex – stephane.pesce@irstea.fr

⁽²⁾INRA, UMR 1347 Agroécologie, 17 rue Sully, 21065 Dijon

⁽³⁾LECA, UMR CNRS-UGA-USMB 5553, Université Grenoble Alpes, BP 53, 38041 Grenoble Cedex 9

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE, 2000) impose le retour au « bon état écologique » des eaux, via notamment la restauration chimique des rivières contaminées. En conséquence, plusieurs mesures ont été prises ces dernières années à différentes échelles (locales, régionales ou nationales) afin de favoriser l'amélioration de la qualité chimique des cours d'eau. Par exemple, à l'échelle nationale, l'une des actions phares concernant les pesticides a été l'élaboration du plan Ecophyto 2018, suite au Grenelle de l'Environnement organisé en 2008. Le plan initial visait à inciter une réduction des usages de pesticides en zone agricole et non agricole, en fixant comme objectif une réduction de 50% de ces usages, grâce notamment au développement et à la diffusion de méthodes alternatives. Cependant, il est rapidement apparu évident que l'évaluation du bénéfice environnemental issu des différentes mesures mises en œuvre ne devait pas se limiter à la seule évaluation de la qualité chimique de l'environnement et qu'il était nécessaire de mieux appréhender la qualité écologique des milieux impactés. Cela a donc engendré un besoin de recherche pour développer des approches permettant de mieux appréhender les capacités de récupération des communautés aquatiques suite à une réduction de pression polluante.

Parmi les communautés aquatiques, les communautés microbiennes présentent une forte capacité de réponse et d'adaptation aux changements environnementaux. Ainsi, l'exposition chronique des communautés microbiennes aux pesticides peut se traduire par la sélection d'espèces tolérantes mais également par des phénomènes d'adaptation génétique ou physiologique. L'étude de ces capacités adaptatives, généralement assez spécifiques d'un composé ou d'une famille de composés, s'avère donc très prometteuse pour établir *in situ* des liens entre exposition et effets biologiques sur les communautés microbiennes. Les communautés microbiennes naturelles constituent donc potentiellement de bons indicateurs de perturbation ou de résilience de la qualité des milieux, notamment en termes de pollution chimique. Deux approches combinées sur l'étude des capacités adaptatives des communautés microbiennes semblent particulièrement prometteuses pour établir *in situ* des liens entre les niveaux d'exposition aux toxiques et leurs effets sur le compartiment microbien. Il s'agit i) des approches PICT (Pollution Induced Community Tolerance) qui visent à mesurer et suivre l'évolution du niveau de tolérance des communautés microbiennes aux toxiques et ii) des approches focalisant sur les capacités de biodégradation des pesticides organiques par les microorganismes hétérotrophes.

De ce fait, nous avons mené un suivi trisannuel (2008-2011) sur une rivière située dans la zone viticole du Beaujolais afin d'évaluer l'intérêt de ces deux types d'approches pour appréhender les conséquences écologiques de l'interdiction d'utilisation du diuron (effective en décembre 2008). Avant son interdiction, ce composé était le principal herbicide détecté dans le cours d'eau et ce, depuis de nombreuses années. Les résultats de cette étude montrent que l'interdiction d'utilisation du diuron a engendré une diminution du niveau de contamination du cours d'eau se traduisant par une diminution progressive i) des capacités de tolérance des biofilms phototrophes à ce toxique et ii) des capacités des communautés sédimentaires microbiennes à le dégrader. Les conclusions de cette étude offrent donc des perspectives particulièrement intéressantes en vue de développer de bons indicateurs d'exposition aux pesticides basés sur les mécanismes d'adaptation microbienne aux pesticides.

Mots-clés : bioindication, écotoxicologie microbienne, adaptation microbienne, biodégradation, pollution induite (PICT), pesticides

9. Etude des effets de pesticides perturbateurs endocriniens modèles par des approches *in vitro* et *in vivo* chez le copépode *Eurytemora affinis*

Legrand Elena, Boulangé-Lecomte Céline, Forget-Leray Joëlle

UMR I-02 SEBIO, FR CNRS SCALE, ULH, Normandie Université, 25 rue Philippe Lebon, 76063 Le Havre
joelle.leray@univ-lehavre.fr

En réponse à l'augmentation de la population mondiale, et grâce à l'essor de la chimie organique, l'utilisation de pesticides s'est intensifiée ces 50 dernières années. Ces molécules, comme l'ensemble de xénobiotiques, peuvent circuler dans l'air ou les sols et être transportés vers les eaux de surface ou souterraines. Les écosystèmes aquatiques représentent donc la destination finale des contaminants. Une contamination globale de ces environnements aux pesticides, a en effet pu être observée, tout autour du globe, notamment autour des régions d'agriculture intensive. Dans ces écosystèmes, les produits phytosanitaires exercent leur toxicité sur des espèces non-ciblées par ces molécules. Les copépodes, représentent un taxon essentiel du réseau trophique aquatique. En particulier, le copépode calanoïde *Eurytemora affinis*, est présent dans la majorité des estuaires de l'hémisphère nord et représente près de 90% du zooplancton de l'estuaire de Seine. Son rôle et sa représentativité au sein des écosystèmes estuariens, son cycle de développement court et identifiable en stades distincts sont autant d'atouts pour l'utilisation d'*E. affinis* comme espèce en écotoxicologie. Ainsi, ces travaux de thèse explorent les effets de pesticides à potentiel perturbateur endocrinien (PE) - la chlordécone (CLD) et le pyriproxyfène (PXF) - par des approches « omics » innovantes. En parallèle, le potentiel PE de ces mêmes composés ont été étudié par des tests *in vitro* - afin d'évaluer la pertinence des critères cut-off pour la protection des espèces non cibles tels que les crustacés.

Ainsi, cette étude présente les premiers transcriptomes entiers d'*E. affinis* après exposition à deux pesticides (CLD, PXF) seuls et en mélange binaire. 19 721 transcrits ont ainsi pu être identifiés. Un effet sexe dépendant a été observé en réponse aux contaminants avec une régulation génique 2 à 3 fois supérieure chez les individus mâles que chez les femelles copépodes. L'étude des différents transcriptomes a permis d'identifier une liste de gènes candidats potentiels, tels que les gènes de la protéine kelch-like, la protéine chromobox ou la cathepsine, et d'en discuter pour l'établissement de futurs biomarqueurs de perturbation endocrinienne. Cette approche transcriptomique a été complétée par une étude protéomique. Les deux techniques ont été discutées quant à leur utilisation pour l'établissement de futurs biomarqueurs. De plus, alors que les deux tests *in vitro* utilisés ont permis de mettre en lumière des activités agonistes et antagonistes de récepteurs de vertébrés et d'invertébrés, l'utilisation de ces derniers est discutable pour l'évaluation du potentiel PE des composés en mélange.

Mots-clés : omics, pesticides, perturbation endocrinienne, crustacés

10. Evaluation *a priori* des risques immuno-toxiques associés aux composés biosourcés d'origines microbiennes – Cas des rhamnolipides.

Hakim Chouki Samaï (1), Damien Rioult (2), Arnaud Haudrechy (3), Elodie Geba (1,2), Amandine Sommé (1,2), Marc Ongena (4), Sandrine Bouquillon (3), Alain Geffard (1), Stéphan Dorey (5), Stéphane Betoulle (1,2)

⁽¹⁾Unité St ress E nvironnementaux e t B iosurveillance de s m ilieux aquat iques, U MR-I 0 2, U niversité d e R eims Champagne-Ardenne, F R CNRS 34 17 C ondorcet, UFR d es S ciences E xactes e t N aturelles, B P 1 039, 51687 R eims Cedex 2

⁽²⁾Plateau t echnique m obile e n c ytométrie e nvironnementale M OBICYTE, U niversité de R eims Champagne-Ardenne/INERIS, F R CNRS 3417 C ondorcet, UFR des S ciences E xactes e t N aturelles, B P 1039, 51687 R eims Cedex 2

⁽³⁾Institut de Chimie Moléculaire de Reims UMR CNRS 7312, Université de Reims Champagne-Ardenne, F R CNRS 3417 C ondorcet, UFR des S ciences E xactes e t N aturelles, B P 1039, 51687 R eims Cedex 2.

⁽⁴⁾Unité de Bio-Industries, Centre de Biophysique Moléculaire Numérique, F R CNRS 3417 C ondorcet, Unité de Chimie Générale et Organique, Unité de Phytopathologie - Gembloux Agro-Bio Tech - Université de Liège.

⁽⁵⁾Unité de Recherche Vignes et Vins de Champagne EA 4770, Université de Reims Champagne-Ardenne, F R CNRS 3417 C ondorcet, UFR des S ciences

Dans un contexte de réduction de l'usage de pesticides en agriculture, l'utilisation de molécules issues de microorganismes utilisés en lutte biologique, capables de stimuler les défenses des plantes ou d'agir directement contre les agents phyto-pathogènes, constitue un axe essentiel de la lutte intégrée. Cependant, compte tenu de leurs propriétés biologiques, ces molécules sont susceptibles d'être à la base de processus d'hypersensibilités touchant de façon non spécifique les organismes non cibles. Afin d'envisager l'application au champ/vignoble de telles molécules ainsi que leur commercialisation, il est nécessaire d'engager des études sur les risques écotoxicologiques reliés à leur utilisation et plus généralement d'appréhender leur impact environnemental. L'élicitation des mécanismes de défense des plantes induite par ces composés si elle s'avère bénéfique pour les plantes cibles, peut toutefois constituer un risque pour les organismes non-cibles qui à terme pourraient y être exposés dans leur milieu de vie. Il a déjà été démontré que parmi les nombreuses molécules libérées par les bactéries (notamment *Pseudomonas* et *Bacillus*), certaines comme les rhamnolipides et lipopeptides peuvent agir directement sur les cellules immunitaires en induisant des réponses cellulaires à caractère pro-inflammatoire. Ainsi, qu'ils contaminent d'ores et déjà les hydrosystèmes continentaux (lipopolysaccharides bactériens) ou qu'ils soient susceptibles de les contaminer (notamment les rhamnolipides produits de la chimie verte), les composés issus des bactéries peuvent être porteurs d'un risque inflammatoire qu'il est important d'appréhender.

Les travaux présentés ont permis d'étudier les effets de formes moléculaires de rhamnolipides sur l'activité oxydative de cellules impliquées dans la défense immunitaire d'organismes animaux non cibles, modèles d'études en écotoxicologie (Hémocytes de mollusques bivalves et leucocytes de vertébrés téléostéens).

A des doses équivalentes à celles utilisées dans les démarches menées *in vitro* sur les modèles cellulaires végétaux, les rhamnolipides se révèlent peu cytotoxiques vis-à-vis des leucocytes spléniques de gardon, excepté pour la concentration la plus forte testée (10µM). Aux concentrations non cytotoxiques, des stimulations de l'activité oxydative des leucocytes de poissons sont observables, confirmant l'action observée chez les plantes.

Les résultats permettent une meilleure appréhension des risques oxydatif et inflammatoire potentiellement associés à ces composés biosourcés et contribuent à améliorer notre connaissance des mécanismes de production d'espèces réactives de l'oxygène par les cellules immunitaires dans un contexte de biologie comparée.

Mots-clés : *écotoxicologie, rhamnolipides, inflammation*

11. Devenir d'un nématicide « cadusafos » dans trois principaux sols volcaniques tropicaux

Samouelian Anatja (1), Fernandez-Bayo Jesus (1), Saison Carine (2), Negro Sandrine (1), Voltz Marc (1)

⁽¹⁾INRA UMR LISAH 2, place Pierre Viala, F-34060 Montpellier – anatja.samouelian@supagro.inra.fr;

⁽²⁾IRD UMR LISAH 2, place Pierre Viala, F-34060 Montpellier

L'utilisation de pesticides en agriculture est une pratique couramment répandue pour le contrôle des bioagresseurs des cultures. Elle conduit à des impacts environnementaux constatés en de nombreuses régions du monde, notamment au plan de la contamination des eaux et des sols par les matières actives employées. En régions tropicales Antillaises, les conditions pluviométriques très intenses associées à des sols développés sur des substrats volcaniques à forte capacité d'infiltration favorisent les situations de transferts par percolation. Les Andosols, Nitisols et Ferralsols présents dans les Antilles sont issus d'une séquence de pédogenèse bien spécifique, et géographiquement très localisée. Cette séquence est décrite dans le référentiel pédologique (Baize et al 2008) comme le passage des Andosols aux Ferralsols par les Nitisols, et la proximité géographique entre eux s'explique par la présence de différents matériaux volcaniques d'âges et de natures différents. La durée et les modifications des conditions climatiques conduisent à une différenciation minéralogique par l'altération progressive des allophanes présents dans les Andosols vers la formation d'halloysite dans les Nitisols, puis de kaolinite et/ou de gibbsite dans les Ferralsols. Les Andosols très drainants ont une forte teneur en matière organique, en comparaison les Nitisols ont une importante concentration de la fraction <2µm. Concernant les Ferralsols, la composition minéralogique associée à un faible pH fournissent des conditions favorables à une bonne stabilité structurale. L'ensemble de ces sols présente une densité apparente très faible, souvent inférieure à 1g/cm³. Ce contexte agropédoclimatique très spécifique amène un besoin supplémentaire de connaissances sur les processus de devenir des produits phytosanitaires dans les sols cultivés tropicaux pour mieux appréhender les risques de contamination.

En fonction de trois principaux types de sols principalement cultivés sous bananes (Andosol, Nitisol et Ferralsol) notre objectif est d'identifier, caractériser et quantifier : 1) les différents processus de dissipation de la substance active après épandage et 2) les mécanismes de transfert par percolation au sein du profil de sol. A ces fins nous avons développé une démarche expérimentale qui s'appuie sur une succession de simulations de pluie en laboratoire sur colonnes de sol non remanié de grande taille. La molécule modèle choisie est le cadusafos, un nématicide utilisé en bananeraie jusqu'en 2008, et déjà étudiée en contexte volcanique tropicaux lors d'expérimentations sur parcelle de bananes sur Andosol décrites dans Saison et al. (2008).

Résultats :

Les simulations de pluies successives effectuées pendant 11 semaines sur les colonnes de sol, montrent que les écoulements sont très contrastés en fonction des types de sols. L'andosol présente des flux très rapides en cohérence avec la macroporosité observée sur ce type de sol, avec un temps de percée de moins d'une heure pour le cadusafos. Dès la première pluie une concentration significative en cadusafos est mesurée en bas de colonne. A partir de la 6^{ème} pluie la concentration des eaux de percolation tend progressivement à diminuer en raison de la dégradation et dissipation de la molécule dans le sol. La colonne nitisol présente un comportement très différent avec des concentrations en cadusafos assez faibles durant les premières pluies, et un temps de percée beaucoup plus important, supérieur à la dizaine d'heures. Ces caractéristiques suggèrent un front d'infiltration matriciel progressant lentement dans le profil de sol sans écoulement préférentiel rapide significatif. La colonne ferralsol présente une dynamique intermédiaire avec des débits du même ordre de grandeur que l'andosol, mais avec une dynamique de transfert de cadusafos différente. On observe un pic de concentration en début de simulation de pluie, ainsi qu'un temps de percée de l'ordre de l'heure. On constate une augmentation progressive des concentrations moyennes au cours de la succession de simulations de pluie. Ainsi pour la colonne de ferralsol, les données de percolation suggèrent un processus majoritaire d'écoulement de type matriciel avec une contribution minoritaire d'écoulement préférentiel macroporal.

En fin d'expérimentation la quantification du cadusafos adsorbé à la matrice sol permet d'estimer le stock de molécule facilement mobilisable et de résidus non extractible. A nouveau suivant les types de sols, on observe une variation de la répartition de ces fractions. Les premiers résultats analytiques indiquent que la fraction de cadusafos extractible est beaucoup plus importante pour le nitisol (54%) que pour l'andosol (4%), tandis que la fraction non extractible est plus importante pour l'andosol (20%) que pour le nitisol (6%). Ceci est cohérent avec les différences de teneur en matière organique de ces sols. Concernant le ferralsol les résultats sont en cours d'acquisition.

Conclusion

Les résultats ci-dessus montrent des fonctionnements différenciés des processus de dissipation et de percolation du cadusafos sur trois sols typiques de la sole bananière et indiquent donc le besoin d'une prise en compte de la diversité pédologique pour l'évaluation des risques de transfert des pesticides dans le milieu antillais.

Remerciements

Les résultats présentés dans cette communication font l'objet d'un soutien par l'ANSES en vue du développement d'un outil de prédiction des concentrations dans les eaux souterraines et superficielles pour les produits phytosanitaires destinés aux DOM. Nous remercions David Fages, Chantal Geniez, Olivier Huttel et Célia Jean-Baptiste (UMR LISAH) ainsi que Philippe Cattan et Germain Onapin (CIRAD Guadeloupe) pour leur aide lors de prélèvements de colonnes de sols non remaniés et/ou de conduites d'expérimentations au laboratoire.

Mots-clés : *Cadusafos, Andosol, Nitisol, Ferralsol*

12. Adsorption et désorption du thiamethoxam et de la lambda cyhalothrine sur trois sols de grande culture

Ngaha Emmanuel (1,2), Sayen Stéphanie (1), Duranđlu Dilek (2), Guillon Emmanuel (1)

⁽¹⁾Institut de Chimie Moléculaire de Reims (ICMR), UMR CNRS 7312, Université de Reims Champagne-Ardenne, 51687 Reims Cedex 2, France

⁽²⁾Chemical Engineering Department, Yildiz Technical University, Davutpasa Campus 34210, Esenler, Istanbul, Turquie
stephanie.sayen@univ-reims.fr

Afin d'accroître la productivité des sols, les agriculteurs ont recours aux produits phytosanitaires ou pesticides. Cependant, malgré leur contribution importante à la lutte contre la faim dans le monde, cet usage ne se fait pas sans risques pour l'environnement. Une fois dans la nature, ils se répartissent entre l'air, l'eau et le sol en fonction de leurs caractéristiques spécifiques. C'est ainsi que certaines molécules de pesticides ont été retrouvées dans des produits agricoles, des sols, des eaux souterraines et dans des eaux de surface où ils peuvent provoquer des dégâts importants. A cause des techniques de traitement pas toujours adaptées à ce type de polluants, ils se retrouvent de plus en plus dans les eaux destinées à la consommation humaine. Les travaux reportés ici concernent deux molécules fréquemment utilisées sur pommiers et melons par exemple et pour lesquelles il existe peu d'études sur leur comportement dans les sols. Le thiamethoxame est une molécule de la famille des néonicotinoïdes (insecticide neurotoxique pour les invertébrés) utilisée en agriculture intensive. La lambda-cyhalothrine quant à elle, est une molécule appartenant à la famille des pyréthriinoïdes.

Cette étude présente les propriétés de sorption du thiamethoxame et de la lambda-cyhalothrine, étudiés individuellement, puis en mélange sur trois sols de grande culture. Leur adsorption est étudiée en fonction de paramètres tels que le temps de contact et la concentration en pesticide. Pour le thiamethoxame, la modélisation des cinétiques d'adsorption selon les ordres 1 et 2, et selon le modèle d'Elovich, a permis de conclure à une cinétique d'ordre 2 avec un équilibre d'adsorption atteint en 24 heures. Les paramètres d'adsorption K_d et K_{oc} varient respectivement de 2,3 L.kg⁻¹ à 6,7 L.kg⁻¹ et de 227,7 à 536,1 L.kg⁻¹. Des études de désorption menées afin de déterminer les quantités potentiellement libérables révèlent que plus de 20 % de la molécule (23µg.g⁻¹) adsorbée sont libérés. Par contre, la lambda-cyhalothrine présente une adsorption négligeable dans les mêmes conditions impliquant un risque de transfert direct de cette molécule vers les eaux. Une étude de l'adsorption simultanée des deux molécules en mélange permettra de mettre en évidence une éventuelle modification de leur comportement d'adsorption et ainsi de mieux appréhender le risque pour l'environnement, puisque le thiamethoxam et la lambda-cyhalothrine sont utilisés conjointement dans certaines formulations.

Mots-clés : pesticides, thiamethoxame, lambda cyhalothrine, sorption, sol

13. Chlordécone: étude approfondie des métabolites issus de sa dégradation microbiologique

Chevallier Marion, Ugarte Edgardo, Chaussonnerie Sébastien, Barbance Agnès, Florian Lagarde, Eddy Elysée, Delphine Muselet, Fossey Aurélie, Fonknechten Nuria, Weissenbach Jean, Le Paslier Denis, Saaidi Pierre-Loïc

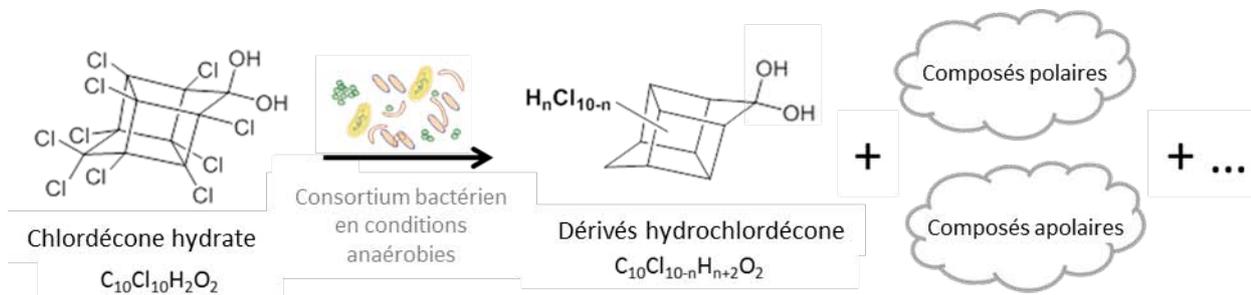
CEA, DSV, IG, Genoscope, CNRS-UMR8030, 2 rue Gaston Crémieux, 91057 Evry (France)

Université Evry Val d'Essonne, Boulevard François Mitterrand, 91000 Evry (France)

E-mail: mchevallier@genoscope.cns.fr

La chlordécone (Kepone®) est un pesticide de synthèse organochloré qui a été utilisé dans les années 1970 aux Antilles pour lutter contre le charançon du bananier. Bien que son utilisation ait été interdite il y a plus de vingt ans, elle continue à polluer les sols, l'eau et l'ensemble de la chaîne alimentaire via différents écosystèmes. Sa persistance provoque de nombreux problèmes sanitaires et socio-économiques. La dégradation de la chlordécone a été étudiée en conditions anaérobies avec des cultures microbiologiques enrichies. Des suivis réalisés par GC-MS et LC-MS ont montré la présence de composés chlorés issus de la dégradation de la chlordécone dans de nombreuses cultures [1]. De plus, certains consorcia ainsi qu'une souche bactérienne isolée conduisent à une dégradation complète de la chlordécone associée à l'accumulation simultanée de trois familles de métabolites chlorés : une famille de composés non polaires, une autre de composés polaires et des dérivés hydrochlordécone (cf. figure).

Le travail réalisé a pour but d'élucider les structures de ces métabolites chlorés en utilisant des techniques analytiques complémentaires (RMN, GC-MS et LC-MS). Afin d'obtenir les composés en quantités suffisantes, de nouveaux protocoles de dégradation par voie chimique ont été développés. Ils permettent ainsi un meilleur accès aux métabolites clés qui ont un grand intérêt pour la suite de cette étude. Ce travail a aussi mis en lumière des observations intrigantes sur la dégradation de la chlordécone signalées ces quarante dernières années : l'approche chimique utilisant la vitamine B₁₂ réalisée par Schrauzer et Katz [2] et l'approche biologique impliquant *Methanosarcina thermophila* [3] génèrent toutes les deux des composés chlorés dont la structure n'est pas déterminée. Aussi, l'élucidation de la voie de dégradation de la chlordécone ouvrira la voie au développement de nouvelles stratégies de dépollution.



Principales familles de métabolites issues de la dégradation de la chlordécone

Chaussonnerie S., Saaidi P. L., Ugarte E., Barbance A., Fossey A., Barbe V., Gyapay G., Bröls T., Chevallier M., Couturat L., Marie L., Fouteau S., Pateau E., Cohen G. N., Fonknechten N., Weissenbach J., Le Paslier D., *Microbial degradation of a recalcitrant pesticide: chlordécone*, submission in progress.

Schrauzer G. N., and Katz R. N., Reductive Dechlorination of Mirex and Kepone with Vitamin B₁₂, *Bioinorganic Chemistry* 1978, 9, 123-143.

Jablonski P. E., Pheasant D. J., Ferry J. G., Conversion of Kepone by *Methanosarcina thermophila*, *FEMS Microbiology letters* 1996, 139, 169-173.

Mots-clés : Chlordécone, dégradation microbiologique, élucidation structurale, métabolites, pesticide chloré

14. Impact de la formulation de phytosanitaires sur leur biodégradation et la croissance de microorganismes

Youness Mohamed, Sancelme Martine, Besse-Hoggan Pascale

Institut de Chimie de Clermont-Ferrand (ICCF), CNRS, UMR 6296, Clermont Université, Université Blaise Pascal, 63178 Aubière Cedex, France – Pascale.Besse@univ-bpclermont.fr

Parmi les stratégies visant à réduire l'utilisation des produits phytosanitaires dans le cadre du plan Ecophyto, une des pistes proposées est l'augmentation de l'efficacité des matières actives par un design de formulation. Les additifs/adjuvants vont ainsi permettre une meilleure stabilité de la matière active, une augmentation de la dispersion et de l'adhésion des gouttelettes de spray sur la surface végétale, une plus grande facilité de pénétration dans la plante, une limitation des phénomènes de drift lors de l'épandage, ... Cependant, très peu d'études portent sur le devenir ou l'impact de ces composés dans l'environnement. De plus, l'existence d'une multi-contamination des sols via l'épandage de mélanges de molécules (matières actives et adjuvants) peut entraîner des modifications importantes sur le devenir de chaque composé individuellement.

Nous avons étudié l'effet de la formulation d'un herbicide, la mésotrione (Calisto®), et d'un fongicide, le tébuconazole (Balmora®), sur leur biodégradation respective, en termes de modulation de cinétiques et de voies métaboliques impliquées, mais aussi sur la croissance de différents microorganismes (bactéries Gram positif et Gram négatif, levures) dégradants ou non.

Les études comparées matière active / formulation ont montré une forte influence des adjuvants sur les cinétiques de biodégradation des deux phytosanitaires testés, mais aussi sur la croissance microbienne. Cependant, si un effet inhibiteur est systématiquement observé sur cette dernière (d'autant plus que la concentration est forte et avec une sensibilité exacerbée chez les bactéries Gram positif), l'effet sur la biodégradation de la matière active est beaucoup plus variable suivant les microorganismes testés, allant d'une forte inhibition à un effet neutre, voire même à une stimulation de l'activité de biodégradation. Par contre, dans tous les cas, les voies de biodégradation ne sont pas modifiées. Des suivis de la concentration globale des additifs/adjuvants de ces formulations (leurs structures et leur nombre faisant partie du secret industriel) ont été réalisés par RMN ¹H et ont permis de mettre en évidence, dans certains cas, leur biodégradation pouvant expliquer la stimulation de celle de la matière active par des phénomènes de co-métabolisme.

Il s'agirait maintenant de comparer différentes formulations du marché pour chacun de ces phytosanitaires (ou tester les quelques adjuvants connus) pour mieux appréhender l'impact global des adjuvants sur la biodégradation de la matière pure.

Mots-clés : *Biotransformation, impact, adjuvants, métabolites, formulations*

15. Calibration d'échantillonneurs passifs de type POCIS pour le suivi de la contamination des eaux en Chlordécone

Tapie Nathalie (1), Risser Théo (2), Pardon Patrick (1), Lauga Béatrice (2), Monti Dominique (3), Budzinski Hélène (1)

⁽¹⁾ Université Bordeaux, UMR CNRS 5805 EPOC, équipe LPTC, 351 cours de la Libération 33405 Talence. (helene.budzinski@u-bordeaux.fr)

⁽²⁾ Université de Pau et des Pays de l'Adour, UMR CNRS 5254 (IPREM-EEM) équipe Environnement et Microbiologie, BP 1155 F64013 Pau cedex. (beatrice.lauga@univ-pau.fr)

⁽³⁾ Université des Antilles, D YNECAR-BOREA, Laboratoire de Biologie marine, BP 250, 97157 Pointe-à-Pitre, Guadeloupe. (phone.dominique@gmail.com)

Au début des années 2000, la contamination des ressources en eau de la Guadeloupe et de la Martinique par le chlordécone a été clairement mise en évidence. Cette contamination des eaux antillaises est due à l'utilisation courante entre 1971 et 1993 des Kepone[®] et Curlone[®], insecticides organochlorés utilisés pour lutter contre le charançon du bananier. Son utilisation sur l'ensemble du territoire couplée aux propriétés physico-chimiques de la molécule a conduit à une contamination globale des sols, des cours d'eau et des biocénoses associées ainsi qu'à la nécessité de développer des outils pour suivre la contamination de ces différents compartiments.

Les travaux présentés ici démontrent l'efficacité des échantillonneurs passifs de type POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler) pour caractériser les niveaux de contamination en chlordécone des eaux de surface guadeloupéennes. En effet ces outils, déjà testés à grande échelle sur d'autres types de pesticides permettent un échantillonnage intégratif sur la durée du temps d'exposition (accès à la concentration d'exposition des organismes du milieu) et sont moins sensibles au transport que des échantillons d'eau. Au cours de nos travaux deux calibrations ont été réalisées sur une durée de 14 jours afin de déterminer les taux d'échantillonnage des POCIS pour le chlordécone. Une calibration en milieu contrôlé a été menée en laboratoire en 2014 et une calibration similaire a été réalisée *in situ* en février 2015 sur la rivière de Capesterre (Basse Terre, Guadeloupe). Sur chacune de ces calibrations trois types de configurations ont été testés pour les POCIS (i) Nylon de diamètre de pore 30 µM, (ii) Nylon de diamètre de pore de 0,1 µM (iii) Polyéther sulfone (PES). La phase utilisée pour les POCIS a toujours été la phase Oasis HLB (60µm) (Waters, Guyancourt, France). Afin d'assurer l'analyse du chlordécone dans l'eau et les échantillonneurs passifs, des protocoles d'extraction et d'analyses du chlordécone ont été développés et validés. Les résultats obtenus montrent une bonne capacité de l'outil POCIS à échantillonner le chlordécone, en particulier la configuration PES.

Remerciement : ANR CHLORINDIC, CPER A2E.

Mots-clés : Chlordécone, eau, POCIS, Guadeloupe

16.

17. Échantillonneur passif innovant à base de silicone pour l'extraction simultanée de pesticides polaires et apolaires dans les eaux de surface.

Martin Alexis (1), Jolivet Antoine (1), Le-Dréau Matthieu (1), Coquery Marina (1), Randon Jérôme (2), Margoum Christelle (1)

⁽¹⁾Irstea, 5 rue de la Doua, CS70077, 69626 Villeurbanne cedex– christelle.margoum@irstea.fr

⁽²⁾ISA, UMR 5280, UCBL, 5 rue de la Doua, CS70077, 69626 Villeurbanne cedex, France

L'échantillonnage passif représente une alternative simple et économique aux échantillonnages ponctuels et moyennés automatisés pour la détermination des niveaux de contamination des eaux de surface par les pesticides, en particulier pour mieux évaluer les effets de plans d'actions mis en œuvre. L'échantillonnage passif permet la détermination de concentrations moyennes des composés cibles, intégrées sur la période d'exposition de l'échantillonneur, après un étalonnage réalisé en conditions contrôlées de laboratoire. Plusieurs échantillonneurs passifs ont été développés au cours de ces dernières décennies, avec pour cibles des pesticides aux propriétés physico-chimiques variées. Les outils à base d'élastomère de silicone (polydiméthylsiloxane, PDMS) tels que les feuilles de silicone [1], le MESCO [2] ou la Passive SBSE [3] sont utilisés pour les composés hydrophobes, tandis que le Polar Organic Chemical Integrative Sampler (POCIS [4,5]) est le mieux adapté pour l'échantillonnage passif de pesticides organiques plus polaires. Généralement, plusieurs outils doivent donc être déployés simultanément sur site pour couvrir l'échantillonnage et la quantification d'une large gamme de pesticides dans les milieux aquatiques.

Ces travaux présentent le développement d'un matériau composite innovant pour l'échantillonnage passif de pesticides polaires et apolaires en utilisant une seule phase réceptrice. Ce matériau, dénommé PACSiR (Polar Apolar Composite Silicone Rubber), a été conçu pour la sorption d'une large gamme de composés organiques en combinant les propriétés de sorption du PDMS et de la phase Oasis HLB® utilisée dans le POCIS.

Dans un premier temps, des essais préliminaires en laboratoire ont validé les capacités de sorption du PACSiR vis-à-vis d'une large gamme de pesticides avec des propriétés physico-chimiques variées ($0,6 < \log K_{ow} < 5,5$). La comparaison de ces données avec du PDMS seul ont montré le gain d'extraction pour les pesticides les plus polaires.

Dans un second temps, le PACSiR a été calibré comme échantillonneur passif pour une vingtaine de pesticides. Il est déployé sous forme d'une tige de silicone polaire (TSP) de petite taille (20 x 3 x 3 mm) qui simplifie l'application sur le terrain et l'extraction des pesticides en laboratoire. Un suivi cinétique de l'accumulation de 20 pesticides sur 14 jours a été réalisé pour déterminer les constantes de calibration. Les taux d'échantillonnage (R_s) et les coefficients de partage (K_{sw}) ont été calculés pour la détermination des concentrations moyennes sur la période d'exposition des TSP. Une période d'exposition de 7 jours est ainsi préconisée pour les TSP. Des taux d'échantillonnage 1,5 à 12,5 fois plus importants ont été reportés pour les TSP que pour le PDMS. En conséquence les limites de quantification (LQ) pour les pesticides polaires sont nettement améliorées avec le PACSiR.

Finalement, des TSP ont été exposées dans des petits cours d'eau de trois bassins versants agricoles au printemps 2015 pour évaluer la contamination en pesticides. D'un point de vue qualitatif, cet outil a permis de détecter une quinzaine de pesticides sur les 20 recherchés, principalement des fongicides de polarité moyenne et des insecticides hydrophobes mais aussi des herbicides plus polaires. L'application de cet outil a permis de mettre en évidence de manière simplifiée des pressions de contamination différentes suivant les cultures. La quantification de pesticides avec les TSP a permis d'évaluer les variations d'un point de vue spatial (gradient amont-aval) et temporel (4 semaines consécutives sur un mois). Des variations nettes de concentrations en pesticides d'amont en aval et en relation avec les conditions météorologique et les pratiques agricoles ont pu être mises en évidence. Les niveaux de concentration obtenus avec les TSP sont tout à fait cohérents avec les résultats obtenus par d'autres stratégies d'échantillonnage (ponctuels, moyennés au temps et autres échantillonneurs passifs tels que les POCIS).

Cette étude a démontré le potentiel du nouveau matériau composite PACSiR en tant que phase réceptrice pour l'échantillonnage passif d'une large gamme de pesticides. Les capacités de sorption sont améliorées en comparaison du PDMS seul et des LQ plus basses peuvent être atteintes pour les pesticides polaires. L'exposition de ce matériau sous forme de tiges (TSP) dans trois rivières a montré l'intérêt d'un tel outil pour déterminer l'occurrence, évaluer les tendances spatiales et temporelles et estimer la concentration moyenne en pesticides dans les cours d'eau de petits bassins versants agricoles. Des études complémentaires sont à venir pour élargir la gamme d'utilisation du PACSiR pour d'autres types de composés (autres pesticides, hormones, pharmaceutiques, HAP ou PCB).

1. Rusina TP, Smedes F, Koblizkova M, Klanova J (2010) Calibration of Silicone Rubber Passive Samplers: Experimental and Modeled Relations between Sampling Rate and Compound Properties. *Environmental Science & Technology* 44 (1):362-367. doi:10.1021/es900938r

2. Paschke A, Schwab K, Brümmer J, Schürmann G, Paschke H, Popp P (2006) Rapid semi-continuous calibration and field test of membrane-enclosed silicone collector as passive water sampler. *J Chromatogr A* 1124 (1-2):187-195

3. Assoumani A, Coquery M, Liger L, Mazzella N, Margoum C (2015) Field application of passive SBSE for the monitoring of pesticides in surface waters. *Environmental Science and Pollution Research* 22 (6):3997-4008. doi:10.1007/s11356-014-3590-4

4. Alvarez DA, Petty JD, Huckins JN, Jones-Lepp TL, Getting DT, Goddard JP, Manahan SE (2004) Development of a passive, in situ, integrative sampler for hydrophilic organic contaminants in aquatic environments. *Environ Toxicol Chem* 23 (7):1640-1648
5. Mazzella N, Debenest T, Delmas F (2008) Comparison between the polar organic chemical integrative sampler and the solid-phase extraction for estimating herbicide time-weighted average concentrations during a microcosm experiment. *Chemosphere* 73 (4):545-550

Mots-clés : *échantillonnage passif, matériau composite, PDMS, pesticides, eaux de surface*

18. Amélioration de la connaissance des pressions pesticides dans les zones de polyagriculture-élevage de têtes de bassin versant : Exemple de l'Auvézère (19) et de l'Aixette (87)

Guibal Robin (1), Lissalde Sophie (1), Charriau Adeline (1), Buzier Rémy (1), Poulier Gaëlle (1, 2), Mazzella Nicolas (2), Rebillard Jean-Pierre (3), Brizard Yoan (4), Guibaud Gilles (1).

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

⁽²⁾ Irstea, groupement de Bordeaux, 50, avenue de Verdun 33612 Gazinet-Cestas

⁽³⁾ Agence de l'Eau Adour Garonne, 90 Rue du Feretra, 31078 Toulouse Cedex 4

⁽⁴⁾ SABV, 38 Avenue du Président Wilson, 87700 Aix-sur-Vienne

Les têtes de bassins versants sont des lieux particuliers présentant dans le contexte actuel de gestion des eaux un intérêt important *e.g.* lieux de biodiversité, préservation d'espèces endémiques, gestion quantitative et qualitative des eaux pour les bassins avals avec souvent un pourcentage de surface de zones humides supérieur de 2 à 4 fois la moyenne nationale. Le territoire de l'ancienne région Limousin, situé sur la frange atlantique du massif central comporte la majorité de têtes de bassins versants des principaux cours d'eau de la partie nord de la région Aquitaine-Limousin-Poitou-Charente. Ces régions rurales sont caractérisées par une faible population et une activité économique basée sur la polyagriculture-élevage (bovin ou ovin) en mode extensif. Depuis quelques années, pour une meilleure rentabilité économique, et sous l'impulsion de plans d'actions des chambres d'agricultures, les exploitations tendent à devenir autonomes en alimentation du bétail destiné à la production de viande. Ceci s'accompagne d'une évolution des pratiques de cultures avec l'augmentation des surfaces cultivées en céréales et la mise en culture de prairies à haute valeur nutritive. Un autre facteur à prendre en compte dans ces régions est le grossissement des pôles urbains, *e.g.* Limoges, avec l'augmentation des zones de résidence situées dans ces zones rurales à des distances de 15 à 30 km du centre ville.

Si dans ce contexte d'évolution de l'occupation des sols de ces zones, les pressions hydromorphologiques sur les nombreux cours d'eau de la région ont pu être facilement identifiées (*e.g.* piétinement bovins et destruction des berges ; disparition de zones humides), peu d'éléments sont disponibles sur la pression pesticide de manière à aider les gestionnaires à prendre les mesures nécessaires à la préservation de ces zones particulières de têtes de bassins versants.

Pour cette étude, deux territoires ayant fait l'objet ou faisant l'objet d'un plan d'action local (PAT de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne ou CT de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne) ont été retenus : le bassin amont de l'Auvézère (19) et celui de l'Aixette (87) respectivement. Ces deux bassins versants sont dans un contexte relativement similaire en terme de climatologie, géologie et de polyagriculture-élevage mais présentent également chacun une spécificité : celui de l'Auvézère a 1% de sa SAU occupée par la culture de pommes Golden AOP du Limousin et celui de l'Aixette se trouve dans la zone périurbaine de Limoges.

Trois stations de prélèvement ont été choisies sur chacun des deux bassins versants. Le bassin versant de l'Auvézère a fait l'objet d'un suivi de 2012 à 2014 (Poulier *et al.*, 2015) et celui de l'Aixette sur l'année 2015. Le suivi de la pression pesticide a été fait selon deux modes d'échantillonnage complémentaires : d'une part à travers des prélèvements ponctuels (réseaux ad hoc des plans d'action et des points du réseau RCS représentant 4 à 6 prélèvements annuels avec la recherche de 150 à 250 pesticides et métabolites sur des eaux brutes) et d'autre part des prélèvements intégratifs sur des pas de temps de 15j à l'aide d'échantillonneurs passifs de type POCIS (Alvarez *et al.*, 2004) déployés *in-situ* ce qui permet de cibler une quarantaine de pesticides et métabolites moyennement polaires.

Les suivis sur ces 2 bassins versants ont montré :

Des teneurs faibles en pesticides sur l'aval des bassins (quelques dizaines de ng/L), mais avec une diversité des molécules qui peuvent varier d'une année sur l'autre ce qui peut être lié aux pressions des nuisibles mais aussi aux changements de traitements pour une même nuisance.

A l'opposé, si l'aval des bassins est peu contaminé par les phytosanitaires, sûrement en raison des capacités de dilution plus importantes des cours d'eau, l'amont des bassins ou les petits tributaires peuvent présenter des pics de phytosanitaires, herbicides notamment (*e.g.* S-métolachlore) pouvant atteindre ponctuellement le µg/L (0,8 µg/L enregistrés sur un affluent de l'Aixette en 2015). Ceci est à mettre en relation avec le contexte hydrologique local et avec la présence de nombreuses zones humides et de petits chevelus, les usages de pesticides agricoles et non agricoles étant alors effectués au contact immédiat du réseau hydrographique. La vie aquatique de ces zones est donc exposée, temporairement, à de fortes teneurs en phytosanitaires.

Sur ce type de bassin versant, la majorité des molécules retrouvées dans les eaux sont des herbicides (*e.g.* Glyphosate, S-Métolachlore) et quelques métabolites (*e.g.* AMPA, DEA). Ceci semble en accord avec les types de cultures pratiquées sur le bassin versant, *i.e.* destruction de prairie naturelle pour replantage en fourrage à haute valeur nutritive ou encore en maïs en silage et céréales. L'usage de telles molécules par des particuliers ou les collectivités n'est cependant pas à exclure sans que pour le moment il soit possible d'en déterminer la part.

Sur ces bassins versants, une saisonnalité des concentrations dans les cours d'eau semblent exister avec des maximum au printemps et dans une moindre mesure à l'automne, mais cette dernière est à préciser avec des études ultérieures.

Il est également possible de retrouver l'usage de molécules interdites de manière localisée, comme l'atrazine où l'usage de quelques centaines de g de matière active peut entraîner la forte contamination pendant quelques semaines d'un affluent au cours d'eau principal (pic d'atrazine de 2,7 µg/L sur le Rau d'Arnac en 2013). On notera aussi des apparitions ponctuelles du diuron dans les petits cours d'eau à des concentrations modérées de quelques dizaines de ng/L qui est vraisemblablement à mettre en relation avec des usages autres qu'agricoles de cette molécule aujourd'hui, *i.e* comme agent anti-mousse dans des formulations de traitement de toiture.

Malgré un contexte qui peut être considéré comme favorable à la préservation des milieux aquatiques de têtes de bassin versant du point de vue de la pression phytosanitaire (*e.g.* agriculture extensive d'élevage; faible densité de population), ces suivis en semi continu grâce aux échantillonneurs passifs complétés par des mesures ponctuelles montrent que les parties amonts et/ou les tributaires peuvent à certains moments de l'année être soumis à des dégradations de qualité importantes ce qui peut être préjudiciable à la vie aquatique et aux potentiels usages de l'eau (abreuvement bétail, potabilisation de la ressource).

Alvarez, D.A., Petty, J.D., Huckins, J.N., Jones-Lepp, T.L., Getting, D.T., Goddard, J.P., Manahan, S.E., 2004. Development of a passive, in situ, integrative sampler for hydrophilic organic contaminants in aquatic environments. *Environ Toxicol Chem* 23, 1640-1648.

Poulier, G., Lissalde, S., Charriau, A., Buzier, R., Cleries, K., Delmas, F., Mazzella, N., Guibaud, G., 2015. Estimates of pesticide concentrations and fluxes in two rivers of an extensive French multi-agricultural watershed: a application of the passive sampling strategy. *Environ Sci Poll Res*, 22, 8044-8057.

Mots-clés : Tête de bassin versant, pression pesticide, polyagriculture, élevage extensif, zone périurbaine

19. Contamination de la faune marine par la chlordécone en Guadeloupe : mise en évidence d'un gradient côte-large

Dromard Charlotte, Mathilde Guéné, Yolande Bouchon-Navaro, Soazig Lemoine, Claude Bouchon

UMR BOREA, CNRS 7208 - MNHN - UPMC - UCBN - IRD 207, Laboratoire d'excellence « CORAIL », DYNECAR, Université des Antilles, Campus de Fouillole, 91157 Pointe-à-Pitre, Guadeloupe – cdromard@univ-ag.fr

La chlordécone est un insecticide organochloré, utilisé aux Antilles jusqu'en 1993 pour lutter contre le charançon du bananier. Sa utilisation sur les parcelles agricoles du sud de la Basse Terre, en Guadeloupe, a entraîné une contamination des sols, des rivières et du milieu marin pour plusieurs centaines d'années, du fait de sa forte rémanence dans le milieu naturel.

En 2013, un programme de recherche intitulé « CHLOHAL » a été mis en place pour étudier la contamination des organismes marins par la chlordécone. En Guadeloupe, les sites de Goyave et de Petit bourg ont été choisis pour mesurer le niveau de contamination des organismes tout au long de la chaîne alimentaire. Ces deux sites sont situés au pied des bassins versants contaminés, dans une zone où la pêche est réglementée (restriction partielle de pêche) du fait de la présence de chlordécone dans les produits de la pêche à un niveau supérieur à la limite maximale autorisée pour leur commercialisation (LMR = 20 $\mu\text{g.kg}^{-1}$).

Un des objectifs du programme était d'étudier le niveau de contamination des organismes selon leur niveau trophique. Sur ces deux sites, une attention particulière a été prise lors de l'échantillonnage afin de collecter des animaux et végétaux occupant différents niveaux dans la chaîne alimentaire. Ainsi, des échantillons de matière en suspension (MES qui inclut le phytoplancton), de macroalgues, de poissons herbivores, de crustacés détritivores, de poissons zooplanctonophages, de poissons carnivores de premier ordre (mangeurs d'invertébrés), de poissons carnivores de deuxième ordre (mangeurs d'invertébrés et de poissons) et de poissons piscivores ont été collectés. La concentration en chlordécone a été mesurée pour chaque individu pêché. Ces prélèvements ont été réalisés dans trois habitats caractéristiques des milieux marins tropicaux : les mangroves, les herbiers de Magnoliophytes marins et enfin, les récifs coralliens. Les mangroves sont situées en bordure de côte, les herbiers sont localisés entre la côte et les récifs, qui sont situés en moyenne à 3 km du littoral.

Une partie des échantillons collectés a été analysée pour mesurer le niveau de contamination des organismes marins selon leur distance à la côte, c'est-à-dire selon leur éloignement à la source de pollution (embouchures des rivières et interface terre-mer). Pour cela, 205 échantillons (113 à Goyave et 92 à Petit bourg) ont été extraits de la base de données. Ces échantillons concernent des catégories trophiques présentes dans les trois habitats (mangrove, herbier et récif) pour permettre une comparaison homogène des données.

Les concentrations en chlordécone mesurées dans ces organismes s'échelonnent de 1 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (le seuil de détection) à 1034 $\mu\text{g.kg}^{-1}$. Un gradient côte-large de la contamination a été mis en évidence entre les échantillons provenant des trois habitats. Les organismes provenant des mangroves, toutes espèces confondues, sont les plus contaminés, avec une moyenne de 193 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ à Goyave et de 213 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ à Petit-bourg. Les échantillons collectés dans les herbiers présentent une concentration moyenne en chlordécone intermédiaire de 85 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ à Goyave et de 107 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ à Petit bourg. Enfin, les échantillons provenant des récifs coralliens sont les moins contaminés (71 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ à Goyave et 74 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ à Petit bourg). Ainsi, les échantillons collectés à 3 km de la côte, dans les récifs, présentent des concentrations moyennes en chlordécone 2 à 3 fois plus faibles que ceux prélevés en bordure de côte, dans la mangrove. Cependant, le niveau mesuré reste largement supérieur à la LMR acceptée pour la consommation et la commercialisation des produits de la mer (20 $\mu\text{g.kg}^{-1}$).

Ce gradient de contamination n'a pas été observé pour toutes les catégories trophiques étudiées. Par exemple, à Goyave, la différence de contamination entre les habitats a été démontrée statistiquement pour la MES, les macroalgues, les crustacés détritivores, les poissons zooplanctonophages et les poissons carnivores de deuxième ordre. Ce gradient côte-large n'a pu être confirmé de façon statistiquement significative pour les poissons herbivores, les poissons carnivores de premier ordre et les poissons piscivores. À Petit bourg, seuls les poissons carnivores de deuxième ordre ne présentent pas de gradient de contamination statistiquement significative entre les habitats.

En conclusion, en considérant l'ensemble des données, un gradient côte-large est avéré entre les concentrations en chlordécone des organismes marins étudiés. Il existe une dilution de la contamination des mangroves vers les récifs, cependant le niveau de contamination reste élevé à 3 km des sources de pollution. Ces résultats suggèrent également que la voie de contamination par « bain » des organismes prime sur les phénomènes de bioamplification le long des chaînes alimentaires.

Mots-clés : chlordécone, réseau trophique, gradient côte-large, faune marine

20. Monitoring des pesticides dans les eaux de surface: quelles substances réglementées à ce jour et quelles actions pour améliorer la surveillance de l'avenir

Botta Fabrizio

INERIS, Parc Alata BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte – fabrizio.botta@ineris.fr

L'objectif de cette présentation est de dresser le panorama actuel de la surveillance des pesticides dans les cours d'eau en France suite au premier état des lieux effectué en 2013 par le Ministère en charge de l'Ecologie (CGDD/SOes, *Les pesticides dans les cours d'eau français*). L'année 2016 sera une année charnière : le premier cycle de surveillance de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE 2000-2003) vient de se terminer et le deuxième cycle (2016-2021) présente de nombreuses nouveautés et évolutions.

Au niveau européen, une décision d'exécution de la Commission du 20 mars 2015 a établi une liste de vigilance relative aux substances soumises à surveillance à l'échelle de l'Union dans le domaine de la politique de l'eau en vertu de la Directive 2008/105/CE du Parlement et du Conseil européen. Parmi les 17 substances incluses dans cette liste, et candidates potentielles à devenir des substances prioritaires de l'état chimique, figurent 8 pesticides. Au niveau national, l'arrêté du MEDDE du 7 août 2015 établit le nouveau programme de surveillance pour les eaux de surface, avec l'ajout de 12 substances ou groupes de substances prioritaires supplémentaires (dont des insecticides et herbicides) et d'une vingtaine de pesticides pour caractériser l'état écologique (avec des listes déclinées au niveau de chaque bassin afin de refléter les spécificités des territoires).

En parallèle de la surveillance réglementaire DCE, l'arrêté du 7 août 2015 dresse également une liste de substances dites « pertinentes à surveiller » ; il s'agit des substances pour lesquelles un risque a été mis en évidence par le CEP (Comité experts priorisation, Dulio et al. 2014), essentiellement à partir des données collectées lors d'une étude prospective 2012 qui a déjà été présentée au GFP 2014 (Botta et Lopez, 2014). Enfin, environ 20 pesticides dits « émergents » seront donc mesurés entre 2016 et 2021 sur les matrices eaux et sédiment pour acquérir plus de données sur leurs risques pour les organismes aquatiques.

Si l'effort principal est mis sur la priorisation des substances les plus pertinentes à surveiller, le développement de nouvelles méthodes analytiques (*Non-target screening* entre autres) est également de première importance. Plusieurs travaux sont en cours au niveau national pour améliorer les outils d'échantillonnage (ex. échantillonneurs intégratifs type POCIS ou autres) et rationaliser les modalités de la surveillance, soit pour la fréquence d'échantillonnage soit pour le nombre de sites à échantillonner.

Par ailleurs, la surveillance des pesticides dans les milieux aquatiques s'effectue à d'autres échelles telles que les eaux urbaines (ex. Projet REGARD à Bordeaux et autres projets ONEMA/Agences de l'Eau) ou dans le cadre d'autres types de plan de gestion tels que le Plan ECOPHYTO II (monitoring pour le suivi de l'évolution de l'indicateur ICPE). Enfin, au niveau européen, émerge de plus en plus la problématique du monitoring de substances parfois autorisées aussi dans certains produits phytosanitaires (Rudel et al. 2015).

Mots-clés : Surveillance, eaux de Surface, réglementaire, prospective, pesticides

21. Absence de diminution de l'usage des pesticides en France sur les grandes cultures suite au plan Ecophyto

Laure Hossard (1), Céline Pelosi (2), David Makowski (3)

⁽¹⁾INRA, UMR0951 Innovation, F-34000 Montpellier, France - laure.hossard@supagro.inra.fr

⁽²⁾UMR ECOSYS, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78026, Versailles, France – celine.pelosi@versailles.inra.fr

⁽³⁾UMR Agronomie, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78850, Thiverval-Grignon, France

L'application fréquente de pesticides par les agriculteurs pour limiter les pertes de rendement dues aux mauvaises herbes, aux ravageurs et aux maladies, génère des externalités négatives sur la biodiversité, la santé humaine et la qualité de l'eau. En 2008, le gouvernement français a adopté un plan politique d'action pour l'environnement, «Ecophyto 2018», qui visait à réduire de moitié l'utilisation des pesticides en 10 ans. Cette étude analyse les tendances de trois indicateurs d'intensité des ventes et d'utilisation des pesticides en France : le Nombre de Doses Unités (NODU), la Quantité de Substances Actives vendues (QSA) et l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT). L'objectif est (i) de vérifier si l'utilisation des pesticides a diminué ou non depuis la mise en œuvre de ce plan sur les sept principales cultures arables françaises et (ii) d'évaluer l'évolution de la qualité de l'eau et des populations de vers de terre sur la période concernée. Les ventes de pesticides n'ont pas diminué à l'échelle nationale depuis 2008. Les seules diminutions observées depuis 2001 sont les IFT sur le blé tendre et le tournesol. Ces baisses sont toutefois très faibles, et l'utilisation des pesticides n'a pas diminué plus rapidement après 2006 qu'avant cette date. L'évolution de l'utilisation des pesticides est variable entre les régions françaises et les différentes cultures. Les données sur la pollution de l'eau montrent que celle-ci n'a pas diminué dans la période de temps considérée. L'évolution de l'utilisation des pesticides permettrait une très légère augmentation des densités de populations de vers de terre dans les parcelles cultivées en blé après 2006. Les raisons possibles de cet échec du plan politique français de réduire l'utilisation des pesticides sont discutées à la lumière des plans d'action des autres pays européens et de la législation européenne.

Mots-clés : politiques agricoles, indicateurs, grandes cultures, pollution de l'eau, vers de terre

22. Influence des étangs de barrage sur les concentrations en pesticides dans les ruisseaux de tête de bassin versant.

Banas Damien (1, 2), Gaillard Juliette (1, 2), Lazartigues Angélique (1, 2), Thomas Marielle (1, 2), Pallez Christelle (3), Dauchy Xavier (3), Feidt Cyril (1, 2).

⁽¹⁾Univ. Lorraine, URAFFPA, Vandoeuvre-lès-Nancy, France - damien.banas@univ-lorraine.fr

⁽²⁾INRA, URAFFPA, USC INRA 340, Vandoeuvre-lès-Nancy, France

⁽³⁾ANSES, Laboratoire d'Hydrologie de Nancy, Département de Chimie de l'Eau, Nancy, France

Dans l'ensemble des pays développés, l'agriculture a largement eu recours aux produits phytosanitaires durant toute la seconde moitié du XX^e siècle et jusqu'à ce jour. Ces pratiques intensives se sont traduites par une large dispersion de substances actives dans l'environnement. Les campagnes d'analyses menées en France en 2007 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 et montrent que seuls 11% des points de prélèvements, essentiellement localisés en zones non agricoles, sont exempts de contamination (CGDD, 2015). Cette contamination est susceptible d'induire de multiples effets délétères pour l'homme et l'environnement (ex. 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/EC) 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 (c.-à-d. 2015, 2021 et 2027). Le plan Écophyto 2018, 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 (c.-à-d. + 5% du nombre de doses unités entre 2009 et 2013), un nouveau plan a été mis en place, repoussant cet objectif à 2025. La remise en question des pratiques agricoles s'avérant lente et complexe, il apparaît que les autres leviers d'action visant à améliorer la qualité de l'environnement aquatique doivent être considérés prioritairement.

Si le traitement de l'eau en vue de la potabilisation peut se révéler efficace, il s'avère coûteux et sans effet pour la préservation de l'environnement. Les systèmes de rétention des pesticides constitués par les bandes en herbées ou les zones lenticques aménagées (c.-à-d. bassins de collecte des eaux pluviales ou de ruissellement) apparaissent être des outils efficaces pour la restauration de la qualité de la ressource en eau (Maillard et al., 2012; Passeport et al., 2013), mais peuvent parfois s'avérer inefficaces sur les terres agricoles drainées, soit plus de 10% de la SAU (Surface Agricole Utile) en France. Ces aménagements nécessitent de plus une emprise foncière parfois mal acceptée par les exploitants.

L'efficacité de ces zones lenticques aménagées s'appuie sur des processus multiples d'origines biotiques et abiotiques et sont largement influencés par l'augmentation du temps de résidences hydrauliques susceptible de favoriser les processus d'adsorption, assimilation et/ou métabolisation des pesticides. Ces accroissements des temps et surfaces d'échanges entre matrices (ex. eau/sédiment/air/biote) se voient également favorisés au sein des milieux lenticques dont la vocation initiale n'est pas la rétention de contaminants. Ainsi, la France dispose d'une superficie en petits plans d'eau (superficie comprise entre 0,1 et 100ha) estimée à 260 000 ha dont plus de 80 000 ha sont des étangs à vocation piscicole. Souvent localisés en tête de bassin versant, ces étangs sont alors considérés comme susceptibles d'avoir des répercussions négatives sur les cours d'eau (ex. rupture du continuum écologique, rejets de nutriments et particules sédimentaires vers l'aval). Des travaux menés sur ce type de plans d'eau ont montré que des rejets d'éléments nutritifs peuvent être importants durant certaines phases du cycle de gestion piscicole (c.-à-d. vidange) mais que sur l'ensemble d'un cycle d'exploitation, les étangs de barrage induisent une rétention d'azote, phosphore et matières en suspension (Banas et al., 2002).

Dans le cadre de nos travaux de recherche présentés ici, nous nous sommes attachés à évaluer l'impact des étangs sur les concentrations en pesticides dans les cours d'eau de tête de bassins. Pour ce faire, trois étangs de barrage localisés en région Lorraine ont été sélectionnés. Durant la totalité d'un cycle piscicole, les eaux des ruisseaux entravés par l'étang barrage ont été prélevées en amont et en aval des étangs (Figure. 1), puis analysées pour détermination des concentrations en une centaine de pesticides.

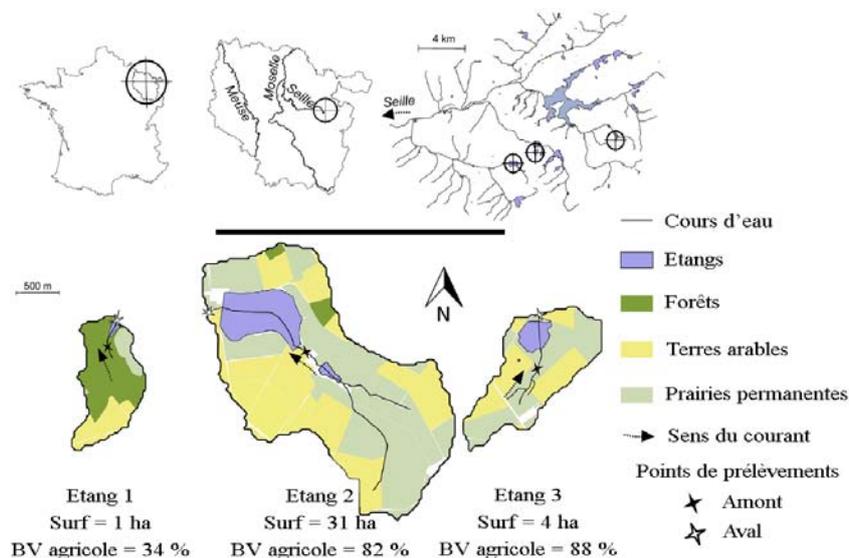


Figure 1 : localisation des points de prélèvements et caractéristiques des étangs et bassins versants étudiés.

Parmi les 100 pesticides recherchés, 50 ont été détectés en amont des étangs et 48 en aval. Un écrêtement marqué des pics de concentrations était observé (c.-à-d. réduction de près de 90%) en aval des trois étangs avec un décalage temporel entre l'amont et l'aval résultant du temps de résidence hydraulique dans les plans d'eau. Alors que ces étangs étaient localisés sur des ruisseaux de tête de bassin, les concentrations en herbicides se sont révélées élevées avec un maximum de 26,5 $\mu\text{g/L}$ (pour le MCPA) en amont des étangs et de 5,19 $\mu\text{g/L}$ en aval des étangs pour l'isoproturon (Gaillard et al., 2016).

Références bibliographiques utilisées:

- Banas D., Masson G., Leglize L., Pihan J.C. (2002) Discharge of sediments, nitrogen (N) and phosphorus (P) during the emptying of extensive fishponds: effect of rain-fall and management practices. *Hydrobiologia*, 472(1-3): 29-38
- CGDD (2015) site du Commissariat Général à l'Égalité Territoriale et au Développement Durable. <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/246/211/contamination-globale-cours-deau-pesticides.html>
- Gaillard J., Thomas M., Iuretig A., Pallez C., Feidt C., Dauchy X., Banas D. (2016) Barrage fishponds: Reduction of pesticide concentration peaks and associated risk of adverse ecological effects in headwater streams. *J. Environm. Manag.* 169: 261-271.
- Maillard E., Payraudeau S., Ortiz F., Imfeld G. (2012) Removal of dissolved pesticide mixtures by a stormwater wetland receiving runoff from a vineyard catchment: an inter-annual comparison. *Int. J. Env. Analyt. Chem.* 92: 979-994.
- Passeport E., Tournebize J., Chaumont C., Guenne A., Coquet Y. (2013) Pesticide contamination interception strategy and removal efficiency in forest buffer and artificial wetland in a tile-drained agricultural watershed. *Chemosphere* 91: 1289-1296.

Mots-clés : étangs piscicoles, lacs peu profonds, pollution de l'eau, bassin versant agricole.

23. Impact de l'hydrodynamique sur l'efficacité des zones tampons : influence du ratio solide/liquide et de l'agitation sur l'adsorption et la désorption de pesticides

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

⁽¹⁾ LTER, Zone Atelier du Bassin de la Moselle, Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux – CNRS – Université de Lorraine – 54506 Vandœuvre-lès-Nancy ; celine.gaullier@univ-lorraine.fr

⁽²⁾ Bureau des Recherches Géologiques et Minières – 45060 Orléans CEDEX 02

En Lorraine, les parcelles drainées représentent environ 20 % de la surface agricole utile. Ces eaux de drainage, qui peuvent être fortement chargées en pesticides, sont généralement transférées directement à la rivière. Des Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA), se présentant sous forme de fossés ou de mares, ont été mises en place en sortie de drain et en amont de la rivière, afin de limiter ces transferts. L'efficacité de ces ZTHA pour l'amélioration de la qualité de l'eau semble étroitement liée à l'hydraulique de ces zones, en particulier au volume d'eau présent dans le dispositif, à sa vitesse de circulation et donc à son temps de résidence. Toutefois les connaissances sur l'impact de ces paramètres restent très parcellaires. Ainsi, une étude en batch a été mise en place dans le but d'étudier l'influence de paramètres hydrauliques sur les processus de sorption (temps d'équilibre, coefficient d'adsorption, ...). Deux paramètres ont été étudiés : ratio liquide/solide (1/1 ou 1/5), et agitation (avec ou sans). Le premier paramètre vise à reproduire la variation de hauteur d'eau dans la ZTHA au cours des saisons, et le second vise à reproduire la vitesse de circulation de l'eau (avec ou sans écoulement) et son impact sur la remise en suspension des sédiments au sein de ces ZTHA.

Des cinétiques et des isothermes d'adsorption et de désorption ont été réalisées sur les sédiments issus de deux ZTHA aux géométries variables (Ville-sur-Illon, 88 et Manoncourt-sur-Seille, 54). Deux herbicides : le diméthachlore (DMT) et l'isoproturon (IPU) ainsi que deux fongicides : le boscalide (BSC) et le cyproconazole (CYP) ont été choisis du fait de leur application sur les parcelles drainées en amont de chacune des ZTHA et de leurs propriétés physico-chimiques diverses.

Les deux paramètres étudiés n'influencent pas les temps d'équilibre d'adsorption (48-72 h) ou de désorption (24 h), mais impactent les quantités de pesticides adsorbées ou désorbées. En effet, pour les 4 molécules étudiées, les constantes d'adsorption (K_f) ajustées par le modèle de Freundlich, sont plus élevées pour le ratio 1/1 (K_f de 2 à 9,3 $\text{mg}^{1-1/n} \cdot \text{L}^{1/n} \cdot \text{kg}^{-1}$) que pour le ratio 1/5 (K_f de 0,6 à 6,5 $\text{mg}^{1-1/n} \cdot \text{L}^{1/n} \cdot \text{kg}^{-1}$). Cela impliquerait que les molécules seraient plus retenues *in-situ* par les sédiments lorsque le volume d'eau dans la ZTHA est faible, donc en période de faible charge hydraulique. C'est le cas en automne/hiver lorsque la pluviométrie est faible, ou au printemps lorsque les cultures utilisent une partie de la réserve utile en eau du sol.

Par ailleurs, pour le ratio 1/1, l'agitation n'influence pas l'adsorption, ni la désorption. Au contraire, pour le ratio 1/5, l'adsorption est plus importante avec agitation que sans agitation, pour le BSC (K_f de 6,5 et de 2,8 $\text{mg}^{1-1/n} \cdot \text{L}^{1/n} \cdot \text{kg}^{-1}$), et pour le CYP (K_f de 4,5 et de 2,4 $\text{mg}^{1-1/n} \cdot \text{L}^{1/n} \cdot \text{kg}^{-1}$). Aucun effet n'est observé pour les deux autres molécules, avec des K_f allant de 0,9 à 1,8 $\text{mg}^{1-1/n} \cdot \text{L}^{1/n} \cdot \text{kg}^{-1}$ pour l'IPU et de 0,6 à 2 $\text{mg}^{1-1/n} \cdot \text{L}^{1/n} \cdot \text{kg}^{-1}$ pour le DMT. De même, la désorption est plus importante avec agitation, et ce pour les 4 molécules. *In-situ*, l'agitation de l'eau permettrait donc la remise en suspension de matières en suspension (MES) ce qui favoriserait l'adsorption sur ces MES ; au contraire, en eau stagnante, la diffusion des molécules dans la colonne d'eau serait lente, limitant l'adsorption de celles-ci sur les sédiments.

Enfin, pour l'ensemble des conditions testées et les 2 sédiments, la capacité d'adsorption des molécules est identique : BSC > CYP > IPU-DMT, tout comme leur capacité à se désorber : IPU > DMT > CYP-BSC.

Les processus de sorption semblent donc participer au pouvoir épurateur des dispositifs, et seraient favorisés par une faible hauteur d'eau au sein de ces ZTHA (forte adsorption et faible désorption). Ces processus sont molécule-dépendants et doivent aussi être examinés au regard des aspects cinétiques de la sorption. Au contraire, en période de forte charge hydraulique deux comportements peuvent être observés : les molécules les moins solubles s'adsorbent plus dans les zones où l'eau est en mouvement par rapport aux zones où l'eau stagne ; par ailleurs, les quatre molécules étudiées ont tendance à se désorber plus facilement dans ces mêmes zones. En période de forte charge hydraulique, l'efficacité des ZTHA semble donc plus limitée.

Ces résultats de laboratoire permettront de mieux comprendre et d'expliquer le comportement des molécules sur le terrain. En effet, l'efficacité des ZTHA à réduire la teneur en pesticides varie tout au long de l'année en lien avec l'évolution des flux d'eau et des flux de polluants entrants.

Mots-clés : dispositif filtrant, eaux de drainage, pesticide, cinétique d'adsorption, isotherme d'adsorption

24. Modélisation du transport de 7 pesticides à l'échelle événementielle sur un petit bassin versant viticole (Layon, 49)

Lefrancq Marie (1), Amiot Audrey (1), Isabelle La Jeunesse (1, 3), David Landry (1), Alain Jadas-Hécart (1), Sylvain Payraudeau (2)

⁽¹⁾LETG (Littoral, Environnement, Géomatique, Télédétection) (UMR-CNRS 6554) Université d'Angers UFR Sciences, 2 Bd Lavoisier 49045 Angers cedex 01. marie.lefrancq@univ-angers.fr

⁽²⁾Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg (UMR 7517), Université de Strasbourg, ENGEES, CNRS 1 Rue Blessig, 67084, Strasbourg, FRANCE

⁽³⁾Citeres (Cités, territoires, environnement, sociétés) (UMR CNRS 7324) Université de Tours Maison des Sciences de l'Homme, 33 allée Ferdinand de Lesseps, 37204 Tours cedex 3

Les eaux de surface sont particulièrement vulnérables à la contamination par les pesticides en raison de leur proximité avec les parcelles agricoles et la mobilisation rapide des pesticides lors d'événements pluvieux. Les pics de concentrations en pesticides dans les eaux ruisselantes peuvent donc dépasser plusieurs dizaines de $\mu\text{g L}^{-1}$ avec un impact écotoxicologique significatif sur l'écosystème. Les modèles de transport de pesticides à fine résolution temporelle permettent de mieux comprendre, caractériser et prédire l'occurrence et l'intensité de ces pics de concentrations. Bien que de nombreux modèles de transport de pesticides existent, peu prennent en compte explicitement les différents éléments agricoles comme les bandes enherbées ou les routes ni ne décrivent avec suffisamment de précision temporelle l'impact des intensités de pluies ($\leq 1\text{min}$). L'aptitude du Limburg Soil Erosion Model (LISEM) couplé à un module de transport de pesticides en phase dissoute a donc été étudiée sur un site viticole instrumenté par le laboratoire LETG-LEESA de l'Université d'Angers.

Ce modèle a été appliqué sur un bassin versant de 2,2 ha de la commune de Rochefort-sur-Loire inscrite au Patrimoine mondial de l'UNESCO du Val de Loire (47°19'19.47"N; 0°38'21.39"W). Il est composé de deux parcelles viticoles dont les pieds de vigne sont plantés perpendiculairement à la pente avec une alternance de rangs enherbés et désherbés chimiquement et mécaniquement. Six fongicides (Diméthomorphe, Fluopicolide, Provalicarbe, Tébuconazole, Tétraconazole et Triadiménol) et un herbicide et son produit de dégradation principale: le Glyphosate et l'AMPA ont été retenus pour tester l'aptitude de LISEM à prédire la mobilisation des pesticides lors des épisodes ruisselants. Ces molécules couvrent en effet un spectre large de caractéristiques physico-chimiques et ont été suivies entre 2009 et 2012 dans les eaux de ruissellement à l'exutoire du bassin versant étudié. Sur les 3 années d'étude, 20 événements ruisselants ont été caractérisés à une résolution temporelle élevée pour l'apparition du pic de crue (2 min) pour ces 7 pesticides et l'AMPA.

Avant chacun des événements simulés, la teneur en eau et la concentration en pesticides dans les sols ont été estimées en fonction des dates et des quantités de pesticides appliquées, du climat et des caractéristiques physiques du sol via un outil hydrologique continu à pas de temps journalier, BEACH. Les résultats illustrent l'aptitude de LISEM à reproduire la dynamique de mobilisation des pesticides durant les épisodes ruisselants. LISEM s'avère sensible à plusieurs paramètres clés, difficiles à mesurer sur le terrain, tels que les coefficients de d'adsorption et l'épaisseur de la couche superficielle de sol qui interagit avec la lame ruisselante.

Mots-clés : Bassin versant, transport de pesticides, modélisation

25. Vers un impact raisonnable des pesticides

Des zones tampons intégrées dans des paysages résilients pour l'atténuation des transferts hydriques au sein des bassins versants

Le Hénaff Guy

Irstea, Centre de Lyon-Villeurbanne, Equipe pollutions diffuses, 5 rue de la Doua, CS 70077, 69626 VILLEURBANNE Cedex - guy.le-henaff@irstea.fr.

L'utilisation durable des produits phytosanitaires implique de s'intéresser aux transferts des molécules à près des applications aux champs. Cela passe par des modifications des pratiques agricoles, des réductions d'emploi, mais aussi par la prévention du ruissellement dans les parcelles et l'atténuation des transferts entre les parcelles et les milieux aquatiques. Il est devenu nécessaire de comprendre la nature des écoulements hydriques au sein des versants agricoles en intégrant les processus parcellaires ou inter-parcellaires et le rôle des éléments du paysage ainsi que de l'ensemble des infrastructures agro-écologiques pouvant jouer le rôle de zones tampons.

L'implantation de zones tampons et plus généralement l'aménagement d'un bassin versant dans un but de protection des eaux et des milieux aquatiques passent par différentes étapes qui doivent permettre d'identifier les solutions les plus appropriées et les mieux acceptées. Les zones tampons sont en mesure d'assurer plusieurs fonctions : (i) maîtrise de l'érosion, des flux de matières en suspension et des contaminants adsorbés, (ii) maîtrise des flux d'eau chargés de contaminants en solution : pesticides ou nutriments (nitrate et phosphore dissous), (iii) limitation de la dérive de pulvérisation. Elles doivent être en mesure d'intercepter les flux hydriques et donc être placée sur le chemin de l'eau. Par conséquent, elles sont principalement adaptées à l'interception des transferts de surface (ruissellements diffus ou hydrauliquement concentrés), voire des transferts de sub-surface (écoulements de sub-surface et eaux de drainage). Par exemple les propriétés des bandes enherbées permettent de ralentir les flux d'eau, de favoriser l'infiltration et d'augmenter le temps de contact entre les contaminants, le sol et la végétation pour favoriser les processus naturels de rétention ou de dégradation. Dans le cas des zones tampons humides artificielles, les processus de rétention et de biodégradation sont liés au temps de résidence de l'eau interceptée issue de parcelles drainées ou de ruissellements concentrés.

Un diagnostic local s'appuyant sur une typologie de scénarios permet de comprendre les chemins de l'eau et d'identifier les dysfonctionnements hydrologiques. L'approche diagnostic-intégration consiste à partir d'une problématique rencontrée sur le terrain (processus de transfert identifiés) à proposer un ensemble de solutions adaptées, jugées efficaces sur la base des références actuelles. La démarche de l'équipe pollutions diffuses agricoles d'Irstea de Lyon-Villeurbanne vise à proposer une approche intégrée au sein des bassins versants ruraux dans une approche fondée sur les principes de l'hydraulique douce. Dans la filiation des travaux du CORPEN¹, et grâce aux apports du groupe technique Zones Tampons², la compréhension et la description des transferts hydriques issu d'un diagnostic en plusieurs étapes (transferts à l'échelle du territoire, diagnostics locaux des dispositifs tampons) permet l'évaluation des points critiques (dysfonctionnements responsables de transferts rapides notamment) et donc de la vulnérabilité d'un territoire.

Cette chaîne cohérente de diagnostics est actuellement d'un intérêt majeur pour la mise en place pertinente de mesures de gestion des risques de ruissellement. En terme réglementaire, le Dispositif Végétalisé Permanent (DVP) est aujourd'hui la seule mesure de gestion pour limiter le transfert des substances phytosanitaires par ruissellement sur les parcelles en bordure de points d'eau. À l'issue de l'évaluation par l'ANSES³, basée sur les scénarii européens de Focus Surface Water, les autorisations de mise sur le marché (AMM) peuvent être conditionnées à la mise en place de DVP de 5 ou 20 mètres (phrases de risques dites Sp3). Un groupe de travail « ruissellement » a été mis en place par la SDQSPV (MAAF-DGAL)⁴ avec l'ambition de proposer des Mesures de Gestion du risque de transfert de substances actives par ruissellement pouvant se substituer au DVP de 20m avec une emprise foncière généralement plus limitée. Bien entendu en termes d'efficacité, le niveau d'atténuation potentiel doit être comparable à celle d'un DVP de 20m (qui vise 90% d'atténuation de flux ruisselant). L'adaptation au contexte pédoclimatique et une bonne applicabilité sur le terrain sont également recherchées. Le travail collectif mené en 2015 par ce groupe « ruissellement » et poursuivi en 2016 a permis de recenser des mesures utiles et mobilisables pour prévenir ou atténuer le ruissellement, de proposer des mesures alternatives au DVP de 20 m en constituant ainsi une boîte d'outils apportant une bonne adaptabilité aux pratiques et aux contextes locaux.

Pour conclure et s'inscrire dans le cadre d'une gestion durable des pesticides, il est important d'aborder de façon globale les approches de gestion des phytosanitaires trop souvent fragmentaires. Il est bien sûr indispensable que la profession agricole dans son ensemble adopte une réelle position constructive vis à vis de la prévention des pollutions diffuses par les pesticides. Le rejet de normes environnementales ne doit raisonnablement pas se faire au détriment des enjeux de

¹ CORPEN : Comité d'Orientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement

² Groupe Technique Zones Tampons, créé en 2011 à l'initiative de l'ONEMA et co-animé par l'Irstea et l'ONEMA

³ ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

⁴ SDQSPV : Sous-direction de la qualité, de la santé et de la protection des végétaux (Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt - Direction Générale de l'Alimentation)

santé humaine ou en générant des impacts mal maîtrisés sur les milieux aquatiques ou terrestres et les espèces non-cibles. Une approche globale et intégrée permet de respecter la réglementation, de limiter fortement les transferts et de réduire la contamination des milieux. Cette démarche, indispensable à une agro-écologie structurante apportant aussi d'autres aménités (biodiversité, paysages, effets bénéfiques sur les auxiliaires et les pollinisateurs,...), induira une véritable avancée vers une gestion raisonnable et durable des pesticides et vers une agriculture responsable et citoyenne.

Pour la limitation des transferts hydriques, il est possible de proposer les actions et les dispositifs les plus adaptés au milieu, au parcellaire et au contexte pédo-climatique. La mobilisation des savoirs locaux et le recours aux diagnostics permettront d'engager des actions pertinentes, pas forcément très onéreuses, pour limiter les transferts, réduire la contamination des milieux aquatiques et naturels et les coûts de potabilisation des eaux de consommations. Un maillage parcellaire cohérent, des techniques agronomiques et d'hydrauliques douces localement adaptées ainsi que des dispositifs tampons optimisés apporteront une bonne capacité de résilience aux paysages agricoles. Après des décennies de transformations pas toujours heureuses, un réaménagement des territoires agricoles sera nécessaire à la quadruple performance recherchée aujourd'hui en agriculture: productivité physique, rentabilité économique et efficacité sociale alliées à une excellence environnementale.

Bibliographie

- Bernard, K., Carlier, N., Le Hénaff, G., - 2014. Limitation du transfert hydrique des produits phytosanitaires par les zones tampons : caractérisation de l'existant et propositions de dispositifs correctifs et complémentaires. TSM, 12 (2014) 83-99.
- Catalogne C., Le Hénaff G., -2016. Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole. Rapport Irstea-ONEMA élaboré dans le cadre du Groupe Technique Zones Tampons. ONEMA - Irstea, 69 p.
- Gril, J.J., Le Hénaff, G., 2010. Guide de diagnostic de l'efficacité des zones tampons rivulaires vis à vis du transfert hydrique des pesticides. Irstea - ONEMA. 46 p.
- Gril, J.J., Le Hénaff, G., Faidix F., 2010. Mise en place de zones tampons et évaluation de l'efficacité de zones tampon existantes destinées à limiter les transferts hydriques de pesticides. Irstea - MAAPRAT. 42 p.
- Le Hénaff, G., Garand, A., Mosnier, N., Patissier, A., Vincent, B., Catalogne, C., Gouy, V., - 2015. Du diagnostic de bassin versant aux actions d'atténuation: quelques retours d'expériences visant à réduire les transferts hydriques de contaminants et notamment de phytosanitaires. 45^e congrès du Groupe Français des Pesticides, 27-29 mai 2015, Versailles, 6p.

Mots-clés : pesticides, pollutions diffuses, zones tampons, diagnostic, bassin versant

26. Des pilotes de laboratoire pour étudier le rôle du débit hydraulique sur l'efficacité de zones humides construites à épurer les eaux de drainage agricole

Dousset Sylvie, Vallée Romain, Billet David

Zone Atelier du Bassin de La Moselle, LIEC, UMR 736, Université de Lorraine-CNRS, Bd des Aiguillettes, BP 70239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy, France - sylvie.dousset@univ-lorraine.fr

En Lorraine, près de 20 % de la surface agricole est drainée et le drainage de ces sols argileux contribue au transfert des intrants agricoles (nitrate, pesticides) vers les eaux de surface. En effet, les eaux de drainage peuvent présenter de fortes teneurs en pesticides, pouvant atteindre 200 à 400 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ en Lorraine. Dans le cas de parcelles drainées, la bande enherbée réglementaire installée le long des cours d'eau est court-circuitée et ne joue donc plus son rôle épurateur vis-à-vis des eaux de surface. Actuellement, il n'existe pas de mesure compensatoire visant à limiter les exportations par les eaux de drainage ; toutefois, l'installation de zones humides construites (ZHC) est préconisée afin de prendre le relais des bandes enherbées. Ainsi, neuf zones humides construites expérimentales ont été mises en place en Lorraine, et les teneurs en nitrates et en plus de 80 pesticides et métabolites ont été mesurées en entrée et sortie de ces dispositifs. A l'échelle de la parcelle, de nombreux facteurs et processus ont été proposés pour expliquer les efficacités très variables d'un dispositif à l'autre : temps de résidence de l'eau, nature de la végétation, rétention et dégradation des pesticides.

Deux des neuf ZHC ont fait l'objet d'un suivi plus régulier sur le terrain. Il s'agit d'un fossé de 13 m de long et de 6 m de large avec une botte de paille placée en son centre (Jallaucourt, 57), et d'une mare triangulaire ($20,5 \times 15,5 \times 11$ m ; Ollainville, 88). Pendant la saison de drainage, à savoir d'octobre à mai, les débits mesurés se sont échelonnés de $< 0.5 \text{ L s}^{-1}$ à $> 5 \text{ L s}^{-1}$. Par conséquent, les objectifs de l'étude en pilotes de laboratoire (échelle de 1:10 et 1:20) ont été (i) d'évaluer l'influence du débit et donc du temps de résidence sur l'efficacité des deux ZHC à réduire les teneurs en pesticides pendant la période de drainage et (ii) de déterminer le devenir des pesticides accumulés dans le dispositif pendant la période de stagnation de l'eau entre les périodes de drainage. Afin d'atteindre ces objectifs, deux étapes de charge/décharge en pesticides (2,4-MCPA, isoproturon, napropamid, boscalid, prochloraz, tebuconazole) ont été réalisées à faible et fort débit, puis une étape de charge a été suivie d'une période de stagnation de l'eau (débit nul).

Pour les deux pilotes et les six pesticides étudiés, les efficacités ont varié de 22 à 100 % de la quantité de pesticide introduite en entrée de dispositif. Ces résultats sont corrélés avec les propriétés physico-chimiques des molécules, en particulier leurs capacités d'adsorption et de désorption préalablement mesurées sur les différentes matrices des ZHC (sédiment, paille). Par ailleurs, les ZHC pilotes sont moins efficaces à réduire les teneurs en pesticides lorsque les temps de résidence sont courts (de 28,6 à 100 %) comparés à des temps de résidence plus longs (de 42 to 100 %), malgré une remobilisation plus importante des pesticides vers la phase aqueuse pour ce temps long (faible débit) lors de l'étape de décharge. Suite à la troisième étape de charge, lors de la phase de débit nul, les temps de demi-vie mesurés des pesticides dans la phase aqueuse étaient inférieurs à 4 jours dans les 2 pilotes et pour les 6 molécules. Ce résultat s'expliquerait probablement par un transfert rapide des molécules sur les phases solides (paille ou sédiment). Par contre, les temps de demi-vies mesurées dans les phases solides étaient compris de 3,8 jours à plus d'un an.

En conclusion, l'efficacité des ZHC pourrait être améliorée en augmentant les temps de résidence de l'eau au sein des ZHC pendant la période de drainage d'octobre à mai en favorisant la végétation, ou en installant des seuils pour optimiser les processus de rétention et de sédimentation. Les pesticides stockés sur les phases solides des ZHC peuvent être soumis au processus de dégradation, en particulier lorsque les conditions d'humidité et de température sont favorables (été).

Mots-clés: zone humide construite; demi-vie; pesticide; pilote; remédiation; temps de résidence

27. Nouvelles perspectives pour l'étude de la dérive des sprays : Résultat d'une approche globale en soufflerie

Alheidary Majid (1), Douzals Jean-Paul (1), Sinfort Carole (2)

⁽¹⁾IRSTEA UMR ITAP, 361 rue JF Breton 34196 Montpellier. jean-paul.douzals@irstea.fr

⁽²⁾Montpellier SupAgro, UMR ITAP, 1 Place Viaila 34000 Montpellier carole.sinfort@supagro.fr

La dérive des sprays générés par les buses utilisées sur des pulvérisateurs pour cultures basses (rampes horizontale) peut être mesurée au champ ou en soufflerie. Les résultats des tests au champ montrent une importante variabilité due aux conditions atmosphériques naturellement variables (intensité et direction du vent). Dans ce cas, les résultats se discutent en considérant un grand nombre d'essais (Rautman et al., 2001). L'alternative consiste donc à stabiliser les conditions de vent en soufflerie en utilisant des sprays de courte durée et en mesurant les dépôts d'un traceur sur des collecteurs fils (Miller et al., 2011; Taylor et al., 2004). Les résultats montrent que les turbulences dans les souffleries peuvent quelquefois générer une plus grande variabilité par rapport aux essais au champ (CV de 70 à 180% en soufflerie et 25 à 70 % au champ).

L'objectif de ce travail a été de tester un protocole de mesure de la dérive de longue durée avec une forte densité d'échantillonnage (banc de répartition de 9m de long comprenant 180 gouttières de 5cm) dans la soufflerie d'IRSTEA Montpellier de section 3 m x 2m. Un plan expérimental comprenant 54 modalités a été réalisé en prenant compte 3 différents types de buses (jet plat, Induction d'air et induction d'air double jet), 3 différentes hauteurs de rampe de 40, 60 et 80cm, différentes positions de rampe (frontale, latérale et angles intermédiaires) et 3 différentes vitesses de vent de 2, 4 et 7.5 m s⁻¹ (Douzals et Alheidary, 2014 ; Douzals et al., 2016).

Les résultats de dérive correspondent à une courbe de dépôt de 180 points qui offre l'avantage d'une très bonne reproductibilité de l'ordre de 3%. Compte tenu du grand nombre de modalités testées et de la nature des courbes de résultat, un descripteur macroscopique a été choisi parmi plusieurs. Ainsi le taux de dérive à 5 m sous le vent (DR₅) correspond au descripteur le plus robuste si l'on tient compte du large spectre de paramètres et de réglages. Pour ce faire les dépôts sont cumulés selon la distance et l'inverse est calculé. Cette grandeur correspond ainsi à la fraction du débit pulvérisé qui ne s'est pas encore déposé à une distance donnée. La distance de 5 m (DR₅) est donc particulièrement intéressante car elle correspond à la distance minimale des ZNT.

L'effet de la vitesse du vent a été mis en évidence avec un modèle de premier ordre selon le temps de vol des gouttes (Time of Flight ToF) correspondant au rapport entre la distance de sédimentation et la vitesse supposée constante du vent. Il est ainsi possible de comparer des résultats issus de conditions expérimentales différentes et de normaliser l'effet de la vitesse du vent : la proportion du débit pulvérisé qui ne n'est pas déposé à une distance d pour une vitesse de vent v est fonction du rapport $ToF = d/v$.

Une approche similaire a été développée pour normaliser l'effet de la hauteur de la rampe pour un type donné de buse en combinant la normalisation du temps de vol et la normalisation de la hauteur grâce aux rapports de proportion. Globalement ces résultats démontrent la prédominance de l'effet de la vitesse du vent sur la vitesse initiale des gouttes, pour la gamme de hauteur de buses et de vitesse de vent.

Enfin, des mesures de granulométrie *in situ* ont été réalisées dans la soufflerie avec un appareil Malvern Spraytec basé sur la diffraction de la lumière. Toutes les secondes, les gouttes interceptées par un faisceau laser renvoient de la lumière selon un certain angle qui est fonction de la longueur d'onde (532 nm) et la taille des particules selon la théorie de Mie. Ces mesures sont cependant conditionnées par une densité minimale de gouttes. Des mesures granulométriques ont donc été réalisées pour différentes combinaisons de vitesses de vent et de distances correspondant à différents temps de vol. Les résultats mettent en évidence la dépendance de la taille des gouttes au temps de vol expliquant les similitudes en termes de dérive. Les mêmes populations de gouttes sont retrouvées pour un même temps de vol. Néanmoins, il existe des différences significatives entre types de buses qui restent inexplicables.

En conclusion cette étude a permis de développer une technique innovante de mesure de la dérive pour les buses de pulvérisation. En effet, outre la meilleure reproductibilité des résultats issus de la soufflerie, ces travaux peuvent potentiellement permettre de définir les niveaux de dérive pour 8 points différents d'un domaine hauteur-vitesse à partir d'une seule mesure. Les conséquences pratiques se trouvent dans l'amélioration des conseils aux agriculteurs en matière de gestion du risque de la dérive par les fabricants de buses.

Références

Rautmann, D., Strelke, M., Winkler, R. 2001. New basic drift values in the authorization procedure for plant protection products. Mitteilungen aus der Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. No. 383. Berlin.
Miller, P.C.H., Butler Ellis, M.C., Lane, A.G., O'Sullivan, C.M., Tuck, C.R., 2011. Methods for minimizing drift and off-target exposure from boom sprayer applications. *Aspect of Applied Biology* 106, 281-288.

- Taylor, W. A., Womac, A.R., Miller, P.C.H., Taylor, B. P., 2004. An attempt to relate drop size to drift risk. International Conference on Pesticide Application for Drift Management Octobre 27-29, 210-223.
- Douzals, J.P., Al Heidary, M., 2014. How spray characteristics and orientation may influence spray drift in a wind tunnel. *Aspect of Applied Biology* 122, 271-278.
- Douzals, J.P., Alheidary, M., Sinfort, C., 2016. Spray deposition in a wind tunnel: a kinetic approach of wind speed effects. *Aspects of Applied Biology*. 132. 299-307.

Mots-clés : *dérive des sprays, soufflerie,*

28. Comment définir un risque de transfert de pesticides à l'échelle du Bassin Versant ?

Pierlot Frédéric (1,2), Schott François-Xavier (1), Cherrier Richard (1), Bockstaller Christian (2)

⁽¹⁾Chambre Régionale d'Agriculture Alsace, Champagne Ardenne, Lorraine Pôle Systèmes de Productions Durables et Innovation

⁽²⁾LAE, UMR INRA / Université de Lorraine

Contexte et objectif :

Dans le cadre de la loi sur l'eau, la qualité des ressources en eau est évaluée par masse d'eau. Pour atteindre les objectifs fixés, les gestionnaires de la ressource en eau ont besoin d'outils pour piloter les actions à l'échelle des bassins versants. Les suivis à pas de temps fins des contaminations des eaux par les pesticides ne sont pas réalisables à grande échelle de par leur coût et les difficultés de mise en œuvre, c'est pourquoi des indicateurs de risque de transferts de pesticides ont été développés pour permettre de caractériser le risque à priori. Les projets GUIDE (Keichinger et al. 2013), complété par le projet EQUIPE (Pierlot et al. 2015) ont permis de dresser un inventaire des indicateurs existants et de comparer leurs capacités prédictives à des mesures de terrain. Il apparaît, d'une part, qu'il n'existe pas de solution pour caractériser le risque à l'échelle du bassin versant à l'aide d'indicateurs et que d'autre part l'indicateur I-Phy (Lindahl et Bockstaller 2012) de la méthode Indigo développée par l'INRA offre un compromis intéressant entre facilité de mise en œuvre et capacité prédictive du risque de transfert à l'échelle de la parcelle. Notre projet vise à élaborer une méthode d'agrégation des risques parcellaires obtenus à l'aide d'I-Phy pour obtenir un risque à l'échelle du bassin versant. Nous nous appuyons pour cela sur un jeu de données expérimentales obtenu sur un bassin versant, dont nous présentons dans cette communication la démarche d'acquisition.

Matériel et méthode :

Afin d'avoir un jeu de données pour élaborer notre méthode d'agrégation, nous avons sélectionné un bassin versant agricole que nous avons équipé pour des prélèvements assujettis au débit en 4 points du bassin (figure 1) avec des analyses sur une périodicité hebdomadaire. Ce bassin versant est principalement composé de sols argilo-limoneux plus ou moins hydromorphes et est, de ce fait, en majorité drainé. Les transferts de pesticides sont donc majoritairement des transferts de subsurface et de surface, ce qui nous permet d'assurer le suivi des transferts avec le cours d'eau qui le traverse le bassin versant et dans lequel les collecteurs de drains débouchent. La répartition des suivis nous permet ainsi de passer de l'échelle parcelle (1) au petit groupe de parcelle (2), à l'ensemble du bassin versant (4) et de prendre en compte des éléments paysagers comme des surfaces boisées (3). Les échantillons prélevés sont envoyés à un laboratoire indépendant qui analyse les 80 molécules appliquées sur les parcelles du bassin.

En parallèle, nous enquêtons l'ensemble des agriculteurs présents sur le bassin pour recueillir les données nécessaires au calcul de l'indicateur à l'échelle parcellaire : les données concernant les pratiques agricoles, celles liées aux molécules utilisées, les données liées au sol. Des analyses de sol complémentaires seront réalisées pour renseigner l'indicateur de manière la plus fiable possible. Pour les données liées au climat, nous avons un suivi de pluviométrie et de température sur le site, nous pouvons ainsi compléter les données fournies par Météo France à l'échelle locale. Nous collectons également les données concernant le plan de drainage des parcelles que nous confirmons par une approche terrain en identifiant les sorties des collecteurs de drains dans le cours d'eau.

Toutes ces données sont reliées à une base de données et sont géoréférencées pour permettre une analyse de la contribution de chaque parcelle à l'exutoire du bassin versant molécule par molécule en fonction de leur taille, leur position et leur connexion au cours d'eau.

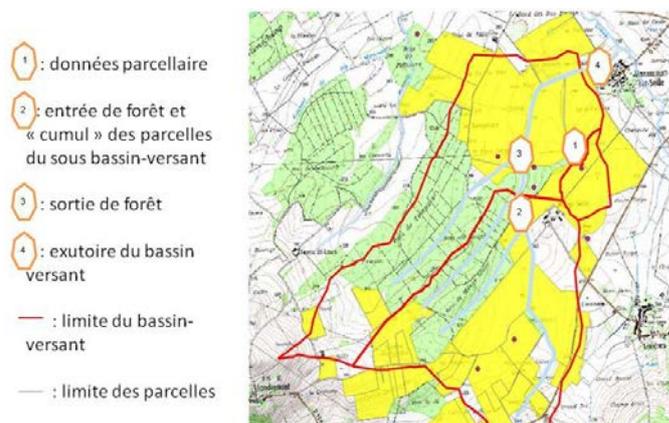


Figure 1 : plan du bassin versant et des dispositifs de suivis

Perspectives :

Le suivi que nous avons mis en place sur ce bassin agricole drainé doit nous permettre d'extrapoler une méthode d'agrégation du risque parcellaire que nous confronterons ensuite à des suivis en sortie de bassins versants de plus grande ampleur pour la valider. L'objectif de ce programme est de fournir une approche du risque à une échelle plus grande aux gestionnaires de la ressource en eau qui ne peuvent équiper l'ensemble des masses d'eau et auront ainsi une première approche de l'impact potentiel des mesures menées par bassin versant. Ce projet nous donne également l'opportunité de travailler sur le rôle des éléments paysagers intra et inter parcellaires concernant les transferts (bandes enherbées, fossés, chemins).

Keichinger, Olivier, Pierre Benoit, Arnaud Boivin, Xavier Bourrain, O Briand, A. Chabert, Nicolas Domange, 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 ». *Innovation agronomiques*, n° 28: 1- 13.

Lindahl, Anna M.L., et Christian Bockstaller. 2012. « An indicator of pesticide leaching risk to groundwater ». *Ecological Indicators* 23 (décembre): 95- 108. doi:10.1016/j.ecolind.2012.03.014.

Pierlot, Frédéric, Jonathan Marks Perreau, Benoit Real, Nadia Carluer, Alexandre Morin, André Miralles, Guilhem Molla, et al. 2015. « Projet EQUIPE : Comparaison des qualités prédictives de 27 indicateurs de risque pesticide ». *GFP*.

Mots-clés : *pollution des eaux, indicateurs pesticides, transfert, bassin versant, agrégation parcellaire*

29. Vigne et Vin : Suivi des résidus de pesticides à la parcelle et au cours du processus de vinification

Franc Céline (1, 2), Becquet Stéphane (3), de Revel Gilles (1, 2)

⁽¹⁾ Univ. Bordeaux, ISVV, EA 4577, Unité de recherche ŒNOLOGIE, 33882 Villenave d'Ornon

⁽²⁾ INRA, ISVV, USC 1366 ŒNOLOGIE, 33882 Villenave d'Ornon – celine.franc@u-bordeaux.fr

⁽³⁾ SVBA, ITAB, 7 Le Grand Barrail, 33570 Montagne

Depuis plusieurs années, les pesticides sont pointés du doigt par les médias et la société est préoccupée par cette question notamment vis-à-vis de l'antenne humaine. La contestation sociale dans le domaine de l'alimentation est devenue incontournable. La volonté de réduction de l'utilisation des pesticides se développe et le plan Ecophyto2 lancé le 26 octobre 2015 réaffirme un objectif de diminution du recours aux produits phytosanitaires de 50%, 25% d'ici 2020 et 25% supplémentaires à l'horizon 2025. La Gironde, grand territoire de vignobles, est désignée comme l'un des départements les plus consommateurs de pesticides. En effet, la vigne, comme les autres cultures pérennes doit être protégée tout au long de sa vie et l'utilisation des pesticides est importante alors que la surface totale consacrée à ce type de culture est relativement faible. Ainsi, en France, la vigne, représente moins de 3 % de la surface agricole utile (SAU) et consomme environ 20 % des pesticides. La protection phytosanitaire est un gage d'une qualité constante et de rendements élevés de la récolte. Cependant, la question des résidus de pesticides dans les denrées alimentaires est l'une des préoccupations des consommateurs, des producteurs et du législateur. En ce qui concerne les fruits et légumes, des limites maximales de résidus (LMR) sont imposées et des contrôles aléatoires ou ciblés sont réalisés. Pour les produits transformés tels que le vin aucune LMR n'est fixée et les dosages sont réalisés par des acteurs différents en fonction des buts poursuivis.

En viticulture, 105 substances actives étaient autorisées en 2015 sans compter les dérivés du cuivre, du soufre, du glyphosate et les moyens de lutte biologique. Les fongicides sont largement utilisés pour prévenir des attaques de champignons tels que *Botrytis cinerea* responsable de la pourriture grise et pour la protection contre diverses maladies (oïdium, mildiou, black-rot...). Les insecticides et acaricides sont également employés contre divers ravageurs. En particulier, des traitements peuvent être rendus obligatoires contre la cicadelle de la flavescence dorée, maladie mortelle pour le cep de vigne. Les herbicides sont moins généralisés et le travail du sol est encouragé. Les traitements fongiques sont les plus tardifs et peuvent laisser des résidus sur les raisins. Ces résidus sont ensuite plus ou moins transférés au moût et peuvent, pour certains, se retrouver dans les vins. La recherche des substances actives autorisées dans le passé ou actuellement dans d'autres pays ou interdites en viticulture est également nécessaire.

Depuis 2008, notre laboratoire s'intéresse au dosage des résidus de pesticides dans les vins.

Tout d'abord, suite à une demande du Conseil Interprofessionnel du Vin de Bordeaux (CIVB) et avec l'aide du Service Commun des Laboratoires de Pessac (SCL-33) et de la Chambre d'Agriculture de la Gironde (CA-33), une méthode GC-MS a été développée et validée pour la quantification de 37 résidus de pesticides parmi ceux les plus utilisés en viticulture [1]. Dans cette méthode l'extraction des résidus de pesticides de la matrice vin est réalisée par SBSE (Stir Bar Sorptive Extraction) [2]. En effet, un projet de recherche précédent, financé par le CIVB, qui visait à qualifier la qualité aromatique des vins avait permis de développer une méthode SBSE-GC-MS pour la quantification des molécules responsables de certaines altérations olfactives [3], que les laboratoires du secteur avaient pu inclure dans leur offre d'analyses. Initiée par le SCL-33 et grâce à l'appui des Œnologues de France et de la CA-33, une comparaison inter-laboratoires (CIL) a débuté fin 2010. Depuis, chaque trimestre, deux vins, un rouge et un blanc, sont analysés par une douzaine de laboratoires. A l'heure actuelle, 45 molécules sont comprises dans cette CIL.

Bien que plus de 80 substances actives aient été testées pour le dosage par SBSE-GC-MS, des limitations en termes de volatilité et de thermostabilité des composés imposées par la chromatographie en phase gazeuse ainsi que de polarité liées à l'utilisation de b arreaux en PDMS (polydiméthylsiloxane) avaient été rencontrées. Pour compléter l'offre d'analyse avec des molécules plus polaires, moins volatiles ou instables thermiquement, une méthode LC-MS/MS a été mise en place depuis 2012 [4]. A l'heure actuelle, cette technique nous permet de rechercher 191 substances actives. Deux méthodes d'extraction de la matrice vin sont comparées, l'extraction QuEChERS (Quick Easy Cheap Efficient Rugged and Safe) [5], adoptée en 2012 par l'OIV comme méthode officielle pour le dosage des résidus de pesticides dans les vins (OIV-OENO 436-2012 [6]) et la SPE (Solid-Phase Extraction). Cette dernière présente une meilleure sensibilité de la détection sur la plupart des composés du fait que les extraits obtenus sont purifiés et concentrés grâce à la cartouche [7].

Ces méthodes de dosage nous permettent de suivre la persistance des substances actives au cours du processus fermentaire et d'évaluer leur transfert au cours de la vinification. Les essais de fermentation alcoolique (FA) réalisés au laboratoire ont montré que la plupart des matières actives ajoutées dans le moût avant FA se retrouvaient en fin de fermentation. Cependant, il existe des exemples de molécules qui sont dégradées au cours de la FA ou au cours du temps. De même, le taux de transfert des molécules tout au long du processus de vinification est variable suivant les matières actives.

Les baies de raisin sont également analysées suite à une extraction QuEChERS comme cela est couramment réalisé pour le dosage des résidus de pesticides dans les fruits et légumes. Le transfert des molécules du raisin au moût et la

persistance des substances actives en fonction du calendrier de traitements ont ainsi évolués. Sur le raisin, certains composés appliqués, persistent à des teneurs moyennes voire élevées sans diminution jusqu'à la récolte.

Les préoccupations autour des contaminations potentielles à la parcelle, par les cultures alentour, ou en caves sont prégnantes pour les viticulteurs bio. Pour répondre au mieux à cette problématique nous avons étoffé notre liste de molécules recherchées sans la seule restriction à la viticulture. D'un point de vue méthodologique, il a été nécessaire d'optimiser l'extraction QuEChERS sur les feuilles de vigne [8].

[1] Franc C., de Revel G. "Quantification of Pesticides Residues in Wine: Development of a SBSE-GC-MS-SIM Method" 20-24 Juin 2010, *Poster PA 078, 8th European Pesticide Residue Workshop*, Strasbourg, France.

[2] Baltussen E., Sandra P., David F., Cramers C. "Stir bar sorptive extraction (SBSE), a novel extraction technique for aqueous samples: Theory and principles" (1999) *J. Microcol. Sep.* 11, 737-747.

[3] Franc C., David F., de Revel G. "Multi-residue off-flavour profiling in wine using stir bar sorptive extraction – thermal desorption – gas chromatography – mass spectrometry" (2009) *J. Chromatogr. A* 1216, 3318-3327.

[4] Franc C., de Revel G. "Pesticide Residues Analysis in Wine and Other Matrices of Enological Interest" 2-5 Juillet 2013, *Poster P53, In Vino Analytica Scientia*, Reims, France.

[5] Anastassiades M., Lehotay S. J., Štajnbaher D., Schenck, F.J. (2003) "Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and "Dispersive Solid-Phase Extraction" for the Determination of Pesticide Residues in Produce", *J. AOAC Int.*, 86(2), 412-431.

[6] Résolution OIV-OENO 436-2012 : <http://www.oiv.int/public/medias/1407/oiv-oen-436-2012-fr.pdf>

[7] Franc C., de Revel G. "Extraction and Quantification of Pesticide Residues from Wine and Other Matrices of Enological Interest" 30 Juin - 3 Juillet 2014, *Poster PD 028, 10th European Pesticide Residue Workshop*, Dublin, Irlande.

[8] Franc C., Riquier L., Jabs G., Peltier V., de Revel G. "Determination of Pesticide Residues from Vine Leaves and Grapes to the Wine" 29 Juin – 1er Juillet 2015, *Poster IV-37, 10^{ème} Symposium International d'Enologie*, Bordeaux, France.

Mots-clés : Vin – Raisin – Feuille de vigne – Quantification

30. Vectorisation d'un fongicide en vue de manipuler sa biodisponibilité pour réduire les impacts environnementaux

Hanxiang Wu (1), Sophie Marhadour (1), Zhiwei Lei (2), Cécile Marivingt-Mounir (1), Jean-Louis Bonnemain (3), Jean-François Chollet (1)

⁽¹⁾IC2MP (Institut de Chimie des Milieux et des Matériaux de Poitiers), UMR CNRS 7285, Université de Poitiers, 4 rue Michel Brunet, TSA 51106, F-86073 Poitiers Cedex 9, France

⁽²⁾Guizhou Tea Research Institute, Guizhou Academy of Agricultural Science, Guiyang, Guizhou 550009, China

⁽³⁾Laboratoire EBI (Écologie et Biologie des Interactions), UMR CNRS 7267, Équipe SEVE (Sucres, Échanges Végétaux, Environnement), Université de Poitiers, 3 rue Jacques Fort, TSA 51106, F-86073 Poitiers Cedex 9, France

La plupart des produits phytopharmaceutiques systémiques phloémiens ou ambimobiles sont des herbicides ; l'absorption de ces produits dans le phloème a lieu en général par le mécanisme de piégeage d'acide. Toutefois, quelques molécules (notamment le paraquat et le glyphosate) sont manipulées par des transporteurs de la membrane plasmique, une propriété non programmée initialement. Dans un passé récent, nous avons mis en évidence que des systèmes de transport d'acides aminés pouvaient manipuler des xénobiontes halogénés couplés à un acide alpha-aminé ayant une masse moléculaire plus importante que leur substrat naturel (Chollet et al., 1997; Deletage-Grandon et al., 2001). Ces conjugués, qui associent dans leur structure un herbicide (2,4-D) et un alpha-amino acide (lysine), sont distribués dans la plante de manière différente que la molécule parent, avec notamment un transport plus important vers l'extrémité des racines.

En prenant en compte i/ la nécessité de diminuer les quantités de composés phytopharmaceutiques utilisés comme cela est prévu dans les plans Ecophyto, notamment en améliorant le ciblage des parasites, ii/ le besoin de mettre au point des fongicides capables de lutter contre des pathogènes jusqu'ici hors de portée des molécules classiques (par exemple les maladies vasculaires ou racinaires), nous avons étendu notre stratégie utilisant les systèmes de transport de nutriments à des molécules fongicides. Nous avons choisi comme molécule modèle un dérivé de la famille des phénylpyrroles, le fenpiclonil. Celui-ci a ensuite été couplé à un nutriment (sucre ou acide alpha-aminé) en utilisant la méthode de "Click chemistry", un espaceur étant introduit entre le fongicide et la molécule naturelle. Trois conjugués ont ainsi été synthétisés, dont deux avec un acide aminé (SM 101, SM 107) et un avec un sucre (SM 99).

Nous avons ensuite étudié l'absorption et la systémie phloémienne de deux de ces molécules en utilisant le système ricin communément utilisé pour étudier le transport de divers xénobiontes (Chollet et al., 2005; Rocher et al., 2009; Yang et al., 2011; Yuan et al., 2013). Selon les modèles prédictifs maintenant utilisés (Rocher et al., 2016), les propriétés physico-chimiques de SM 99 et SM 101 sont théoriquement incompatibles avec une diffusion au travers de la membrane plasmique compte tenu de leurs trop élevées de leur masse moléculaire, du nombre de groupes accepteurs d'hydrogène et de leur surface polaire. Néanmoins, SM 101 présente une systémie phloémienne modérée. En revanche, la systémie phloémienne de SM 99 est extrêmement faible, cette molécule ayant toutefois la capacité à s'accumuler rapidement dans les parenchymes.

Ce travail met en évidence que des transporteurs de la membrane plasmique peuvent reconnaître et manipuler des xénobiotiques considérablement plus volumineux que leur substrat naturel et qu'il est possible par cette stratégie de programmer la synthèse de molécules ayant une action locale par accumulation dans les tissus foliaires ou des molécules agissant à longue distance sur des pathogènes inaccessibles aux fongicides classiques.

Il paraît ainsi possible d'améliorer le ciblage des parasites avec pour objectif de réduire de façon sensible les apports de produits phytopharmaceutiques.

Remerciements : Les auteurs remercient FranceAgriMer, InterLoire and JAS Hennessy & Co. pour le support financier de ces travaux.

Chollet JF, Deletage C, Faucher M, Miginiac L, Bonnemain JL (1997) Synthesis and structure-activity relationships of some pesticides with an alpha-amino acid function. *Biochim. Biophys. Acta* **1336**: 331-341

Chollet JF, Rocher F, Jousse C, Deletage-Grandon C, Bashiardes G, Bonnemain JL (2005) Acidic derivatives of the fungicide fenpiclonil: effect of adding a methyl group to the N-substituted chain on systemicity and fungicidal activity. *Pest Manage. Sci.* **61**: 377-382

Deletage-Grandon C, Chollet JF, Faucher M, Rocher F, Komor E, Bonnemain JL (2001) Carrier-mediated uptake and phloem systemy of a 350-Dalton chlorinated xenobiotic with an alpha-amino acid function. *Plant Physiol.* **125**: 1620-1632

Rocher F, Chollet JF, Legros S, Jousse C, Lemoine R, Faucher M, Bush DR, Bonnemain JL (2009) Salicylic acid transport in *Ricinus communis* involves a pH-dependent carrier system in addition to diffusion. *Plant Physiol.* **150**: 2081-2091

Rocher F, Roblin G, Chollet J-F (2016) Modifications of the chemical structure of phenolics differentially affect physiological activities in pulvinal cells of *Mimosa pudica* L. II. Influence of various molecular properties in relation to membrane transport. *Environmental Science and Pollution Research*: Sous presse

Yang W, Wu HX, Xu HH, Hu AL, Lu ML (2011) Synthesis of glucose-fipronil conjugate and its phloem mobility. *J. Agric. Food Chem.* **59**: 12534-12542

Yuan JG, Wu HX, Lu ML, Song GP, Xu HH (2013) Synthesis of a series of monosaccharide-fipronil conjugates and their phloem mobility. *J. Agric. Food Chem.* **61**: 4236-4241

Mots-clés : « *click chemistry* », *conjugués phénylpyrrole-nutriment*, *vectorisation*

31. Des données, des outils et des indicateurs pour une gestion de l'utilisation des produits phytosanitaires réduisant les impacts sur l'environnement de ces substances

Gouzy Aurélien, Le Gall Anne-Christine, Lenoble Clément

INERIS, Parc Technologique Alata, BP2, 60550 Verneuil-en-Halatte – aurelien.gouzy@ineris.fr

En France, ces dernières années, et tout particulièrement suite au Grenelle de l'Environnement de 2007, une volonté de réduction de l'usage des produits phytosanitaires et de maîtrise des risques liés à ces produits a été clairement énoncée. Ceci a pris la forme d'engagements fermes, notamment à travers les plans Ecophyto I et II⁵ visant la diminution du recours aux produits phytosanitaires de 50 %.

Pour accompagner cet objectif, différentes actions ont été déployées par l'INERIS⁶ (Institut national de l'environnement industriel et des risques) et ses partenaires afin de fournir aux pouvoirs publics des éléments d'aide à la décision. Ces actions consistent essentiellement à acquérir et/ou à compiler, puis à exploiter des informations concernant la connaissance des produits phytosanitaires (identifiants, propriétés physico-chimiques), de leurs ventes (voire de leurs usages), de leurs caractéristiques toxico et éco-toxicologiques, de leurs transferts vers l'environnement, ...

Les principaux éléments sont résumés dans le tableau ci-après.

	Nom	Description	Accès
Les données :	BNV-d ⁷	Banque nationale des ventes des distributeurs	https://bnvd.ineris.fr
	Portail substances chimiques de l'INERIS	Base de données de propriétés physico-chimiques et toxico/éco-toxicologique de substances chimiques	http://www.ineris.fr/substances/fr/
	Base de données substances actives SIRIS-Pesticides 2012	La base de données est une compilation d'informations (identifiants, paramètres physicochimiques, paramètres toxico et éco-toxicologiques) disponibles dans la littérature scientifique, sur les sites institutionnels ainsi que dans les dossiers d'homologation européens des produits phytosanitaires.	http://www.ineris.fr/siris-pesticides/bdd_siris_pesticides
	Préparations	Compositions en substances actives des préparations vendues sur le marché français : ces informations sont extraites de la banque nationale des ventes des distributeurs.	-
Les outils :	SIRIS-Pesticides	SIRIS-Pesticides est un outil d'aide à la décision qui permet de classer des substances phytosanitaires suivant leur potentiel à atteindre les eaux superficielles et les eaux souterraines.	http://www.ineris.fr/siris-pesticides/accueil
	SPH'Air	SPH'Air est un outil d'aide à la décision qui permet de classer des substances phytosanitaires suivant leur potentielle présence dans le compartiment aérien suite au traitement des.	-
Les indicateurs :	IPP'AIR	indicateur de risque prédit pour les pesticides dans l'air	-
	IR2PE	indicateur de risque prédit pour les pesticides dans l'eau	-

L'ensemble des moyens ainsi développés vise à accroître la pertinence des suivis environnementaux des produits phytosanitaires. Ceci s'accompagne de travaux sur la connaissance de leur transfert de vers l'air et l'eau.

La présentation proposée illustre les différentes actions de l'INERIS aboutissant au calcul et à l'interprétation de ces différents indicateurs.

Mots-clés : Pesticides, Environnement, Surveillance, Base de données, Aide à la décision

⁵ http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/151022_ecophyto.pdf

⁶ <http://www.ineris.fr/>

⁷ La BNV-d est alimentée annuellement par les déclarations de ventes établies dans le cadre de la déclaration au titre de la redevance pour pollution diffuse.

32. Comparaison de la toxicité cellulaire de la chlordécone et de deux de ses dérivés déchlorés formés par réduction chimique

Mouvet Christophe (1), Bristeau Sébastien (1), Nesslany Fabrice (2), Lobeze Frédérique (2), Akagah Bernardin (3), Legeay Samuel (4, 5), Faure Sébastien (4, 5)

⁽¹⁾Brgm, Avenue C. Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2 – c.mouvet@brgm.fr

⁽²⁾Institut Pasteur de Lille, 1, rue du Professeur Calmette, BP 245, 59019 Lille Cedex

⁽³⁾Alpha-Chimica, 5 rue J-B Clément, 92290 Châtenay-Malabry

⁽⁴⁾UFR Santé, Département pharmacie, Laboratoire de pharmacologie, LUNAM Université, Angers 49045, France

⁽⁵⁾INSERM UI063, Stress oxydant et pathologies métaboliques, LUNAM Université, Angers 49045, France.

Introduction

Aux Antilles, il est avéré que la chlordécone (CLD), insecticide organochloré, contaminent les sols, les eaux douces souterraines et superficielles, les eaux marines et les organismes terrestres et aquatiques continentaux et marins (Bocquené et Franco, 2005 ; Bertrand et al., 2009 ; Coat et al., 2006 ; Jondreville et al., 2014 ; Monti et Coat, 2007). Des effets délétères sur la santé humaine tels qu'une augmentation du risque de cancers de la prostate et de naissance prématurée après exposition à la CLD ont été démontrés (Dallaire et al., 2012 ; Kadhel et al., 2014 ; Multigner et al., 2010).

La décontamination des sols permettrait de réduire les voies d'exposition à la CLD. La décontamination par voie microbiologique reste actuellement très loin d'un stade opérationnel. Les travaux menés dans le programme DEMICHLOR 2011 – 2013 piloté par l'INRA montrent que même en conditions de laboratoire optimisées la biodégradabilité de la chlordécone est limitée à quelques pourcents de la concentration initiale (Fernández-Bayo et al., 2013 ; Merlin et al., 2014).

En revanche, le potentiel de la réduction chimique (In Situ Chemical Reduction, ISCR) pour décontaminer les sols a été démontré (Mouvet et al., 2016). Ce procédé en genre de transformation de la CLD en produits dont le niveau de déchloration varie de 1 à 7. La monohydroCLD dont l'atome de chlore (Cl) en position 5a a été remplacé par un atome d'hydrogène (5a-hydroCLD) est le produit formé avec les plus fortes concentrations. De la trihydroCLD (CLD-3Cl) est également retrouvée dans les sols et eaux des sols traités par ISCR.

L'objectif de ces travaux est de comparer la toxicité de la 5a-hydroCLD et de la CLD – 3Cl par rapport à celle de la CLD. Dans une première approche prospective, la toxicité *in vitro* a été évaluée par le test de mutagenicité d'Ames, le test de génotoxicité sur micronoyaux TK6 (lignée lymphoblastoïde humaine) et l'effet sur l'angiogenèse de cellules endothéliales (ce test quantifie la formation de nouveaux vaisseaux sanguins qui apportent les éléments nutritifs nécessaires au développement des tumeurs).

Matériel et méthodes

Pour les tests des micronoyaux sur cellules TK6, douze concentrations allant de 1000 à 0,49 µg/mL dans le milieu de culture ont été étudiées pour la CLD, la 5a-hydroCLD et la CLD-3Cl à partir de solutions mères dans le Diméthylsulfoxyde (DMSO).

Pour le test d'Ames, la dose finale maximale de 200 µg/boîte a été obtenue par addition de 100 µL/boîte d'une solution à 2 mg/mL dans le DMSO. Des dilutions successives ont également été préparées dans le DMSO et utilisées à raison de 100 µL/boîte.

Pour l'évaluation de l'angiogenèse, des cellules endothéliales primaires de veine de cordon ombilical humain (HUVECs) ont été cultivées sur Matrigel® et exposées pendant 24h à chaque molécule à 3 concentrations : celle correspondant à une concentration en CLD susceptible d'être présente dans des eaux souterraines ou superficielles fortement contaminées (10^8 M = 4,9 µg/L), une concentration représentative de valeurs du sang veineux de femmes guadeloupéennes ($5 \cdot 10^9$ M = 2,5 µg/L ; étude Hibiscus) et une concentration 500 fois plus faible (10^{11} M = 4,9 ng/L).

Résultats

Aucune activité génotoxique ou mutagène n'est mise en évidence pour la CLD, la 5a-hydroCLD et la CLD-3Cl dans les 2 tests utilisés qui sont très complémentaires l'un de l'autre. La cytotoxicité de la 5a-hydroCLD est nettement plus faible que celle de la CLD, la cytotoxicité de la tri-hydroCLD étant encore nettement moindre que celle de la 5a-hydroCLD.

Un effet pro-angiogénique très significativement ($p < 0,001$) supérieur à celui du témoin est mis en évidence pour la CLD. Pour la 5a-CLD, cet effet est également supérieur au témoin mais de manière moins statistiquement significative ($p < 0,05$) que celui de la CLD. En revanche, l'effet pro-angiogénique de la CLD -3Cl n'est pas significativement plus important que celui du témoin (Fig. 1).

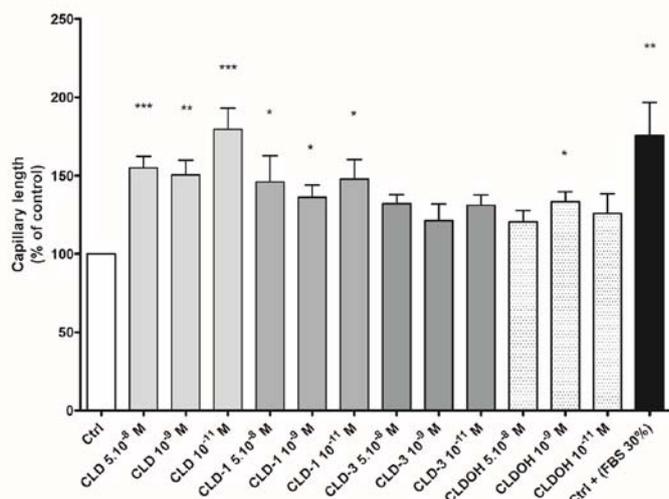


Figure 1 : Longueurs des capillaires (en % du témoin négatif, CTRL) formés dans le test de pro-angiogenèse suite à l'exposition aux diverses concentrations des molécules testées.

Conclusion

Les dérivés de la CLD en partie déchlorés formés par l'ISCR appliquée à des sols de bananeraies aux Antilles ont une toxicité *in vitro* inférieure à celle de la CLD dans les conditions expérimentales de l'étude. Des tests *in vivo* ainsi que l'évaluation de l'écotoxicité de ces dérivés doivent maintenant être réalisés afin de confirmer ces résultats encourageants.

Références

Bocquené et Franco, 2005. Mar. Poll. Bull. 51 (5-7), 612–619 ; Bertrand et al., 2009, <http://www.ifremer.fr/docelec/doc/2009/rapport-6896.pdf> ; Coat et al., 2006. Aquat. Living Resour. 19 (2), 181–187 ; Dallaire et al., 2012. Environ. Res., 118, 79–85 ; Fernández-Bayo et al., 2013. Sci. Tot. Environ., 395–403 ; Jondreville et al., 2014. Sci. Tot. Environ., 493, 336–341 ; Kadhel et al., 2014. Am. J. Epidemiol., 179 (5), 536–544 ; Monti et Coat, 2007. Les Cahiers du Pram, 7, 29–33 ; Merlin et al., 2014. Environ. Sci. Poll. Res., 21 (7), 4914–4927 ; Mouvet et al., 2016. Rapport Brgm 65462, sous presse ; Multigner et al., 2010. J. Clin. Oncol., 28 (21), 3457–3462.

Mots-clés : chlordécone, produit de transformation déchloré, (géo)toxicité

33. Intoxication d'*Apis mellifera* au Roundup 3+®; altérations comportementales et bouleversements neurochimiques

Sokolowski M (1), Gauthier M. (2), Halm M-P (3), Boily M. (2)

⁽¹⁾ Université de Picardie Jules Verne, Institut national de la santé et de la recherche médicale- Groupe de Recherche sur l'Alcool & les Pharmacodépendances (INSERM-GRAP); Amiens (France)

⁽²⁾ Université du Québec à Montréal, Centre de recherche en toxicologie de l'environnement (TOXEN-UQÀM); Montréal (Canada)

⁽³⁾ Université de Caen Basse-Normandie, Centre d'études et de recherche sur le médicament de Normandie (CERMN-UNICAEN); Caen (France)

Depuis quelques années, les populations d'abeilles ont subi des pertes importantes entraînant une préoccupation dans le secteur agroalimentaire ainsi que de nombreuses études. Malgré l'intérêt scientifique majoritairement axé sur les insecticides néonicotinoïdes, le glyphosate, ingrédient actif du Roundup®, est aussi susceptible d'altérer plusieurs aspects de la santé des pollinisateurs. Récemment, des chercheurs ont associé le glyphosate à des effets neurotoxiques chez l'abeille, notamment au niveau de l'apprentissage, du comportement de retour à la ruche, de la sensibilité au sucrose et de l'activité de l'acétylcholinestérase (AChE), une enzyme importante dans la neurotransmission. Considérant, le manque d'information au niveau des effets du glyphosate seul ou en formulation commerciale sur l'abeille domestique et connaissant l'implication de l'AChE dans des processus essentiels au butinage comme la mémoire, ce projet a été consacré aux effets non létaux d'une exposition au Roundup 3+® sur le comportement de butinage de l'abeille et sur les effets répulsifs de sirops contaminés au glyphosate. Ces résultats ont été couplés à des analyses d'activité AChE permettant d'établir un lien entre ces aspects du comportement et une réponse biochimique de l'abeille. Plusieurs protocoles novateurs ont été réalisés; expériences de butinage en vol libre, test de locomotion de type *vidéo tracking*, expérience de choix de sirop, expositions chroniques et détermination du seuil d'acceptation de sirop contaminé en parallèle ou non à des dosages d'AChE. Les expositions chroniques et les expositions en vol libre établissent plus clairement le potentiel neurotoxique d'une exposition à une formulation commerciale de glyphosate, tout en soulignant le lien entre désordres comportementaux et altérations neurochimiques. Les premiers résultats ont démontré que 70% des abeilles testées consommaient aisément un sirop (50% saccharose) contenant l'équivalent de 11g/L de glyphosate; considéré hautement concentré. Aucun effet répulsif n'a été observé quand les abeilles ont eu accès à un sirop contaminé au glyphosate reflétant des concentrations retrouvées dans le nectar ou le pollen. Les protocoles novateurs utilisés dans cette étude ainsi que les résultats de ces premiers travaux présentent des perspectives de recherche intéressantes pour de nouvelles méthodes d'analyses comportementales en éco-toxicologie et proposent en complément une batterie de nouvelles méthodes pouvant être appliquées dans les tests toxicologiques relatifs à la commercialisation de produits phytosanitaires.

34. Des abaques pour dimensionner les bandes tampons végétalisées destinées à limiter les transferts de pesticides par ruissellement – Transfert d'un outil de recherche vers les utilisateurs finaux

Catalogne Clotaire, Lauvernet Claire, Carluer Nadia

Irstea, UR MAEP, Equipe « Pollutions agricoles diffuses » - 5 rue de la Doua, CS70077 – 69626 Villeurbanne Cedex – clotaire.catalogne@irstea.fr

La contamination des masses d'eau superficielles par les pesticides employés en agriculture constitue une problématique préoccupante et assez généralisée à l'échelle du territoire français. En complément de bonnes pratiques à la parcelle, les zones tampons constituent une solution intéressante pour limiter les transferts de pesticides et diminuer ainsi le ruissellement dans les milieux aquatiques¹. Parmi les solutions possibles, les bandes tampons végétalisées (bandes enherbées ou boisées) sont reconnues comme étant efficaces pour atténuer les transferts de pesticides par ruissellement. Leur efficacité dépend toutefois de bonnes conditions d'implantation, d'entretien et nécessite un dimensionnement adapté au contexte agronomique, pédologique et climatique.

Depuis 2008, l'équipe "Pollutions agricoles diffuses" d'Irstea travaille au développement d'outils pour le dimensionnement de bandes tampons végétalisées (Carluer et al., 2014). Ces outils s'appuient en particulier sur le modèle VFSSMOD (Muñoz-Carpena et al., 1999) de manière à représenter aussi fidèlement que possible la complexité des processus d'interception du ruissellement par une bande tampon. Ce modèle à base physique, déjà largement validé, a été adapté au contexte français pour permettre de rendre compte des cas où une nappe sous-jacente peut limiter l'efficacité de la bande tampon, situation assez répandue en bord de cours d'eau (Muñoz-Carpena et al., 2011). Pour fonctionner, le modèle nécessite de renseigner de nombreux paramètres sur les caractéristiques de la bande tampon (rugosité du couvert, propriétés du sol, état d'humidité, pente) mais aussi sur les flux de ruissellement émis par la ou les parcelle(s) située(s) en amont (surface contributive). Ces flux sont évalués sur la base de la méthode du « Curve Number » (USDA-SCS, 1972) à partir de la géométrie de la surface contributive (pente, longueur et surface caractérisées à l'aide d'un outil SIG) et d'un hyéto-gramme de pluie représentatif du climat de la zone étudiée pour l'obtention d'un hydrogramme de ruissellement. La diversité des outils à manipuler rend la procédure de dimensionnement peu accessible à un utilisateur non expert. C'est pourquoi une approche simplifiée a été mise au point via la mise à disposition d'abaques de dimensionnement sous la forme de graphiques. Le but est de permettre aux utilisateurs de dimensionner leur bande tampon sans réaliser de calcul et à l'aide d'un minimum de paramètres, relativement aisés à renseigner.

Débuté dans le cadre du projet TOPPS-PROWADIS² sur deux sites à climats contrastés (Lauvernet et al., 2014), la construction des abaques s'appuie sur la simulation d'un grand nombre de scénarios de dimensionnement pour différents contextes pédo-climatiques. Ces abaques ont été complétés depuis dans le cadre d'un projet financé par l'ONEMA pour refléter une plus grande diversité de situations en France. Ils s'accompagnent d'une interface de consultation sous la forme d'application web dans laquelle l'utilisateur renseigne les paramètres nécessaires à l'obtention des résultats (par ex. pente, type de sol, profondeur de la nappe)... L'avantage d'un tel outil réside dans sa facilité d'utilisation. Il est aussi très intéressant sur le plan démonstratif pour comprendre comment les caractéristiques du milieu influent sur le dimensionnement. Il repose en revanche sur certaines hypothèses simplificatrices (paramètres fixés par défaut) qu'il est important de prendre en compte avant toute utilisation des abaques pour l'implantation concrète de bandes tampons sur le terrain. Des travaux complémentaires sont en cours pour permettre aux utilisateurs d'avoir accès à un outil plus élaboré permettant d'aborder des scénarios plus complexes, lorsque les données sont disponibles.

¹Voir le site du Groupe Technique Zones Tampons : <http://zonestampons.onema.fr/>

²<http://www.topps-life.org/toppslife/>

Carluer N., Noll D., Bernard K., Fontaine A., Lauvernet C. (2014). Dimensionner les zones tampons enherbées et boisées pour réduire le transfert hydrique des produits phytosanitaires. TSM, n°12, pp101-120.

Lauvernet, C., Noll, D., Muñoz-Carpena, R., Carluer, N. (2014). Sensitivity analysis and metamodeling to help sizing vegetative filter strips in a watershed. Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-15667, 2014

Muñoz-Carpena, R., Parsons, J.E., Gilliam, J.W. (1999). Modeling hydrology and sediment transport in vegetative filter strips. Journal of Hydrology 214, 111–129. doi:10.1016/S0022-1694(98)00272-8

Muñoz-Carpena R., Lauvernet C., Carluer N. (2011). Development and testing of a mechanistic algorithm to calculate the influence of a shallow water table on flow dynamics through vegetative filter strips. Paper presented at the ASABE Annual International Meeting, Louisville, Kentucky (USA).

USDA-SCS (1972). National Engineering Handbook, Part 630 Hydrology. Washington, D.C.

35. Mots-clés : bandes tampons végétalisées, dimensionnement, abaques Les Outils d'Aide à la Décision à l'échelle de la parcelle.

Bournonville Céline, Lassus Dominique, Loiseau Edouard

Promété 85, rue Antoine Becquerel ZI La Coupe 11100 Narbonne – c.bournonville@promete.fr

Les systèmes de production sont aujourd'hui très dépendants d'une couverture sanitaire reposant sur l'utilisation de pesticides. Ainsi, l'usage agricole mobilise à lui seul 90% de la consommation des produits phytopharmaceutiques en France (Butault *et al.*, 2010). Face à l'évolution de la société en faveur d'une protection durable à la fois en terme d'environnement que de santé, la question du développement de système de culture innovant devient un enjeu important. De nombreux programmes ont été mis en place pour tenter de réduire l'utilisation de ces intrants phytosanitaires. Parmi les plus déterminants, le Grenelle de l'Environnement (2008) a initié un tournant dans les politiques en adoptant l'engagement n°129 qui prévoyait dans un délai de 10 ans (2018), une réduction de moitié des usages de pesticides. Cependant les contraintes liées aux impératifs de production mais également à la pression des maladies, rendent difficile la mise en place d'une lutte raisonnée sans accompagnement.

Promété s'inscrit dans une démarche agro-écologique avec le développement d'Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour les différentes filières végétales. L'aide à la décision a pour but d'éclairer et de guider l'agriculteur, en lui apportant des réponses aux questions qu'il se pose durant son processus de décision : « *Faut-il traiter ? Oui/Non* ». Ainsi, nous avons mis au point une approche reposant sur l'intégration à l'échelle parcellaire des données climatiques, pathologique et phénologique. L'objectif est de mettre au point des indicateurs infectieux à l'échelle de la parcelle avec notamment dans le cas des maladies fongiques, les risques infectieux primaire et secondaire, cumulé à la campagne ou depuis le dernier traitement. Ces indicateurs sont mis en corrélation avec un seuil de risque afin d'optimiser la date du premier traitement mais également d'adapter la cadence de traitement à la pression de la maladie et la sensibilité de la variété cultivée. De la même façon, l'association des données climatiques observées avec des prévisions météorologiques, permet d'anticiper les risques de contamination et ainsi prévenir l'apparition de foyer infectieux. Les essais menés sur des exploitations viticoles au cours de la campagne 2015, montrent une réduction jusqu'à 60% de l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) par rapport à un itinéraire technique conventionnel. Ces résultats montrent l'intérêt d'une stratégie de modélisation à l'échelle de la parcelle pour la mise en place d'une utilisation raisonnée des produits de lutte. Cette approche constitue ainsi une solution déterminante dans la gestion des cultures en accord avec une agriculture durable.

Mots-clés : *OAD, agriculture raisonnée, bio-agresseurs, évaluation des risques*

36. Présentation du projet FUI PREAMISSE : Protection des arbres par micro-injection sécurisée

Beuste Philippe (1), Laurent François (2), Remus Borel Wilfried(3), Verpont Florence (4), Serrano Eric (5), Renier Adeline (6)

⁽¹⁾Lauragri Services, La Pousaraque, 31460 Le Faget – pbeuste@lauragri.fr

⁽²⁾INRA, UMR Toxalim, INRA route de Tournefeuille, Toulouse

⁽³⁾Jade, 33693 Merignac

⁽⁴⁾CTIFL, 24130 Prignonrieux

⁽⁵⁾IFV, 81310 Lisle sur Tarn

⁽⁶⁾CETEV, la Pousaraque, 31460 Le Faget - arenier@cetev.fr

L'utilisation de produits phytosanitaires pour lutter contre les maladies et les insectes ravageurs des cultures s'est largement répandue depuis plusieurs décennies en zone agricole. Elle s'est également fortement développée dans des zones « non agricoles » (ZNA). Néanmoins, les traitements par pulvérisation dans ces zones parfois sensibles (environnement urbain, cours d'école, ...) sont de plus en plus mal acceptés par le public, sont parfois techniquement difficilement réalisables (phénomène de dérive liée aux matériels et techniques d'application) et enfin, elles soulèvent des questionnements vis-à-vis de l'environnement immédiat des arbres traités (faune, flore, public, problématique du délai de rentrée, ...).

En France, le plan Ecophyto prévoit à terme une réduction de 50% des intrants phytosanitaires pour *a minima* un même niveau d'efficacité de protection qu'actuellement. Or à ce jour les technologies de traitement phytosanitaire éprouvées sont limitées et ne permettent pas d'obtenir une telle réduction. Dans la filière de la protection des arbres et arbustes (d'ornements ou de production), le principal défi est donc de trouver une solution alternative aux techniques de pulvérisation présentant l'inconvénient majeur d'engendrer une forte dispersion des produits.

Dans cette optique, le projet PREAMISSE a été retenu au 1^{er} AAP FUI (Fond Unique Interministériel). Le projet PREAMISSE vise à développer une technique sécurisée de micro-injection de produits phytosanitaires dans les troncs d'arbres qui permettra de réduire de 50% la consommation de produits phytosanitaires, de s'affranchir des phénomènes de dérive en préservant l'environnement immédiat et permettra de justifier avec certitude que la dose appliquée sera bien celle reçue par l'arbre.

Le domaine applicatif est celui du traitement des arbres d'ornement comme les résineux et les marronniers ou de culture vivrière comme le pommier et la vigne, qui seront les premiers cas d'étude. Pour ce projet, la société Lauragri Services s'est entourée de spécialistes du domaine à la fois du monde académique et privé : INRA, CETEV, CTIFL, IFV, Jade, PREMTEC dont de précédents congrès du GFP ont favorisé la rencontre.

Mots-clés : traitement des arbres, microinjection

37. Insecticides néonicotinoïdes : Evaluation mondiale intégrée des impacts sur la biodiversité.

Bonmatin Jean-Marc

CNRS, Centre de biophysique moléculaire, 45071, Orléans Cedex 02 – bonmatin@cnrs-orleans.fr

Apparus il y a une vingtaine d'années, les néonicotinoïdes représentent aujourd'hui un tiers du marché mondial des insecticides. Leur implication dans l'affaiblissement ou la disparition des abeilles et des bourdons est reconnue, et les enjeux sont désormais à l'échelle de la planète (<http://www.ipbes.net/article/press-release-pollinators-vital-our-food-supply-under-threat>).

Nous avons effectué la première méta-analyse de toutes les données scientifiques concernant cette petite classe d'insecticides neurotoxiques (DOI: 10.1007/s11356-014-3220-1). Après avoir décrit les divers usages et l'ampleur de leur utilisation, nous avons examiné le mode d'action et la métabolisation des néonicotinoïdes (DOI: 10.1007/s11356-014-3470-y).

Les recherches pour mieux évaluer les risques et les impacts induits par l'usage de ces pesticides concernent, entre autres, deux thématiques : a) l'exposition réelle des espèces non-cibles ; laquelle requiert des méthodes analytiques sensibles appliquées aux mesures de terrain et b) la détermination des effets sur ces espèces non-cibles ; laquelle requiert des études de toxicologie sur tout un ensemble d'invertébrés ou de vertébrés.

En ce qui concerne l'exposition, les données permettent une description exhaustive du devenir et de la contamination par les néonicotinoïdes dans les quatre compartiments de la nature : les sols, les eaux (de surface et profondes), les plantes (traitées et non-traitées) ainsi que l'air, notamment lors de l'émission de poussières (*e.g.* avec des semences enrobées) (DOI: 10.1007/s11356-014-3332-7).

En ce qui concerne les impacts sur les espèces non-cibles, les données de toxicologie sont alarmantes pour les divers groupes taxonomiques, allant des invertébrés terrestres (microbes, arthropodes) aux invertébrés aquatiques ; cet ensemble d'invertébrés étant la base de la biodiversité autant que de la chaîne alimentaire (DOI: 10.1007/s11356-014-3471-x). Certaines espèces de vertébrés comme les poissons ou oiseaux, sont apparus clairement impactés, que les effets soient directs et/ou en cascade (10.1007/s11356-014-3180-5).

Il est apparu que la biodiversité est menacée ainsi que les services éco-systémiques dont l'agriculture et les productions agricoles dépendent (DOI: 10.1007/s11356-014-3277-x). Ce point a été conforté par d'autres analyses ultérieures (<http://www.easac.eu/home/reports-and-statements/detail-view/article/ecosystem-se.html>).

Par ailleurs, nous avons décrit des solutions alternatives faisant partie de toutes celles qui devraient être mise en œuvre préférentiellement (*e.g.* par la lutte intégrée) (DOI: 10.1007/s11356-014-3628-7). Nos conclusions vont dans le sens d'interpeller les instances décisionnelles et les parties-prenantes pour un changement significatif des usages de ces insecticides (DOI: 10.1007/s11356-014-3229-5).

Remerciements : Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Conseils généraux de la Vendée et du Loiret (F), Fondations Triodos (NL) et Lune de Miel (F).

Mots-clés : insecticides, néonicotinoïdes, évaluations, impacts, biodiversité.

38. Régulation intracellulaire du mode d'action des insecticides néonicotinoïdes : un nouveau mécanisme pour comprendre l'effet agoniste des insecticides néonicotinoïdes

Steeve H. Thany

Laboratoire L BLGC U PRES E A 12 07, U niversité d' Orléans, 1 r ue de C hartres 45067 O rléans C edex 2 – steeve.thany@univ-orleans.fr

Les insecticides néonicotinoïdes sont une classe particulière d'insecticides de synthèse qui ont été développés ces 40 dernières années et qui trouvent leur origine dans la structure de la nicotine. Le premier néonicotinoïde synthétisé a été la nithiazine en 1978 (Soloway *et al.*, 1979), ensuite fut développé l'imidaclopride (Kagabu *et al.*, 1979), commercialisé à partir des années 90, notamment comme substance active du Gaucho®. Avec le succès de l'imidaclopride, plusieurs molécules ont été commercialisées, parmi lesquels la clothianidine. Les insecticides néonicotinoïdes agissent comme des agonistes des récepteurs à l'acétylcholine de type nicotinique.

Les récepteurs à l'acétylcholine de type nicotinique des insectes comme des mammifères jouent un rôle majeur dans différentes fonctions. Ils sont impliqués dans la neurotransmission rapide, les mécanismes de mémorisation et d'apprentissage, les maladies neurodégénératives et ils sont la cible majeure des insecticides néonicotinoïdes.

Plusieurs travaux ont démontré que les voies dépendantes du calcium modulent l'activité des récepteurs nicotiniques et leur sensibilité vis-à-vis de différents ligands. Les travaux récents, réalisés au laboratoire, ont permis de démontrer que l'AMPC et la CaMKII pouvaient moduler l'activité des récepteurs nicotiniques et augmenter leur sensibilité vis-à-vis des insecticides néonicotinoïdes comme la clothianidine. En effet, la liaison de la clothianidine avec le récepteur nicotinique d'insecte se traduit par une augmentation du calcium intracellulaire et une activation de la CaMKII. Toute inhibition de l'activité de la CaMKII diminue l'amplitude du courant induit par la clothianidine et toute augmentation de la concentration intracellulaire d'AMPC augmente l'effet de la clothianidine. Ces mécanismes de régulation intracellulaire pourraient expliquer en partie les phénomènes de résistance observés chez certains insectes.

Mots-clés : insecticide, clothianidine, récepteurs nicotiniques, calcium

39. Proposition d'une démarche intégrative de confrontation entre valeurs d'indicateurs pesticides, valeurs estimées par la modélisation et descripteurs écotoxicologiques dans un processus de validation d'indicateurs. Application à l'IFT Substance active potentiel de transfert

Zahm F. (1), Gouy V. (2), Morin S. (3), Kuentz-Simonet V. (1), Leccia-Phelpin O. (1), Vernier F. (1), Miralles A. (4), Petit K. (1), Raymond C. (1), Mazzella N. (3), de Fouquet C. (5), Le Breton M. (6), Guichard L. (6)

⁽¹⁾Irstea, UR ETBX, 50 avenue de Verdun, F-33612 Gazinet Cestas, France, frederic.zahm@irstea.fr

⁽²⁾Irstea, UR MALY, 5 rue de la Doua CS70077 69626 VILLEURBANNE Cedex, veronique.gouy@irstea.fr

⁽³⁾Irstea, UR EABX 50 avenue de Verdun, F-33612 Gazinet Cestas, France, soizic.morin@irstea.fr

⁽⁴⁾Irstea, UMR TETIS, Maison de la Télédétection en Languedoc-Roussillon, 500 rue Jean-François Breton F-34093 Montpellier France, andre.miralles@teledetection.fr

⁽⁵⁾Mines-ParisTech. Ecole des Mines de Paris. Géosciences-géostatistique. 35, rue Saint-Honoré. 77305 Fontainebleau Cedex. France, chantal.de_fouquet@mines-paristech.fr

⁽⁶⁾UMR Agronomie, AgroParisTech, INRA, Université Paris-Saclay, F-78850, Thiverval-Grignon, France. laurence.guichard@grignon.inra.fr

Les controverses liées à l'usage de l'indicateur pesticides IFT (absence de prise en compte des risques de transfert) dans l'action publique agro-environnementale française (Mesures agro-environnementales, captages Grenelle, plan Ecophyto) ont conduit à développer un nouvel indicateur pesticides : l'IFT Substance Active potentiel de transfert (INRA et INERIS, 2014). Ce dernier intègre une "fonction potentiel de transfert" qui classe les valeurs de l'IFT SA en trois catégories de transfert (fort/moyen/faible) vers les eaux souterraines et de surface, selon les propriétés des substances actives. Nous présentons les résultats d'une recherche exploratoire s'inscrivant dans une démarche de validation des indicateurs pesticides en considérant toutes les étapes de la chaîne causale du risque pesticide (pression, transfert, état, impact) en l'appliquant à l'indicateur IFT SA potentiel de transfert. La démarche développée propose une approche intégrative basée sur trois types de confrontations (indicateur/modélisation, modélisation/mesures chimiques et mesures chimiques/descripteurs biologiques) mobilisant quatre types de résultats intermédiaires : (i) un calcul du potentiel de transfert de pratiques phytosanitaires estimé par l'indicateur IFT SA potentiel de transfert, (ii) une modélisation du transfert liés à ces mêmes pratiques estimé par deux modèles agro-hydrologiques (SWAT et MACRO), (iii) des mesures chimiques de pesticides dans les eaux de surface et (iv) des mesures de descripteurs biologiques d'impact sur la qualité de l'eau (diatomées) (Zahm et al., 2015).

Au plan expérimental, cette démarche a été testée sur les bassins versants du Ruiné (pratiques phytosanitaires enquêtées en grandes cultures et viticulture pour l'année 2012/13) et de la Morcille (pratiques phytosanitaires enquêtées en viticulture sur les années 2006 et 2009-2010; Beaujolais). La quantification des pesticides a été réalisée grâce à l'utilisation d'échantillonneurs passifs (POCIS) pour le Ruiné et à partir d'échantillonnages ponctuels tous les 15 jours sur la Morcille. Les communautés de diatomées naturelles ont été échantillonnées sur les deux sites, sur des substrats artificiels immergés pour une durée d'un mois. L'unité spatiale de confrontation des résultats correspond (i) pour le Ruiné, aux Sous Bassins Versants tels que délimités par le modèle ArcSWAT et (ii) sur la Morcille, à la parcelle agricole pour différentes pratiques phytosanitaires. La confrontation des résultats entre les valeurs calculées de l'indicateur IFT SA potentiel de transfert et les valeurs de flux pesticides estimées par la modélisation a été conduite à l'échelle temporelle de la saison, (i) sur la Morcille pour 7 substances parmi les plus utilisées sur la vigne, avec MACRO et (ii) sur le Ruiné pour 7 autres substances actives avec le modèle SWAT. Un système d'information environnemental mobilisant l'outil Spatial On-Line Analytical (SOLAP) a été développé en mobilisant les données thématiques et spatiales du bassin versant du Ruiné. Ces analyses SOLAP permettent de croiser les informations à différents niveaux de granularités et d'échelles spatiales et de calculer les indicateurs en fonction de différents axes d'analyses souhaités.

Les résultats de la première confrontation (entre valeurs de l'indicateur IFT Substance Active potentiel de transfert versus résultats de la modélisation agro-hydrologique) montrent sur la Morcille (à l'échelle de la parcelle agricole) une bonne cohérence entre les valeurs de l'IFT SA potentiel de transfert vertical et horizontal et celles modélisées par MACRO (flux normalisé par la dose unité). Les parts relatives des classes de mobilité forte, moyenne et faible montrent une hiérarchie globalement identique entre IFT SA potentiel de transfert et résultats de modélisation normalisée par la dose unité. Il est observé que les substances ayant une classe forte de mobilité SIRIS correspondent bien aux substances présentant les plus forts transferts (en g/ha) bien que ces derniers puissent cependant être sous-estimés par la modélisation, notamment du fait d'une mobilisation très faible du glyphosate modélisé dans le ruissellement. De plus, la modélisation montre que la part de chaque classe de mobilité dans le flux total normalisé par la dose unité (tel que calculé par MACRO) est relativement sensible au croisement « date d'application et date d'occurrence de pluies significatives », que ce soit pour les transferts verticaux ou horizontaux. Ainsi, les conditions de mise en œuvre des produits (occurrence

de fortes pluies peu de temps après l'application) peuvent engendrer des situations à risque susceptibles d'exacerber la mobilité modélisée des substances appartenant aux classes de mobilité SIRIS faible et moyenne, comparativement aux substances appartenant à la classe de mobilité SIRIS forte, ce que ne permet pas d'estimer l'indicateur. Sur le bassin versant du Ruiné, la confrontation a été réalisée pour chacun des 13 sous-bassins à partir d'un test de corrélation sur les rangs (Spearman). Ce test montre des résultats significatifs et positifs uniquement pour le mancozèbe (fongicide appliqué sur la vigne) (corrélation proche de 0,8 pour une p-valeur inférieure à 0,10). Pour les six autres substances actives, les valeurs de corrélation proches de 0,5 ne permettent pas d'avancer des conclusions sur les liens entre *IFT SA potentiel de transfert* et sorties de modélisation. Les limites actuelles de l'*IFT SA potentiel de transfert* tiennent à ses caractéristiques. En effet, cet indicateur ne permet pas de rendre compte de la variabilité des transferts, induite notamment par les variations pluviométriques. Par ailleurs, son usage a montré qu'il ne peut pas être aujourd'hui directement mobilisé de façon opérationnelle notamment pour les derniers usages homologués car toutes les substances actives récentes ne possèdent pas encore de valeurs de rang SIRIS. Pour les substances enregistrées dans la base SIRIS, l'*IFT SA potentiel de transfert* permet d'accéder à un potentiel de transfert par classe de mobilité de substances cohérent avec la modélisation à l'échelle parcellaire.

La seconde confrontation (entre concentrations en pesticides mesurées dans les eaux *versus* sorties de modélisation sur le Ruiné et la Morcille) a montré une bonne concordance des résultats (mêmes ordres de grandeur). Les analyses convergent vers la mise en évidence d'un gradient de contamination croissante le long de la Morcille et une modification de la composition de la pression pesticide entre les deux sites suivis sur le Ruiné. Cependant, cette confrontation a permis de soulever certaines limites des modèles agro-hydrologiques étudiés. En effet, si la modélisation des transferts des substances-mères est cohérente avec les usages, les modèles ne permettent pas actuellement de prédire l'apparition et le transfert des produits de dégradation dont les concentrations mesurées dans l'eau peuvent s'avérer supérieures à celles des molécules-mères.

La troisième confrontation (entre mesures chimiques de pesticides et l'impact biologique mesuré *in situ*) a permis d'identifier les descripteurs les plus pertinents relatifs aux communautés diatomiques pour l'évaluation du risque toxique. Les trois types de descripteurs biologiques retenus (indices diatomiques, indices de biodiversité et présence d'espèces particulières) montrent une variabilité saisonnière très importante dans la composition spécifique des communautés, cohérentes avec la saisonnalité de la pression d'exposition. Cependant, le caractère intégratif des indicateurs biologiques, qui permet de mettre en évidence une altération globale de la qualité du milieu, ne permet pas de pointer une substance responsable d'impacts, soulignant la complexité de l'évaluation de l'écotoxicité des contaminants en mélange, tels qu'observés dans l'environnement.

Au final, les travaux de recherche exploratoire ont permis de dégager deux résultats majeurs : le premier est l'identification des atouts et limites des différents outils mobilisés, le second concerne les verrous prioritaires à lever pour développer une telle approche de confrontation dans une démarche de validation d'indicateurs agro-environnementaux appliqués au risque pesticide dans les bassins-versants agricoles.

INRA, INERIS, 2014, Amélioration de l'*IFT SA* et première déclinaison environnementale. Combinaison de l'*IFT SA* et de l'outil Siris-Pesticides, INRA, INERIS, ONE MA, Plan d'action national « ECOPHYTO 2018 » Axe 1 – Action 6 - « Amélioration de l'indicateur de fréquence de traitement » phase Test, 18 p.

Zahm F., Gouy V., de Fouquet C., Kuentz-Simonet V., Leccia-Phelpin O., Miralles A., Morin S., Petit K., Raymond C., Vernier F., Guichard L., 2015, Proposition d'une démarche intégrative de confrontation entre valeurs d'indicateurs pesticides, valeurs estimées par modélisation et descripteurs biologiques de la qualité de l'eau des eaux de surfaces. Application à l'indicateur *IFT SA Potentiel de transfert* sur les bassins versants du Ruiné et de la Morcille; Projet Indicateurs Environnementaux Pesticides et Action Publique (IEPAP) ; Programme de recherche incitatif INDECO Irstea-Mines Carnot. 78 p.

Mots-clés : *pollution diffuse, Indicateur pesticides, IFT Substance Active potentiel de transfert, qualité de surface, SIRIS, validation, Entrepôts de données*

40. Quel est le niveau actuel de contamination de la population générale liégeoise par les pesticides organochlorés ?

Charlier Corinne (1), Jeholet Pascale (2), Pirard Catherine (1)

⁽¹⁾Service de Toxicologie clinique, médico-légale, de l'environnement et en entreprise, Domaine Universitaire du Sart Tilman, CHU B35, 4000 Liège (Belgique) – c.charlier@chu.ulg.ac.be – c.pirard@chu.ulg.ac.be

⁽²⁾Laboratoire Santé et Qualité de Vie, Province de Liège, Quai du Barbeau 4, 4020 Liège (Belgique) – pascale.jeholet@provincedeliege.be

Introduction

Alors que l'utilisation des pesticides organochlorés en Europe a été interdite à partir des années 1970, les études publiées entre 1990 et 2000 indiquaient encore une large contamination de la population générale. Cette contamination peut s'expliquer par la rémanence très longue des pesticides organochlorés dans les différents compartiments de l'environnement mais aussi par l'exposition de l'Homme à des résidus de pesticides contenus dans des aliments en provenance de pays où ces produits chimiques sont encore utilisés.

Par ailleurs, la preuve est faite aujourd'hui que ces pesticides organochlorés possèdent des propriétés hormonomimétiques et appartiennent à la catégorie des disrupteurs endocriniens. Ces substances agissent à très faible dose, perturbant l'organisme de façon discrète, souvent difficile à reconnaître.

Pour ces raisons, l'évaluation de l'imprégnation de la population générale par ces molécules garde tout son intérêt et constitue encore aujourd'hui une question de santé publique.

Matériel et Méthodes

Des prélèvements de sang ont été effectués sur une population de 252 sujets vivant en région liégeoise (Wallonie, Belgique).

Cette population est constituée de 125 hommes (49,6%) et 127 femmes (50,4%), âgés de 18 à 76 ans.

Les pesticides organochlorés recherchés et quantifiés sont l'hexachlorobenzène (HCB), le γ -hexachlorocyclohexane (γ -HCH), le β -hexachlorocyclohexane (β -HCH), le trans-nonachlore et le p,p'-DDE.

La technique de dosage a consisté en une extraction liquide-liquide (hexane-acétone 9/1) après précipitation des protéines à l'acétonitrile, suivie d'une purification sur cartouche SPE Bond Elute Certify. Les extraits préalablement concentrés ont été analysés par chromatographie gazeuse couplée à un spectromètre de masse de type triple quadrupôle, en utilisant le mode d'ionisation chimique négative (NCI). Cette technique a été rigoureusement validée selon l'approche de l'erreur totale. Chaque série de 30 échantillons était accompagnée d'un blanc, de deux contrôles de qualité maison (niveau haut et niveau bas), et d'un contrôle commercial (contrôle AMAP W1003 de l'INSPQ).

Résultats

Au moins un résidu de pesticides organochlorés a été retrouvé chez 65% des sujets étudiés. La fréquence de positivité était sensiblement identique pour le β -HCH (49%) et le p,p'-DDE (48%), les pesticides les plus souvent mis en évidence. Par ordre décroissant de positivité viennent ensuite l'HCB (37,3%), le γ -HCH (13%) et le trans-nonachlore (6,3%).

Les concentrations sériques (en $\mu\text{g/g}$ lipides) de ces pesticides organochlorés sont représentées dans le tableau ci-dessous.

Pesticide	Médiane (sur résultats positifs)	Maximum
	$\mu\text{g/g}$ de lipides	
HCB	23,12	95,69
γ -HCH	10,43	17,21
β -HCH	15,27	68,07
t-nonachlore	9,14	21,10
p,p'-DDE	125,98	1546,63

Conclusion

Les résultats que nous avons obtenus démontrent que la contamination de la population générale par les pesticides organochlorés reste un sujet d'inquiétude dans la mesure où ces substances encore très souvent présentes dans les milieux biologiques peuvent se comporter comme de sérieux perturbateurs endocriniens entraînant un « sabotage » hormonal de l'organisme.

Les fréquences et les niveaux de contamination mesurés dans la population étudiée seront interprétés en fonction de divers paramètres d'influence, notamment les habitudes alimentaires, le statut tabagique, le milieu de vie rural ou urbain, le statut socio-économique.

Si chacun de ces perturbateurs endocriniens possède à lui seul un effet néfaste pour l'organisme, ce sont surtout les effets cocktails liés à l'interaction entre plusieurs produits chimiques qui sont les plus inquiétants et que nous nous attacherons

à mettre en évidence dans la population étudiée. Ces effets cocktails remettent en cause les approches réglementaires basées sur les VTR et une croyance datant de Paracelse qui disait « Seule la dose fait le poison » puisque ce sont, en fait, les synergies existant entre plusieurs produits qui font le poison.

Mots-clés : pesticides organochlorés, population générale, perturbateurs endocriniens, effets cocktails

41. Imprégnation par les pesticides organochlorés et les PCB d'une population Libanaise : Eude ENASB-USJ

Helou Khalil (1), Matta Joseph (2), Harmouche Mireille (1), Fakhoury Nicole (1), Narbonne Jean François (3)

⁽¹⁾Département de Nutrition fac de Pharmacie - USJ – Beyrouth,

⁽²⁾IRI Université Libanaise Beyrouth,

⁽³⁾EPOC Université de Bordeaux,

Contact : jf.narbonne@epoc.u-bordeaux1.fr, laboratoire de Toxicologie Avenue des Facultés 33405 Talence

Pesticides organochlorés (OC) et biphényles polychlorés (PCBs) sont classés parmi les POPs et sont encore détectés dans les tissus et le sang des hommes habitant notre planète. L'originalité du travail présenté est d'étudier les niveaux de ces POPS dans une population habitant un pays du moyen Orient, le Liban. Pour des raisons techniques, la population étudiée est celle des étudiants et du personnel de l'Université Saint Joseph de Beyrouth (Médecine et Pharmacie), hommes et femmes âgés de 18 à 60 ans incluant à ce jour 238 individus recrutés entre 2014 et 2015. Les analyses des OC (HCB, β HCH, DDT et DDE) et des PCB indicateurs non dioxin-like (PCB-NDL soit les PCB 26, 52, 101, 138, 153 et 180) ont été effectuées sur des échantillons de sang à l'aide de chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS). Les quatre organochlorés recherchés ont été détectés que dans 38% des 143 échantillons analysés. La fourchette des concentrations mesurées allait de non-détectable (<LOD 2 ng/l) à 152 ng/l pour l'HCB, à 210 ng/l pour le β HCH, à 27 ng/l pour le DDT et à 264 ng/l pour le DDE. Les 6 congénères de PCB-NDL ont été détectés dans 58% des 238 échantillons analysés. Le principal contributeur est le PCB 180 (47%) suivi par les PCBs 153 et 138 (33 et 13% respectivement). Les trois PCBs 28, 52 et 101 ne contribuent que pour 7% à la somme des 6 indicateurs NDL. Les fourchettes des concentrations mesurées allaient de <LOD de 1,4 ng/l à un maximum de 29 ng/l, 12 ng/l, 21 ng/l, 109 ng/l, 294 ng/l et de 469 ng/l pour les PCB 28, 52, 101, 138, 153 et 180 respectivement. Pour la somme des 6 PCBi la fourchette des teneurs vont de <LOD à 859 ng/l, avec une valeur moyenne de 264 ng/l et une valeur médiane de 309 ng/l.

La comparaison des données issues de la cohorte étudiée ici permet de situer les niveaux d'imprégnation d'un échantillon de la population Libanaise par rapport aux populations d'autres pays. Pour les pesticides OC, on note d'abord un faible niveau de détection (très inférieur à 50%). On note ensuite un des plus faibles taux de contamination pour le HCB et le β HCH. Enfin pour le DDE, on constate un faible niveau de contamination de 8 fois inférieur à celui observé en Allemagne et aux USA. Si on prend comme référence les mesures effectuées dans des pays riverains de la Méditerranée, on note au Liban des valeurs moyennes 8 à 9 fois plus faibles que celles mesurées dans des pays de la méditerranée orientale (Grèce, Turquie) et de 3 à 5 fois plus faibles que celles observées pour des pays de la méditerranée occidentale (France, Espagne, Tunisie).

Pour les PCBi, on observe un taux de détection plus faible que dans les autres pays, en particulier pour ce qui concerne les 3 congénères majeurs 138, 153 et 180. Ceci correspond à une contamination plutôt faible, ce que traduit la teneur moyenne pour la somme des PCBi de la population étudiée. Les valeurs moyennes de cette étude sont 6 à 7 fois plus faibles que celles rapportées dans les études Allemandes et Françaises et 3 à 4 fois plus faibles que les résultats des études faites en Espagne, en Grèce ou en Tunisie. En fait le niveau moyen d'imprégnation est voisin de celui observé en Canada (en dehors de populations Inuits), mais avec un profil différent de congénères : Au Canada le contributeur majoritaire est le 153 alors qu'au Liban c'est le 180. Cela pourrait indiquer des sources de contamination de natures différentes.

Si on essaie de traduire ces données d'imprégnations en termes de risques sanitaires, nous disposons des données de référence correspondant à des seuils sanitaires critiques, en particulier HBM-I / $B E_{RID}$ et HBM II / $B E_{POD}$. Si pour de nombreuses populations mondiales un pourcentage limité d'individus est susceptible de dépasser un seuil sanitaire critique pour l'un des POPs, les faibles valeurs d'imprégnation observées dans cette étude Libanaise écarte tout risque de dépassement du premier seuil sanitaire critique.

Mots-clés : *Biomonitoring Humain; Pesticides organochlorés, Biphényles Polychlorés (PCBs); Polluants Organiques Persistents (POPs), Liban*

42. Agriculture de précision et gestion des risques environnementaux et de santé des pratiques phytosanitaires.

Le Grusse Philippe (1,3), Mghirbi Oussama (1, 2, 3), Toumi Mohamed Ali (1), Trabelsi Meriem (1, 2, 3), Mandart Elisabeth (1) Fabre Jacques (4), Bord Jean Paul (2,3).

⁽¹⁾ CIHEAM-IAMM : Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, 3191 Route de Mende, 34093 Montpellier cedex 5 – legrusse@iamm.fr ;

⁽²⁾ UM3, Route de Mende, 34199 Montpellier cedex 5 ;

⁽³⁾ UMR GRED, BP 64501, 34394 Montpellier cedex 5, France ;

⁽⁴⁾ DIATAE, 3191 Route de Mende, 34093 Montpellier cedex 5.

La gestion de la pollution phytosanitaire d'origine agricole au niveau d'un territoire nécessite l'intégration d'unités spatiales emboîtées mettant en exergue la relation entre la pression exercée et l'impact sur « l'environnement ». L'unité spatiale choisie doit être celle où interfèrent les pratiques agricoles et les risques de pollution sur les ressources naturelles et les populations. Dans les approches géo-agronomiques, trois types d'unités spatiales permettent de prendre en compte ce qui est gérable entre les hommes et ce qui est pertinent pour cerner les problèmes de la pollution phytosanitaire agricole diffuse ; il s'agit des parcelles culturales, des exploitations agricoles et du bassin versant hydrologique. Les deux premières unités spatiales sont des unités représentatives des activités agricoles et du territoire de décision de l'agriculteur. Elles sont intégrées dans une unité spatiale plus globale le bassin versant, territoire d'aménagement et de gestion de la ressource en eau. L'analyse de ces unités spatiales permet de rendre compte des pratiques agricoles spatialisées des activités agricoles et du mode d'intégration du niveau local dans le niveau global. Mais cela permet aussi de rendre compte du niveau d'inégalités spatiales en termes de propension à polluer. Cette notion d'inégalité spatiale existe tout d'abord au niveau de la parcelle, premier espace de décision des pratiques. La notion de parcelles est considérée comme une notion agronomique et non pas cadastrale. Elle est définie par Houdart (2005)⁸ « *comme une portion de terrain portant une même culture soumise à une même conduite* ». Elle constitue l'unité de gestion agronomique où se succèdent les opérations culturales (Sebillotte 1974⁹; Gras *et al.* 1989¹⁰), et le premier niveau d'enregistrement des pratiques agricoles. Elle correspond à l'échelle sur laquelle les agriculteurs mettent en pratique leurs décisions techniques chaque saison en fonction du cycle cultural et de la plante. À cette unité spatiale peuvent se déterminer les pratiques culturales permettant de réduire l'exportation dans le milieu des produits phytosanitaires. Cette parcelle peut être caractérisée par de nombreuses variables ; sa surface, sa forme par rapport à la topographie, des niveaux de pente, sa distance à un cours d'eau, son homogénéité ou son hétérogénéité pédologique, son environnement spatial (bois, habitations, autres parcelles) ... Tous ces éléments nous permettent de définir des niveaux de vulnérabilité de la parcelle face à certains risques, ruissellement, infiltration, voisinage humain ou animal, transfert vers un milieu aquatique... L'évaluation de ces diverses vulnérabilités est aujourd'hui facilitée par les outils de géomatique utilisant les Systèmes d'Information Géographiques non plus simplement comme outils de représentation de l'espace mais comme fournisseurs d'information sur cet espace nous permettant d'évaluer différents niveaux de vulnérabilité de la parcelle face à différents enjeux. Après avoir défini les enjeux et les vulnérabilités, pour envisager de développer des méthodes et des instruments de gestion, il faut pouvoir évaluer les risques liés aux pratiques phytosanitaires sur l'espace parcellaire.

Cet objectif nécessitant de disposer d'indicateurs opérationnels de terrain complémentaires à l'IFT pour l'aide à la réflexion sur la gestion des risques phytosanitaires nous a conduit à développer des indicateurs permettant d'évaluer les risques phytosanitaires sur la santé humaine, principalement de l'applicateur (IRSA), et sur l'environnement et le ur différents compartiments (IRTE)¹¹. Nous avons donc développé un logiciel de calcul (EToPhy¹²) dans le cadre d'un projet de recherche du plan EcoPhyto I (projet TRam¹³) pour ces deux indicateurs. Ce logiciel permet de déterminer les indicateurs de risque en fonction de la toxicité des matières actives, du type de produit (cible, formulation), des cultures et de l'exposition (dose homologuée ou appliquée). Les indicateurs de risque santé et environnementaux peuvent être maintenant désagrégés en sous indicateurs permettant une gestion plus fine s'adaptant mieux au contexte des différents niveaux de vulnérabilités de la parcelle. Pour l'indicateur santé, ciblant l'applicateur et les riverains, il est possible de

⁸ Houdart M. (2005). "Organisation spatiale des activités agricoles et pollution des eaux par les pesticides. Modélisation appliquée au bassin-versant de la Capot, Martinique." Thèse de géographie, Université des Antilles et de la Guyane: 318p + annexes.

⁹ Sebillotte M (1974) "Agronomie et agriculture, analyse des tâches de l'agronomie." Cahiers. ORSTOM, série biologie, 24: p: 3-25.

¹⁰ Gras R, Benoît M, Deffontaines J-P, Duru M, Lafarge M, Langlet A et Osty P-L (1989) "Le fait technique en agronomie ; Activités agricoles, concepts et méthodes d'étude." Ed. L'Harmattan, Paris: 184 pages.

¹¹ Mghirbi O, Ellefi K, Le Grusse P, Mandart E, Fabre J, Ayadi H, Bord JP (2015) Assessing plant protection practices using pressure indicator and toxicity risk indicators: analysis of the relationship between these indicators for improved risk management, application in viticulture. Environmental science and pollution research, Volume 22, Issue 11, 8058–8074

¹² Logiciel EToPhy dépôt APP n° IDDN.FR.001.060017.000.D.C.2011.000.31500

¹³ Projet Tram « Gestion de la toxicité en zone Ramsar » APR Pesticides 2009 Programme Ecophyto MEDDE/MAAF
Le Grusse P., Mandart E., Bouaziz A., Le Bars M., Bord J.-P., Fabre J., 2014. *Gestion de la Toxicité en zone Ramsar (TRam)*, APR 2009. <http://www.programmepesticides.fr/Pages-projets/APR-2009/TRam>

pondérer les poids des risques aiguës (risques d'inhalation, risques cutanés, etc.) et des risques chroniques (cancérogène, mutagène, neurotoxicité, reproduction, développement, perturbation endocrinienne); pour l'aspect risque environnemental, il est également possible de pondérer les contraintes en fonction de la localisation en termes de risques de toxicité terrestre (sol), aérien, aquatique ou de mobilité et de persistance. Les indicateurs de risque calculés par le logiciel EToPhy sont ainsi utilisés comme des paramètres dans un modèle technico-économique « OptiPhy¹⁴ » conçu pour l'optimisation de l'usage des pesticides à l'échelle de la parcelle. Ce modèle est basé sur l'utilisation conjointe de techniques d'optimisation linéaire sous contrainte de priorité de réduction de différents risques et d'un processus de simulation pas à pas de la réduction simultanée des risques.

La démarche permet donc de gérer les choix de produits en fonction des risques spécifiques au niveau d'une parcelle. Cette approche permet ainsi une représentation de la diversité agricole et une évaluation d'impacts de l'usage des pesticides par culture et au niveau spatial. Elle permet l'analyse de scénarios de réduction des risques liés aux pesticides en proposant des combinaisons de substitution de produits phytosanitaires, en fonction de critères d'efficacité, de performance économiques et de vulnérabilité des milieux naturels. Ces outils de gestion de précision peuvent ensuite être utilisés dans le cadre d'une gestion collaborative locale permettant ainsi de gérer les choix de produits en fonction des risques spécifiques au niveau d'une parcelle, d'un groupe de parcelles et d'un sous-bassin versant en jeux environnementaux et socio-économiques du « micro-territoire » et de son environnement permettant de créer les conditions d'une gestion collaborative de « voisinage ».

Mots-clés : Pesticides, Risques, Toxicité, Parcelle agricole, territoire

¹⁴ Mghirbi O, Le Grusse P, Fabre J, Mandart E, Bord J-P, « Contrôle des risques de toxicité liés aux pesticides : un modèle technico-économique d'optimisation pour la gestion des usages phytosanitaires en agriculture », Mai 2015, acte, 45^{ème} Congrès du GFP à Versailles. 6 pages.

43. De l'urgence d'une politique commune entre santé publique et agriculture

Frédéric Darriet

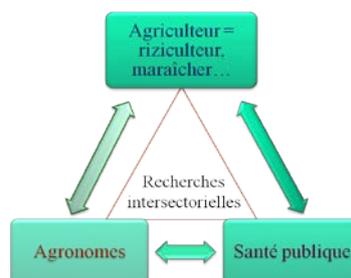
Institut de Recherche pour le Développement (IRD), MIVEGEC (UM1-UM2-CNRS 5290-IRD 224) Maladies Infectieuses et Vecteurs, Ecologie, Génétique, Evolution et Contrôle, 911 Avenue Agropolis, BP 64501, 34394 Montpellier Cedex 5 - frederic.darriet@ird.fr

Que ce soit en ville ou en milieu rural, le contrôle des moustiques n'est assuré que par le traitement des espaces publics par les services de démoustication. Or, nombre d'étendues favorables à la pullulation des moustiques sont constituées par des terrains agricoles, les plus prolifiques étant de loin les surfaces en eau que représentent les rizières. Sur tous les continents, les périmètres rizicoles « produisent en masse » des moustiques vecteurs de pathogènes affectant la santé des hommes (paludisme, encéphalite japonaise, filarioses lymphatiques...).

Les engrais de type NPK (N = azote, P = phosphore et K = potassium) se sont révélés attirer les femelles de moustiques à la recherche d'un lieu de ponte [1,2]. La fertilisation du riz se fait habituellement au moment du repiquage, lorsque les eaux de la rizière sont chaudes et ensoleillées et donc déjà favorables au développement des moustiques. Dans les régions de monoculture intensive localisées essentiellement en Chine, en Inde, dans les pays du Sud-est asiatique et de l'Indonésie, les ravageurs représentent une menace réelle pour la plante, d'où l'emploi de quantités plus ou moins importantes d'insecticides. L'utilisation répétée de ces derniers favorise l'apparition de résistances chez les ravageurs des cultures et les moustiques, tout en entraînant la raréfaction des insectes prédateurs, des amphibiens, des reptiles et des poissons à l'intérieur des environnements traités [3].

Attirés par les engrais, les moustiques viennent pondre en masse dans les rizières, et, inévitablement, des quantités véritablement très importantes de larves subissent l'action toxique des insecticides utilisés à des fins agricoles. La pression de sélection induite est forte et les mécanismes de résistance présents chez les moustiques sont sélectionnés d'autant plus rapidement et efficacement que la fréquence des fumures minérales et des traitements insecticides est élevée. Pour faire face à cette situation, la lutte intégrée préconise la diminution du nombre des traitements insecticides. Il en résulte, c'est vrai, des pressions de sélection moins importantes sur les ravageurs du riz et les moustiques. Néanmoins, si le riziculteur diminue sa consommation en insecticides, il lui faudra dans le même temps abaisser sa consommation en engrais pour ne pas voir ses rizières produire plus de moustiques encore. Le seul moyen pour que ces milieux riches en matière végétale et en engrais produisent moins de moustiques consisterait à ajouter à l'engrais incorporé dans la rizière au moment du repiquage, un larvicide chimique ou biologique sélectif, dont le rôle serait de détruire les larves dès l'éclosion des œufs.

Cette stratégie de lutte qui tient compte à la fois des exigences de la culture et du problème que posent les moustiques dans les périmètres rizicoles ne doit en aucun cas outrepasser les principes fondateurs de la lutte intégrée. Les programmes nationaux de lutte contre le paludisme recommandent l'usage des moustiquaires imprégnées d'insecticides, mais le prix de ces moustiquaires reste souvent trop élevé pour les petits agriculteurs. La lutte anti-larvaire est quant à elle jugée inappropriée au vu de l'étendue des surfaces à traiter. Il serait pourtant judicieux d'initier des actions de lutte novatrices au niveau des rizières, sachant que les engrais attirent les moustiques à la ponte et que, en aval, les actions de lutte contre les femelles hématophages sont techniquement et financièrement lourdes, surtout lorsqu'elles reposent sur le traitement des murs et des plafonds des habitations (aspersions intradomiciliaires). Dans la mesure où l'interface agriculture/santé ne relève ni des compétences de l'agriculteur, ni de celles des services de la lutte antivectorielle, il apparaît à ce niveau un champ de recherche véritablement gigantesque, et encore aujourd'hui inexploré.



Un tel partenariat entre les agronomes, les riziculteurs et les services de démoustication créerait une synergie à même d'initier des programmes de recherches pluridisciplinaires, dont la finalité serait de protéger les cultures tout en visant à réduire au mieux les densités de moustiques agressives pour l'homme.

Références

Darriet F., Corbel V., 2008 – Influence des engrais de type NPK sur l'oviposition d'*Aedes aegypti*. Parasite, 15: 89-92.

Darriet F., Zumbo B., Corbel V., Chandre F., 2010 – Influence des matières végétales et des engrais NPK sur la biologie de *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae). *Parasite*, 17: 149-154.

FAO., 2004 – Aquatic biodiversity in rice field. International year of rice. <http://www.fao.org/rice2004/en/f-sheet/factsheet7.pdf> Food and Agriculture Organization. Rome, Italy.

Mots-clés : *pesticides, engrais, agriculture, santé publique, politique commune*

44. La perception de la pollution d'origine agricole par les périurbains. Une enquête en Flandre française.

Hervé Flanquart et Philippe Chagnon

Territoires, Villes, Environnement & Société, Université du Littoral Côte d'Opale, Dunkerque

La cohabitation entre zones résidentielles et zones de culture est potentiellement source de conflits, notamment en raison des risques et nuisances induits par les pratiques agricoles. L'épandage de fertilisants et le traitement avec des produits phytosanitaires pratiqués par l'agriculture intensive crée des risques sanitaires pour les habitants des villages et petites villes entourés de champs ouverts. Le programme PEPPAZU (Perception et Evaluation des Produits Phytosanitaires dans l'Air en Zone Périurbaine) a pour objectif de **croiser la mesure objective (essentiellement chimique) de ces traitements dans l'air avec la perception habitante des gênes et dangers** subis.

Dans la plaine flamande située entre Dunkerque et Hazebrouck, un village périurbain (Spycker, 1 600 habitants) et une petite ville, centre local de services (Wormhout, 4 300 habitants) ont été choisis pour y mener la recherche. En janvier 2015, un **questionnaire** a été administré auprès des habitants des deux communes (n = 402) pour comprendre l'image qu'ils ont des agriculteurs et de leurs pratiques, ainsi que des nuisances et risques engendrés par celles-ci. Les résultats de l'enquête montrent des **différences assez importantes selon le lieu de résidence et certaines caractéristiques sociales des personnes interrogées**.

A travers des analyses multifactorielles exploratoires utilisant les réponses données à 7 questions portant sur le thème de la pollution, nous avons testé l'existence de facteurs de perception ou de représentation latents. Après recodage des réponses à certaines questions, les variables nominales ou ordinales résultantes ont été traitées à l'aide d'une analyse de correspondance multiple (ACM). Dans un premier temps ces variables ont été mises en éléments actifs.

Les résultats de cette ACM font apparaître plusieurs profils de population. Le premier facteur d'opposition, largement dominant, traduit le sentiment d'exposition – avec effet sur sa santé ou celle des proches – aux nuisances perçues et aux risques potentiels associés. Dans une moindre mesure, le second axe met en relief l'absence, dans une partie de la population, de connaissances ou jugements sur les pratiques agricoles dans leur environnement immédiat. L'introduction de variables sociodémographiques et résidentielles (sexe, âge, CSP, nombre d'enfants présents au foyer, ancienneté de l'installation...) comme données supplémentaires dans l'espace factoriel montre une liaison plus ou moins prononcée entre celles-ci et les deux facteurs évoqués. La localisation du logement (soit à Spycker soit à Wormhout) est la principale variable qui explique les différences de perception de la pollution d'origine agricole.

Une seconde ACM, étendue à partir de variables de localisation du logement et de la CSP des répondants, définit également des profils d'individus et complète l'analyse de données. Certains de ces profils se révèlent être significativement dépendants des variables de perception des pratiques agricoles (cette fois mises en variables illustratives). Se détache en particulier le profil de celui que l'on peut désigner par « l'autochtone », c'est-à-dire celui qui vit depuis longtemps sur place, est propriétaire de son logement et exerce souvent une profession artisanale ou dans le commerce local.

45. Pesticides et Psychologie ? Lorsque les agriculteurs nous parlent de leur métier.

Armance Valette, Karine Weiss, Patrick Rateau

Laboratoire CHROME (EA 7352) Université de Nîmes, rue du Docteur Georges Salan, 30021 Nîmes Cedex – armance.valette@unimes.fr

Dans le cadre d'une thèse de doctorat en psychologie sociale menée au sein de l'Université de Nîmes, une étude de terrain auprès de 150 agriculteurs du Languedoc-Roussillon a été menée.

Au cours de cette étude, 50 entretiens semi-directifs ont été menés auprès d'agriculteurs du Languedoc-Roussillon. La moitié d'entre eux est composée d'agriculteurs en conversion biologique. La conversion correspond au choix volontaire, spontané et libre de l'agriculteur de convertir son exploitation agricole initialement gérée en conventionnelle. Les agriculteurs qui convertissent leur exploitation prennent donc la décision de ne plus utiliser de pesticides de synthèse sur leurs terres. Pourquoi ? Comment ce choix de changement de pratiques s'est-il opéré ? Quelles sont les motivations qui le sous-tendent ?

La deuxième moitié de l'échantillon est composée d'agriculteurs conventionnels. Tous ont été rencontrés et interviewés par le biais d'un entretien semi-directif d'une demi-heure environ. Les agriculteurs étaient interrogés sur trois grands thèmes principaux au cours de l'entretien : le métier d'agriculteur - le choix de la conversion bio ou le choix de l'agriculture conventionnelle - la perception des risques liés aux produits phytosanitaires.

Un des objectifs principaux de cette étude est d'étudier quels sont les facteurs déterminants d'un choix volontaire de changement de pratiques. La conversion bio implique un changement profond du quotidien de l'agriculteur et un bouleversement de sa conception globale du métier. Quelles sont les motivations à l'origine de cette prise de décision ? Leur représentation sociale des pesticides a-t-elle évolué ? Ont-ils une perception accrue des risques liés aux pesticides ?

La seconde interrogation sous-jacente à cette étude est de savoir si la représentation sociale (RS) des pesticides qu'ont les agriculteurs détermine le type d'agriculture qu'ils exercent (Zouhri, B., Feliot-Rippeault, M., Michel-Guillou, E. & Weiss, K., 2015). Autrement dit, est-ce qu'un agriculteur conventionnel et un agriculteur biologique partagent la même représentation des pesticides ? Une RS est le produit social de l'ensemble des connaissances, des valeurs, des croyances, des opinions partagées par un groupe à l'égard d'un objet donné. En fait, on cherche à savoir ce que pensent les individus d'un groupe à propos d'un objet donné ainsi que pourquoi et comment ils pensent cet objet. C'est pour cela que selon Moscovici (1961) « les représentations sociales ne peuvent être comprises qu'à partir de leurs articulations avec les processus de communication et avec les formes de sociabilité, tout particulièrement les relations intergroupes ».

Pour déterminer si deux représentations d'un même objet sont différentes il faut en recueillir le contenu et l'organisation. C'est ainsi que cette étude s'inscrit dans l'approche structurale des représentations sociales et la théorie du noyau central (Abric, 1989, 1994). Le recueil du contenu de la RS des pesticides auprès d'agriculteurs qui se différencient par leurs pratiques (conventionnelles VS biologiques) devrait permettre d'observer si oui ou non la représentation des pesticides détermine les pratiques agricoles. Pour cela, les agriculteurs rencontrés ont, en plus des entretiens, été soumis à un questionnaire, cette fois la totalité d'entre eux (N=150).

L'analyse des entretiens et des questionnaires est actuellement en cours.

Références bibliographiques :

- Abric, J.C. (1989). L'étude expérimentale des représentations sociales. Dans D. Jodelet, *Les représentations sociales*. Paris : PUF.
- Abric, J.C. (1994). *Pratiques sociales et représentations*. Paris : PUF
- Moscovici, S. (1961). *La psychanalyse son image et son public*. Paris : PUF.
- Zouhri, B., Feliot-Rippeault, M., Michel-Guillou, E. & Weiss, K. (2015). Representations of pesticides and social practices : the case of french farmers. *Environmental and Pollution Research*, 23(1), 157-166.

Mots-clés : pesticides, conversion bio, entretiens, représentations sociales

46. Analyse des stratégies d'utilisation des pesticides, des freins et leviers socio-culturels aux changements de pratiques viticoles dans le Beaujolais

Armani Gilles

Irstea 5 rue de la Doua, CS 70977, 69626 Villeurbanne cedex – gilles.armani@irstea.fr

Situé dans le nord du Beaujolais, le bassin versant de l'Ardières-Morcille (220 km²) a fait l'objet de recherches sur les transferts des pesticides et la contamination associée de ses cours d'eau depuis plus de 30 ans par des chercheurs d'Irstea. Ce site, rattaché à la Zone Atelier du Bassin du Rhône (ZABR) depuis 2005, est dédié à l'étude des conséquences de l'anthropisation sur le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Ce secteur est aujourd'hui reconnu comme fortement impacté par la présence de pesticides dans ses cours d'eau et nappes, et il fait partie des sites d'action prioritaires de la CROPPP.

L'objet de cette communication est de présenter les freins et leviers socio-culturels identifiés pour la mise en œuvre des changements de pratiques viticoles dans l'utilisation des produits phytosanitaires.

Les leviers les plus efficaces en matière de changements de pratiques relèvent de la transformation de l'outil de production : restructuration de la vigne, enherbement, aménagement des écoulements d'eau, modernisation du matériel de pulvérisation. Cependant des éléments structurels constituent un frein. Ainsi, le Beaujolais, est-il touché depuis la fin des années 1990 par une crise économique profonde qui fragilise les exploitations et défavorise guère des investissements. En outre, la grande dépendance aux négociants restreint les perspectives de développement économique pour les viticulteurs mais certains recherchent des alternatives de commercialisation. Par ailleurs, le Beaujolais est caractérisé par un coût de production élevé et un modique prix de vente. Les vignes taillées en gobelets, non palissées avec une haute densité de plantation nécessitent une forte main d'œuvre. Les pentes parfois très prononcées des coteaux (jusqu'à 40%) interdisent le déplacement des engins. Aussi, la pulvérisation au canon généralisée dans ce type de parcelle occasionne une perte importante de substances toxiques. La pyramide des âges des viticulteurs montre une population vieillissante peu encline à investir même si certains modernisent leurs parcelles dans une perspective de retraite avantageuse à l'heure de la retraite. Enfin, le statut de métayer très présent en Beaujolais comme mode de faire valoir est un autre facteur influant sur les pratiques. D'une part l'achat des produits de traitement revenant au propriétaire, leur coût n'est pas une entrave pour le vigneron qui doit assurer une récolte pour lui-même et pour son propriétaire. D'autre part, les frais nécessaires à la modernisation du vignoble incombant au propriétaire, la dimension économique demeure un obstacle à la prise de décision.

Un plan de restructuration collectif a été lancé pour encourager la modernisation des parcelles, pour abaisser le coût de production et répondre à des enjeux environnementaux. Si des producteurs se lancent dans le programme de nombreuses réticences s'expriment quant à la transformation des parcelles. Les réserves tiennent pour beaucoup à l'attachement au mode de conduite traditionnel hérité des générations précédentes et différents arguments sont avancés en faveur du *statu quo*. Toutefois, en dehors du plan, certains vigneron jouent sur l'abaissement de la densité qu'ils limitent parfois à 8 ou 9000 pieds au lieu des 5 ou 6000 préconisés. L'élargissement des rangs fait aussi partie du jeu stratégique et l'on observe une grande variété d'aménagements qui permettent de limiter les intrants. Ces décisions émanent de réflexions multicritères basées sur l'expérience personnelle et la mise en balance de valeurs techniques, économiques, écologiques... L'enherbement est pratiqué en fonction de la vigueur des ceps, de l'inclinaison de la pente et parfois, il est absolument rejeté en référence à des principes éthiques et esthétiques de la définition d'un vignoble propre, beau et bien entretenu hérités des générations précédentes. Dans les parcelles à haute densité et plantées de ceps en gobelets, l'enherbement reste très problématique, car très concurrentiel et pourvoyeur d'humidité. L'utilisation de désherbants se maintient car l'alternative du travail de la terre s'avère très contraignant d'autant plus qu'aujourd'hui les vigneron du Beaujolais ont souvent augmenté les surfaces d'exploitation pour compenser les pertes économiques. A cet égard, la perspective d'une interdiction des herbicides inquiète les viticulteurs dont le vignoble cumule les caractéristiques les plus défavorables.

L'usage des pesticides est également très variable : une des principales motivations pour la baisse des intrants est d'ordre financier. Leur coût pèse fortement sur le budget. Toutefois, tout est mis en œuvre pour assurer la meilleure récolte possible d'un point de vue quantitatif (garantir le rendement) et qualitatif (produire de beaux raisins) et les vigneron estiment faire de réels efforts pour baisser les intrants. Si les marges de manœuvre sont étroites, on note cependant une différence considérable dans les nombres de traitements annuels d'un viticulteur à l'autre. Si divers paramètres entrent en jeu (condition climatique du secteur, sensibilité de la vigne, caractéristiques de la parcelle), le facteur humain reste déterminant dans la manière de gérer le risque qui menace la qualité de la récolte. Aujourd'hui dans le Beaujolais, encore 85% des viticulteurs préétabli un calendrier en morte-saison avec leur agro-fournisseur mais la cadence prévue n'est pas nécessairement respectée. Tous prétendent pratiquer une viticulture « raisonnée ». Pourtant une grande variabilité de stratégies s'opère à partir du calendrier révisé, le vigneron pouvant décaler ou supprimer des traitements en fonction de ses observations, des caractéristiques de la parcelle, des spécificités de la maladie à traiter, des conditions météorologiques, des produits qu'il choisit et du matériel dont il dispose. Des vigneron adaptent leurs tracteurs pour effectuer des pulvérisations précises et économes. Les doses sont parfois limitées en fonction de la croissance de la vigne.

Chaque traitement est plus ou moins négocié à partir d'une multitude de critères et nombreuses aides à la décision existent pour accompagner le viticulteur dans la gestion des traitements : conseils de la Chambre d'agriculture, des distributeurs de produits, bulletins d'alertes phytosanitaires, prévisions météorologiques. Des revues spécialisées et des sites Internet complètent les sources d'information.

La viticulture « bio » constitue soit un horizon à atteindre, soit une démarche critiquée comme un mouvement qui ne tient pas ses promesses environnementales et qui demeure peu viable. Les discours expriment une conscience sur les enjeux environnementaux, sur l'eau, l'air et la terre et en termes de menace sur la santé. Ces dimensions constituent avec les objectifs d'exploitation du vignoble, un cadre éthique de la pratique dans lequel l'onnégocie avec les différents paramètres techniques, économiques et idéologiques.

Dans ce cadre des valeurs mises en jeu, des viticulteurs privilégient l'observation systématique de la vigne et la recherche d'indices pour déclencher ou pas le traitement, le retarder voire le supprimer. D'autres préfèrent le principe de précaution pour devancer la maladie et dès la première alerte, le traitement préventif est appliqué. Pour les premiers, l'incertitude est un élément de complexité appréhendé comme une dimension passionnante du métier qui lui confère une plus-value d'intérêt. Les plus prudents acceptent mal l'incertitude, c'est un facteur d'inquiétude, voire d'angoisse et tous les moyens sont mis en œuvre pour la réduire. Parmi les viticulteurs rencontrés, ceux engagés dans les démarches plus raisonnées appartiennent souvent aux générations montantes ou proviennent d'autres milieux. Ils font preuve d'autonomie, tentent d'améliorer leurs pratiques et prennent parfois le risque de l'innovation.

Les changements dans les vignobles sont rarement immédiats. Ils exigent de la réflexion et la preuve de leur efficacité. On observe la parcelle du voisin et au début, les innovations sont perçues avec méfiance parfois accueillies avec moquerie : « *ça ne marchera jamais* ». Administrer la preuve de l'efficacité d'une innovation est une affaire de temps puisque le cycle de production s'étale sur une année. Travaillant sur du vivant, le viticulteur attend la confirmation du résultat avant de se lancer lui-même dans l'expérimentation.

Des changements en cours sont également repérables autour des groupes d'observation ou de pratiques raisonnées animés par la Chambre d'agriculture. Des viticulteurs transforment parfois leur manière de travailler et s'impliquent dans les démarches collectives. Or, la dynamique collective est une condition de réussite de changement à l'échelle d'un territoire. Cette démarche s'inscrit dans une nécessité déjà soulignée par les instances de gouvernance du Beaujolais et par les viticulteurs : celle de tirer le produit vers davantage de qualité et de redorer son image à l'échelle du territoire. Exigence que l'on retrouve au niveau des caves coopératives par exemple, qui pourraient être des leviers opérants pour des changements de pratiques.

Mots-clés : *adaptation, incertitude, risque, temporalités, viticulture*

47. Démarche agro-écologique de la filière des Vins de Bordeaux et alternatives

Barthe Muriel

Conseil Interprofessionnel du Vin de Bordeaux, 1 cours du XXX Juillet, 33075 Bordeaux Cedex – sme@vins-bordeaux.fr

Depuis plus de **30 ans**, la filière des vins de Bordeaux investit dans la recherche de solutions visant à produire des vins de qualité tout en maîtrisant son impact sur l'environnement.

Des alternatives contribuant à la **réduction des intrants phytosanitaires** ont déjà fait leurs preuves : comme la **modélisation des maladies** cryptogamiques, la **lutte biologique** contre les acariens phytophages (typhlodromes), la **lutte biotechnique** (confusion sexuelle contre la tordeuse de la grappe), parallèlement à l'amélioration du **matériel d'application** (buses anti dérives, confinement).

D'autres alternatives majeures sont en cours d'étude comme la **stimulation des défenses naturelles** de la vigne aux bio-agresseurs ou encore la création de **cépages résistants** aux principales maladies.

La plus grande réussite de la filière des Vins de Bordeaux réside dans le déploiement collectif de ces progrès des techniques et des connaissances. À l' tête d'un vignoble **enherbé à plus de 85%** favorable à la biodiversité fonctionnelle, la filière des Vins de Bordeaux a su mettre en place une organisation collective capable de porter les innovations de la recherche & développement et les initiatives et bonnes pratiques de terrain.

Les **GDON** (Groupement de Défense contre les Organismes Nuisibles) couvrant aujourd'hui 100% du vignoble bordelais en sont un exemple. La création de ces groupements a permis de minimiser les traitements de la flavescence dorée, maladie soumise à lutte insecticide obligatoire, grâce à la mise en place d'une surveillance collective innovante et basée sur la sensibilisation du plus grand nombre.

Fort de cette expérience collective, en 2008 le CIVB a réalisé le **Bilan carbone® de la filière** des vins de Bordeaux. Cette démarche a permis d'engager le **plan Climat** des Vins de Bordeaux qui ambitionne une réduction de 20 % des émissions de GES d'ici 2020, tout en intégrant le développement des énergies renouvelables et les aux économies d'énergie et d'eau.

Dès 2010, le CIVB poursuit ses actions en faveur de l'environnement à travers le déploiement d'une nouvelle démarche environnementale : le **Système de Management Environnemental (SME) du Vin de Bordeaux**. Il s'agit d'un outil progrès individuel et collectif visant à réduire l'impact de la filière sur l'environnement tout valorisant ses nombreux acteurs, ses hommes et en renforçant les performances de ses entreprises.

Le SME prend en compte l'ensemble des activités de l'entreprise de la vigne jusqu'aux consommateurs : la réduction des intrants, le consommations d'eau et d'énergie, la santé et la sécurité des salariés, le tri et le recyclage des déchets, la préservation de la biodiversité, etc.

L'engagement de toute une filière au sein du SME des Vins de Bordeaux : un périmètre multiplié par 10 en 3 ans

- + 350 entreprises engagées (propriétés vitivinicoles, maisons de négoce et caves)
- Relais territorial des caves et ODG porteurs d'une nouvelle dynamique (+ une centaine d'exploitations sur plus de 2000 ha)
- Au total près de 14% des surfaces du vignoble bordelais et 30% des volumes de production**

L'innovation est portée par le caractère collectif à l'échelle de tout le territoire girondin et par la mutualisation des moyens. Cette démarche de grande ampleur repose sur des bases solides : méthodologie et référentiel **ISO 14001** (diagnostic environnemental et réglementaire, construction d'un plan d'actions complet, suivi des indicateurs et des audits pour vérifier l'amélioration), accréditation de formés et accrédités formés pour accompagner les entreprises, mis à disposition par l'interprofession de l'ensemble des outils collaboratifs.

De nombreuses reconnaissances officielles viennent certifier l'innovation et la rigueur du SME du Vin de Bordeaux : **Certification Environnementale** (2012), **Certiphyto** (2013), **GIEE** ou Groupement d'Intérêt Economique et Environnemental (2015), vers une reconnaissance **HVE** (Haute Valeur Environnementale).

En 2015, les premiers Groupes d'Intérêt Economique et Environnemental voient le jour. La filière des Vins de Bordeaux prouve son engagement en faveur de l'agro-écologie à travers la reconnaissance de 4 **labels GIEE** en viticulture girondine (3 GIEE portée par la 1^o Association pour le SME du Vin de Bordeaux et 1 GIEE porté par les vigneron de Tutiac). Les atouts des GIEE sont nombreux :

- Démarche ascendante portée par un groupe de viticulteurs volontaires
- Qui choisissent de faire évoluer leurs pratiques (au-delà de la réglementation)
- En prenant en compte leur performance environnementale sans oublier les aspects sociaux et économiques
- Réunis autour d'un objectif final de capitalisation des expériences et de diffusion au plus grand nombre

2 des GIEE proposés par la 1^o Association pour le SME du Vin de Bordeaux intègre directement l'axe de travail phytosanitaire :



157 entreprises à l'origine du 1^{er} GIEE appelé **DD-I-VIN Bordeaux**

L'innovation portée par ce GIEE est celui de l'animation d'un **réseau de partages d'expériences**, de **transfert de solutions** pragmatiques rendu possible grâce à la **mutualisation** et au dynamique du groupe. La richesse de ce projet est le reflet de la diversité des entreprises vitivinicoles bordelaises qui partagent un produit et des objectifs communs. Pour prouver les nombreux atouts et résultats apportés par ce nouveau schéma de fonctionnement, les viticulteurs ont choisi

d'identifier et de quantifier les actions phares de leurs démarches SME. Ce sont donc autant d'exemples et d'indicateurs qui seront présentés à l'issue de ce projet afin de redonner aux vigneronns la fierté de leur métier et la capacité à démontrer les nombreux efforts environnementaux réalisés depuis plusieurs années.

PHYT'INNOV



L'objectif de **Phyt'Innov** est d'identifier, d'évaluer et de déployer les différentes **stratégies de réduction des intrants phytosanitaires à l'échelle du vignoble Bordelais**.

Les exploitations de la 1^{re} Association pour le SME du Vin de Bordeaux poursuivent la dynamique initiée par le GIEE socle « DD-I-VIN Bordeaux » pour innover en matière d'actions de réduction de leur impact environnemental tout en améliorant leurs performances économiques et en répondant aux attentes sociétales grandissantes.

A l'image du **Plan Ecophyto II**, les viticulteurs bordelais portent une première phase de réduction des intrants phytosanitaires permise par la démultiplication des bonnes

pratiques individuelles et par la diffusion des solutions collectives maintenant l'équilibre économique et la pérennité de leurs entreprises. Il prépare dans un second temps de mutations plus profondes, soutenues par les avancées de la recherche et de la technique.

Sur la base d'un diagnostic agro-écologique des 24 exploitations, le plan d'actions Phyt'Innov se concentre sur le levier des **agro-équipements** et un levier **organisationnel / stratégique** d'entreprise.

Aujourd'hui 45% de la surface du vignoble bordelais est certifié à travers l'une des démarches environnementales de viticulture biologique, biodynamique, Terra Vitis, Agriconfiance volet vert, ISO 14001... (35 % des surfaces du vignoble certifié en 2014).

Au delà de l'engagement collectif, une nouvelle dynamique s'illustre. La deuxième édition du rapport Développement Durable des Vins de Bordeaux s'oriente résolument dans le sens d'une filière responsable et du bien vivre ensemble.

Mots-clés : Innovation – animation - collective – environnement – durable

48. PhytoCOTE - Un projet intégratif des usages de pesticides dans le vignoble Bordelais, de leurs transferts et impacts sur les écosystèmes, des effets de changement de pratiques

Francis Macary (1), Marie-Hélène Devier (2) et Jean-Marie Lescot (1)

Coordinateurs pour les équipes : Irstea (ETBX, EABX), EPOC (LPTC, EA, ECOBIOC),

INRA (ISPA, SAVE, EGFV), Ifremer (BE), Bordeaux Science Agro

⁽¹⁾*Irstea, UR ETBX, centre de Bordeaux, 33612 Cestas-Gazinet*

⁽²⁾*Université de Bordeaux, EPOC UMR 5805 CNRS, 33405 Talence et 33120 Arcachon*

Le projet de recherche PhytoCOTE qui a débuté mi-2015 pour une période de quatre ans, est une émanation du groupe "Pesticides" du LabEx COTE de l'Université de Bordeaux. Il présente un double objectif : le premier est de réunir autour d'une même thématique des laboratoires des Sciences du vivant et de l'environnement et des Sciences Humaines et Sociales ; le deuxième est de mettre en œuvre des travaux de recherche dans une démarche originale d'intégration, relatifs à l'usage des pesticides dans les agrosystèmes, à leurs transferts dans les écosystèmes connexes, à la bioaccumulation et à leur toxicité potentielle dans le continuum écosystème agricole - écosystème estuarien ; ainsi que l'évaluation des effets de changements de pratiques par modélisation de différents scénarii. Les multiples approches scientifiques de ce projet justifient une intervention pluridisciplinaire (agronomie, chimie environnementale, hydrobiologie, écologie, écotoxicologie, socio-économie).

Le projet vise ainsi en premier lieu à caractériser les pratiques agricoles et particulièrement la pression anthropique phytosanitaire sur des parcelles culturales notamment viticoles de la zone d'étude située dans le Blayais (rive droite de l'estuaire de la Gironde). L'analyse des modes de conduite agricole (conventionnel, agrobiologie, agroécologie,...) et la modélisation du comportement décisionnel des agriculteurs face aux choix de traitements a pour but d'anticiper la tendance d'évolution des usages de pesticides. Les résultats permettront d'établir des scénarii de changements de pratiques de protection phytosanitaire et d'analyser comment ces choix pourraient être influencés par les politiques publiques.

Parallèlement, le site d'étude nouvellement étudié fera tout d'abord l'objet d'un état des lieux de la contamination des agrosystèmes par les pesticides, ce qui permettra de sélectionner quelques parcelles contrastées (contaminées par les pesticides organiques et/ou inorganiques) pour les études de transfert des composés vers les cours d'eau du petit bassin versant et vers l'atmosphère. La caractérisation de la dynamique spatio-temporelle des concentrations en pesticides sera réalisée simultanément dans les différents compartiments environnementaux (eaux de surface, eaux souterraines, sols et air) pendant une année complète de traitements phytosanitaires, et ce à deux échelles imbriquées, celle de la parcelle et celle du petit bassin versant (jusqu'à l'estuaire).

Ces suivis seront réalisés par échantillonnage classique et par échantillonnages passif (sol, eaux et air) ou actif (air). La bioaccumulation des pesticides dans les organismes aquatiques sera également évaluée en utilisant des biofilms développés in situ et des bivalves d'eau douce (corbicules) transplantés en cage pendant un mois en amont et en aval des parcelles, parallèlement aux déploiements des échantillonneurs passifs. Les descripteurs de l'épaisseur et de l'élasticité des biofilms seront suivis en parallèle. De même, le potentiel toxique des pesticides dans les hydrosystèmes sera examiné i) sur les biofilms et les bivalves encagés en utilisant une approche transcriptomique (à l'échelle génomique), ii) sur des extraits d'échantillonneurs passifs, déployés dans les cours d'eau conjointement avec les biofilms et les bivalves en cage, en utilisant des micro-algues et des larves d'huîtres dans des conditions de laboratoire et iii) sur des extraits d'eau et de sédiment sur des larves et des embryons de poissons dans des conditions de laboratoire.

Une simulation de l'effet de bonnes pratiques agroécologiques sur le site d'étude retenu devrait permettre d'acquérir des connaissances relatives aux conditions concrètes d'une réduction des usages des produits phytosanitaires. D'abord une analyse et modélisation multicritère permettra de mettre en évidence les zones à risque de transfert, en intégrant des critères de nature quantitative (pentes des terrains, quantités de pesticides appliqués,...) mais aussi qualitative (types de voies de transfert des molécules, efficacité des zones tampons...) en association avec une évaluation des flux potentiels transférés par modélisation agro-hydrologique.

Une modélisation bioéconomique conduira à l'évaluation des contraintes et coût des réductions d'usage des pesticides proposées et de leur acceptabilité en termes de capacité des exploitations au changement de pratiques de production. Les résultats obtenus à partir des différents scénarii seront ensuite traités par modélisation multicritère afin de les prioriser en fonction des préférences des acteurs économiques et environnementaux ; cette capacité à atteindre les objectifs de maîtrise des intrants phytosanitaires restant un élément majeur d'appréciation de la durabilité des agroécosystèmes.

Les résultats obtenus feront l'objet d'une démarche de valorisation et de transfert auprès des acteurs professionnels (agriculteurs-viticulteurs-conseillers) en vue d'apprécier les conséquences des pratiques agricoles mises en œuvre, et le cas échéant de leurs modifications, sur les processus de transferts des pesticides et leurs impacts environnementaux. Nous présenterons ici la méthodologie générale déployée en vue de l'intégration des différentes questions de recherche développées de façon structurée.

Mots-clés : *PhytoCOTE - Pesticides - Viticulture - Gironde - Ecosystèmes*

PRÉSENTATIONS PAR AFFICHE

LISTE DES PRÉSENTATIONS PAR AFFICHE

(par ordre alphabétique)

1. Risques toxicologiques des pesticides et déclin des abeilles domestiques (*Apis mellifera*)

Ayad-Loucif W. (1,2), Nedji N. (2); Menaïl A.H. (2), Bouchemma W.F. (2)

⁽¹⁾Faculté de Médecine, Université Badji-Mokhtar, 23000-Annaba, Algérie

⁽²⁾Laboratoire de Biologie Animale Appliquée, Département de Biologie, Faculté des Sciences

Université Badji Mokhtar, 23000-Annaba, Algérie *wahloucif@yahoo.fr

2. Biotransformation de l'herbicide diuron par différents stades de vie de l'huître creuse *Crassostrea gigas* – Détermination par UHPLC-MS/MS

Behrens Daphné (1), Pardon Patrick (2), Tapie Nathalie (2), Burgeot Thierry (1), Budzinski Hélène (2), Akcha Farida (1)

⁽¹⁾Ifremer, Laboratoire d'Ecotoxicologie, Rue de l'Île d'Yeu, BP21105, 44311 Nantes cedex 03, France

⁽²⁾University of Bordeaux, EPOC UMR CNRS 5805, F-33400 Talence, France daphne.behrens@ifremer.fr

3. Etude de l'adsorption en régime statique et dynamique de deux herbicides sur des sols de la région agricole Souss du Maroc

Belmouden Moustapha, El Mouraille Nadia, Ait Ichou Yahia

Equipe de Matériaux, Photocatalyse et Environnement, Faculté des Sciences, Université Ibn Zohr, B. P. 8106 Cité

Dakhla, Agadir, Maroc – belmouden_m@yahoo.fr

4. Traitement par un insecticide (Oberon) sur un poisson *Gambusia affinis* et activité prédatrice à l'égard des larves de moustique (*Culex pipiens*) : lutte biologique

Bengraït Meriem, Habes Dahbia, Soltani Noureddine

Laboratoire de Biologie Animale Appliquée, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar, 23000-Annaba (Algérie)

5. Isolement et caractérisation de *Pantoea* sp dégradant l'insecticide chlorpyrifos

Ben Salem Asma (1, 2, 3), Chaabane Hanene (1), Caboni Pierluigi (2), Coroneo Valentina (2), Fattouch Sami (3),

⁽¹⁾Laboratoire de phytopharmacie, Institut National Agronomique de Tunisie (INAT)

⁽²⁾Laboratoire de Toxicologie 72 Via Ospedale Cagliari 09126 Italie

⁽³⁾Laboratoire d'ingénierie des protéines et des molécules bioactives, Institut National des Sciences Appliquées et de Technologie (INSAT) Correspondance : email : bensalemasma@yahoo.fr

6. Évaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires dans la commune d'Ain Taoujdate (plaine de Sais) au Maroc

Berni Imane, El Ghazi Ibrahim, Ben-Daoud Mohamed, El Jaafari Samir

UMI-Faculté des Sciences–Meknès, BP11201 Zitoune, Meknès – MAROC. imane.berni@gmail.com

7. Caractérisation de l'exposition des agriculteurs aux produits chimiques cancérigènes au niveau de la région de Meknès (Maroc)

I. Berni (1), M. Atassi (2), C. Nejjari (2), A. Zidouh (3), S. El Jaafari (1), K. El Rhazi (2)

⁽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.

8. Mélanges d'herbicides : étude des voies de biotransformation et détermination de la toxicité des métabolites

Carles Louis (1), Besse-Hoggan Pascale (2), Joly Muriel (1), Vigouroux Armelle (3), Moréra Solange (3), Bonnemoy Frédérique (1), Batisson Isabelle (1)

⁽¹⁾Laboratoire Microorganismes : Génome et Environnement (LMGE), CNRS, UMR 6023, Clermont Université, Université Blaise Pascal, 63178 Aubière Cedex, France

⁽²⁾Institut de Chimie de Clermont-Ferrand (ICCF), CNRS, UMR 6296, Clermont Université, Université Blaise Pascal, 63178 Aubière Cedex, France – Pascale.Besse@univ-bpclermont.fr

⁽³⁾Institut de Biologie Intégrative de la Cellule (I2BC), CNRS, CEA, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay, 91198, Gif-sur-Yvette, France.

9. Effets de deux insecticides (Spinosad et Thiamethoxame) sur l'activité enzymatique de l'Abeille *Apis mellifera* intermissa

Bouchema Wided Fella, Ménail Ahmed Hichem, Ayad-Loucif Wahida

Laboratoire de Biologie Animale Appliquée, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar, Annaba 23000, Algérie - Wided.84@hotmail.fr

10. Evaluation de la rétention par imagerie rapide et fluorescence.

Boukhalfa Hassina Hafida (1, 2), Massinon Mathieu (2), Lebeau Frédéric (2), Belhamra Mohamed (1)

⁽¹⁾Laboratoire DEDSPAZA, Department des Sciences Agronomiques Université Mohamed khidar Biskra, Algérie - hassinaboukhalfa@gmail.com.

⁽²⁾Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, Gembloux, Belgique.

11. Transfert de polluants organiques et minéraux en zone viticole : évaluation de l'efficacité d'un bassin de rétention à réduire la contamination des eaux de surface (projet TRAPEZE)

Caner-Chabran Anne (1), Marin Béatrice (1), Dousset Sylvie (2), Tournebize Julien (3), Huguenot David (4), Banas Damien (5), Ponthieu Marie (1), Cancès Benjamin (1), Morvan Xavier (1), Jaunat Jessy (1)

⁽¹⁾Groupe d'Etude sur les Géomatériaux et les Environnements Naturels, Anthropiques et Archéologiques (GEGENAA) EA 3795, SFR Condorcet (FR CNRS 3417), Université de Reims Champagne-Ardenne, Centre de Recherche en Environnement et Agronomie, 2, esplanade Roland Garros 51100 Reims – anne.caner-chabran@etudiant.univ-reims.fr

⁽²⁾Laboratoire Interdisciplinaires des environnements continentaux (LIEC) UMR CNRS 7360, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Lorraine, Boulevard des Aiguillettes, BP 70239, 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex

⁽³⁾Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA) UR HAN, 1 rue Pierre-Gilles de Gennes, CS10030, 92761 Anthony Cedex

⁽⁴⁾Laboratoire Géomatériaux et environnement (LGE) EA 4508, Université de Paris Est-Marne la Vallée, Bât. IFI, 2, allée du promontoire, 93160 Noisy-le-Grand

⁽⁵⁾Unité de Recherche Animale et Fonctionnalités des Produits Animaux (URAFPA) EA INRA 3998, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Lorraine, Boulevard des Aiguillettes, B.P. 239, 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex

12. Caractérisation des propriétés pharmacologiques des récepteurs natifs des insectes vis-à-vis des insecticides néonicotinoïdes

Cartereau Alison, Thany Steeve H

Université d'Orléans, Laboratoire Biologie des Ligneux et des Grandes Cultures, UPRES EA 1207, Rue de Chartres, BP 6759, 45067 Orléans Cedex 2, France.

13. Utilisation de l'échantillonnage passif de type POCIS pour le suivi des pesticides en estuaire de la Gironde

Cruz Justine, Le Ménach Karyn, Pardon Patrick,

Dévier Marie-Hélène, Budzinski Hélène

Université de Bordeaux, UMR EPOC, équipe LPTC, 351 cours de la Libération, 33400 Talence- justine.cruz@u-bordeaux.fr

14. Recherche de marqueurs d'exposition au boscalide dans les abeilles par LC-Q-ToF

G. Daniele (1), C. Jabot (1), B. Giroud (1), L.P. Belzunces (2), E. Vulliet (1)

⁽¹⁾Institut des Sciences Analytiques, UMR 5280 CNRS, Université Lyon 1, ENS Lyon, Equipe TRACES 5 rue de la Doua, 69100 Villeurbanne – gaelle.daniele@isa-lyon.fr

⁽²⁾INRA, Laboratoire de Toxicologie Environnementale, UR 406 A&E, CS 40509, 84914 Avignon Cedex 9 – luc.belzunces@avignon.inra.fr

15. Etude de de la Vulnérabilité des ressources en eau en Picardie

Dechiron Béatrice (1), Zouhri Lahcen (2), Armand Romain (3), Martinet Fabrice (4), Bugeat Fabien (5), Papay Philippe (6)

⁽¹⁾Institut Polytechnique Lasalle Beauvais 19, rue Pierre Waguët 60 026 Beauvais – beatrice.dechiron@lasalle-beauvais.fr

^{(2), (3)}HydrISE SFR Condorcet FR CNRS 3417, Institut Polytechnique Lasalle Beauvais 19, rue Pierre Waguët 60026 Beauvais – lahcen.zouhri@lasalle-beauvais.fr

^{(4), (5), (6)}Agence de l'Eau Seine Normandie, 2 Rue du Dr Camille Guérin, 60200 Compiègne

16. Stratégie pour découvrir de nouvelles molécules actives sur *Aedes aegypti*. I. Modélisation structure-activité (SAR)

Devillers James (1), Doucet-Panaye Annick (2), Doucet Jean-Pierre (2), Lattes Armand (3), Matondo Hubert (3), Lagneau Christophe (4), Estaran Sébastien (4), Clément Marie-Michelle (5), Yébakima André (5)

⁽¹⁾CTIS, 3 Chemin de la Gravière, 69140 Rillieux La Pape – j.devillers@ctis.fr

⁽²⁾ITODYS, UMR 7086, Paris-Diderot, 15 rue Jean de Baïf, 75013, Paris – doucet@paris7.jussieu.fr

⁽³⁾Laboratoire I.M.R.C.P., UMR 5623, Bât. 2R1, Université Paul Sabatier, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 9 – arlattes@yahoo.fr

⁽⁴⁾EID Méditerranée, 165, Avenue Paul Rimbaud, 34184 Montpellier Cedex 4 – clagneau@eid-med.org

⁽⁵⁾Centre de Démoustication/LAV (ARS- Collectivité Territoriale) de la Martinique, BP 679, 97200 Fort de France, Martinique – andre.yebakima@ctm.mq

17. Modélisation du risque d'échec d'éclosion des oeufs de perdrix suite à des expositions potentielles à des mélanges de pesticides

Devillers James (1), Bro Elisabeth (2), Devillers Hugo (3), Millot Florian (2)

⁽¹⁾CTIS, 3 Chemin de la Gravière, 69140 Rillieux La Pape – j.devillers@ctis.fr

⁽²⁾ONCFS, Département Recherche, Le Perray en Yvelines, Saint Benoist, BP 20, F 78 612 Le Perray en Yvelines Cedex – Elisabeth.Bro@oncfs.gouv.fr

⁽³⁾Institut Micalis, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78350 Jouy-en-Josas hugo.devillers@jouy.inra.fr

18. Atteintes physiologiques et biochimiques observées chez le modèle expérimental *Paramecium sp.* suite à une exposition sublétales à un fongicide de la classe des Triazoles

Djekoun Meriem, Berrebbah Houria, Mohamed Réda Djebbar

Laboratoire de Toxicologie Cellulaire Université de Badji Mokhtar, BP. 12, 23000, Annaba – Algérie – djekounmyriam@hotmail.fr

19. Elaboration d'un indicateur de suivi de la contamination globale des cours d'eau par les pesticides

Dubois Aurélie

MEEM/CGDD/SOeS 5, route d'Olivet CS16105 45061 Orléans Cedex 2

aurelie.dubois@developpement-durable.gouv.fr

20. Le fipronil en milieu urbain bordelais : un enjeu analytique et environnemental

Dufour Vincent (1), Cruz Justine (1), Granger Damien (2), Capdeville Marion-Justine (2), Le Ménach Karyn (1),

Chambolle Mélodie (2), Budzinski Hélène (1)

⁽¹⁾Laboratoire EPOC-LPTC, Université de Bordeaux - 351 cours de la Libération, 33405 Talence – vincent.dufour@u-bordeaux.fr

⁽²⁾LyRE – Université de Bordeaux, Domaine du Haut Carré, 33400 Talence

21. Identification et caractérisation des sources en pesticides de l'agglomération Bordelaise

Dufour Vincent (1), Corrales Thomas (1), Granger Damien (2), Capdeville Marion-Justine (2), Pardon Patrick (1), Le Ménach Karyn (1), Chambolle Mélodie (2), Budzinski Hélène (1)

⁽¹⁾Laboratoire EPOC-LPTC, Université de Bordeaux - 351 cours de la Libération, 33405 Talence – vincent.dufour@u-bordeaux.fr

⁽²⁾LyRE – Université de Bordeaux, Domaine du Haut Carré, 33400 Talence

22. Impact des pesticides sur l'environnement et sur la santé humaine

EL Bouzaidi Hind (1), Fekhaoui Mohamed, El Azzouzi Mohammed

⁽¹⁾Laboratoire de zoologie, Université Mohammed V, Institut Scientifique, Avenue Ibn Battuta, BP 1014 Rabat

⁽²⁾Unité de pollution et éco-toxicologie, Université Mohammed V, Institut Scientifique, Avenue Ibn Battuta, BP 1014 Rabat

23. Elimination du pesticide Imidacloprid par les procédés d'oxydation avancée

El Mouraille Nadia, Belmouden Moustapha, Ait Ichou Yahia

Equipe de Matériaux, Photocatalyse et Environnement, Faculté des Sciences, Université Ibn Zohr, B. P. 8106 Cité Dakhla, Agadir, Maroc – belmouden_m@yahoo.fr

24. Dissipation de chlorpyrifos, pendiméthaline et thiophanate-méthyl dans une biomixture à base de la tourbe et du compost

El-Sebai T. (1), Zidan W. (1), Abdelrehim W. (1), Martin-Laurent F. (2)

⁽¹⁾Agricultural Microbiology Depart. National Research Centre, Dokki, Cairo, Egypt

⁽²⁾UMR 1347 Agroécologie INRA, Dijon, France

- 25. Stratégie pour découvrir de nouvelles molécules actives sur *Aedes aegypti*. III. Evaluation biologique**
 Estaran Sébastien (1), Charles Cécile (2), Clémentine Marie-Michelle (2), Lagneau Christophe (1), Yébakima André (2), Lattes Armand (3), Matondo Hubert (3), Doucet-Panaye Annick (4), Doucet Jean-Pierre (4), Devillers James (5)
⁽¹⁾*EID Méditerranée, 165, Avenue Paul Rimbaud, 34184 Montpellier Cedex 4, France - sestaran (@eid-med.org*
⁽²⁾*Centre de Démoustication/LAV (ARS-Collectivité Territoriale) de la Martinique, BP 679, 97200 Fort de France, Martinique, France - andre.yebakima@ctm.mq*
⁽³⁾*Laboratoire I.M.R.C.P., UMR 5623, Bat. 2R1, Université Paul Sabatier, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 9, France - arlattes@yahoo.fr*
⁽⁴⁾*ITODYS, UMR 7086, Université Paris 7, Paris Diderot, France - doucet@paris7.jussieu.fr*
⁽⁵⁾*CTIS, 3 Chemin de la Gravière, 69140 Rillieux La Pape, France - j.devillers@ctis.fr*

26. Désorientation globale des pollinisateurs même sans pesticides

Fabry Jacques

Avioclimateologie indépendante, 1145 r. de Berre 13090 Aix-en-Provence - avionie.jfabry@gmail.com

27. Etude comparative *In vivo* et *In vitro* sur l'efficacité de deux bio insecticides, *Bacillus* et Spinosad sur *Myzus persicae* (Homoptera : Aphididae) du poivron sous serre

Ghelamallah Amine, Ramdani Kheira, Arbaoui Mouhamed, Boualem Malika

Université of Mostaganem, Laboratoire de Protection des végétaux, , Department of Plant Protection, Faculté des Sciences de la nature et de la vie, BP 188, , 27000, Algérie. E-mail: amineghelamallah@hotmail.com; kheirour-1991@hotmail.fr; medarbaoui58@gmail.com; boualemmalika@yahoo.fr

28. Dégradation de la Deltaméthrine par différent stress. Etude par LC-MS/TOF.

MH Guermouche

Faculté de chimie, USTHB, Alger, Algérie—hguermouche@gmail.com

29. Evaluation de la toxicité aigüe d'un pesticide (Oberon^r) sur un poisson *Gambusia affinis* : paramètre de létalité et activité de l'acétylcholinestérase.

Habes D , Bengraït M, Soltani N

Laboratoire de Biologie Animale Appliquée, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Université d'Annaba, 23000-Annaba, Algérie. dahbiahabes@yahoo.fr

30. Utilisation d'un bio-pesticide dans la lutte contre la pyrale de datte *Ectomyelois ceratoniae* (lépidoptères, Pyralidae).

Hadjeb Ayoub (1), Mehaoua Med Seghir (1) Ouakid Med. Laid (2)

⁽¹⁾Département des sciences agronomiques Université de Biskra, Algérie. hadjeb80@yahoo.fr

⁽²⁾Département of Biologie. Université de Annaba, Algérie.

31. La lutte intégrée en palmeraies de la région de Biskra Algérie

Hadjeb Ayoub (1), Mehaoua Med Seghir (1), Bensalah Kamel (1), Ouakid Med Laid (2)

⁽¹⁾Université de Biskra, 145 RP 07000 Biskra Algérie

⁽²⁾Université de Annaba Algérie

32. Etude de l'activité toxique des extraits végétaux de trois plantes sur la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae)

Bouharroud Rachid (1), Ragraoui Ouasmin Ahmed (2), Amarraque Abderrahim (1), Hormatallah Abderrahim (2)

⁽¹⁾Institut National de la Recherche Agronomique d'Agadir, Avenue des FAR, Inezgane Agadir, Maroc.

⁽²⁾Complexe Horticole d'Agadir, IAV Hassan II, B.P 18/S – Agadir, Maroc.

33. Impact de quatre méthodes de lutte sur la population de *Parlatoria blanchardi* targ. (Homoptera-Diaspidinae) dans la région de Ouargla (Sud-Est algérien).

Idder Mohamed Azzedine (1), Idder-Ighili hakima (1), Dadamoussa Mohamed Lakhdar (2), Belaroussi Mohamed El Hafed (1),

⁽¹⁾Faculté de s Sciences de la Nature et de la Vie, Laboratoire de Recherche sur la Phœniciculture, Université de Ouargla, 30000 Ouargla, Algérie – azzou.idder@yahoo.fr

⁽²⁾Faculté d es Sciences de la Nature et de la Vie, Laboratoire de s Bio r essources Sahar iennes: P réservation et Valorisation e, Université de Ouargla, 30000 Ouargla, Algérie

34. Place des produits phytosanitaires inféodés aux ravageurs dans la région de Ouargla (Sud-Est algérien).

- Idder-Ighili Hakima (1), Slamene Nacereddine (2), Dadamoussa Mohamed Lakhdar (3), Idder Mohamed Azzedine (1)
⁽¹⁾ *Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Laboratoire de Recherche sur la Phœniciculture, Université de Ouargla, 30000 Ouargla, Algérie – Idder.ighili@yahoo.fr*
⁽²⁾ *Département de Zoologie Agricole et Forestière, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie, 16200 El-Harrach, Alger, Algérie*
⁽³⁾ *Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Laboratoire des Bioressources Sahariennes: Préservation et Valorisation, Université de Ouargla, 30000 Ouargla, Algérie*

35. Transfert de polluants d'origine agricole dans les nappes souterraines (Picardie) : approches expérimentales et analytiques

Fatoumata Kaba (1), Meurant Pierre-Evan (2), Hoang Le Vinh (3), Zouhri Lahcen (3), Martinet Fabrice (4), Bugeat Fabien (5), Papay Philippe (6)

^(1, 2, 3) *LaSalle Beauvais - ESITPA 19, rue Pierre Wagnet 60000 Beauvais – pierre-ewan.meurant@lasalle-beauvais.fr*

⁽³⁾ *HydrISE SFR Condorcet FR CNRS 3417, LaSalle Beauvais - ESITPA 19, rue Pierre Wagnet 60 026 Beauvais lahcen.zouhri@lasalle-beauvais.fr*

^(4, 5, 6) *Agence de l'Eau Seine Normandie, 2 Rue du Dr Camille Guérin, 60200 Compiègne*

36. Transfert des polluants organiques dans le système eau -sol –plant : Conditions expérimentales

Khaskaa Mahmoud, Le Gal La Salle Corinne, Cadierea Axelle, Selliera Amelie, Verdoux Patrick, Roiga Benoit. Univ. Nimes, EA 7352 CHROME, rue du Dr Georges Salan, 30021 Nimes, France

37. Gestion de la résistance d'*Aedes aegypti* à la deltaméthrine par création *in silico* de synergistes

Lagneau Christophe (1), Estaran Sébastien (1), Yébakima André (2), Clémentine Marie-Michelle (2), Doucet-Panaye Annick (3), Doucet Jean-Pierre (3), Lapiéd Bruno (4), Devillers James (5)

⁽¹⁾ *EID Méditerranée, 165, Avenue Paul Rimbaud, 34184 Montpellier Cedex 4, France - clagneau@eid-med.org*

⁽²⁾ *Centre de Démoustication/LAV (ARS-Collectivité Territoriale) de la Martinique, BP 679, 97200 Fort de France, Martinique, France - andre.yebakima@ctm.mq*

⁽³⁾ *ITODYS, UMR 7086, Université Paris 7, Paris Diderot, France - doucet@paris7.jussieu.fr*

⁽⁴⁾ *Laboratoire UPRES EA 2647 / USC INRA 1330 / SFR 4207 QUASAV, UFR Sciences, Université d'Angers, 2 Boulevard Lavoisier 49045 Angers cedex, France - bruno.lapiéd@univ-angers.fr*

⁽⁵⁾ *CTIS, 3 Chemin de la Gravière, 69140 Rillieux La Pape, France - j.devillers@ctis.fr*

38. OptiPhy : un outil d'optimisation des pratiques phytosanitaires basé sur les indicateurs de risque d'EToPhy.

Mghirbi Oussama (1, 2, 3), Le Grusse Philippe (1,3), Mandart Elisabeth (1), Fabre Jacques (4), Bord Jean Paul (2,3).

⁽¹⁾ *CIHEAM-IAMM : Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier. 3191 Route de Mende, 34093, Montpellier cedex 5, France*

⁽²⁾ *Université Paul Valéry Montpellier (UPVM). Route de Mende, 34199 Montpellier cedex 5, France*

⁽³⁾ *UMR GRED (UPVM/IRD), BP 64501, 34394 Montpellier cedex 5, France*

⁽⁴⁾ *DIATAE. 3191 Route de Mende, 34093 Montpellier cedex 5, France*

39. Analyse par GC-MS des formulations commerciales de chlordécone (Kepone[®] et Curlone[®]) épanchées aux Antilles

Macarie Hervé (1, 2), Bristeau Sébastien (3), Woignier Thierry (1, 2), Sovocool G. Wayne (4), Mouvet Christophe (3)

⁽¹⁾ *Aix Marseille Université, CNRS, IRD, Avignon Université, IMBE, UMR 7263, hervemacarie@ird.fr*

⁽²⁾ *IRD – IMBE - Campus Agro-Environnemental Caraïbe, Le Lamentin Cedex 2*

⁽³⁾ *Brgm, Avenue C. Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2*

⁽⁴⁾ *Retraité – US EPA, Las Vegas, NV, USA*

40. Stratégie pour découvrir de nouvelles molécules actives sur *Aedes aegypti*. II Synthèse d'analogues potentiels de l'hormone juvénile.

Matondo Hubert (1), Doumandji Lotfi (1,2), Estaran Sébastien (3), Hamada Boudjema (1), Lagneau Christophe (3), Devillers James (4), Yébakima André (5), Doucet-Panaye Annick (6), Doucet Jean-Pierre (6), Lattes Armand (1).

⁽¹⁾ *Laboratoire des Interactions Moléculaires et Réactivité Chimique et Photochimique, UMR 5623 Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne 31062 Toulouse CEDEX- matondo@chimie.ups-tlse.fr; lattes@chimie.ups-tlse.fr*

⁽²⁾ *U.E.R de Chimie appliquée, Ecole Militaire Polytechnique, BP 17 Bordj-El-Bahri, 16046, Alger, Algérie- doumandjilotfi@yahoo.fr*

⁽³⁾ *EID Méditerranée, 165 avenue Paul-Rimbaud 34184 Montpellier Cedex4-sestaran@eid-med.org; clagneau@eid-med.org*

⁽⁴⁾ *CTIS, 3 Chemin de la Gravière, 69140 Rillieux La Pape, France- j.devillers@ctis.fr*

⁽⁵⁾Centre de Démoustication/LAV (ARS- Collectivité Territoriale) de la Martinique, BP 679, 97200 Fort de France, Martinique - andre.yebakima@ctm.mq

⁽⁶⁾ITODYS, UMR 7086, Université Paris 7, Paris Diderot, France - doucet@paris7.jussieu.fr

41. Effet d'une exposition de courte durée aux insecticides thiaméthoxame et spinosad sur le développement des glandes hypopharyngiennes des abeilles domestiques

Menail Ahmed Hichem, Boutefnouchet-Bouchema Wided Fella, Ayad-Loucif Wahida

Laboratoire de Biologie Animale Appliquée, Département de Biologie, Faculté des Sciences Université Badji Mokhtar, 23000-Annaba, Algérie - menail.hichem@yahoo.fr

42. Contribution à l'étude de la problématique de l'état de contamination par les pesticides dans la zone de Loukkos

Ouassini Abdelhamid, El Bakouri Hicham, M'Ghafri Hakima

Université Abdelmalek Essadi Faculté des Sciences et Techniques de Tanger, BP 416-Tanger - ab_ouassini@yahoo.fr

43. Elimination des pesticides par adsorption sur le polycaprolactone

Ouassini Abdelhamid, Mourabit Fouad, M'ghafri Hakima

Faculté des Sciences et Techniques de Tanger BP 416 Tanger 90000 - ab_ouassini@yahoo.fr

44. Projet EQUIPE : Evaluation de la QUALITÉ prédictive d'Indicateurs PESTicides pour la qualité des eaux.

Pierlot Frédéric (1, 2), Marks-Perreau Jonathan(3), Réal Benoît(3), Carluer Nadia(4), Morin Alexandre (5), Miralles André(4), Villerd Jean (1), Constant Thibault(6), Bockstaller Christian(1).

⁽¹⁾LAE, UMR INRA-Université de Lorraine Nancy-Colmar

⁽²⁾Chambre Régionale d'agriculture de Lorraine, pôle système de production durable et innovation

⁽³⁾ARVALIS-Institut du Végétal

⁽⁴⁾Irstea

⁽⁵⁾Agro-transfert Ressources et Territoires Picardie

⁽⁶⁾Agro Solutions

45. Effets sublétaux chez *Apis mellifera* d'une consommation de pirimicarbe, molécule candidate contre *Varroa destructor*

Riva Clémence (1), Halm-Lemeille Marie-Pierre (2), Sopkova-de Olivera Santos Jana (1), Sokolowski Michel B.C. (3)

⁽¹⁾Centre d'Etudes et de Recherche sur le Médicament de Normandie, Département de Pharmacologie, Université de Caen, 14032 Caen Cedex, France - clemence.riva@unicaen.fr

⁽²⁾Laboratoire Environnement Ressources de Normandie, 14520 Port en Bessin, France

⁽³⁾Groupe de Recherche sur l'Alcool et les Pharmacodépendances, Université de Picardie, Amien, Cedex 1, France

46. Zones Tampons Végétalisées Artificielles (ZTVA) : évaluation de leur pouvoir épurateur sur des eaux de drainage en Lorraine.

Schott François-Xavier (1), Romain Vallée (4), Pitrel Marina (2), Dousset Sylvie (3), Benoît Marc (4), Munoz Jean-François (5), Cherrier Richard (1)

⁽¹⁾Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine, Pôle systèmes de production durables et innovation, bât i, 9 rue de la Vologne, 54 520 Laxou - francois-xavier.schott@lorraine.chambagri.fr

⁽²⁾AERM, route de Lessy, 57160 Rozerieulles.

⁽³⁾LIEC, CNRS-Université de Lorraine, BP 70239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy, France

⁽⁴⁾INRA-SAD Mirecourt, BP 35, 88501 Mirecourt cedex,

⁽⁵⁾ANSES, Laboratoire d'Hydrologie de Nancy, 40 rue Lionnois, 54 000 Nancy

47. Analyse multicritères de systèmes de cultures intégrés en réduction forte d'utilisation de phytosanitaires : trajectoires après 4 années de suivi

François-Xavier Schott (1), Arnaud Legrand (2), Emilie Lagarde (2), Aurore Baillet (3), Cherrier Richard (1), Nathael Leclech (1)

⁽¹⁾Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine, Pôle systèmes de production durables et innovation, bât i, 9 rue de la Vologne, 54 520 Laxou - francois-xavier.schott@lorraine.chambagri.fr

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

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

48. Hépatotoxicité et Néphrotoxicité suite à une exposition chronique à un mélange de six pesticides chez le rat Wistar

Sebti Lemya, Essaid Leghouchi

Laboratoire de Biotechnologie, Environnement et Santé, Département des sciences de l'environnement et des sciences agronomiques, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Jijel, Algérie - sebti.lemya@gmail.com

49. Réponses biochimiques d'un modèle biologique *lumbricus terrestris* exposé à des sols contaminés par un carbamate

Tadjine A (1), Zeriri I (2), Djebar M. R (2)

⁽¹⁾Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive Département de Biologie, Faculté des Sciences et de la vie, Université d'ElTarf, Algérie.

⁽²⁾Laboratoire de Toxicologie Cellulaire, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université d'Annaba Algérie.

50. Le REseau de Surveillance des Pesticides sur le Bassin d'Arcachon (REPAR)

Tapie Nathalie (1), Thévand Adeline (2), Chevance-Demars Lucas (1), Pardon Patrick (1), Jeandenand Sabine (2), Budzinski Hélène (1)

⁽¹⁾Université Bordeaux, UMR CNRS 5805 EPOC, équipe LPTC, 351 cours de la libération 33405 Talence (helene.budzinski@u-bordeaux.fr)

⁽²⁾Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon (SIBA) 16, allée corrigan - CS 40002 33311 Arcachon Cedex (a.thevand@siba-bassin-arcachon.fr)

51. Evolution de l'outil de classification in silico TyPol pour analyser et prédire les effets écotoxicologiques des pesticides

Traoré Harouna (1, 2), Crouzet Olivier(2), Mamy Laure(1), Sireyjol Christine(2), Rossard Virginie(3), Servien Rémi(4), Latrille Eric(3), Benoit Pierre(1)

⁽¹⁾UMR ECOSYS, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78850 Thiverval-Grignon – harouna.traore@agroparistech.fr

⁽²⁾UMR ECOSYS, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78206 Versailles

⁽³⁾UR LBE, INRA, 11100 Narbonne

⁽⁴⁾INRA, UMR Toxalim, 31300 Toulouse

RÉSUMÉS

1. Risques toxicologiques des pesticides et déclin des abeilles domestiques (*Apis mellifera*)

Ayad-Loucif W. (1,2), Nedji N. (2); Menail A.H. (2), Bouchemma W.F. (2)

⁽¹⁾Faculté de Médecine, Université Badji-Mokhtar, 23000-Annaba, Algérie

⁽²⁾Laboratoire de Biologie Animale Appliquée, Département de Biologie, Faculté des Sciences Université Badji Mokhtar, 23000-Annaba, Algérie [*wahloucif@yahoo.fr](mailto:wahloucif@yahoo.fr)

L'utilisation non contrôlée des pesticides expose les populations d'abeilles à des risques toxicologiques entraînant leur déclin à l'échelle mondiale. Cette étude a été entreprise afin d'évaluer l'impact des insecticides (Spinosad et thiaméthoxame) et des acaricides (acide oxalique et fluvalinate) sur l'activité spécifique de la Glutathion S-Transférase (GST), le développement des glandes hypopharyngiennes et l'histopathologie de l'intestin moyen de s'abeilles locales d'*Apis mellifera* in termissa. Pour cela, des abeilles émergentes ont été traitées, par application topique et par ingestion, avec des doses variables de ces pesticides. Leurs intestins moyens ont été récupérés et ont servi au dosage de l'activité spécifique de la GST et également à l'étude histopathologique. Les têtes des abeilles ont été disséquées et les glandes hypopharyngiennes ont été récupérées afin de mesurer le diamètre des acini. Les résultats obtenus ont montré que les insecticides et acaricides testés sont toxiques pour les abeilles et induisent des effets secondaires néfastes. Cette toxicité est marquée par une induction de l'activité spécifique de la GST, l'apparition de sévères détériorations cellulaires de l'épithélium intestinal et des perturbations dans le développement glandulaire des abeilles traitées. Le retard dans la mise en route de la détoxification, les altérations tissulaires au niveau de l'intestin et le dysfonctionnement des glandes augmenteraient le risque de mettre en péril la vie des abeilles.

Mots-clés : Pesticides, Abeilles, Déclin.

2. Biotransformation de l'herbicide diuron par différents stades de vie de l'huître creuse *Crassostrea gigas* – Détermination par UHPLC-MS/MS

Behrens Daphné (1), Pardon Patrick (2), Tapie Nathalie (2), Burgeot Thierry (1), Budzinski Hélène (2), Akcha Farida (1)

⁽¹⁾Ifremer, Laboratoire d'Ecotoxicologie, Rue de l'Île d'Yeu, BP21105, 44311 Nantes cedex 03, France

⁽²⁾University of Bordeaux, EPOC UMR CNRS 5805, F-33400 Talence, France daphne.behrens@ifremer.fr

L'huître creuse *Crassostrea gigas* est l'un des piliers de l'aquaculture française, toutefois sa production a décliné depuis la fin des années 2000 à cause d'évènements récurrents de mortalités estivales. Bien que ces épisodes soient considérés comme étant multifactoriels, de nombreuses études ont démontré la sensibilité des huîtres aux polluants chimiques et notamment aux pesticides. Le diuron est un herbicide de la famille des phénylurées dont nous avons déjà montré précédemment la toxicité par l'observation d'effets génotoxiques et embryotoxiques. Cette toxicité a été observée après exposition de l'huître au diuron lui-même ou à chacun de ses métabolites connus, le DCPMU, le DCPU et le 3,4-DCA. Pour autant, aucune information n'est pour lors disponible quant aux capacités de métabolisation de *C. gigas* au cours de son cycle de vie et donc sur la possibilité de produire ces métabolites après exposition à l'herbicide.

Pour répondre à cette question, des microsomes extraits de glande digestive d'adulte, de sperme, d'ovocytes et de larves trochophores ont été incubés dans un premier temps avec une gamme croissante de diuron (de 5 à 400 µM) pendant 1h. Dans un deuxième temps, la cinétique de production des différents métabolites a été suivie pour une concentration de diuron pour laquelle la production de métabolites a été suffisante. Les échantillons ont ensuite été analysés par UHPLC-MS/MS afin de détecter et de quantifier les métabolites du diuron et calculer des paramètres de toxicocinétiques. Tous les tissus ont démontré des capacités de métabolisation du diuron dans des proportions variables. La glande digestive a montré les plus grandes capacités de métabolisation suivi des ovocytes, des larves trochophores et finalement du sperme. Concernant la production de métabolites, le DCPMU est le composé majoritairement formé, suivi du 3,4-DCA. Le DCPU a été détecté mais à des quantités inférieures à la limite de quantification.

Ces résultats montrent la capacité de l'huître à biotransformer l'herbicide diuron. Pour cette espèce à reproduction externe, ils montrent également la vulnérabilité des gamètes et des stades de développement précoces de l'huître aux polluants chimiques présents dans son milieu naturel.

Mots-clés : diuron, biotransformation, métabolites, huître

3. Etude de l'adsorption en régime statique et dynamique de deux herbicides sur des sols de la région agricole Souss du Maroc

Belmouden Moustapha, El Mouraille Nadia, Ait Ichou Yahia

Equipe de Matériaux, Photocatalyse et Environnement, Faculté de Sciences, Université Ibn Zohr, B. P. 8106 Cité Dakhla, Agadir, Maroc – belmouden_m@yahoo.fr

Dans ce travail nous avons étudié l'adsorption de deux herbicides : l'acide 2-(4-chloro-2-méthylphénoxy)éthanoïque « 2,4-MCPA » et l'acide 2-(4-chloro-2-méthylphénoxy)propanoïque « 2,4-MCPP » sur deux sols de la région agricole du Souss au Maroc. Le premier sol (SH) est un sol limoneux argileux. Le second sol (SMZ) est un sable limoneux utilisé dans les bassins d'infiltration de la station d'épuration des eaux usées.

Les résultats obtenus montrent que l'adsorption de ces deux herbicides en régime statique sur les deux supports est lente et diminue avec l'augmentation de la masse du sol. Les capacités d'adsorption aussi bien sur SH que sur SMZ sont très faibles. Des liaisons entre les noyaux aromatiques des solutés et des sites d'adsorbant sont probablement responsables de leur adsorption sur SH. Dans le cas de SMZ, il peut s'agir également des liaisons entre le groupe carboxylate (COO⁻) et des sites actifs du support.

Enfin, nous avons réalisé l'étude de l'adsorption des deux groupes de molécules sur colonne du sable SMZ. Nous avons noté que leur rétention est faible par rapport au régime statique et leur désorption est totale.

Mots-clés : Herbicide, Adsorption, sol, régime dynamique

4. Traitement par un insecticide (Oberon) sur un poisson *Gambusia affinis* et activité prédatrice à l'égard des larves de moustique (*Culex pipiens*) : lutte biologique

Bengraït Meriem, Habes Dahbia, Soltani Noureddine

Laboratoire de Biologie Animale Appliquée, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar, 23000-Annaba (Algérie)

L'insecticide/acaricide spiromesifen découvert au cours des années 1990 a un mode d'action spécifique, l'inhibition de la biosynthèse des lipides. Il est largement utilisé en Algérie pour lutter contre les insectes et les acariens ravageurs des cultures. En Algérie, les Culicidés constituent les insectes piqueurs les plus nuisibles aux populations et continuent de transmettre des maladies infectieuses. La lutte chimique, avec essentiellement des pesticides chimiques de synthèse, continue à être le moyen majeur de contrôle de ces vecteurs. Cependant, l'utilisation des insecticides conventionnels a eu à long terme des effets secondaires avec notamment l'apparition des espèces résistantes. La lutte biologique est une alternative à la lutte chimique, des essais de prédation ont montré que *G. affinis* était très efficace contre les larves de moustique comparativement à d'autres espèces de poissons. Notre étude vise à déterminer en conditions de laboratoire la toxicité aiguë du spiromesifen à l'égard de *Gambusia affinis* en précisant les CL₁₀ et CL₂₅ chez les adultes mâles et femelles, durant la période de reproduction pour une exposition de 96 heures. Les concentrations sublétales de l'Oberon en exposition aiguë ont été déterminées : chez les Mâles (CL₁₀= 32,6 µg/L et CL₂₅= 57,8 µg/L); et chez les femelles (CL₁₀= 32,8 µg/L et CL₂₅= 67,2 µg/L) par la suite on a examiné le taux de prédation avant et après traitement de *G. affinis* (les deux sexes) à l'égard du 4^{ème} stade larvaire de *Culex pipiens*. Les résultats montrent que ce pesticide est susceptible de présenter des effets secondaires sur ce poisson culiciphage non ciblé.

Mots clés: Prédation, Spiromesifen, *Gambusia affinis*, *Culex pipiens* Toxicité.

5. Isolement et caractérisation de *Pantoea* sp dégradant l'insecticide chlorpyrifos

Ben Salem Asma (1, 2, 3), Chaabane Hanene (1), Caboni Pierluigi (2), Coroneo Valentina (2), Fattouch Sami (3),

⁽¹⁾Laboratoire de phytopharmacie, Institut National Agronomique de Tunisie (INAT)

⁽²⁾Laboratoire de Toxicologie 72 Via Ospedale Cagliari 09126 Italie

⁽³⁾Laboratoire d'ingénierie des protéines et des molécules bioactives, Institut National des Sciences Appliquées et de Technologie (INSAT)

Correspondance : email : bensalemasma@yahoo.fr

Le chlorpyrifos est un insecticide de la famille des organophosphorés largement utilisé dans les vergers tunisiens contre certains ravageurs. Afin de pouvoir prédire le devenir et l'impact écotoxicologique de cette molécule, il est nécessaire de déterminer son comportement dans l'environnement, notamment en étudiant les processus de biodégradation dans les sols.

En effet, la biodégradation des pesticides dans l'environnement est fortement influencée par l'activité des micro-organismes. La dégradation microbienne des pesticides est considérée comme le phénomène principal contribuant à leur dissipation dans les sols et limitant leur accumulation dans l'environnement. Dans ce contexte des études antérieures ont visé à isoler et caractériser des souches bactériennes dégradant plusieurs substances actives entre autres le chlorpyrifos. Dans le cadre de ce travail, nous avons isolé une nouvelle souche bactérienne capable d'utiliser le chlorpyrifos comme seule source de carbone et d'énergie à partir d'un sol adapté à la biodégradation du chlorpyrifos. Une identification biochimique de l'isolat bactérien a permis de l'identifier comme appartenant au genre *Pantoea* sp. D'autre part, la biodégradation du chlorpyrifos a été étudiée dans un milieu aqueux et dans le sol notamment dans un sol stérile et non stérile et en présence de cette souche bactérienne.

L'isolat de *Pantoea* sp est capable de se croître dans un milieu MSM et un milieu nutritif supplémenté en chlorpyrifos (25mg.L^{-1}) et utilise le pesticide comme seule source de carbone et d'énergie (figure 1).

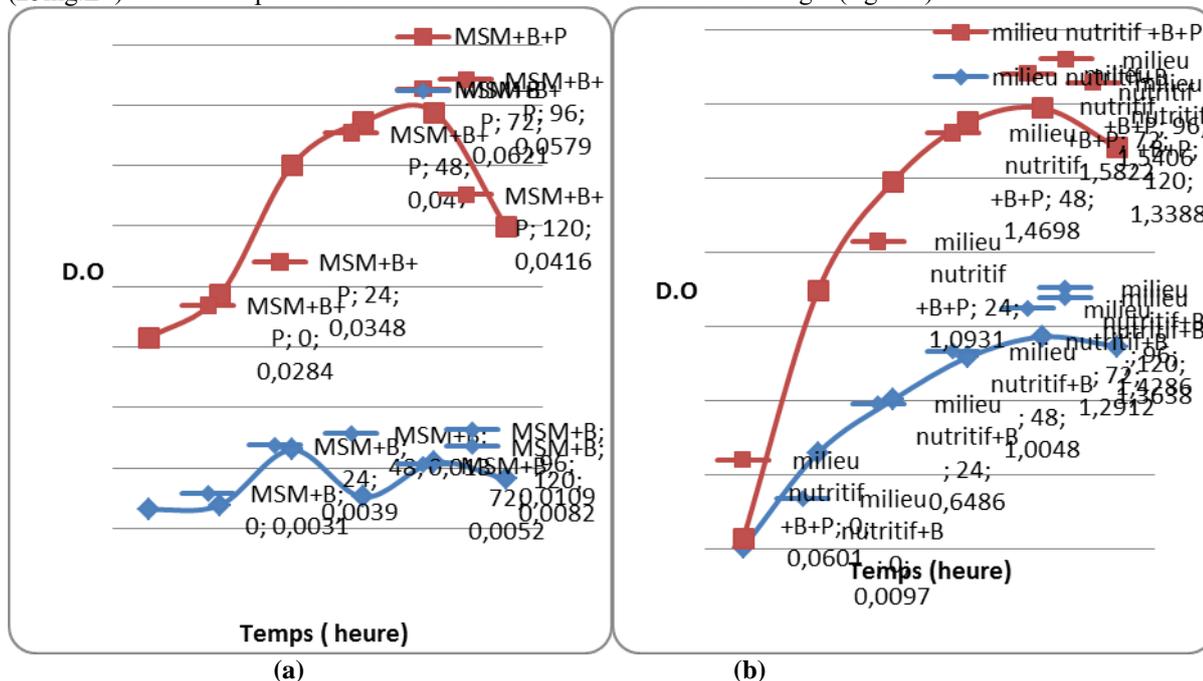


Figure 1 : a) Suivi de la croissance bactérienne de la souche *Pantoea* sp dans le milieu de culture MSM (a) et le milieu nutritif (b) supplémenté et non supplémenté en chlorpyrifos par mesure de l'absorbance à 600 nm.

Au bout de 5 jours *Pantoea* sp dégrade le chlorpyrifos. La cinétique de dégradation de la molécule a été suivie par GC/MS. En effet, le suivi de la dissipation de la molécule a été effectué dans un sol stérile, non stérile et dans un milieu liquide. Les résultats de la cinétique de la dégradation du chlorpyrifos (figure 2) ont montré qu'après 24 h d'incubation, environ 90% du chlorpyrifos a été dégradé aussi bien pour le sol stérile que le sol non stérile. Aucune différence notable n'est donc apparue entre un sol stérile et non stérile. De plus, le suivi du processus de la biodégradation du chlorpyrifos dans un milieu liquide MSM a montré aussi qu'après 24h, presque toute la molécule a été dissipée (figure 3).

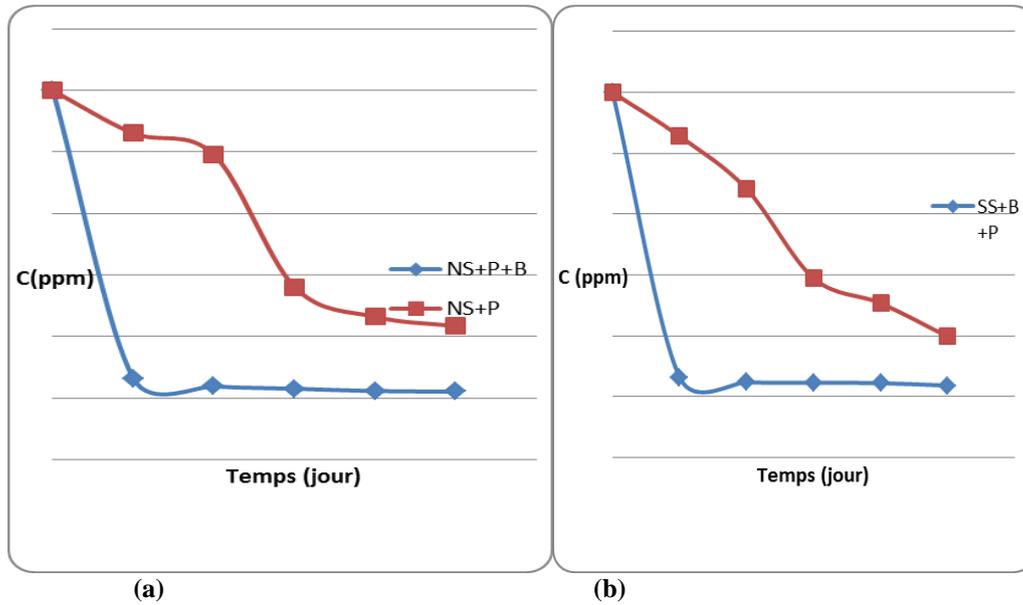


Figure 2 : Cinétique de la dégradation du chlorpyrifos dans un sol non stérile (a) et stérile (b)

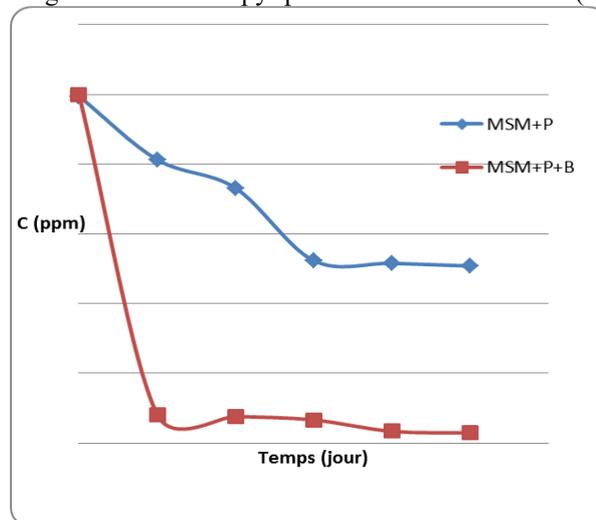


Figure 3 : Cinétique de la dégradation du chlorpyrifos dans un milieu liquide

Cette étude a permis, pour la première fois, d'identifier une souche appartenant au genre *Pantoea* ayant un large potentiel de biodégradation. Le potentiel du genre *Pantoea* de dégrader le chlorpyrifos rend cette souche un candidat utile pour l'assainissement des sites contaminés par les pesticides.

Mots clés : chlorpyrifos, biodégradation, *Pantoea* sp

6. Évaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires dans la commune d'Ain Taoujdade (plaine de Sais) au Maroc

Berni Imane, El Ghazi Ibrahim, Ben-Daoud Mohamed, El Jaafari Samir

UMI-Faculté des Sciences–Meknès, BP11201 Zitoune, Meknès – MAROC. imane.berni@gmail.com

L'utilisation des pesticides par les agriculteurs dans la plaine de Sais est devenue systématique afin d'optimiser le rendement des cultures maraîchères et arboricoles. Ces producteurs maraîchers et arboricoles 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. Pour évaluer les risques sanitaires et environnementaux relatifs aux pratiques phytosanitaires, une enquête a été réalisée auprès de 62 producteurs maraîchers et arboricoles dans une commune d'Ain Taoujdade à la plaine de Sais au Maroc. D'après les résultats de l'enquête, 16 préparations commerciales ont été recensées, dont 9 insecticides, 6 fongicides et 1 nématicide. Les plus fréquemment recensées ont été les formulations de lambda-cyhalothrine, de profenofos, de mancozèbe et de méthylthiophanate. La majorité des producteurs (97 %) utilise des pyrèthrinoides. Les organophosphorés, les carbamates et les benzimidazoles sont utilisés respectivement par 85, 41 et 32 % des producteurs. Les producteurs maraîchers utilisent des insecticides non appropriés. Les modes d'utilisation, le manque d'équipements de protection adaptés des utilisateurs et les conditions de stockage constituent des facteurs de risques aggravants pour les agriculteurs et les consommateurs.

Mots clés : plaine de Sais ; culture maraîchère et arboriculture ; évaluation du risque ; pesticide

7. Caractérisation de l'exposition des agriculteurs aux produits chimiques cancérigènes au niveau de la région de Meknès (Maroc)

I. Berni (1), M. Atassi (2), C. Nejari (2), A. Zidouh (3), S. El Jaafari (1), K. El Rhazi (2)

⁽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.

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 région de Meknès.

Méthode : L'étude s'est basée sur un questionnaire transversal traité au près des 4 02 foyers d'agriculteurs dans 15 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 lambda-cyhalothrine, de chlorothalonil, de mancozèbe et de deltaméthrine. La majorité des producteurs utilise des pyréthrinoides, 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

8. Mélanges d'herbicides : étude des voies de biotransformation et détermination de la toxicité des métabolites

Carles Louis (1), Besse-Hoggan Pascale (2), Joly Muriel (1), Vigouroux Armelle (3), Moréra Solange (3), Bonnemoy Frédérique (1), Batisson Isabelle (1)

⁽¹⁾Laboratoire Microorganismes : Génome et Environnement (LMGE), CNRS, UMR 6023, Clermont Université, Université Blaise Pascal, 63178 Aubière Cedex, France

⁽²⁾Institut de Chimie de Clermont-Ferrand (ICCF), CNRS, UMR 6296, Clermont Université, Université Blaise Pascal, 63178 Aubière Cedex, France – Pascale.Besse@univ-bpclermont.fr

⁽³⁾Institut de Biologie Intégrative de la Cellule (I2BC), CNRS, CEA, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay, 91198, Gif-sur-Yvette, France.

L'évolution des pratiques agricoles a conduit à l'utilisation de molécules pesticides dites de nouvelle génération, actives à de faibles doses et souvent employées en mélange. Peu d'informations sont disponibles quant au devenir et à l'impact potentiel de ces mélanges sur l'environnement et la santé humaine. Il est donc primordial d'étudier les voies de biotransformation de ces composés puisque certains métabolites peuvent parfois être plus toxiques que les molécules mères. Nos études se sont portées sur un mélange composé de mésotrione (tricétone), nicosulfuron (sulfonylurée) et S-métolachlore (chloroacétamide) utilisé sur les cultures de maïs. Deux souches bactériennes isolées à partir de sol agricole ont permis d'établir les voies de biotransformation de ces herbicides, seuls ou en mélange. La toxicité des métabolites produits a été évaluée à l'aide du test Microtox®. La biotransformation du nicosulfuron par la souche *Pseudomonas fluorescens* SG-1 conduit à la formation de trois métabolites. Ces produits de transformation sont identiques à ceux formés par la souche *Bacillus megaterium* Mes11, suggérant l'existence de voies communes de biotransformation de cette molécule au sein de différents genres bactériens. De plus, la souche Mes11 présente la particularité de transformer des herbicides de familles chimiques différentes. En effet, elle est également capable de transformer la mésotrione en quatre métabolites, séparément ou en mélange avec le nicosulfuron et/ou le S-métolachlore. Les cinétiques de transformation de la mésotrione et du nicosulfuron ainsi que la nature des métabolites formés ne varient pas en présence des autres molécules du mélange. Des voies communes de biotransformation de la mésotrione semblent également exister puisque différents genres bactériens produisent les mêmes métabolites et possèdent des nitroréductases NfsA-FRP impliquées dans la première étape de transformation de la mésotrione par la souche Mes11. De plus, nous avons montré que certains des produits de transformation, dont les métabolites majoritaires de la mésotrione et du nicosulfuron, présentent une toxicité supérieure à celle de la molécule mère. Ces travaux mettent ainsi en évidence l'importance d'identifier les produits de transformation d'une molécule et d'évaluer leur toxicité afin d'améliorer l'évaluation globale des risques de l'utilisation de molécules de nouvelle génération utilisées en mélange.

Mots-clés : Pesticide ; Mélange ; Biotransformation ; Métabolites ; Ecotoxicité

9. Effets de deux insecticides (Spinosad et Thiaméthoxame) sur l'activité enzymatique de l'Abeille *Apis mellifera intermissa*

Bouchema Wided Fella, Ménail Ahmed Hichem, Ayad-Loucif Wahida

Laboratoire de Biologie Animale Appliquée, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar, Annaba 23000, Algérie - Wided.84@hotmail.fr

Les abeilles sont importantes non seulement sur le plan agronomique mais aussi sur le plan économique et écologique. Leur survie est menacée par divers facteurs et il est particulièrement important de les protéger et de les préserver. L'emploi des pesticides est une des principales causes d'affaiblissement et de disparition des populations d'abeilles. En effet, leurs utilisations en agriculture est un facteur perturbant parfois très gravement les insectes pollinisateurs et la toxicité par les pesticides est considérée comme l'une des principales causes du déclin des populations d'abeilles à travers le monde. Cette étude a pour but l'évaluation de l'impact de deux insecticides (Spinosad et Thiaméthoxame) sur la physiologie des abeilles suite à leur exposition à des concentrations sublétales préalablement déterminées par la mesure de l'activité spécifiques d'un biomarqueur enzymatique (la glutathion -S transférase). Les résultats obtenus ont montré que les deux insecticides (Spinosad et Thiaméthoxame) affectent le système de détoxification chez *Apis mellifera intermissa*. L'augmentation significative de la GST, suite à l'exposition des abeilles aux différents insecticides, montre que ces deux molécules provoquent un stress toxique avec la mise en place d'un processus de détoxification. L'induction de l'activité de la GST est plus importante chez les abeilles traitées avec le Spinosad que chez celles traitées au thiaméthoxame.

Mots-clés : Abeille, Spinosad, Thiaméthoxame, GST.

10. Evaluation de la rétention par imagerie rapide et fluorescence.

Boukhalfa Hassina Hafida (1, 2), Massinon Mathieu (2), Lebeau Frédéric (2), Belhamra Mohamed (1)

⁽¹⁾laboratoire D EDSPAZA, D epartment d es S ciences A gronomiques Université M ohamed k hidar B iskra, A lgerie - hassinaboukhalfa@gmail.com.

⁽²⁾Gembloux Agro-Bio Tech, Université de liège, Gembloux, Belgique.

L'étude de la rétention de pulvérisation doit prendre en compte les propriétés de surface de la cible et le comportement des gouttes lors de l'impact. Le but de cette expérience est de combiner simultanément une méthode conventionnelle basée sur le dosage d'un marqueur pour quantifier la rétention et la méthode d'imagerie pour observer le comportement des gouttelettes lors de l'impact et obtenir la contribution individuelle de chaque impact des gouttelettes sur la rétention effective.

Les mesures ont été effectuées avec une caméra rapide couplée à un rétroéclairage LED. La taille et la vitesse des gouttes ont été définies par analyse d'image. Les types d'impact des gouttes ont été déterminés par l'opérateur. Les essais ont été réalisés avec une buse Teejet 11003 montée sur une rampe mobile à la vitesse de 2m/s. Deux agents tensioactifs (Break-Thru S240® et LI700®) ont été pulvérisés sur des feuilles d'orge coupées (0,3cm²) au stade BBCH12 et comparés aux pulvérisations d'eau. Des proportions de volumes relatifs ont été calculées au sein d'une échelle d'énergie.

Après la pulvérisation, les feuilles échantillons ont été lavées dans une solution tampon pour quantifier le traceur fluorescent et donc le volume effectif de bouillie retenu par la feuille.

Le couplage de ces deux approches offre une compréhension approfondie de la façon dont les divers résultats d'impact contribuent à la rétention de pulvérisation par une feuille et le mode d'action des adjuvants sur le comportement des gouttelettes.

Mots-clés: pulvérisation, rétention, spectrofluorométrie, ombroscopie.

11. Transfert de polluants organiques et minéraux en zone viticole : évaluation de l'efficacité d'un bassin de rétention à réduire la contamination des eaux de surface (projet TRAPEZE)

Caner-Chabran Anne (1), Marin Béatrice (1), Dousset Sylvie (2), Tournebize Julien (3), Huguenot David (4), Banas Damien (5), Ponthieu Marie (1), Cancès Benjamin (1), Morvan Xavier (1), Jaunat Jessy (1)

⁽¹⁾Groupe d'Etude sur les Géomatériaux et les Environnements Naturels, Anthropiques et Archéologiques (GEGENAA) EA 379 5, SF R C ondorcet (FR C NRS 3417) , U niversité de R eims C hampagne-Ardenne, C entre d e R echerche e n Environnement et Agronomie, 2, esplanade Roland Garros 51100 Reims – anne.caner-chabran@etudiant.univ-reims.fr

⁽²⁾Laboratoire Interdisciplinaires de s environnements continentaux (LIEC) UMR CNRS 7360, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Lorraine, Boulevard des Aiguillettes, BP 70239, 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex

⁽³⁾Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA) UR HAN, 1 rue Pierre-Gilles de Gennes, CS10030, 92761 Anthony Cedex

⁽⁴⁾Laboratoire Géomatériaux et environnement (LGE) EA 4508, Université de Paris Est-Marne la Vallée, Bât. IFI, 2, allée du promontoire, 93160 Noisy-le-Grand

⁽⁵⁾Unité de Recherche Animale et Fonctionnalités des Produits Animaux (URAFPA) EA INRA 3998, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Lorraine, Boulevard des Aiguillettes, B.P. 239, 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex

Les fortes pentes qui caractérisent le vignoble de Champagne sont propices aux phénomènes de ruissellement et d'érosion lors d'épisodes pluvieux de forte intensité. Les eaux de ruissellement, chargées de particules issues de l'érosion, véhiculent les produits phytosanitaires utilisés comme intrants. La gestion du ruissellement, de l'érosion et de la pollution diffuse est assurée par des bassins de rétention pour la tranquillisation de ces eaux. Le vignoble de Nogent-l'Abbesse, localisé sur le Mont de Berru (Marne, France), est non seulement sujet aux phénomènes de ruissellement mais est également situé sur une aire d'alimentation de captage prioritaire (AAC) "Grenelle" (champ captant de Couraux assurant en partie l'AEP de l'agglomération de Reims). Le bassin de rétention de la commune réceptionne les eaux de ruissellement issues du versant viticole d'une surface totale d'environ 2 km². Ce bassin a été rénové en 2015 pour répondre aux objectifs réglementaires (sécurité civile des biens et des personnes, qualité de l'eau) et locaux (paysage et biodiversité). D'une capacité de stockage de 28000 m³, la conception de ce bassin est originale et innovante puisqu'il est constitué de 4 sous-bassins successifs (décantation, décantation-photodégradation, décantation-phytoremédiation, infiltration).

Les principaux objectifs scientifiques du projet TRAPEZE sont les suivants :

- Evaluation de l'efficacité du bassin de rétention de Nogent-l'Abbesse (i) à réguler les flux hydriques et réceptionner les eaux de ruissellement chargées en matières en suspension (MES), (ii) à réduire les teneurs en substances organiques et minérales issues du vignoble et transférées au bassin avec les eaux de ruissellement ;
- Mise en relation des flux et des teneurs en particules et en contaminants avec les conditions pluviométriques (intensité et fréquence des pluies) et les pratiques culturales (nature et quantité des intrants, enherbement des parcelles, aménagements des voiries) employées sur le bassin versant ;
- Compréhension des processus physico-chimiques et biologiques intervenant dans les différents compartiments des 4 sous-bassins (eau, MES, sédiments, eaux interstitielles, végétation implantée et naturelle) et conduisant à la dégradation, la rétention et/ou la mobilité des substances organiques et minérales ou à leur transfert d'un compartiment à un autre ;
- Mise en évidence de l'importance et du rôle de chaque sous-bassin dans le fonctionnement général du bassin de rétention (gestion des flux d'eaux chargées en particules et abatement de la contamination) grâce à un suivi hydrologique sur 3 années et géochimique sur 2 années consécutives.

Après installation et mise au point des appareils de mesures et de prélèvements, le fonctionnement hydraulique et l'efficacité du bassin d'orages à réceptionner les eaux de ruissellement et à abattre les teneurs en polluants seront évalués grâce à un suivi pendant 3 années consécutives (de 2016 à 2018). Les teneurs en un large panel de phytosanitaires et en Cu seront déterminées à l'entrée et en sortie du bassin d'orages, ainsi qu'au passage d'un sous-bassin à un autre. Les différents compartiments (sédiments et tranche d'eau dans les 4 sous-bassins ; végétaux et biofilms se développant à l'interface eau-sédiment dans le sous-bassin spécialisé dans la phyto-dégradation) seront étudiés. Des molécules aux comportements physico-chimiques différents seront sélectionnées parmi celles utilisées comme intrants sur le bassin versant pour une étude détaillée. Les résultats expérimentaux seront modélisés grâce à des méthodes de modélisation hydrologique (bassin versant), hydraulique (bassin d'orages), hydrochimique (transfert de polluants) et géochimique (comportement et devenir des polluants).

Ce projet sera mené par le Groupe d'Etudes sur les Géomatériaux et les Environnements Naturels, Anthropiques et Archéologiques (GEGENAA, Université de Reims Champagne-Ardenne), le Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux (LIEC, Université de Lorraine), l'Unité de Recherche Hydrosystèmes et Bioprocédés (UR HBAN) de l'Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA), le Laboratoire Géomatériaux et Environnement (LGE, Université Paris-Est Marne-la-Vallée) et l'Unité de Recherche Animal et Fonctionnalités des Produits Animaux (UR AFPA, Université de Lorraine). Il se fera en étroite collaboration avec les acteurs locaux impliqués dans la rénovation et/ou la gestion et l'entretien du bassin : Association Syndicale Autorisée de Nogent-l'Abbesse, Coopérative vinicole de Nogent et Cernay, Chambre d'Agriculture de la Marne, Agence de l'Eau Seine-Normandie, Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne.

Ce projet répond aux préoccupations régionales majeures liées à l'impact des pratiques agri-viticoles sur l'environnement et développées au sein du GT 1.3. AVIDURA (Agronomie pour l'environnement : mise en œuvre de nouvelles pratiques pour une agri-viticulture durable) du CPER 2015-2020 et de l'axe 4 " Environnement " de la Structure Fédérative de Recherche (SFR) Condorcet (FR CNRS 3417).

Mots-clés : *Intrants viticoles, bassin d'orages, eau, sédiments, populations végétales*

12. Caractérisation des propriétés pharmacologiques des récepteurs natifs des insectes vis-à-vis des insecticides néonicotinoïdes

Cartereau Alison, Thany Steeve H

Université d'Orléans, Laboratoire Biologie des Ligneux et des Grandes Cultures, UPRES EA 1207, Rue de Chartres, BP 6759, 45067 Orléans Cedex 2, France.

Les récepteurs à l'acétylcholine de type nicotinique forment des canaux ligands dépendants. Ils jouent un rôle primordial dans l'apprentissage, la mémoire et la transmission nerveuse des informations. Ces récepteurs sont la cible majeure des insecticides néonicotinoïdes (ex : thiametoxame, clothianidine, acétamipride).

L'étude des propriétés pharmacologiques des récepteurs nicotinniques d'insectes est réalisée grâce à des techniques d'électrophysiologie telles que la co-expression de sous-unités de récepteurs nicotinniques dans des ovocytes de xénopes et l'étude en patch clamp des récepteurs natifs sur neurones isolés. Cependant, ces approches ne permettent pas toujours une étude du mode d'action des insecticides néonicotinoïdes vis-à-vis des récepteurs natifs.

Nous avons étudié le mode d'action de la clothianidine, du thiametoxam et de l'acétamipride vis-à-vis des récepteurs nicotinniques natifs de la blatte, *Periplaneta americana*, issus de membranes de chaînes nerveuses exprimées en ovocytes de xénopes. Nous avons étudié l'effet de ces néonicotinoïdes sur les récepteurs natifs et évalué le potentiel de cette technique comme alternative pour la caractérisation électrophysiologique et pharmacologique des récepteurs nicotinniques natifs des insectes.

Mots-clés : *récepteurs nicotinniques, électrophysiologie, Periplaneta americana*

13. Utilisation de l'échantillonnage passif de type POCIS pour le suivi des pesticides en estuaire de la Gironde

Cruz Justine, Le Ménach Karyn, Pardon Patrick,
Dévier Marie-Hélène, Budzinski Hélène

Université de Bordeaux, UMR EPOC, équipe LPTC, 351 cours de la Libération, 33400 Talence- justine.cruz@u-bordeaux.fr

Afin de pallier les problèmes liés au suivi des pesticides dans les milieux dilués, l'utilisation de l'échantillonnage passif peut être une alternative intéressante par rapport à l'échantillonnage classique. En effet, ils intègrent la contamination du milieu pendant la période d'exposition de l'outil, ce qui offre deux avantages majeurs : l'accès à une concentration moyennée des contaminants pendant la période d'exposition et un abaissement des limites de détection grâce à l'accumulation des contaminants.

Dans cette étude, des échantillonneurs passifs pour le milieu aquatique de type POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler) ont été déployés de février 2012 à septembre 2013 sur 6 sites de l'estuaire de la Gironde au niveau de Bordeaux, en amont et en aval de la Garonne ainsi qu'au niveau de la Dordogne. 5 molécules (herbicides, insecticides, fongicides et produits de dégradation) ont été extraites par extraction sur phase solide et analysées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse en tandem.

L'utilisation des POCIS a permis de suivre l'évolution des concentrations de pesticides emblématiques de l'estuaire de la Gironde, le S-métolachlore (herbicide utilisé pour les traitements en prélevée du maïs) et ses métabolites (métolachlore ESA et OA). Les concentrations en S-métolachlore et métabolites sont les plus importantes au moment des épandages (mars-juin) mais aussi pendant les fortes pluies en période hivernale uniquement pour les métabolites. De plus, un développement particulier a été effectué pour le fipronil et ses métabolites, un insecticide utilisé en tant qu'antiparasitaire vétérinaire, potentiellement toxique même à faible concentration, que les techniques d'analyse classiques n'arrivent pas à détecter en Garonne. En effet des étapes de calibration ont été menées afin d'améliorer l'aspect quantitatif du POCIS et ont ainsi permis de mettre en évidence des concentrations faibles en fipronil mais potentiellement problématiques.

En conclusion, les résultats obtenus montrent que malgré les précautions qui sont à prendre pour l'utilisation du POCIS de manière quantitative, son application s'est avérée satisfaisante pour le suivi des molécules retrouvées dans l'estuaire de la Gironde telles que le S-métolachlore ou le fipronil.

Remerciements : Le programme ETIAGE, le projet RESEAU, l'agence de l'eau Adour-Garonne, la CUB (Communauté Urbaine de Bordeaux), la Lyonnaise des Eaux, la Région Aquitaine et le CPER A2E. Projet cofinancé par l'Union européenne et la Région Aquitaine. L'Europe s'engage en Aquitaine avec le fonds européen de développement régional (FEDER).

Mots-clés : pesticide, POCIS, Gironde

14. Recherche de marqueurs d'exposition au boscalide dans les abeilles par LC-Q-ToF

G. Daniele (1), C. Jabot (1), B. Giroud (1), L.P. Belzunces (2), E. Vulliet (1)

⁽¹⁾Institut des Sciences Analytiques, UMR 5280 CNRS, Université Lyon 1, ENS Lyon, Equipe TRACES 5 rue de la Doua, 69100 Villeurbanne – gaelle.daniele@isa-lyon.fr

⁽²⁾INRA, Laboratoire de Toxicologie Environnementale, UR 406 A &E, CS 40509, 849 14 Avignon Cedex 9 – luc.belzunces@avignon.inra.fr

Les pollinisateurs, qu'ils soient sauvages ou domestiques, jouent un rôle fondamental pour le maintien de la biodiversité et la santé des écosystèmes. Or, durant la dernière décennie, les apiculteurs ont vu les taux de mortalité de leurs colonies d'abeilles passer de 10 à 30, voire 50%, allant même jusqu'à des pertes totales de cheptel. Les causes de ce déclin sont aujourd'hui attribuées à de multiples facteurs. Parmi ceux-ci, il est possible de retrouver, entre autres, les virus et parasites, le stress, les pesticides.

La recherche de pesticides dans les abeilles cible généralement les molécules parentes mais celles-ci peuvent avoir été dégradées ou métabolisées ; la molécule parente n'est alors plus détectable dans l'abeille. Une preuve de contact entre l'abeille et le pesticide peut néanmoins être obtenue par la détection de métabolites ou de marqueurs d'exposition. Cependant, l'étude des métabolites chez l'abeille, impliquant leur concentration et leur toxicité, qui peuvent s'avérer supérieures à celle de la molécule parente, est en core peu développée. Les raisons sont liées d'une part au manque d'information sur la nature des métabolites et, d'autre part, à l'absence d'étalons analytiques, lesquels sont indispensables pour mener des essais.

Nos travaux s'inscrivent dans ce contexte et visent à caractériser, dans un premier temps, les métabolites du boscalide chez l'abeille, et à les rechercher ensuite dans des abeilles provenant de colonies symptomatiques. Le boscalide, de la famille des carboxamides, a été choisi pour notre étude car c'est un fongicide de nouvelle génération dont l'utilisation est croissante, de par son large spectre d'activité, et qui est fréquemment détecté lors de l'analyse de matrices apicoles.

Des abeilles prélevées en rucher couvert ont été pulvérisées par du boscalide dans une tour de Potter, puis laissées 24 h à l'étuve en cagettes, avant d'être congelées pour arrêter la métabolisation. Le boscalide et ses métabolites sont extraits des abeilles par une extraction de type QuEChERS avant d'être analysés par chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse à haute résolution (LC-Q-TOF). La recherche de métabolites est effectuée par comparaison des signaux obtenus (temps de rétention, rapport masse/charge) chez les blancs et chez les abeilles pulvérisées. Les masses discriminantes (masses exactes, massifs isotopiques, fragments) et les formules brutes ainsi obtenues sont comparées aux données issues de bases de données et/ou de fragmentations *in silico*. Ce traitement de données a ainsi permis d'identifier 3 marqueurs d'exposition au boscalide dont les étalons analytiques ont été synthétisés.

L'analyse du boscalide et des 3 marqueurs d'exposition identifiés a ensuite été appliquée à 37 échantillons d'abeilles issus de colonies symptomatiques. Environ 30% des échantillons se sont révélés positifs au boscalide et/ou à ses marqueurs d'exposition. Les 3 métabolites ont tous été quantifiés au moins une fois. Les résultats montrent la présence d'un des métabolites dans plus de 70% des échantillons positifs au boscalide, avec des concentrations supérieures à celles de la molécule parente pour la moitié d'entre eux. Ceci souligne l'importance de ne pas se limiter à la recherche de la molécule parente dans des organismes sentinelles comme les abeilles.

Mots-clés : métabolite, abeille, boscalide, fongicide, LC-Q-TOF

15. Etude de de la Vulnérabilité des ressources en eau en Picardie

Dechiron Béatrice (1), Zouhri Lahcen (2), Armand Romain (3), Martinet Fabrice (4), Bugeat Fabien (5), Papay Philippe (6)

⁽¹⁾Institut Polytechnique Lasalle Beauvais 19, rue Pierre Waguet 60 026 Beauvais – beatrice.dechiron@lasalle-beauvais.fr

^{(2).} ⁽³⁾HydrISE SFR Condorcet FR CNRS 3417, Institut Polytechnique Lasalle Beauvais 19, rue Pierre Waguet 60026 Beauvais – lahcen.zouhri@lasalle-beauvais.fr

^{(4).} ^{(5).} ⁽⁶⁾Agence de l'Eau Seine Normandie, 2 Rue du Dr Camille Guérin, 60200 Compiègne

En 2013, 36% des substances recherchées en France et dans les DOM-TOM (soit 220 substances) ont été retrouvées au moins une fois dans les eaux de surface et souterraines. En Picardie, plus de 90% des substances actives phytosanitaires ont été utilisées dans l'agriculture (d'après le Groupe Régional Eau et Produits Phytosanitaires de Picardie, 2002). En effet la contamination des ressources en eau par les nitrates et les pesticides touche principalement les régions agricoles de l'Oise. Les filières ayant une forte sollicitation des produits phytosanitaires (céréalières, pommes de terre, oléoprotéagineuses et légumes de pleins champs) représentent 67,6% soit 3 966 km² du département (d'après la DREAL Nord-Pas-De-Calais-Picardie, publication 2013).

Mais tous les milieux ne réagissent pas de la même façon aux contaminants d'origine agricole. Par conséquent, il est nécessaire de réaliser une étude de vulnérabilité des eaux de surface et souterraines afin d'observer la répartition spatiale de l'état des ressources en eau. Le présent travail consiste à étudier la vulnérabilité des ressources en eau aux polluants d'origine agricole en appliquant les méthodes DRASTIC (Aller et al.1987; Engel et al.1996). Cette vulnérabilité est traitée numériquement en employant le système d'information géographique ArcGIS. Ces méthodes d'indexations et de pondérations permettront d'élaborer les cartes de vulnérabilité et de révéler la distribution spatiale des classes de vulnérabilité : faible, moyenne à forte.

Dans un premier temps, il s'agira de sélectionner les zones qui sont plus fortement touchées par les pollutions. Pour pouvoir cartographier la vulnérabilité intrinsèque de l'Oise, il est nécessaire de prendre en compte son hétérogénéité hydrogéologique et la répartition des concentrations de polluants d'origine agricole. En effet, dans cette proposition, la nappe souterraine de la Craie qui correspond à l'aquifère du Sénonien est l'une des eaux souterraines les plus exploitées. Par conséquent, une base de données sera acquise en fonction de la diversité des caractéristiques intrinsèques des milieux traversés par les eaux en intégrant plusieurs volets :

- les caractéristiques géologiques (lithologie de la zone non-saturée et saturée, la topographie, la nature du sol, etc...),
- les caractéristiques hydrogéologiques et hydrodynamiques (la perméabilité de l'aquifère, la transmissivité, le coefficient d'emmagasinement, la recharge, etc...).

Cette étude constitue un outil d'aide à la décision vers une meilleure compréhension du transfert des polluants dans les milieux poreux et fissurés. Elle contribuera à une gestion intégrée de la qualité des ressources en eaux. La présente étude apportera des informations complémentaires à la définition des périmètres de protection et aux études des bassins d'alimentation des captages.

Références

ALLER, L., BENNETT, T., LEHR, J.H., PETTY, R.J., and HACKETT G., 1987, DRASTIC: A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings: NWWA/EPA Series, EPA-600/2-87-035.

ENGEL B.A., NAVULUR K.C.S., COOPER B.S., HAHN L., 1996. Estimating groundwater vulnerability to non-point source pollution from nitrates and pesticides on a regional scale. Int. Assoc. Hydrol. Sci., 235. 521-526.

Atlas de l'eau en Picardie : DREAL Picardie Service Nature Eau Paysage « Unité Politique de l'eau et des milieux aquatiques » et le Conseil Régional de Picardie- Direction de l'Environnement

« Département Politique de l'eau » ; page 66 (Automne 2013). Disponible sur

https://www.picardie.fr/IMG/pdf/5/0/2/2014_atlas_de_l_eau_version_definitive_vlight.pdf

ARS (Agence Régionale de Santé de Picardie). 2012. Réduire l'exposition de la population aux pesticides (Fiche action : Etat des lieux en Picardie) : – Service communication – Septembre 2012 ; page 15. Disponible sur :

http://www.ars.picardie.sante.fr/fileadmin/PICARDIE/documentations/docs_internet/PRS2/8_Fiches_actions_PRSE2_210912.pdf

Mots-clés : DRASTIC, nitrates, pesticides, pollution, SIG, vulnérabilité intrinsèque, Picardie

Bibliographies :

16. Stratégie pour découvrir de nouvelles molécules actives sur *Aedes aegypti*. I. Modélisation structure-activité (SAR)

Devillers James (1), Doucet-Panaye Annick (2), Doucet Jean-Pierre (2), Lattes Armand (3), Matondo Hubert (3), Lagneau Christophe (4), Estaran Sébastien (4), Clémente Marie-Michelle (5), Yébakima André (5)

⁽¹⁾CTIS, 3 Chemin de la Gravière, 69140 Rillieux La Pape – j.devillers@ctis.fr

⁽²⁾ITODYS, UMR 7086, Paris-Diderot, 15 rue Jean de Baïf, 75013, Paris - doucet@paris7.jussieu.fr

⁽³⁾Laboratoire I.M.R.C.P., UMR 5623, Bat. 2R1, Université Paul Sabatier, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 9 - arlattes@yahoo.fr

⁽⁴⁾EID Méditerranée, 165, Avenue Paul Rimbaud, 34184 Montpellier Cedex 4- clagneau@eid-med.org

⁽⁵⁾Centre de Démoustication/LAV (ARS- Collectivité Territoriale) de la Martinique, BP 679, 97200 Fort de France, Martinique - andre.yebakima@ctm.mq

Les moustiques ne sont pas seulement la cause de nuisances par leurs piqûres, mais ces diptères peuvent également transmettre de nombreuses maladies conduisant à des millions de morts chaque année. L'utilisation répétée d'insecticides pour lutter contre les moustiques a favorisé la contamination des écosystèmes, des effets indésirables sur les organismes non cibles et une résistance croissante des moustiques aux insecticides. Conséquemment, il y a un besoin crucial de trouver de nouveaux insecticides, respectueux de l'environnement mais néanmoins efficaces pour répondre à ces problèmes.

Dans ce contexte, notre objectif était d'établir des modèles de type structure-activité (SAR) permettant de proposer de nouvelles molécules ayant une activité larvicide importante sur *Aedes aegypti* qui est responsable de la transmission des virus de la dengue, de la fièvre jaune, de la maladie du Nil occidental, du Zika et du chikungunya.

Deux importants mécanismes d'action ont été considérés pour trouver de nouveaux larvicides actifs sur *Ae. aegypti* ; les molécules agissant comme mimétiques de l'hormone juvénile et celles ciblant la synthèse de la chitine. Dans le premier cas, les résultats expérimentaux de 188 molécules, testées sur le dernier stade larvaire de moustiques, ont été considérés. Pour le second mécanisme, 201 benzoylphénylures, testés sur des larves de un jour, ont été utilisés. Toutes les molécules ont été décrites par CODESSA (Comprehensive Descriptors for Structural and Statistical Analysis) et par des descripteurs d'autocorrélation. Diverses techniques ont été utilisées pour réduire le nombre de descripteurs. Les données ont été divisées d'une façon aléatoire en des échantillons d'apprentissage pour construire les modèles et en échantillons de test, pour évaluer leurs performances. Des arbres de classification de type CART, des forêts aléatoires, des arbres boostés, différents types de réseaux de neurones artificiels, des séparateurs à vaste marge avec différents noyaux notamment linéaire, polynomial, fonction de base radiale et sigmoïde, ont été testés comme outils statistiques. Les meilleurs résultats ont toujours été obtenus avec un perceptron à trois couches. A partir des modèles SAR sélectionnés, différentes molécules candidates ont été proposées pour être synthétisées (voir Poster partie II. H. Matondo *et al.*) puis testées (voir Poster partie III. S. Estaran *et al.*).

Remerciements

Ce programme de recherche a été financé par l'ANSES, contrat #EST-2012/2/64.

Mots-clés : *Aedes aegypti*, QSAR, modèle non linéaire, nouveaux larvicides

17. Modélisation du risque d'échec d'éclosion des oeufs de perdrix suite à des expositions potentielles à des mélanges de pesticides

Devillers James (1), Bro Elisabeth (2), Devillers Hugo (3), Millot Florian (2)

⁽¹⁾CTIS, 3 Chemin de la Gravière, 69140 Rillieux La Pape - j.devillers@ctis.fr.

⁽²⁾ONCFS, Département Recherche, Le Perray en Yvelines, Saint Benoist, BP 20, F 78 612 Le Perray en Yvelines Cedex - Elisabeth.Bro@oncfs.gouv.fr.

⁽³⁾Institut Micalis, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78350 Jouy-en-Josas - hugo.devillers@jouy.inra.fr.

Les données de toxicité sur oiseaux liées à l'homologation des pesticides sont obtenues à partir de tests effectués dans des conditions normalisées, avec des temps d'expositions relativement courts et sur un nombre limité d'espèces dont les conditions d'élevage ne posent pas de problèmes. Cette stratégie présente de nombreux avantages mais également des inconvénients dont certains sont des plus préoccupants tels que l'interprétation des résultats de toxicité au niveau de la faune aviaire.

Dans ce contexte, une suite de modèles a été proposée pour estimer les risques des pesticides sur le devenir des pontes de la perdrix grise (*Perdix perdix*). Les données de radiopistage des femelles, la description et la localisation des pontes et les données sur les traitements pesticides durant les périodes de pontes des perdrix ont été utilisées pour identifier les pesticides potentiellement les plus dangereux. Des modèles QSAR et QSPR ont été utilisés pour décrire ces pesticides par leur coefficient de partage 1-octanol/eau (log P), leur pression de vapeur, leur biodégradabilité potentielle primaire et ultime, leur toxicité aiguë (DL50) sur perdrix et leur caractère perturbateur endocrinien. La méthode SIRIS (Système d'Intégration des Risques par Interaction de Scores) [1] a été utilisée pour intégrer ces différentes informations après leur hiérarchisation afin de calculer des scores de risques pour les pesticides seuls ou en mélanges.

Un programme écrit en R (version 3.1.1), appelé SimToxPP (*Simulation of Toxicity in Perdix perdix*) permet d'estimer les risques potentiels d'une ou d'un mélange de substances ou d'une formulation commerciale, vis-à-vis de la perdrix femelle pendant la période critique de sa ponte, contribuant ainsi à évaluer le devenir potentiel de celle-ci selon le nombre et surtout les caractéristiques des molécules rencontrées. Différents exemples d'applications sont donnés et des comparaisons sont faites avec des analyses de résidus. Les avantages et inconvénient de notre approche sont discutés.

[1] M. Vaillant, J.M. Jouany, J. Devillers, *Toxicol. Model.* 1 (1995), pp. 57–72.

Remerciements

Action financée dans le cadre de l'APR 2011 du programme de recherche « Evaluation et réduction des risques liés aux pesticides » piloté par le ministère chargé de l'écologie, avec l'appui financier de l'ONEMA, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto piloté par le ministère chargé de l'agriculture (programme M6P).

Mots-clés : *Perdix perdix*, accident de ponte, QSAR, analyse multicritère, méthode SIRIS.

18. Atteintes physiologiques et biochimiques observées chez le modèle expérimental *Paramecium sp.* suite à une exposition sublétales à un fongicide de la classe des Triazoles

Djekoun Meriem, Berrebbah Houria, Mohamed Réda Djebbar

Laboratoire de Toxicologie Cellulaire Université de B adji M okhtar, B P. 12, 23000, Annaba – Algérie – djekoun-myriam@hotmail.fr

De par leur caractère biocide, les pesticides peuvent être toxiques pour tous les organismes vivants. En effet, ces produits peuvent être lessivés dans les eaux souterraines ou s'écouler dans les eaux de surface affectant ainsi les espèces « non-cibles » de la faune et de la flore.

C'est dans ce contexte que nous nous sommes intéressés à l'étude des effets toxiques d'un fongicide de la famille des Triazoles « Tebuconazole » largement utilisé pour le traitement des semences, sur un modèle alternatif d'eau douce: *Paramecium sp.*

Nos résultats mettent en évidence une cytotoxicité due au xénobiotique testé, à travers l'inhibition de la croissance cellulaire et le taux de mortalité élevé (environ 60%). Nous avons également mis en évidence des modifications morphologiques et des atteintes structurales de la membrane entraînant la lyse des cellules exposées aux plus fortes concentrations.

Sur un autre plan, les suivis des biomarqueurs a révélé d'importantes fluctuations doses-dépendantes, qui se sont manifestées par une induction des activités enzymatiques de la Catalase (CAT) et la Glutathion peroxydase (GPx) indiquant clairement l'installation d'un stress oxydatif conduisant à une peroxydation lipidique, bien mise en évidence par l'augmentation du taux des Substances Réactives à l'acide Thiobarbiturique (TBARS).

Mots-clés : *Paramecium sp.*, Tebuconazole, toxicité, biomarqueurs, stress oxydatif.

19. Elaboration d'un indicateur de suivi de la contamination globale des cours d'eau par les pesticides

Dubois Aurélie

MEEM/CGDD/SOeS 5, route d'Olivet CS16105 45061 Orléans Cedex 2
aurelie.dubois@developpement-durable.gouv.fr

Les substances actives des pesticides et leurs métabolites sont susceptibles de se retrouver dans les différents compartiments de l'environnement (air, sol, eaux, etc.). Compte-tenu des risques que représentent les pesticides pour les écosystèmes aquatiques, leur présence dans les cours d'eau et dans les eaux souterraines fait l'objet de suivis qui n'ont cessé de se renforcer depuis le début des années 2000. Le Service Observation et Statistiques (SOeS), service statistique du ministère en charge de l'écologie, réalise des bilans réguliers de la présence des pesticides dans les milieux aquatiques, à partir des données collectées auprès des agences et offices de l'eau, responsables de la surveillance des milieux aquatiques.

Les états des lieux confirment à chaque mise à jour une dispersion importante et une présence généralisée des pesticides dans les milieux aquatiques, le plus souvent toutefois en faible quantité. Aucune région n'est réellement épargnée, même si les régions montagneuses et généralement celles où l'élevage est prédominant sont davantage préservées. Ainsi en 2013, la présence de pesticides est avérée dans 92 % des 2 950 points exploitables de la surveillance de la qualité des cours d'eau et dans 69 % des 2 230 points pour les eaux souterraines. Cette contamination est essentiellement le fait d'herbicides, les eaux souterraines se distinguant par une présence plus importante de métabolites et de substances interdites.

Malgré la grande quantité de données disponibles, il n'avait pas été possible jusqu'à présent de rendre compte de l'évolution de la contamination des cours d'eau par les pesticides. En effet, la surveillance est marquée par une grande variabilité car elle répond aussi à d'autres objectifs, notamment ceux de la directive-cadre sur l'eau. Les points échantillonnés ne sont pas forcément les mêmes d'une année sur l'autre ; outre l'apparition de nouvelles substances, les pesticides recherchés peuvent différer d'un suivi à un autre ; les laboratoires impliqués changent ; enfin les méthodes et performances analytiques évoluent.

Néanmoins, le plan Ecophyto a confirmé le besoin de se doter d'indicateurs permettant de suivre l'effet sur les milieux. Le SOeS a élaboré dans ce cadre une méthodologie d'indicateur de suivi de la contamination des cours d'eau par les produits phytopharmaceutiques, composant avec la variabilité inhérente de la surveillance mais également avec les éventuels effets de substitution. Cet indicateur suit l'évolution, par point de mesure, de la concentration cumulée des substances qui y sont recherchées, à partir de leurs concentrations moyennes annuelles, au regard de l'écotoxicité de chacune. L'objectif principal étant d'apprécier une évolution, et non un état, des critères de calcul ont été appliqués sur la base d'un champ constant bi-annuel : le champ de calcul est strictement comparable d'une année sur l'autre. Les premières simulations rendent compte d'une tendance en légère baisse sur la période 2008-2013, imputable notamment à l'interdiction du diuron en 2008.

Mots-clés : pesticides, évolution, contamination, milieux aquatiques

20. Le fipronil en milieu urbain bordelais : un enjeu analytique et environnemental

Dufour Vincent (1), Cruz Justine (1), Granger Damien (2), Capdeville Marion-Justine (2), Le Ménach Karyn (1), Chambolle Mélodie (2), Budzinski Hélène (1)

⁽¹⁾Laboratoire EPOC-LPTC, Université de Bordeaux - 351 cours de la Libération, 33405 Talence — vincent.dufour@u-bordeaux.fr

⁽²⁾LyRE – Université de Bordeaux, Domaine du Haut Carré, 33400 Talence

Si les pesticides ont permis un grand progrès en augmentant les rendements et la production alimentaire, les scientifiques et l'opinion publique s'intéressent aujourd'hui aux conséquences de l'omniprésence de ces molécules sur la santé humaine et l'environnement.

Le fipronil par exemple a été interdit en France dès 2005 pour son utilisation en milieu agricole car suspecté d'être en lien avec la surmortalité des abeilles. Il est finalement soumis à de très fortes restrictions d'usage au niveau européen à partir de 2013. Cependant des usages biocides persistent (anti-termite, vétérinaires), potentiellement sources d'apports vers le milieu. Or sa concentration prédite sans effet (PNEC) est de 0,8 ng.L⁻¹, ce qui est relativement faible, et en fait donc une molécule à enjeu environnemental.

Une méthode d'extraction spécifique, basée sur la Stir-Bar Sorbent Extraction (SBSE) et la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse en tandem a été développée afin d'atteindre des limites de quantification en deçà de la PNEC. Son application pour l'analyse d'échantillons prélevés dans un cours d'eau péri-urbain de taille moyenne, situé en périphérie de l'agglomération bordelaise a permis de mettre en évidence le fipronil à des concentrations allant jusqu'à 7 ng.L⁻¹. À noter que les plus fortes concentrations ont été obtenues pour un site situé en aval direct d'un rejet de station d'épuration. D'ailleurs, lors d'une étude menée en parallèle, le fipronil a été quantifié en entrée mais aussi en sortie des stations d'épuration bordelaises en concentrations de l'ordre de 10 à 50 ng.L⁻¹. Ceci illustre que le fipronil, à l'instar de nombreux autres pesticides, est mal abattu en station d'épuration bien que celles-ci soient tout à fait fonctionnelles pour les paramètres classiques, ce qui conduit à des apports de l'ordre de la dizaine de ng par jour vers le milieu récepteur.

Dès lors, l'intérêt est de comprendre quels usages sont responsables de l'introduction de ce composé au sein du réseau d'assainissement afin d'envisager une réduction des apports à la source. Des analyses réalisées sur des effluents urbains montrent que les effluents d'origine domestique apporteraient une contamination plus importante en fipronil que les effluents à forte dominance industrielle ce qui suggère que les apports vétérinaires pourraient être une source non négligeable de fipronil vers le milieu naturel. Les usages en tant qu'anti-termite ne sont toutefois pas à négliger dans cette région où le risque termite est l'un des plus importants de France.

Remerciements : Le programme ETIAGE, le projet RESEAU, les financeurs (l'agence de l'eau Adour-Garonne, Bordeaux Métropole, Le Lyre, la Région Aquitaine et le CPER A2E). Projet cofinancé par l'Union européenne et la Région Aquitaine. L'Europe s'engage en Aquitaine avec le fonds européen de développement régional. Cette étude a été réalisée avec le soutien financier de l'Agence Nationale de la Recherche française (ANR) dans le cadre du programme investissement d'avenir, au sein du Laboratoire d'Excellence COTE (ANR-10-labx-45).

Mots-clés : fipronil, Garonne, station d'épuration, sources

21. Identification et caractérisation des sources en pesticides de l'agglomération Bordelaise

Dufour Vincent (1), Corrales Thomas (1), Granger Damien (2), Capdeville Marion-Justine (2), Pardon Patrick (1), Le Menach Karyn (1), Chambolle Mélodie (2), Budzinski Hélène (1)

⁽¹⁾Laboratoire EPOC-LPTC, Université de Bordeaux - 351 cours de la Libération, 33405 Talence – vincent.dufour@u-bordeaux.fr

⁽²⁾LyRE – Université de Bordeaux, Domaine du Haut Carré, 33400 Talence

Les pesticides sont principalement utilisés en agriculture, cependant ils tendent de plus en plus à être employés en tant que biocides dans de multiples domaines (bâtiment, textile, etc.). Cette multiplicité d'usages couplée à une utilisation croissante entraîne un apport dans les eaux naturelles qui joue le rôle de réceptacles finaux. Les concentrations retrouvées dans les eaux de surfaces du territoire français vont de l'ultra-trace (ng/L) à quelques microgrammes par litres. Cependant, certains pesticides peuvent avoir un impact environnemental à de très faibles doses : le fipronil par exemple est un insecticide à usage vétérinaire pour lequel la concentration prédites sans effet est de 0,8 ng/L. L'éventuelle persistance de certains de ces composés associée à leur potentiel toxique et à celui de leurs métabolites (cancérogène, perturbateur endocrinien, etc.), font des pesticides un sujet de préoccupation de premier ordre.

L'objectif de cette étude est de réaliser un suivi de la contamination en pesticides de plusieurs types d'eaux d'intérêt pour le territoire de Bordeaux Métropole : à la fois naturelles avec l'étude d'une rivière péri-urbaine, mais aussi de rejets urbains avec l'étude d'exutoires pluviaux et de stations d'épurations (STEP). Sur un total de 62 substances recherchées, une 15aine sont fréquemment retrouvées parmi lesquelles des insecticides, des fongicides et des herbicides, mais aussi certains produits de dégradation. Les concentrations retrouvées vont de ng/L à plusieurs µg/L avec des profils de contamination singulièrement différents entre la STEP et le milieu naturel, principalement de fait de la présence de métolachlore et de ses métabolites dans la rivière jusqu'à plus de 400 ng/L (2^{ème} herbicide agricole le plus utilisé en Aquitaine). Les effluents d'entrée et de sortie des différentes STEP de l'agglomération présentent des profils de contamination très proches, caractérisés en outre par la présence de carbendazime, diazinon, fipronil, et t erbutryne (montrant principalement le usage biocide). Les exutoires pluviaux caractérisés présentent des variations de concentrations inter et intra ouvrage, à mettre en lien avec le type de bassin versant drainé, les périodes de traitement et les caractéristiques de la précipitation échantillonnée. L'ensemble des eaux étudiées sont fortement marquées par le glyphosate (autours du µg/L dans le milieu et les sorties de STEP, à parfois plus de 50 µg/L dans les exutoires pluviaux).

Cette étude renseigne la présence, les sources et le devenir des pesticides sur un continuum urbain. Elle est une base nécessaire à la compréhension des usages responsables des contaminations en pesticides dans les eaux naturelles. Ce type d'études est essentiel en vue de mettre en place des mesures de gestion, dont une réduction à la source.

Remerciements : le projet RESEAU, le projet REGARD, Bordeaux Métropole, le LYRE, l'agence de l'eau Adour-Garonne et la Région Aquitaine. Cette étude a été réalisée avec le soutien financier de l'Agence Nationale de la Recherche française (ANR) dans le cadre du programme investissements d'avenir, au sein du Laboratoire d'excellence COTE (ANR-10-labx-45).

Mots-clés : Pesticides, sources, eaux naturelles, effluents urbains, exutoires pluviaux

22. Impact des pesticides sur l'environnement et sur la santé humaine

EL Bouzaidi Hind (1), Fekhaoui Mohamed, El Azzouzi Mohammed

⁽¹⁾Laboratoire de zoologie, Université Mohammed V, Institut Scientifique, Avenue Ibn Battuta, BP 1014 Rabat

⁽²⁾Unité de pollution et de co-toxicologie, Université Mohammed V, Institut Scientifique, Avenue Ibn Battuta, BP 1014 Rabat

Les eaux du drainage acheminées via le canal de Nador et du fleuve Drader vers la lagune Merja Zerga (zone humide Ramsar depuis 1980) apportent au passage d'importantes quantités de pesticides et autres intrants appliqués dans les exploitations se situant en son amont, engendrant ainsi de grands risques de contamination à la fois de l'air, des eaux et du sol et mettra en péril l'écosystème de cette zone. Cette étude, effectuée en collaboration avec l'IAM de Montpellier avec un stage d'un mois, est menée sur un échantillon de 30 exploitations bien ciblé, relevant des deux Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole (ORMVA) des deux régions (Loukkos et Gharb), consiste à évaluer par calcul d'indicateurs (IRTH et IFT), les risques de toxicité pour l'homme et celui de pression sur le milieu en analysant les pratiques agricoles propres à chaque culture. Ainsi, Les résultats de l'enquête ont permis d'une part, de révéler le fort recours aux pesticides en quantité (5,4Kg/ha) et en valeur (109Eur/ha) avec un taux de croisement 4.2 Eur, dont la part des charges en pesticides constituent 10,3%, et d'autre part, de constater qu'une forte pression phytosanitaire ne génère pas forcément de meilleurs rendements, ni une diminution de l'IFT, est synonyme de moindres risques de toxicité sur la santé des agriculteurs car cela dépend de la matière active appliquée. En outre, la comparaison des différentes cultures pratiquées, nous a permis de remarquer que le bananier est la culture qui subit le plus de traitement phytosanitaire avec des produits présentant un grand risque de toxicité sur la santé humaine, quant à la rentabilité économique, le framboisier est la culture qui valorise le mieux les unités toxiques par rapport aux autres cultures pratiquées dans la région de l'étude.

Mots-clés : pesticides, toxicité, pression phytosanitaire, indicateur, environnement, santé humaine, risque

23. Elimination du pesticide Imidacloprid par les procédés d'oxydation avancée

El Mouraille Nadia, Belmouden Moustapha, Ait Ichou Yahia

Equipe de Matériaux, Photocatalyse et Environnement, Faculté de Sciences, Université Ibn Zohr, B. P. 8106 Cité Dakhla, Agadir, Maroc – belmouden_m@yahoo.fr

L'élimination des pesticides des eaux contaminées est un problème extrêmement complexe en raison de la large gamme de pesticides de structures et propriétés chimiques multiples. Parmi les méthodes non conventionnelles de traitement des eaux polluées, la photocatalyse hétérogène a été utilisée pour le traitement de plusieurs polluants tels que les pesticides. Cette méthode est basée sur la production des radicaux OH^\bullet , espèces actives responsables de la destruction des polluants organiques.

Le but de ce travail est l'élimination de l'insecticide Imidacloprid, par des systèmes basés sur l'irradiation des mélanges insecticide/ TiO_2 . Tout d'abord, nous avons évalué la capacité d'adsorption de ce pesticide sur le TiO_2 . Les résultats indiquent que le temps d'équilibre est inférieur à 30 minutes. La quantité de l'imidaclopride adsorbée augmente avec l'augmentation de la concentration du pesticide et le pH acide de la solution.

En présence d'irradiation UV, nous avons noté que le processus de dégradation photocatalytique suit une cinétique de premier ordre. En outre, l'efficacité de la dégradation(%) augmente avec la diminution de la concentration initiale de pesticides. Le pH de la solution a un effet modéré dans la photodégradation. La nature du catalyseur a été également testée.

Mots-clés : POA, Photodegradation, Imidacloprid, TiO_2

24. Dissipation de chlorpyrifos, pendiméthaline et thiophanate-méthyl dans une biomixture à base de la tourbe et du compost

El-Sebai T. (1), Zidan W. (1), Abdelrehim W. (1), Martin-Laurent F. (2)

⁽¹⁾ *Agricultural Microbiology Depart. National Research Centre, Dokki, Cairo, Egypt*

⁽²⁾ *UMR 1347 Agroécologie INRA, Dijon, France*

Biobeds Sont des techniques simples, faciles et rentables destinés à retenir et ensuite dégrader les résidus de pesticides provenant de remplir sites de pulvérisation. Ils visent à créer un environnement dans lequel le maximum sorption est réalisé tout en maintenant la biodisponibilité. Cette technologie fournit un moyen sûr et légal pour l'élimination des résidus de pesticides, y compris (concentrés, la formulation préparée à utiliser et des solutions de pesticides restant dans le cuve) matériel et l'équipement contaminés et l'emballage des pesticides) afin de maintenir l'effet indésirable restant bas que possible soit sur l'environnement ainsi que les êtres humains. Dans cette étude, la tourbe a été remplacé par du compost, car le compost est localement disponible en Egypte et il est considéré comme plus respectueux de l'environnement. En outre une biomixture à base de composta été utilise pendant cet étude, parce que la tourbe n'est pas facilement trouvée en Egypte, donc la comparaison entre l'efficacité des deux types de biomixture a été l'un de nos objectifs.

Nos données ont démontré le rôle important de la composition de biomixture, puisque la cinétique de dissipation des pesticides testés a été influencée par Biomix types. Pour chlorpyrifos, ses taux de dissipation dans biomix P étaient plus rapide par rapport à celle de biomix C. ces données ont été confirmées par les résultats obtenus à partir de la cinétique de minéralisation expérimentales, puisque 25 % de la concentration initiale 14C - chlorpyrifos a été accumulée sous forme 14CO₂ dans biomix P, comparativement à seulement 14 % en biomix C, ceci peut être attribué à la présence de micro-organismes capables de minéraliser chlorpyrifos. En outre, nos résultats ont montré que le taux de dissipation de chlorpyrifos a été effectué par la concentration initiale lorsqu'elle est appliquée individuellement à la biomix P. En revanche, la cinétique de dissipation de la pendiméthaline a été plus important dans biomix C par rapport à biomix P. puisque, > 76 % de pendiméthaline a été dissipée dans biomix C par rapport à 67% en biomix P. en ce qui concerne le thiophanate- méthyle, la capacité des deux biomix (C, P), était similaire et en moins importante par rapport à d'autres pesticides testés. Co - application de chlorpyrifos, pendiméthaline et thiophanate méthyl a entraîné une dissipation plus rapide importante de chlorpyrifos et thiophanate -méthyl par rapport à lorsqu'ils sont appliqués séparément, mais n'a pas produit de changements dans la cinétique de dissipation de la pendiméthaline.

Les données obtenues à partir de l'enquête sur les pesticides testés lorsqu'ils sont appliqués seuls ou en mélange sur les activités microbiennes ont révélé qu'il y avait un effet synergique des pesticides testés sur activités microbiennes.

Les résultats de la dissipation des pesticides ont montré que les deux biomix testés (C, composé par le sol, la paille de riz, compost) et (P- composé par le sol, la paille de riz, la mousse de tourbe) ont été en mesure de dissiper rapidement les pesticides testés séparément ou co - appliquée et que l'influence de la concentration initiale déterminée des changements significatifs dans les valeurs de demi-vie. Depuis, environ 80, 70, et 56 % de la concentration initiale de chlorpyrifos, pendiméthaline et thiophanate-méthyl, respectivement ont été dissipées après 77 jours à partir de leur application. Ces résultats suggèrent que les biobeds sont capables de traiter une forte concentration de plus d'un pesticide. Toutefois, d'autres études sont nécessaires soit en pilote et à l'échelle du champ afin de établir et à adapter cette technologie en Egypte.

Mots clés; *biobeds, la composition de biomix, la rétention, la biodégradation, dissipation de pesticides, environnement*

25. Stratégie pour découvrir de nouvelles molécules actives sur *Aedes aegypti*. III. Evaluation biologique

Estaran Sébastien (1), Charles Cécile (2), Clémentine Marie-Michelle (2), Lagneau Christophe (1), Yébakima André (2), Lattes Armand (3), Matondo Hubert (3), Doucet-Panaye Annick (4), Doucet Jean-Pierre (4), Devillers James (5)

⁽¹⁾ EID Méditerranée, 165, Avenue Paul Rimbaud, 34184 Montpellier Cedex 4, France - sestaran @eid-med.org

⁽²⁾ Centre de Démoustication/LAV (ARS-Collectivité Territoriale) de la Martinique, B P 679, 97200 Fort de France, Martinique, France - andre.yebakima@ctm.mq

⁽³⁾ Laboratoire I.M.R.C.P., UMR 5623, Bat. 2R1, Université Paul Sabatier, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 9, France - arlattes@yahoo.fr

⁽⁴⁾ ITODYS, UMR 7086, Université Paris 7, Paris Diderot, France - doucet@paris7.jussieu.fr

⁽⁵⁾ CTIS, 3 Chemin de la Gravière, 69140 Rillieux La Pape, France - j.devillers@ctis.fr

L'objectif des biotests en laboratoire est de déterminer et de comparer l'activité biologique des différentes molécules identifiées par modélisation SAR (*cf.* Poster partie I. Devillers *et al.*) et synthétisées (*cf.* Poster partie II. Matondo *et al.*) sur les larves de moustique. Les biotests ont été réalisés selon les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (2009), à la fois à Montpellier sur la souche Bora Bora de l'espèce *Aedes aegypti*, élevée en laboratoire et sensible aux principales familles d'insecticides, et à Fort-de-France (Martinique) sur une souche résistante aux organophosphorés et aux pyréthrinoides, récoltée sur la commune de Vauclin, dans le sud-est de l'île. Dans le cas de la souche Vauclin, la génération F1 a été utilisée. Comme les molécules testées agissent sur les mécanismes du développement (régulateurs de croissance d'insecte), la mortalité est évaluée jusqu'à l'émergence des adultes. Après avoir été gorgées sur cochons d'inde anesthésiés, les femelles ont déposé leurs œufs sur du papier-filtre. L'éclosion des œufs a été synchronisée en plaçant le papier-filtre dans de l'eau osmosée en présence d'acide L-ascorbique. Les solutions-mères et les dilutions successives ont été préparées dans l'acétone à 99,5 %. Cinq concentrations, à savoir 1,0, 0,1, 0,01, 0,001 et 0,0001 ppm, correspondant à la gamme d'activité de la plupart des insecticides, ont été préparées. Pour chaque concentration, quatre lots de 25 larves au 3^e ou au 4^e stade jeune ont été placés chacun dans un gobelet en plastique contenant 99 ml d'eau osmosée et 1 ml de solution insecticide à la concentration souhaitée. Quatre gobelets témoins ont été préparés simultanément dans lequel seul 1 ml d'acétone pure a été ajouté à l'eau. Les gobelets ont ensuite été maintenus sous une température de $27 \pm 2^\circ\text{C}$ et une photopériode de 12:12 h. La mortalité ou la survie a été relevée tous les trois jours jusqu'à l'émergence complète des adultes dans les témoins. Les tests pour lesquels l'émergence dans les témoins était inférieure à 80 % ont été écartés. Pour ceux pour lesquels celle-ci était comprise entre 80 et 95 %, les données ont été corrigées au moyen de la formule d'Abbott. Chaque biotest a été répété deux ou quatre fois selon l'activité obtenue et la quantité de substance test disponible. Le pourcentage d'inhibition de l'émergence moyenne (IE %) a été calculé sur la base du nombre initial de larves exposées en utilisant la formule de Mulla : $IE \% = 100 - (T \times 100/C)$, où T est le pourcentage de survie ou d'émergence dans les lots traités et C, le pourcentage de survie ou d'émergence dans les témoins non traités. Les valeurs de concentrations létales CL50 et 90 sont données pour différentes molécules testées et les résultats sont discutés.

Remerciements

Ce programme de recherche a été financé par l'ANSES, contrat #EST-2012/2/64.

Mots-clés : *Aedes aegypti*, larvicide, biotest, QSAR, résistance.

26. Désorientation globale des pollinisateurs même sans pesticides

Fabry Jacques

Avioclimateologie indépendante, 1145 r. de Berre 13090 Aix-en-Provence - avionie.jfabry@gmail.com

Une idée très largement répandue dans les mondes scientifiques, associatifs, médiatiques, politiques, autant que chez les apiculteurs ou simples citoyens affirme que les abeilles sont désorientées lors de leur retour à la ruche par les pesticides même en doses infinitésimales, et que donc mieux vaut installer les essaims en ville, dans des cultures bio, des parcs avec nature protégée ou tout autre lieu garanti sans utilisation de pesticides.

NB : Il commence à se dire qu'à cause des pesticides les abeilles pourraient aussi oublier le parfum des fleurs.

Pourtant la plupart des abeilles et des insectes volants sont actuellement en surmortalité et manque de rendement car globalement (c'est-à-dire en tous lieux) et massivement désorientés par une atteinte chronique aux conditions lumineuses du bon fonctionnement de leur vision.

Savoir oublié ou négligé : les insectes utilisent pour s'orienter en vol leur double système d'yeux (ocelles et yeux composés) comme l'homme peut se diriger avec l'aiguille aimantée et les graduations d'une boussole (schémas).

L'aiguille aimantée de la boussole permet le point 0. Les deux ocelles supérieurs doivent impérativement être davantage éclairés que celui inférieur pour permettre à l'insecte de s'équilibrer à l'horizontal et de différencier le haut du bas, plan 0. Dans le cas contraire l'insecte est brutalement et inexorablement déséquilibré et piégé.

Exemples de chutes brutales, saltos arrière, emprisonnement lumineux au travers de très courtes vidéos en :

- lumière naturelle : abeille sur neige, mouches naissant au-dessus d'un miroir, bourdon dans une piscine
- éclairage artificiel : insectes autour d'un lampadaire, insecte sur éclairage au sol, fourmi ailée sur zinc d'un bar
- lumière anthropique : chutes d'abeilles, bourdons, autres pollinisateurs et autres insectes en tous lieux.

Comme un homme utilisant une boussole aux graduations partiellement effacées ou un skieur par jour blanc, les insectes aux facettes éclairées par des rayons diffus se déplacent moins vite, moins loin, corrigent souvent leur cap, ont moins de rendement, sont stressés, peuvent se perdre, hésitent à ressortir (exemples en vidéo).

Pour constater largement la gravité de la situation des abeilles il serait bon de proscrire tout nourrissage des essaims installés ostensiblement en des lieux affichés sans traitement avec pesticides, deux raisons à cela :

- les sirops de nourrissage sont pratiquement toujours issus de blé, maïs ou betteraves de cultures traitées
- les abeilles ne peuvent être "sentinelles de leur environnement" si on fausse le jeu en les nourrissant.

Puis dire haut et fort les quantités de miel récolté et quand les ruches meurent ou se vident.

NB : Une webcam filmant la planche d'envol permettrait de constater de nombreuses culbutes d'abeilles.

En conclusion : La guerre fratricide entre apiculteurs et agriculteurs est inutile, toutes les plantes et champignons sont impactés par ces altérations de luminosité et de pluviométrie (schéma explicatif mettant en évidence que les dérèglements météo-climatiques en cours n'ont pas pour cause le CO₂). Une solution technologique est pourtant possible (schéma explicatif). Apiculteurs et agriculteurs peuvent vérifier sur le terrain et en parler ouvertement.

Mots-clés : CCD, abeilles, pesticides, désorientation, nourrissage

27. Etude comparative *In vivo* et *In vitro* sur l'efficacité de deux bio insecticides, *Bacillus* et Spinosad sur *Myzus persicae* (Homoptera : Aphididae) du poivron sous serre

Ghelamallah Amine, Ramdani Kheira, Arbaoui Mouhamed, Boualem Malika

Université of Mostaganem, Laboratoire de Protection des végétaux, , Department of Plant Protection, Faculté des Sciences de la nature et de la vie, BP 188, , 27000, Algérie. E-mail: amineghelamallah@hotmail.com; kheirour-1991@hotmail.fr; medarbaoui58@gmail.com; boualemmalika@yahoo.fr

La lutte contre *Myzus persicae* nécessite la recherche de plusieurs méthodes de lutte. La lutte chimique est une méthode rapide et simple pour empêcher le développement de ce ravageur, cependant, l'utilisation massive de ses produits chimiques présente des risques potentiels pour la santé et l'environnement. Cette étude se résume en une approche de lutte alternative basée sur l'utilisation de bio-insecticides qui sont des produits naturels.

Notre travail s'est porté sur l'effet de deux bio-insecticides (Spinosad et *Bacillus*) contre le puceron *Myzus persicae* *in vivo* et *in vitro* sur la culture de poivron. Durant cette étude, des plants de poivron ont été affectés par *Myzus persicae*. Ces plants ont reçu un traitement par ces deux bio-insecticides séparément, suivi d'un dénombrement d'individus morts. Les deux produits testés ont donnés des effets différents. Effectivement, le bio-insecticide *Bacillus* a été efficace au 1^{er} stade larvaire, cependant, le bio-insecticide Tracer a été 3^{ème} stade larvaire. De même, le *Bacillus* a donné les plus grands nombres d'individus morts (51%) comparé au Spinosad (49%). Ainsi que la dose du produit apportée a son importance sur la mortalité du ravageur et l'efficacité du produit. Nos tests ont permis d'identifier la dose efficace de 2 g.l⁻¹ pour *Bacillus* et 1 ml.l⁻¹ pour Spinosad.

Mots clés : *Bacillus*, *Spinosad*, Bio-insecticide, *Myzus persicae*, Poivron.

28. Dégradation de la Deltaméthrine par différent stress. Etude par LC-MS/TOF.

MH Guermouche

Faculté de chimie, USTHB, Alger, Algérie—hguermouche@gmail.com

Au cours des dernières années, les pesticides pyréthroïdes synthétiques ont été largement utilisés dans l'agriculture en raison de leur activité insecticide élevée, leur stabilité à long terme. (Liu et al . , 2007) . Dans le milieu naturel, les pyréthroïdes peuvent être dégradés par plusieurs processus possibles tels que la photodégradation, la biodégradation et l'hydrolyse. Il est naturel de penser que la photodégradation est le processus de dégradation le plus courant dans l'environnement comparée à la biodégradation et l'hydrolyse. Il est d'une grande importance de mettre en évidence les mécanismes mis en jeu lors du stress des pyréthroïdes dans l'environnement naturel.

Dans cette étude, la Deltaméthrine a été soumise à la photogradation, la chaleur, l'hydrolyse acide ou basique. La photolyse a été réalisée grâce à une lampe à mercure (50W Mercury high pressure lamp, luminous flux 2000 lm). Les autres stress ont été menés en soumettant une solution de deltaméthrine à l'action de l'acide chlorhydrique, la soude ou l'eau oxygénée. La contrainte thermique a été effectuée sur la forme sèche.

L'analyse des échantillons issus des dégradations a été effectuée par LC-MS/TOF avec un HPLC Dionex couplé à un spectromètre MS/TOF de marque Brücker. La colonne utilisée est une Symmetry C18 (150×2.0 mm i.d., 5 µm dimension de particule). L'analyse nécessite un gradient d'élution avec le méthanol (solvant A) et le formiate d'ammonium 2mM (solvant B) .

Les résultats montrent que les processus de dégradation suivent une cinétique du premier ordre quel que soit le stress. Certains produits issus de la dégradation ont été mis en évidence par LC-MS/TOF. Cette étude pourrait être une bonne référence pour la dégradation des pyréthroïdes dans des circonstances pratiques.

Mots-clés : *deltaméthrin, dégradation, LC-MS/TOF*

29. Evaluation de la toxicité aiguë d'un pesticide (Oberon^r) sur un poisson *Gambusia affinis* : paramètre de létalité et activité de l'acétylcholinestérase.

Habes D , Bengraït M, Soltani N

Laboratoire de Biologie Animale Appliquée, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Université d'Annaba, 23000-Annaba, Algérie. dahbiahabes@yahoo.fr

Le spiromesifen est un insecticide/acaricide appartenant à une nouvelle classe de pesticides dérivés de l'acide tectronique spirocyclique considérés comme des inhibiteurs de la synthèse des lipides Il est largement utilisé en Algérie pour lutter contre les insectes et les acariens ravageurs des cultures Les moustiques sont généralement contrôlés par des insecticides conventionnels La lutte biologique est une alternative à la lutte chimique Plusieurs espèces de poissons ont été utilisées dans la lutte biologique contre les moustiques dont la plus connue est *Gambusia affinis* Baird & Girard , 1845. La présente étude, en continuité avec les travaux antérieurs, vise à évaluer en conditions de laboratoire les risques écotoxicologiques de ce pesticide à l'égard de cet agent de lutte biologique de référence. Une formulation commerciale de ce produit (Oberon 240 SC) a été testée à différentes concentrations (4, 8, 12 et 16 µg matière active /l) additionnées à l'eau d'élevage des poissons adultes durant la période de reproduction avec une exposition de 96 heures. Les concentrations létales de l'Oberon en exposition aiguë ont été déterminées (Mâles : CL₅₀=102 µg/l et CL₉₀=316,6 µg/l, Femelles : CL₅₀=138,6 µg/l et CL₉₀=589,2 µg /l). Les effets sublétaux (Mâle: CL₁₀=32,6 µg/l et CL₂₅=57,8 µg/l, Femelles : CL₁₀=32,8 µg/l et CL₂₅=67,2 µg/l) ont été par la suite envisagés sur un biomarqueur de neurotoxicité l'acétylcholinestérase, L'ANOVA à deux critères (effet sexe et doses) a été réalisée. Les résultats montrent que les mâles de cette espèce sont plus sensibles que les femelles et que l'activité de l'acétylcholinestérase est inhibée par l'Oberon. Ce pesticide est susceptible de présenter des effets secondaires sur ce poisson culiciphage non ciblé.

Mots clés : Spiromesifen, *Gambusia affinis*, Toxicité, Acétylcholinestérase.

30. Utilisation d'un bio-pesticide dans la lutte contre la pyrale de datte *Ectomyelois ceratoniae* (lépidoptères, Pyralidae).

Hadjeb Ayoub (1), Mehaoua Med Seghir (1) Ouakid Med. Laid (2)

⁽¹⁾Département des sciences agronomiques Université de Biskra, Algérie. hadjeb80@yahoo.fr

⁽²⁾Département of Biologie. Université de Annaba, Algérie.

En raison des conséquences catastrophiques de l'application massive de pesticides et d'herbicides, les scientifiques ont trouvé des méthodes moins nocives. Dans ce contexte nous avons mené notre travail pour explorer l'activité larvicide d'un biopesticide ; le Spinosad sur les stades larvaires d'*Ectomyelois ceratoniae*, qui est le ravageur le plus important et le plus dangereux du palmier dattier dans le monde et en particulier en Algérie.

L'étude de l'effet toxique du Spinosad sur la mortalité des deux premiers stades larvaires a révélé que les doses utilisées étaient significativement et positivement corrélés avec la mortalité corrigé pour les différentes durées d'exposition des larves au bio-pesticide. L'étude des paramètres démographiques pour les individus résultant des larves traitées par quatre doses de Spinosad a montré que ce bio-pesticide diminue la fertilité des femelles et des œufs.

Mots clés: Bio-pesticide, Control biologique, *Ectomyelois ceratoniae*, Spinosad, Mortalité corrigé, Toxicité.

31. La lutte intégrée en palmeraies de la région de Biskra Algérie

Hadjeb Ayoub (1), Mehaoua Med Seghir (1), Bensalah Kamel (1), Ouakid Med Laid (2)

⁽¹⁾ Université de Biskra, 145 RP 07000 Biskra Algérie

⁽²⁾ Université de Annaba Algérie

Les oasis en Algérie offrent un potentiel phoenicicole important pour le développement national, une évolution remarquable du nombre des palmiers atteignant 17 millions de palmier pour une production de 900 000 Tonnes.

Afin de préserver et de valoriser la production dattière, la lutte contre les ennemis du palmier et de l'adatte, principalement par la généralisation de l'emploi des pesticides de synthèse, qui affectent négativement la santé humaine, l'environnement et la faune utile en particulier. Ces moyens chimiques s'avèrent inefficaces pour la limitation de ces ennemis.

En palmeraie, la lutte intégrée reste le moyen le plus efficace qui élimine les ravageurs, tout en exposant le moins de risques aux phoeniculteurs et aux consommateurs, et qui causent le moins de dommages à l'environnement.

L'importance économique des maladies et ravageurs du palmier dattier ainsi la complexité des techniques de lutte à y opposer nous impose de tenir compte des conditions suivantes :

- Une maîtrise parfaite des techniques culturales du palmier dattier,
- Une connaissance suffisante du milieu concerné, principalement son entomofaune,
- Une bonne maîtrise des différents procédés de lutte et de leur complémentarité.

Mots-clés : *lutte intégrée, palmeraie, environnement, ennemis.*

32. Etude de l'activité toxique des extraits végétaux de trois plantes sur la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae)

Bouharroud Rachid (1), Ragragui Ouasmin Ahmed (2), Amarraque Abderrahim (1), Hormatallah Abderrahim (2)

⁽¹⁾Institut National de la Recherche Agronomique d'Agadir, Avenue des FAR, Inezgane Agadir, Maroc.

⁽²⁾Complexe Horticole d'Agadir, LAV Hassan II, B.P 18/S – Agadir, Maroc.

Comme alternative à la lutte chimique conventionnelle, la présente étude s'inscrit dans la recherche de biopesticides qui vont contribuer à la lutte intégrée contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*. Ce micro-lipéoptère a occasionné d'importants dégâts après son introduction au Maroc en 2008. L'activité insecticide des extraits végétaux méthanolique et éthanolique de 3 plantes (*Thymus vulgaris*, *Ricinus communis* et *Argania spinosa*) a été testée en conditions contrôlées (HR : 65% +/- 5% et T° : 26+/-2 °C). L'unité expérimentale est un clip-cage contenant 2 folioles de tomate et élaboré pour recevoir 12 adultes de *T. absoluta* (1 : 1,33) collectés d'un élevage préétabli. La dynamique de *T. absoluta* est suivie le long du cycle biologique (Œufs, larves et adultes de la génération 1) dans chaque traitement en plus du témoin (eau distillée). Le taux de réduction des œufs, larves et adultes a été estimé par rapport au témoin au cours de cette étude. Concernant les œufs, le taux de réduction le plus important (54,04%, P=0,013) a été observé 5 jours après traitement pour l'extrait méthanolique de *T. vulgaris*. Le taux de réduction a été hautement significatif pour les larves 16 jours après traitement et a atteint pour l'extrait méthanolique de *T. vulgaris* 76,03% (P=0,002). L'émergence des adultes de la première génération n'ont lieu que 24 jours après traitement et le taux de réduction a été très hautement significatif 28 jours après traitement pour l'extrait méthanolique de *T. vulgaris* (78,50%, P = 0,00). Donc, l'extrait de *T. vulgaris* pourrait être envisagé comme un biopesticide pour la lutte de la mineuse de la tomate *T. absoluta* et s'intégrer dans un programme de gestion intégrée contre ce redoutable ravageur.

Mots-clés : *Tuta absoluta*, tomate, biopesticides, *Thymus vulgaris*, *Ricinus communis*, *Argania spinosa*

33. Impact de quatre méthodes de lutte sur la population de *Parlatoria blanchardi* targ. (Homoptera-Diaspidinae) dans la région de Ouargla (Sud-Est algérien).

Idder Mohamed Azzedine (1), Idder-Ighili hakima (1), Dadamoussa Mohamed Lakhdar (2),
Belaroussi Mohamed El Hafed (1),

⁽¹⁾Faculté de s Sciences de la Nature et de la Vie, Laboratoire de Recherche sur la Phœniciculture, Université de Ouargla, 30000 Ouargla, Algérie – azzou.idder@yahoo.fr

⁽²⁾Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Laboratoire de s Bio r essources Sahar iennes: P réservation et Valorisation e, Université de Ouargla, 30000 Ouargla, Algérie

Quatre méthodes de lutte ont été appliquées contre la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targioni-Tozzetti en Algérie. La lutte physique à l'aide du flambage a conduit à un pourcentage de mortalité des cochenilles de 95,3 et semble être la plus efficace. La lutte chimique à l'aide d'un insecticide a eu un effet significatif puisqu'elle a provoqué des pourcentages de mortalité des cochenilles de 83,5. La lutte biologique à l'aide de coccinelles du genre *Pharoscymnus*, a quant à elle conduit à des pourcentages de mortalité relativement faibles, de 16 et 18,7. L'utilisation des extraits végétaux aqueux, tels que le laurier rose, le ricin et l'eucalyptus a donné des résultats respectifs de 73,4%, 73,5% et 81,2%. Nous considérons que ces quatre méthodes de lutte contribuent de façon significative dans la limitation des populations de la diaspidine *Parlatoria blanchardi*, à condition que les interventions se fassent pendant la bonne période, et au bon moment afin de préserver la faune auxiliaire et l'environnement.

Les extraits végétaux aqueux semblent être promoteurs. Les autres moyens de lutte semblent plus ou moins préserver le milieu palmeraie, sont à encourager. Toutefois les quatre méthodes de lutte peuvent être préconisées dans un cadre de conception de lutte globale.

Mots-clés : Cochenille blanche, efficacité, équilibre biologique, moyens de lutte, palmeraies.

34. Place des produits phytosanitaires inféodés aux ravageurs dans la région de Ouargla (Sud-Est algérien).

Idder-Ighili Hakima (1), Slamene Nacereddine (2), Dadamoussa Mohamed Lakhdar (3), Idder Mohamed Azzedine (1)

⁽¹⁾Faculté de Sciences de la Nature et de la Vie, Laboratoire de Recherche sur la Phœniciculture, Université de Ouargla, 30000 Ouargla, Algérie – Idder.ighili@yahoo.fr

⁽²⁾Département de Zoologie Agricole et Forestière, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie, 16200 El-Harrach, Alger, Algérie

⁽³⁾Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Laboratoire des Bioressources Sahariennes: Préservation et Valorisation, Université de Ouargla, 30000 Ouargla, Algérie

Cette étude vise à déterminer la place des insecticides inféodés aux ravageurs dans la région de Ouargla et d'estimer leurs risques pour l'environnement. Pour ce faire nous avons adopté une méthodologie basée sur la collecte des données via des enquêtes chez un échantillon d'agriculteurs, et les différents organismes de l'agriculture (étatiques et privés) dans deux sites d'études (région de Ouargla, et la région de Taibet). Les résultats montrent la place des insecticides ; parmi 72 produits phytosanitaires, les produits insecticides représentent 42 produits qui sont réparties en 21 matières actives et 08 familles chimiques, où l'on constate que les pyréthrinoides de synthèse sont les plus dominants par 15 produits insecticides regroupés en 07 matières actives. L'estimation du risque d'utilisation de la lambda-cyhalothrine (pyréthrinoides de synthèse) sur l'environnement par l'utilisation d'un indicateur basé sur un système expert (logique flou) par des modèles montés à l'aide du logiciel MATLAB, montre une toxicité importante vis-à-vis des coccinelles et des hyménoptères, par contre il représente un risque de transfert très faible dans l'environnement (I-phy = 0,00529).

Mots-clés : environnement, insecticides, Ouargla, risques,

35. Transfert de polluants d'origine agricole dans les nappes souterraines (Picardie) : approches expérimentales et analytiques

Fatoumata Kaba (1), Meurant Pierre-Evan (2), Hoang Levinh (3), Zouhri Lahcen (3),
Martinet Fabrice (4), Bugeat Fabien (5), Papay Philippe (6)

^(1, 2, 3) LaSalle Beauvais - ESITPA 19, rue Pierre Waguet 60000 Beauvais – pierre-ewan.meurant@lasalle-beauvais.fr

⁽³⁾ HydrISE SFR Condorcet FR CNRS 3417, LaSalle Beauvais - ESITPA 19, rue Pierre Waguet 60 026 Beauvais – lahcen.zouhri@lasalle-beauvais.fr

^(4, 5, 6) Agence de l'Eau Seine Normandie, 2 Rue du Dr Camille Guérin, 60200 Compiègne

La gestion des ressources en eau souterraine est progressivement devenue un enjeu environnemental majeur pour la société et un défi pour notre planète. La contamination des eaux de surfaces et des eaux souterraines par les nitrates et les pesticides représente une pollution majeure dans la production d'eau destinée à la consommation humaine, en particulier dans les régions agricoles. La Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE du 23 octobre 2000 traduit ces préoccupations à l'échelle européenne et permet de présenter un plan d'action pour répondre aux objectifs concernant l'état général des masses d'eau concernées. Sur le territoire Picard, les travaux de caractérisation menés par l'Agence de l'Eau Seine Normandie (A.E.S.N) ont mis en avant la médiocre qualité des masses d'eau souterraine, principalement due aux taux importants en nitrates et de certaines molécules phytosanitaires d'origine agricole. En 2002, le Groupe Régional Eau et Produits Phytosanitaires de Picardie a estimé qu'environ **5500 tonnes de substances actives phytosanitaires** sont utilisées dans la région dont plus de 90% en agriculture. Au-delà des notions de vulnérabilité des ressources de la région, consécutives de la Directive « Nitrates » 91/676/CEE et de la Directive « Pesticides » 2009/128/CE, la gestion de ces pollutions nécessite une approche de l'inertie des hydrosystèmes et de la quantification des stocks de polluants dans les différents compartiments du milieu souterrain.

Conscient des problématiques en jeu, l'Institut Polytechnique LaSalle Beauvais a décidé de réaliser une collaboration de recherche scientifique sur le sujet avec l'Agence de l'Eau en couplant les approches expérimentales et numériques. Centrée sur la compréhension des transferts des nitrates dans les eaux souterraines, cette étude se veut complémentaire à celles réalisées par le BRGM en zone non-saturée. Disposant de l'accès aux ouvrages de captage AEP de la commune de Laboissière-en-Thelle dans le Sud de l'Oise (60), dont l'un d'eux est classé « Grenelle », l'Institut a mené plusieurs actions : i) identifier les forages qui sont contaminés par les nitrates, ii) assurer un suivi qualitatif en continu des concentrations en nitrates, en se basant sur des campagnes régulières d'échantillonnage, iii) viser un échantillonnage selon une composante verticale dans les forages et horizontale selon leur répartition dans le secteur d'étude. Parallèlement à ceux-ci s'est déroulée une campagne d'investigation de la zone d'étude pour multiplier les points de mesures et définir le contexte hydrodynamique du secteur. Une analyse complémentaire sur les contaminants phytosanitaires tels que l'**Atrazine et le glyphosate** arrivant en tête des produits phytosanitaires rencontrés dans les eaux Picardes est également envisageable. L'objectif était de déterminer s'il existe une éventuelle corrélation entre ces composés.

Les données récoltées en bibliographie, sur le terrain et par analyse des échantillons par chromatographie ionique et par spectrophotométrie à la plateforme hydrogéologique de l'Institut permettront de construire un modèle de transport de polluant en 2D et 3D. Constitués de trois étapes (géométrique, physique et numérique), ces modèles restitueront à terme ces données pour proposer un fonctionnement hydrodynamique global du système à l'échelle de la zone d'étude. Dans un souci de répondre aux objectifs environnementaux du territoire concerné, cette étude se veut ainsi être un soutien scientifique et une base de réflexion pour les futurs plans de gestion de ces ressources naturelles.

Mots-clés : Pollution agricole, Zone saturée, approche expérimentale et numérique, Nitrate, Pesticides.

36. Transfert des polluants organiques dans le système eau -sol –plant : Conditions expérimentales

Khaskaa Mahmoud, Le Gal La Salle Corinne, Cadierea Axelle, Selliera Amelie, Verdoux Patrick,
Roiga Benoit.

Univ. Nimes, EA 7352 CHROME, rue du Dr Georges Salan, 30021 Nimes, France

L'utilisation des eaux souterraines pour l'irrigation peut représenter une source d'exposition directe des populations aux micropolluants. En effet, la présence de micropolluants dans les sols, apportés par les activités agricoles et/ou l'utilisation des eaux contaminées, induit une exposition des végétaux qui s'y développent. La contamination des cultures s'effectue au travers des processus d'absorption, de translocation et de persistance des micropolluants dans les plantes qui peuvent conduire à des niveaux élevés de concentrations par bio-accumulation dans les racines, les tiges, les feuilles ou les fruits consommés représentant ainsi un danger pour la santé humaine. Dans le cadre de notre étude, nous nous intéressons à suivre les processus de transfert et d'accumulation des résidus pharmaceutiques et pesticides les plus détectés dans l'eau de surface et souterraine d'une nappe alluviale type ainsi que leurs produits de dégradation, et ce au travers du continuum eau-sol-plant. Des cultures de riz, tomates, radis et salades ont été effectuées en conditions contrôlées avec un apport de molécules organiques en concentration variables. Des prélèvements de sols, d'eau des sols, et d'eau de drainage ainsi que des plantes ont été réalisés à différents période de croissance. Les analyses de ces différentes matrices sont en cours de réalisation par chromatographie en phase liquide couplée à deux spectromètres de masse (LC-MS/MS).

Mots-clés : *Transfert, polluants organique, bioaccumulation, risque*

37. Gestion de la résistance d'*Aedes aegypti* à la deltaméthrine par création *in silico* de synergistes

Lagneau Christophe (1), Estaran Sébastien (1), Yébakima André (2), Clémentine Marie-Michelle (2), Doucet-Panaye Annick (3), Doucet Jean-Pierre (3), Lapied Bruno (4), Devillers James (5)

⁽¹⁾ EID Méditerranée, 165, Avenue Paul Rimbaud, 34184 Montpellier Cedex 4, France - clagneau@eid-med.org

⁽²⁾ Centre de Démoustication/LAV (ARS-Collectivité Territoriale) de la Martinique, B P 679, 97200 Fort de France, Martinique, France - andre.yebakima@ctm.mq

⁽³⁾ ITODYS, UMR 7086, Université Paris 7, Paris Diderot, France - doucet@paris7.jussieu.fr

⁽⁴⁾ Laboratoire U PRES E A 2 647 / U S C I N R A 13 30 / S F R 420 7 Q U A S A V, U F R Sciences, Université d'Angers, 2 Boulevard Lavoisier 49045 Angers cedex, France - bruno.lapied@univ-angers.fr

⁽⁵⁾ CTIS, 3 Chemin de la Gravière, 69140 Rillieux La Pape, France - j.devillers@ctis.fr

Les maladies vectorielles transmises par les moustiques (Culicidés) sont partout en recrudescence. La lutte antivectorielle (LAV) au moyen d'insecticides reste un des seuls moyens de protéger les populations humaines et animales. Or, suite à l'application de la réglementation européenne relative à la mise sur le marché des biocides (Règlement UE n°528/2012), seule la deltaméthrine est actuellement autorisée en France comme adulticide. En 2009, des résistances à la deltaméthrine par modification de cible ont ainsi été mises en évidence chez *Aedes aegypti* dans les Antilles françaises (Martinique) et en Guyane alors qu'elles subissent régulièrement des épidémies de dengue et de chikungunya, réduisant de manière inquiétante l'efficacité des interventions de LAV.

La recherche de stratégies alternatives est ainsi devenue un enjeu de santé publique majeur. Le projet DeltaSyn propose de développer une nouvelle stratégie de traitement en associant la deltaméthrine (mais aussi les pyréthrinés naturels) à des molécules apparentées au DEET, à l'IR3535, à la pipérine, etc. afin d'obtenir des synergies d'actions. La combinaison d'une molécule existante à la deltaméthrine pour lever les problèmes de résistance est une démarche plus aisée et rapide que la recherche et l'homologation d'une nouvelle substance active adulticide. Cette méthode repose sur l'utilisation combinée d'approches *in silico* et *in vivo*.

Des données sur *Ae. aegypti* femelles, obtenues dans des conditions opératoires compatibles pour des molécules reconnues pour leur activité répulsive mais présentant des toxicités avérées variables sur ce moustique, seront extraites de la banque de données ToxMosq (CTIS). Différents échantillons d'apprentissages seront réalisés afin de réaliser des modèles QSAR de type congénérique. Les molécules seront décrites par différents types de descripteurs topologiques et physico-chimiques 2D et 3D. Des approches statistiques linéaires et non linéaires seront utilisées pour construire les modèles QSAR. Après validation, ces modèles seront utilisés pour proposer des molécules candidates optimisées pour leur toxicité sur *Ae. aegypti*.

Les molécules candidates sélectionnées, déjà disponibles sur le marché ou synthétisées *de novo*, seront testées seules et en mélanges avec la deltaméthrine. Des biotests de l'Organisation mondiale de la santé, soit par contact topique (activité intrinsèque), soit par contact tarsal (test en tube) seront utilisés. Les tests seront menés sur une souche sensible (Bora Bora) et une souche résistante (Vauclin, Martinique) d'*Ae. aegypti* et une souche sensible (SPAM, Montpellier) d'*Ae. albopictus*. D'autres souches résistantes en provenance d'autres départements ou territoires ultramarins pourront, le cas échéant, être testées. Enfin, l'évaluation de l'efficacité des mélanges sera couplée à une estimation du risque potentiel que présentent les molécules dans l'environnement.

Remerciements

Le projet DeltaSyn bénéficie du support financier du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (contrat #2101587412).

Mots-clés : *Aedes aegypti*, synergie, adulticide, répulsifs, biotests, QSAR, résistance.

38. OptiPhy : un outil d'optimisation des pratiques phytosanitaires basé sur les indicateurs de risque d'EToPhy.

Mghirbi Oussama (1, 2, 3), Le Grusse Philippe (1,3), Mandart Elisabeth (1), Fabre Jacques (4), Bord Jean Paul (2,3).

⁽¹⁾CIHEAM-IAMM : Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier. 3191 Route de Mende, 340 93, Montpellier cedex 5, France

⁽²⁾Université Paul Valéry Montpellier (UPVM). Route de Mende, 34199 Montpellier cedex 5, France

⁽³⁾UMR GRED (UPVM/IRD), BP 64501, 34394 Montpellier cedex 5, France

⁽⁴⁾DIATAE. 3191 Route de Mende, 34093 Montpellier cedex 5, France

De nombreux acteurs concernés par l'usage des pesticides sur un territoire, notamment les agriculteurs et les gestionnaires territoriaux, expriment le besoin de disposer d'outils d'aide à la décision pour la gestion des pratiques phytosanitaires. Dans ce contexte, nous avons développé un modèle technico-économique de minimisation des risques, baptisé « OptiPhy », qui utilise les indicateurs de risques calculés par le logiciel « EToPhy ». Ces deux indicateurs (IRSA et IRTE) sont calculés à partir des propriétés physico-chimiques et toxicologiques des matières actives et des caractéristiques des produits commerciaux.

À partir d'itinéraires techniques existants, les scibles (maladies, ravageurs) représentant la part de risque la plus importante parmi l'ensemble des traitements sont identifiées et servent de base de calcul pour le modèle. OptiPhy utilise les techniques de programmation linéaire ; l'objectif est de réduire la part du risque pour la santé et/ou l'environnement, en maintenant ou diminuant l'IFT avec une efficacité du traitement (évaluée à dire d'expert) équivalente et un coût total qui doit rester inférieur ou égal au coût initial. Il est alors possible de proposer des scénarios de choix de produits phytosanitaires en fonction de différents niveaux de contraintes et d'aspiration des différents acteurs (pression phytosanitaire, rendement objectif) et de vulnérabilité des milieux naturels.

Nous avons testé notre modèle sur des parcelles à forte, à faible et à moyenne pression phytosanitaire. De manière générale, les scénarios de substitution des produits proposés par le modèle permettent de :

- ✓ diminuer la fréquence de traitement (IFT) au niveau de l'ITK et de la parcelle ;
- ✓ réduire jusqu'à environ 50% le risque de toxicité sur l'environnement et la santé de l'applicateur de l'ITK ;
- ✓ satisfaire la situation économique et assurer même une légère augmentation de la marge directe par rapport à la situation initiale de l'exploitation quel que soit la culture.

Le modèle propose une gestion multi-échelles, de la parcelle au bassin versant, et une gestion simultanée des risques santé et environnementaux. Les indicateurs de risque IRSA et IRTE peuvent être désagrégés en sous-indicateurs permettant une gestion adaptée au contexte. Pour l'indicateur santé il est également possible de pondérer le poids des risques aigus et des risques chroniques dans l'évaluation globale. Pour l'aspect environnemental, les contraintes peuvent être pondérées en fonction de la localisation des surfaces traitées en termes de risques de toxicité terrestre (sol), aérienne, aquatique ou de mobilité et persistance dans le sol.

¹EToPhy software (2011), APP deposit no : IDDN.FR.001.060017.000.D.C.2011.000.31500

Mot clés : pratiques phytosanitaires, indicateurs, risque de toxicité, modèle technico-économique, optimisation, programmation linéaire.

39. Analyse par GC-MS des formulations commerciales de chlordécone (Kepone[®] et Curlone[®]) épandues aux Antilles

Macarie Hervé (1, 2), Bristeau Sébastien (3), Woignier Thierry (1, 2), Sovocool Wayne G. (4), Mouvet Christophe (3)

⁽¹⁾ Aix Marseille Université, CNRS, IRD, Avignon Université, IMBE, UMR 7263, herve.macarie@ird.fr

⁽²⁾ IRD – IMBE - Campus Agro-Environnemental Caraïbe, Le Lamentin Cedex 2

⁽³⁾ Brgm, Avenue C. Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2

⁽⁴⁾ Retraité – US EPA, Las Vegas, NV, USA

La chlordécone (CLD) est un insecticide organochloré utilisée pendant 2 décennies contre le charançon du bananier dans les Antilles françaises. Elle y était appliquée sous la forme d'une poudre dosée à 5% (poids/poids) de matière active et commercialisée sous les noms de Kepone[®] (période 1972-1978) et Curlone[®] (période 1982-1993). Avec de la CLD détectable dans le sang de plus de 76% de la population, cette molécule est présentement responsable d'une crise sanitaire, environnementale, sociale et politique sans précédent aux Antilles. A l'heure actuelle aucune analyse détaillée de la composition chimique des formulations appliquées sur le terrain n'est disponible dans la littérature. Dans ces conditions, il est impossible de savoir si des produits déchlorés de la CLD éventuellement détectés dans les sols ou d'autres matrices antillaises proviennent de processus de dégradation ou s'ils correspondent simplement à des impuretés formées au cours de la synthèse de la CLD et qui l'accompagneraient au moment de son épandage. De la même façon, toutes les études épidémiologiques réalisées à ce jour se sont focalisées sur la seule CLD sans prendre en compte les éventuels synergismes de toxicité dus à la présence d'impuretés. Afin de palier à ce manque d'information, nous avons analysé par GC-MS, après extraction sous fluide pressurisé (ASE), la composition de 3 échantillons de Curlone[®] et d'un échantillon de Kepone[®] de grade technique (= matière active pour fabriquer la Kepone[®] à 5%). Tous les échantillons ont donné des profils chromatographiques extrêmement similaires. Au total 23 pics avec une intensité supérieure à 1 Mcount, absents du solvant d'injection (cyclohexane) et ayant des temps de rétention et des spectres de masse (SM) identiques y ont été trouvés. Parmi ces 23 pics, en plus de la CLD, 6 autres pics ont pu être identifiés et quantifiés grâce à l'injection de standards analytiques. Ils correspondent par ordre d'élution à l'hexachlorocyclopentadiène (HCCP, précurseur de la synthèse de la CLD), au 2,4-di-terbutylphenol probable contaminant provenant de récipients de stockage de la CLD, à l'octachlorocyclopentène (précurseur de l'HCCP), à la 5b-hydroCLD, au chlordécol et au Mirex. Bien qu'ayant des temps de rétention différents de la CLD, deux pics éluant juste avant et après elle avaient un SM qui lui était identique. Il s'agit probablement d'isomères de la CLD au niveau de la cage bishomocubane (par ex. perchloro-1,3-bishomocubanone). Excepté deux pics dont le SM correspond à un ester de phtalate mais qui sont aussi retrouvés dans le blanc d'extraction, aucun des SM des 12 pics restants n'a donné de bons scores de reconnaissance avec les composés répertoriés dans la base de SM NIST08. L'analyse manuelle des SM obtenus a permis toutefois de faire des propositions de structure mais qui n'ont pu être vérifiées à cause de l'absence de standards analytiques.

Mots-clés : chlordécone, Kepone, Curlone, GC-MS

40. Stratégie pour découvrir de nouvelles molécules actives sur *Aedes aegypti*. II Synthèse d'analogues potentiels de l'hormone juvénile.

Matondo Hubert (1), Doumandji Lotfi (1,2), Estaran Sébastien (3), Hamada Boudjema (1), Lagneau Christophe (3), Devillers James (4), Yébakima André (5), Doucet-Panaye Annick (6), Doucet Jean-Pierre (6), Lattes Armand (1).

⁽¹⁾Laboratoire de s Interactions Moléculaires e t R éactivité C himique e t P hotochimique, UMR 56 23 U niversité P aul Sabatier, 118 route de Narbonne 31062 Toulouse CEDEX- matondo@chimie.ups-tlse.fr; lattes@chimie.ups-tlse.fr.

⁽²⁾U.E.R de C himie appl iquée, E cole M ilitaire P olytechnique, BP 17 Bordj-El-Bahri, 160 46, A lger, A lgerie-doumandjilotfi@yahoo.fr;

⁽³⁾EID M éditerranée, 165 av enue P aul-Rimbaud 34184 M ontpellier Cedex4-sestaran@eid-med.org; clagneau@eid-med.org.

⁽⁴⁾CTIS, 3 Chemin de la Gravière, 69140 Rillieux La Pape, France- j.devillers@ctis.fr.

⁽⁵⁾Centre d e D émoustication/LAV (ARS- Collectivité Territoriale) de la Martinique, BP 679, 9 7200 F ort de F rance, Martinique - andre.yebakima@ctm.mq

⁽⁶⁾ITODYS, UMR 7086, Université Paris 7, Paris Diderot, France - doucet@paris7.jussieu.fr

Ce travail fait partie d'un projet de recherche visant à concevoir de nouveaux produits chimiques actifs sur les larves de moustiques à p artir d'une approche étape par étape basée: sur la modélisation SAR (voir l'affiche P artie I. J.Devillers e t a l.), la s ynthèse d e n o u v e a u x p r o d u i t s c h i m i q u e s (n o t r e c o n t r i b u t i o n), e t l e s t e s t s d e l a b o r a t o i r e d e s n o u v e a u x p r o d u i t s c h i m i q u e s s u r l e s s o u c h e s B o r a - B o r a e t V a u l i n d e *Aedes aegypti* (voir l'affiche de la Partie III. S Estaran et al.). L'un des modèles SAR permet la prédiction de juvénoides potentiels (Voir l'affiche Partie I, Devillers et al.); nous avons proposé une voie de synthèse pour produire de tels produits chimiques à partir de l'acide rétinolique-tout-trans.

La trifluorométhylcétone de l'acide rétinolique-tout-trans, qui est notre molécule modèle, est une entité amphiphile qui doit se positionner à l'interface air-eau. Les larves de moustiques, positionnées de la même manière à la surface de l'eau, vont être en contact plus facilement avec ce larvicide ce qui devrait se traduire par une meilleure activité.

La synthèse de la molécule cible que nous avons choisie, qui est la trifluorométhylcétone de l'acide rétinolique-tout trans, a été réalisée en deux étapes. En premier lieu, le chlorure d'acyle correspondant a été préparé en faisant réagir, dans du dichlorométhane anhydre, l'acide rétinolique tout trans avec du chlorure de thionyle en présence de pyridine comme catalyseur. La deuxième étape est une trifluorométhylation du chlorure d'acyle avec du trifluorométhylcuivre qui a montré une réactivité meilleure que le trifluorométhylargent.

La caractérisation du produit final par IR RMN 1H et 19F RMN a confirmé la structure chimique attendue de cette nouvelle molécule dont les essais d'activités biologiques semblent prometteurs. Néanmoins, nous avons constaté que la trifluorométhylcétone réagit avec l'eau et, qu'après un certain temps, elle se transforme en un gem diol qui est dépourvu d'activité biologique. Il n'en reste pas moins que l'hypothèse de la relation entre activité et amphiphilie mérite d'être étudiée de plus près à partir de molécules présentant une activité modérée que la transformation en molécules ayant des propriétés tensioactives devrait améliorer.

Remerciements

Ce programme de recherche a été financé par l'ANSES, contrat #EST-2012/2/64.

Mots-clés: Larvicide, acide rétinolique-tout-trans, trifluorométhylcétone, synthèse..

41. Effet d'une exposition de courte durée aux insecticides thiaméthoxame et spinosad sur le développement des glandes hypopharyngiennes des abeilles domestiques

Menail Ahmed Hichem, Boutefnouchet-Bouchema Wided Fella, Ayad-Loucif Wahida

Laboratoire de Biologie Animale Appliquée, Département de Biologie, Faculté des Sciences Université Badji Mokhtar, 23000-Annaba, Algérie - menail.hichem@yahoo.fr

L'utilisation des insecticides induit des effets sublétaux et des mortalités dans les colonies d'abeilles. L'un de ces effets est l'atrophie des glandes hypopharyngiennes des abeilles ouvrières qui sécrètent de la gelée royale pour nourrir la reine et les jeunes larves. Toute diminution de l'activité de ces glandes causerait de sérieux problèmes de croissance du couvain, de développement et de survie des colonies d'abeilles. L'état de ces glandes hypopharyngiennes peut apporter plusieurs informations sur l'impact des produits chimiques sur les abeilles. Notre étude a été entreprise afin d'évaluer les éventuels effets du Thiaméthoxame et du spinosad sur le développement de ces glandes hypopharyngiennes de l'abeille domestique *Apis mellifera intermissa*. Le thiaméthoxame est un néonicotinoïde et le spinosad est un biopesticide, tous deux sont utilisés en agriculture comme produit phytosanitaire et constituent une vraie menace pour les abeilles. Des ouvrières émergentes ont été placées dans des cages et nourries avec du sirop additionné avec du thiaméthoxame pour le premier lot et du spinosad pour le deuxième. Les CL50 à 24h ont été déterminées et ont été administrées par ingestion via du sirop et du pollen aux abeilles durant 24h. Un lot d'abeilles non traitées a servi de témoin. Les têtes des abeilles ouvrières des trois lots ont été prélevées après 6, 9 et 14 jours. Les glandes hypopharyngiennes ont été extraites et ont fait l'objet de la mesure des diamètres des acini. Les résultats ont montré des diminutions significatives dans le diamètre des acini entre le groupe d'abeilles traitées comparativement au lot témoin. Toutefois, il n'y a pas de différence significative entre l'effet des deux insecticides. Le spinosad bien qu'il soit un bioinsecticide est aussi dangereux pour les abeilles que le thiaméthoxame.

Mots clés : *Apis mellifera intermissa, Insecticides, Thiaméthoxame, Spinosad, Glandes hypopharyngiennes.*

42. Contribution à l'étude de la problématique de l'état de contamination par les pesticides dans la zone de Loukkos

Ouassini Abdelhamid, El Bakouri Hicham, M'Ghafri Hakima

Université Abdelmalek Essadi Faculté des Sciences et Techniques de Tanger, BP 416-Tanger– ab_ouassini@yahoo.fr

Ce travail a essayé d'apporter une contribution à l'étude de la problématique de l'état de contamination par les pesticides dans la zone de Loukkos. En effet dans cette zone se pratique une culture intense avec des rotations de cultures ce qui nécessite l'utilisation de grandes quantités de pesticides et de fertilisants par unité de surface.

La complexité et la diversité des produits phytosanitaires impose une surveillance et un contrôle régulier des eaux destinées à l'alimentation surtout dans les zones rurales au niveau de ce périmètre Loukkos dont la population s'approvisionne directement de l'aquifère.

Les principaux objectifs de ce travail de recherche sont :

*La réalisation d'une étude exhaustive de la contamination des eaux de Oued Loukkos par les pesticides, étant donné le manque de données existantes. Ainsi plusieurs campagnes d'échantillonnage sont réalisées. Les pesticides analysés sont : chlorfenvinphos, alachlore, aldrine, atrazine, chlorpyrifos, 2,4-DDT, 4,4-DDT, dieldrine, α -endosulfan, endrine, α -HCH, β -HCH, δ -HCH, γ -HCH (lindane), isodrine, simazine, trifluraline. Ces analyses ont été obtenues en utilisant la technique dénommée "Stir Bar Sorptive Extraction" avec la chromatographie gazeuse couplée au spectromètre de masse (GC-MS).

*Le développement d'un réseau de contrôle automatique et un contrôle permanent de l'oued.

*L'établissement de critères de classification et de comparaison des échantillons.

*L'identification des principales sources de pollution de l'oued.

Il convient de noter enfin que ce projet s'inscrit dans le domaine scientifique prioritaire marocain "Protection des Ressources Hydriques" (code 140, Code CRS 14015)

Mots-clés : trois Périmètre Loukkos-GC-MS-pesticides

43. Elimination des pesticides par adsorption sur le polycaprolactone

Ouassini abdelhamid, Mourabit Fouad, M'ghafri Hakima

Faculté des Sciences et Techniques de Tanger BP 416 Tanger 90000 – ab_ouassini@yahoo.fr

Le travail présenté s'inscrit dans le cadre d'une étude sur le développement de technologie simple pour le traitement et l'élimination de pesticides des familles des triazines et des organochlorées susceptibles d'être contenus dans les eaux destinées à l'alimentation humaine.

L'endosulfan et ses métabolites endosulfan sulfate (Ed-Sft), endosulfan éther (Ed-Et) et endosulfan lactone (Ed-Lc) ainsi que trois molécules de la famille des triazines: atrazine (Atz), terbuthylazine (Tbz) et déséthylatrazine (D-atz) ont été testé à des différentes concentrations.

L'adsorbant testé est le poly(ϵ -caprolactone) (PCL). C'est un polymère thermoplastique biocompatible et biodégradable.

Les expériences ont été réalisées dans un système batch fermé. L'identification et le dosage des analytes non adsorbés se sont effectués par la chromatographie en phase gazeuse couplée à la masse GC/MS. Le processus d'adsorbabilité a été trois fois répété pour chaque concentration.

Les courbes cinétiques de cette étude ont montré que le PCL en grains peut facilement éliminer l'endosulfan et ses métabolites, ce qui n'est pas le cas pour les trois molécules de la famille des triazines. En effet après un temps de contact d'environ une demi heure 99.97% de Ed-Lc, 90% de Ed-Sft et 88% de Ed-Et ont été adsorbés. Deux heures après, tous ces analytes ont été éliminés de la solution dopée. Les courbes cinétiques montrent que le PCL utilisé présente une grande affinité avec l'endosulfan lactone par rapport aux autres analytes.

L'adsorption maximale de Atz (30%) et de Tbz (43%) a été marquée après vingt-quatre heures de contact.

Nous avons aussi testé le PCL en poudre. Les expériences ont été faites selon le même procédé utilisé avec le PCL en grains. Les résultats montrent dans ce cas que l'adsorption des micropolluants sur le PCL en poudre est plus rapide que sur le PCL en grains mais à long terme leurs capacités d'adsorption sont comparables. En effet sur le PCL en poudre ces micropolluants ont été totalement adsorbés après seulement 10 minutes. Cela témoigne du fait que le broyage du grain en poudre peut augmenter la facilité d'accès aux sites d'adsorption sans en modifier le nombre. On peut en déduire que la granulométrie semble avoir une influence sur la cinétique d'adsorption mais pas sur la capacité d'adsorption du PCL. Pour évaluer la capacité d'adsorption du PCL granulé ou en poudre ainsi qu'une éventuelle désorption de micropolluants de l'adsorbant, nous avons chargé le PCL avec une grande quantité de l'endosulfan et métabolites. Les solutions sont filtrées. Les analytes sont extraits sur C-18 et dosés avec la CPG/MS. D'après les résultats on constate que le PCL granulé ou en poudre fait preuve d'une grande capacité d'adsorption. Cette adsorption n'est pas irréversible. En effet si on considère la grande quantité de micropolluants adsorbés par le PCL, le taux de désorption est largement faible. IL varie entre 0.01% pour (Ed-Lc) et 1.35% pour Ed-Et

Mots-clés : Pesticides-Caprolactone-endosulfan-métabolites.

44. Projet EQUIPE : Evaluation de la Qualité prédictive d'Indicateurs Pesticides pour la qualité des eaux.

Pierlot Frédéric (1, 2), Marks-Perreau Jonathan(3), Réal Benoît(3), Carluer Nadia(4), Morin Alexandre (5), Miralles André(4), Villerd Jean (1), Constant Thibault(6), Bockstaller Christian(1).

⁽¹⁾LAE,UMR INRA-Université de Lorraine Nancy-Colmar

⁽²⁾Chambre Régionale d'agriculture de Lorraine, pôle système de production durable et innovation

⁽³⁾ARVALIS-Institut du Végétal

⁽⁴⁾Irstea

⁽⁵⁾Agro-transfert Ressources et Territoires Picardie

⁽⁶⁾Agro Solutions

Contexte et objectifs

Pour mesurer les risques de contamination des eaux par les pesticides, les animateurs en lien avec le monde agricole ont besoin d'outils pour piloter la prise de décision quant aux actions à mener pour préserver les ressources en eau. Il est impossible économiquement et techniquement de généraliser le suivi régulier de l'ensemble des parcelles agricoles à l'aide de mesures régulières, c'est pourquoi des indicateurs de risque de pollution par les pesticides ont été créés. Ces différents indicateurs, de conception et d'utilisations très différentes, ont fait l'objet de plusieurs revues et projet pour les référencer (Devillers et al. 2005, Keichinger et al. 2013) ; cependant leur capacité prédictive n'a pas été évaluée. Le projet EQUIPE a pour but de combler ce manque en estimant la qualité prédictive des modules de transfert de pesticides vers les eaux de surface ou souterraines pour différents indicateurs.

Présentation du projet :

Le projet est constitué de 3 actions différentes. Dans l'action 1, il s'agit de comparer à l'échelle parcellaire 27 indicateurs pesticides de complexité croissante (figure 1) à des mesures de terrain sur 3 sites expérimentaux présentant des voies de transfert et des conditions pédoclimatiques différentes pour une gamme de molécules très variées. Le modèle MACRO a lui aussi été testé et ses performances comparées à celles des autres indicateurs. L'action 2 consiste en la construction d'une chaîne d'indicateurs par une méthode de fouille de données sur une base de données incluant pratiques culturales, variables du milieu et données de transfert observées. L'action 3 porte sur une expertise du groupe sur le domaine de validité et d'utilisation des indicateurs.

	Qualitative		Quantitative
	Classe (score)	Score (range)	Quantitative
Dose			QSA, IFT-MA
Dose * Transfer Coefficient			NRI
[Dose, ai properties]	EIQ	SIRIS	
[Dose, method of applying, buffer zone] -[ai, properties]		ADSCOR	
[Dose, sensibilité milieu]	DEXIPM		
[Dose, method of applying, buffer zone, ai properties]-[environment, climat]	DAEG, ARTHUR		
[Dose * Transfer Coefficient*[soil* climat* ai properties]]			POCER
[Dose, method of applying, buffer zone, ai properties, environment]		I-Phy 1 and 2	
[Dose,method of applying, buffer zone, ai properties, environment , climat]			EPRIP, SYNOPS
[Dose, method of applying, buffer zone, ai properties, environment , climat]			MACRO

Figure 1 : Typologie des indicateurs étudiés

La capacité prédictive des indicateurs a été évaluée i) par une analyse de la corrélation (Pearson et Spearman) entre les sorties des modules de transfert vers les eaux des indicateurs et des données mesurées (fréquence de dépassement de 0,1 µg /L, concentrations maximales et moyennes pondérées, flux maximal et total), ii) par une analyse de vraisemblance des résultats à l'aide d'un tableau de contingence donnant le pourcentage d'estimation juste, sur- et sous-estimation, iii) par un test ROC qui teste les indicateurs par rapport à un seuil (Bockstaller et al. 2008) Les résultats obtenus sont synthétisés sous forme d'une fiche par indicateur présentant ses capacités prédictives sur les différents sites et ses limites d'utilisation.

Résultats :

Les corrélations obtenues pour l'ensemble des indicateurs sont globalement faibles (r compris entre 0,08 et 0,53 pour les indicateurs, 0,26 et 0,79 pour MACRO) ce qui peut s'expliquer par leur mode de construction qui prédit un risque

potentiel à priori ; risque qui peut se produire ou non suivant les conditions climatiques annuelles notamment. Il ressort cependant que les indicateurs ayant un mode de construction plus complexe et prenant en compte les données climatiques et environnementales obtiennent de meilleurs résultats, ce qui est confirmé par les tests de vraisemblance et les tests ROC.

Tableau 1 : résultats des indicateurs pour le site de la Jaillière (44) en situation de drainage

	La Jaillière Drainage														
	Fd 0,1 µg/ L			Concentration max			Flux max			Flux total			CMP		
	Corr.	vraisem	dont juste	Corr.	vraisem	dont juste	Corr.	vraisem	dont juste	Corr.	vraisem	dont juste	Corr.	vraisem	dont juste
QSA	0,14	95%	8%	0,14	97%	17%	0,15	96%	18%	0,20	95%	21%	0,15	99%	8%
IFT MA	0,30	93%	8%	0,16	92%	19%	0,18	92%	21%	0,21	89%	21%	0,19	97%	14%
SIRISeso	0,32	86%	12%	0,21	71%	19%	0,22	71%	16%	0,25	67%	14%	0,22	84%	22%
EIQeso	0,24	77%	63%	0,28	58%	49%	0,30	59%	51%	0,38	58%	50%	0,29	63%	51%
adscorCT	0,22	86%	7%	0,16	78%	22%	0,17	78%	20%	0,21	72%	16%	0,18	89%	19%
adscorLT	0,25	84%	10%	0,19	69%	18%	0,20	71%	19%	0,24	66%	14%	0,20	83%	22%
DEXieso	0,37	97%	8%	0,21	99%	12%	0,21	98%	13%	0,25	97%	16%	0,22	100%	3%
DAEGeso	0,28	85%	10%	0,35	67%	13%	0,34	68%	12%	0,40	65%	10%	0,33	85%	25%
ARTHUReso	0,42	82%	45%	0,29	62%	41%	0,29	65%	44%	0,37	61%	40%	0,28	73%	46%
POCEReso	0,04	79%	44%	0,08	59%	33%	0,08	59%	33%	0,09	57%	32%	0,07	69%	41%
lphy1eso	0,40	100%	8%	0,45	100%	8%	0,45	100%	9%	0,53	100%	11%	0,43	100%	1%
lphy2eso	0,24	84%	41%	0,15	67%	39%	0,16	68%	40%	0,19	64%	37%	0,13	78%	44%
EPRIPeseso	0,36	81%	29%	0,39	61%	23%	0,40	62%	23%	0,46	60%	23%	0,39	73%	31%
DrainageSynops	0,31	83%	53%	0,31	67%	41%	0,37	68%	42%	0,44	68%	44%	0,28	70%	38%
MACRO	0,26	72%	70%	0,79	68%	43%	NA	NA	NA	0,71	59%	59%	0,65	71%	45%

Coefficient corrélation (r)

< 0,4
[0,4; 0,45[
[0,45; 0,50[
[0,50; 0,55[
>0,55

% estimation juste

<40
[40; 50]
[50; 60]
[60; 70]
> 70

fd 0,1 µg / L correspond à la fréquence de dépassement du seuil de 0,1 µg/ L.

CMP : concentration moyenne pondérée sur la période

Le % vraisemblance correspond aux % de fois pour lequel l'indicateur a prédit un risque supérieur ou égal aux transferts réels (juste + surestimation)

Le % d'estimation juste correspond au % de fois pour lequel l'indicateur a prédit une classe de risque correspondant aux transferts réels

Perspectives

Ce projet permettra aux utilisateurs de prendre du recul sur les outils qu'ils utilisent pour raisonner les actions et connaître les limites d'utilisations des outils. Les résultats pourront aussi servir aux concepteurs pour faire évoluer les outils existants et de les améliorer.

Remerciements : Le projet a été financé par l'ONEMA dans le cadre du plan Pour et Sur le Plan Ecophyto

Bockstaller, Christian, Laurence Guichard, David Makowski, Anne Aveline, Philippe Girardin, et Sylvain Plantureux. 2008. « Agri-environmental indicators to assess cropping and farming systems. A review ». *Agronomy for Sustainable Development* 28 (1): 139 - 49. doi:10.1051/agro:2007052.

Devillers, James, Régis Farret, Philippe Girardin, et Guy Soulas. 2005. *Indicateurs pour évaluer les risques liés à l'utilisation des pesticides*. Paris: Tec et Doc.

Keichinger, Olivier, Pierre Benoit, Arnaud Boivin, Xavier Bourrain, O Briand, A. Chabert, Nicolas Domange, 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 ». *Innovation agronomiques*, n° 28: 1 - 13.

Mots-clés : pollution des eaux, indicateurs pesticides, transfert,

45. Effets sublétaux chez *Apis mellifera* d'une consommation de pirimicarbe, molécule candidate contre *Varroa destructor*

Riva Clémence (1), Halm-Lemeille Marie-Pierre (2), Sopkova-de Olivera Santos Jana (1), Sokolowski Michel B.C. (3)

⁽¹⁾Centre d'Etudes et de Recherche sur le Médicament de Normandie, Département de Pharmacologie, Université de Caen, 14032 Caen Cedex, France.– clemence.riva@unicaen.fr

⁽²⁾Laboratoire Environnement Ressources de Normandie, 14520 Port en Bessin, France

⁽³⁾Groupe de Recherche sur l'Alcool et les Pharmacodépendances, Université de Picardie, Amien, Cedex 1, France

Le terme "pesticide" englobe des produits à usages très variés et inclut des antiparasitaires vétérinaire. Pour la santé de l'abeille domestique *Apis mellifera*, la plupart de ces médicaments ont une indication acaricide dans le cadre de la lutte contre le parasite *Varroa destructor*. Dans le cadre du développement de nouveaux traitements varroacides, les travaux de Dulin et al., (2014) ont montré l'intérêt du pirimicarbe. Ce carbamate inhibiteur de l'acétylcholinestérase (AChE) interagit en effet préférentiellement avec l'AChE de *Varroa* (IC₅₀ = 6,6 µM ; concentration en substance inhibant 50% de l'enzyme) par rapport à l'AChE de l'abeille (pas d'IC₅₀ calculable). Ces travaux, appuyés également par des tests de mortalité aiguë, confirment une bonne efficacité contre le parasite. L'évaluation du risque sublétal vis-à-vis des abeilles constitue une partie essentielle du projet. C'est dans cet objectif qu'a été mis en place au cours des étés 2014 et 2015 un nouveau protocole de laboratoire permettant de quantifier les effets sublétaux sur le comportement de nourrissage suite à une exposition par voie orale au pirimicarbe. Des lots de vingt abeilles butineuses sont récoltés à la ruche placés dans des cagettes. Chaque cagette est équipée d'un nourrisseur automatisé distribuant à chaque visite 5µl de sirop sucré (30%) et permettant d'enregistrer en temps réel la quantité de sirop consommée. Après 24 heures d'acclimatation, les abeilles sont exposées ou non, pendant 4 jours à une dose de 0,25 g/L. Une diminution de la quantité de sirop consommé est observée chez les abeilles exposées, suggérant une diminution de l'appétence du sirop contaminé et/ou un effet « toxique ».

Mots-clés : *Varroa destructor*, pirimicarbe, consommation, sublétal

46. Zones Tampons Végétalisées Artificielles (ZTVA) : évaluation de leur pouvoir épurateur sur des eaux de drainage en Lorraine.

Schott François-Xavier (1), Romain Vallée (4), Pitrel Marina (2), Dousset Sylvie (3), Benoît Marc (4), Munoz Jean-François (5), Cherrier Richard (1)

⁽¹⁾Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine, Pôle systèmes de production durables et innovation, bât i, 9 rue de la Vologne, 54 520 Laxou – francois-xavier.schott@lorraine.chambagri.fr

⁽²⁾AERM, route de Lessy, 57160 Rozerieulles.

⁽³⁾LIEC, CNRS–Université de Lorraine, BP 70239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy, France

⁽⁴⁾INRA-SAD Mirecourt, BP 35, 88501 Mirecourt cedex,

⁽⁵⁾ANSES, Laboratoire d'Hydrologie de Nancy, 40 rue Lionnois, 54 000 Nancy

L'activité agricole présente un impact non négligeable sur la qualité de l'eau, notamment par l'usage généralisé de molécules herbicides (AMPA détecté dans près de 50% des prélèvements en eaux de surface du bassin Rhin Meuse en 2009) et par la modification du profil des berges (Agence de l'Eau Rhin Meuse, 2009).

Le drainage agricole, s'il offre la possibilité de cultiver des terres lourdes dans un climat lorrain difficile, peut présenter des inconvénients environnementaux, notamment via la connexion de la solution du sol avec les cours d'eau, facilitant ainsi le transfert des produits phytosanitaires dans le milieu naturel en période drainante (Schiavon, 1980, 1992).

La part de surface drainée est importante en Lorraine (en moyenne de 15 à 20% de la SAU, jusqu'à 70% sur certains bassins versants). La mise en place de Zones Tampons Végétalisées Artificielles (ZTVA) en sortie de drainage, représente un levier potentiellement intéressant pour limiter les rejets de polluants dans le milieu, en complément d'une politique de réduction de l'utilisation de telles molécules (Sac, 2007 et Gregoire et al. 2009).

Suite au travail bibliographique de l'INRA-SAD de Mirecourt portant sur la création de ZTVA (Sac, 2007), une collaboration entre la CRA Lorraine, l'INRA, l'Université de Lorraine, et le CNRS est mise en place pour aborder la problématique de façon opérationnelle. Il s'agit ici d'évaluer d'une part la capacité épuratrice de ZTVA rustiques, (présentant une faible emprise foncière, reproductibles, avec végétalisation naturelle) à filtrer les eaux de drainage de parcelles agricoles, d'autre part leur acceptabilité par le monde agricole et enfin, l'entretien nécessaire pour un maximum d'efficacité des dispositifs.

Pour cela, 9 ZTVA différentes (mares tampons, fossé court, fossé long, « mare avec une botte de paille », etc...) ont été implantées en Lorraine depuis 2009, représentant diverses situations pédoclimatiques de la région. Ces ZTVA se veulent « rustiques » : de faible emprise foncière (avec des ratios « surface de sites/surface drainée collectée » allant de 0,1% à 0,5%), faciles de mise en œuvre et d'entretien pour une meilleure acceptabilité potentielle par les exploitants agricoles. Ces sites sont équipés de débitmètres et de préleveurs en entrée (à la sortie du collecteur de drainage) et sortie de ZTVA pour qualifier la qualité des eaux entrant et sortant sur les paramètres nitrates et produits phytosanitaires (79 molécules recherchées). D'autre part, une collecte systématique des apports historiques récents dans les parcelles alimentant ces collecteurs de drainage a été effectuée auprès des agriculteurs. Cette information permet de connaître la pression agricole subie sur ces territoires.

L'étude montre une grande diversité de comportements entre les différents sites et au cours de la période de drainage. Pour le paramètre nitrate, l'efficacité des dispositifs est démontrée, avec une efficacité assez centrée pour l'ensemble des sites entre 10 et 30% de réduction du flux quelques soit l'année.

Pour le paramètre phytosanitaire, la quasi-totalité des dispositifs permet de limiter l'intensité du 1^{er} pic de phytosanitaires lié au début de la période de drainage à l'automne. Cela s'avère intéressant d'autant plus que ces premières eaux de drainage sont souvent chargées en produits phytosanitaires (Schiavon, 1994 ; Novak, 2003). L'efficacité constatée est un abattement moyen annuel de 15%. La rétention, la dégradation, la volatilisation, et la dilution interviennent de façon variable au cours du temps et des dispositifs. Pour améliorer la compréhension de la part de chacun des mécanismes intervenant sur le devenir des produits phytosanitaires dans les ZTVA, deux sites font l'objet d'études complémentaires en conditions contrôlées de laboratoire.

Ces résultats montrent que ces sites sont intéressants pour réduire une partie des phytosanitaires et des nitrates sortant des eaux de drainage. Par ailleurs, l'acceptabilité de ces sites auprès des agriculteurs semble bonne même si elle reste à mesurer au-delà de l'expérimentation, en particulier sur les contraintes foncières et réglementaires.

Ce programme mené par la CRA Lorraine, pôle systèmes de production durables et innovation, sera poursuivi à minima jusqu'en 2017, et fait l'objet de nombreux partenariats scientifiques : INRA, Université de Lorraine, ANSES, CNRS, Zone Atelier Moselle, Réseau LorLux, Hydréos...chacun apportant ses compétences. A terme, cette étude permettra de

comprendre l'ensemble des mécanismes d'épuration ayant cours dans les différents ZTVA et de percevoir l'ensemble des atouts et contraintes de ces dernières.

Bibliographie :

AERM, Les données sur l'eau et les milieux aquatiques, 2009

Gregoire C, Elsaesser D, Huguenot D, Lange J; Lebeau T, Merli A, Mose R, Passeport E, Payraudeau S, Schütz T (2009) Mitigation of Agricultural Nonpoint-Source Pesticide Pollution in Artificial Wetland Ecosystems—A Review. *Clim Change Intercropping Pest Control Benef Microorg* 293–338.

Novak, S.M., O. Banton, and M. Schiavon. 2003. Modelling metolachlor exports in subsurface drainage water from two structured soils under maize (eastern France). *Journal of Hydrology* 270 : 295-308.

SAC, E. 2007. Création de Zones Humides Tampons, rapport de stage. 67 pages + annexes. Inra Aster Mirecourt, Université de Metz

Schiavon, M. 1980. Contribution à l'étude du mouvement et de la dégradation de l'atrazine dans deux sols agricoles drainés, INPL, Vandoeuvre-lès-Nancy

Schiavon, M., J.M. Portal, and F. Andrieux. 1992(a). Données actuelles sur les transferts d'atrazine dans l'environnement. *Agronomie* 12 :129-139

Schiavon, M., J.M. Portal, and H.P. Guimont. 1994. Etude du transfert par les eaux de drainage de divers produits phytosanitaires dans trois sols de Lorraine.

ENGEES, Réduction de la pollution diffuse due aux produits phytosanitaires et phytoremédiation dans les zones humides artificielles, 2009

Mots-clés : *Zones Tampons Humides Artificielles, Dispositifs filtrants, Eaux de drainage, Produits phytosanitaires, épuration.*

47. Analyse multicritères de systèmes de cultures intégrés en réduction forte d'utilisation de phytosanitaires : trajectoires après 4 années de suivi

François-Xavier Schott (1), Arnaud Legrand (2), Emilie Lagarde (2), Aurore Baillet (3), Cherrier Richard (1), Nathael Leclech (1)

⁽¹⁾Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine, Pôle systèmes de production durables et innovation, bât i, 9 rue de la Vologne, 54 520 Laxou – francois-xavier.schott@lorraine.chambagri.fr

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

⁽³⁾Terres 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% entraînait 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 pour parvenir à de réductions plus importantes de recours aux produits phytosanitaires. Le principe étant 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 à 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 certaines hypothèses faites lors de cette phase amont 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 culture d'hiver colza/blé/orge semée tôt par rapport aux autres régions de la France, 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 problème hydrique (faible capacité de stockage sur les plateaux calcaires ou aux contraires 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 (grosse pression de graminées, dont certaines résistances du vulpin ont été identifiées). 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 en insectes 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 un essai systèmes de culture testant sur une plateforme plusieurs systèmes en réduction forte d'utilisation de phytosanitaires. En effet, cet essai s'inscrit dans le réseau régional multi-acteurs DEPHY EXPE du plan Ecophyto et test 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 TCS présent également sur cette plateforme. Le premier système intégré conserve la rotation triennale, correspondant à un premier niveau de rupture, tandis que le

deuxième est à un niveau de rupture plus élevé avec une rotation quinquennale (pois de printemps/colza d'hiver/blé d'hiver/tournesol/blé d'hiver). L'ensemble des leviers agronomiques et mécaniques sont mis en œuvre pour employer les produits phytosanitaires en dernier recours. L'analyse ex ante de ces systèmes avec les règles de décision définies donnait une réduction d'IFT supérieure à 50% (de 57% pour le système en rotation triennale et de 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 quatre années de récolte et la cinquième en cours, cet essai présente des résultats intéressants. En effet, l'objectif premier des systèmes intégrés mis en place sur cet essai a été atteint puisque les deux systèmes en questions présentent un IFT inférieur à 50% de la référence régionale proche des IFT calculés a priori dans l'analyse ex ante de ces systèmes (-58% pour le système intégré en rotation 3 ans et -75% pour le système intégré en rotation 5 ans). Malgré des réductions fortes de recours aux produits phytosanitaires, aucun gros échec technique n'est à constater. Il faudra voir si à l'avenir cette tendance se confirme pour ainsi pouvoir établir des itinéraires techniques moyens pour ces systèmes en cohérence avec les objectifs de réduction d'usage de produits phytosanitaires et les 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. 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 certaines années en 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.

Les conséquences des modifications de pratiques et/ou de rotation sur les aspects techniques, économiques et sociaux restent encore à affiner mais les premières tendances se dessinent.

Bibliographie :

- F ALOYA V., DUMOULIN F., HOTT 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

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

48. Hépatotoxicité et Néphrotoxicité suite à une exposition chronique à un mélange de six pesticides chez le rat Wistar

Sebti Lemya, Essaid Leghouchi

Laboratoire de Biotechnologie, Environnement et Santé, Département des sciences de l'environnement et des sciences agronomiques, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Jijel, Algérie - sebti.lemya@gmail.com

Les agriculteurs sont amenés à utiliser des produits chimiques dans l'exercice de leur profession, cette utilisation peut avoir des retombées négatives sur la santé, non seulement des agriculteurs, mais aussi de la population en général. Ces produits chimiques appelés « pesticides » contaminent les aliments que nous consommons au quotidien et finissent dans nos assiettes. L'exposition quotidienne de consommateurs à ces produits peut-elle induire des effets sur la santé humaine ? Afin de répondre à cette question, une étude a été menée pour évaluer les effets toxiques des mélanges de pesticides, retenus sur la base de leur fréquence de contamination de fruits et légumes du marché Algériens : Methomyl ; Propinèbe ; Acetamipride ; Diazinone ; Décis et chlorpyrifos, sur quelques paramètres biochimiques et biologiques chez des rats Wistar.

Le mélange de pesticides a été administré, par gavage gastrique aux rats expérimentaux, à une heure fixe durant toute la période du traitement (12 semaines). Les doses utilisées reflètent celles trouvées sous forme de résidus de pesticides dans les fruits et légumes les plus consommés par les Algériens et sont 0.8mg/kg et 1mg/kg de poids corporel par jour. A la fin de la période de traitement des rats par les pesticides une analyse sanguine a été effectuée sur les groupes témoins et traités.

Les résultats obtenus ont permis d'affirmer qu'une exposition chronique à un mélange de pesticides a une incidence sur les fonctions hépatiques ainsi que sur celles rénales. Le mélange de pesticides perturbe de façon significative les valeurs moyennes des marqueurs de la fonction hépatique, et induit un dysfonctionnement et des dommages rénaux chez les groupes de rats traités en comparaison avec les rats témoins. Une augmentation significative des taux des transaminases (ALT/AST), de la phosphatase alcaline (ALP) a été observée, ainsi qu'une diminution significative de la teneur hépatique en glutathion (GSH) et glutathion peroxydase (GPX). Au niveau rénal, des augmentations significatives des valeurs moyennes d'urée et de créatinine ont été observées. Une hyperglycémie, hypercalcémie et hyperphosphorémie ainsi que des perturbations dans les variations des taux des HDL, LDL et du fer sérique ont également été observées.

Les résultats obtenus montrent que le mélange de pesticides utilisés entraîne une hépatotoxicité ainsi qu'une néphrotoxicité sévères chez les rats traités. Les pesticides posent un véritable problème de santé publique pour les utilisateurs et l'ensemble de la population qui est quotidiennement exposé à des dizaines de ces produits via l'alimentation. S'il reste encore difficile d'évaluer expérimentalement toutes les combinaisons possibles de pesticides, il est cependant indispensable d'évaluer les effets de mélanges représentatifs, retenus sur la base de leur fréquence d'exposition.

Mots-clés : *Mélange de pesticides, hépatotoxicité, Néphrotoxicité, rat Wistar.*

49. Réponses biochimiques d'un modèle biologique *lumbricus terrestris* exposé à des sols contaminés par un carbamate

Tadjine A (1), Zeriri I (2), Djebar M. R (2)

⁽¹⁾Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive Département de Biologie, Faculté des Sciences et de la vie, Université d'ElTarf, Algérie.

⁽²⁾Laboratoire de Toxicologie Cellulaire, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université d'Annaba Algérie.

Ce travail consiste à étudier l'impact d'un insecticide utilisé couramment en Algérie : le Méthomyl sur un organisme bioindicateur de pollution, le vers de terre (*Octodrilus complanatus*).

Dans un premier temps, une étude d'identification des vers de terre collectés des différents sites de la région de Annaba (Nord-est Algérien) a été effectuée, les résultats de l'étude taxonomique du peuplement lombricien de notre région, a révélé que les espèces échantillonnées appartiennent à la famille des Lumbricidae, quatre genres lombriciens (*Octodrilus*, *Nicodrilus*, *Eisenia*, *Allolobophora*) correspondant à 4 espèces : *Octodrilus complanatus*, *Nicodrilus caliginosus*, *Eisenia foetida*, *Allolobophora chlorotica*.

Dans notre travail, nous nous sommes concentrés sur les effets du Méthomyl sur les vers de terre à l'aide des tests toxicologiques où les critères d'évaluation sont : la croissance et le taux de mortalité. D'un autre côté, nous nous sommes intéressés à une batterie de biomarqueurs tels que : GSH, Activité GST, Activité CAT, Activité AChE, et le taux de MDA et leur évolution en présence du xénobiotique.

Nos résultats mettent en évidence une toxicité confirmée par l'augmentation de la peroxydation des lipides (MDA). Cet effet est accompagné par le déclenchement d'un système de détoxification (GSH, GST) et la stimulation de l'activité enzymatique anti-oxydante : la Catalase ainsi qu'une inhibition de l'activité AChE, traduisant une neurotoxicité de Méthomyl.

Mots clés : Identification, Méthomyl, Biomarqueurs, Physiologie, Stress oxydant.

50. Le REseau de Surveillance des Pesticides sur le Bassin d'Arcachon (REPAR)

Tapie Nathalie (1), Thévand Adeline (2), Chevance-Demars Lucas (1), Pardon Patrick (1),
Jeandenand Sabine (2), Budzinski Hélène (1)

⁽¹⁾Université Bordeaux, U MR C NRS 5805 E POC, équipe L PTC, 351 cours de la libération 33405 Talence (helene.budzinski@u-bordeaux.fr)

⁽²⁾Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon (SIBA) 16, allée corrigan - CS 40 002 333 11 Arcachon Cedex (a.thevand@siba-bassin-arcachon.fr)

Le Bassin d'Arcachon situé dans le sud-ouest de la France est le réceptacle des eaux provenant d'un très large bassin versant, drainant des cultures agricoles, un grand nombre de voiries et des jardins privés, potentiellement exposés à une grande variété de pesticides. Ces apports continentaux couplés aux apports nautiques de biocides *via* les produits anti-salissures peuvent conduire à des concentrations non négligeables de pesticides dans les eaux du bassin pouvant entraîner des effets sur les organismes.

Face à l'importante régression des herbiers de zostères observée ces dernières années, face également aux anomalies de production de phytoplancton et à la mortalité mal expliquée des huîtres, il est apparu indispensable de mettre en place un réseau de surveillance dédié aux pesticides sur le Bassin d'Arcachon (réseau REPAR). Ce réseau mis en place et animé par le SIBA de puis avril 2010 regroupe les institutions-clefs dans la surveillance et la gestion de l'environnement : l'Ifremer, l'Agence de l'Eau, l'IRSTEA, le Ministère de l'Agriculture, l'Université de Bordeaux et le SIBA, ainsi que depuis 2014, le Conseil Général de la Gironde, le SAGE "Leyre et cours d'eau côtiers" et le SAGE "Lacs Médocains".

REPAR s'articule autour de 5 volets:

- Quantifier la présence dans les eaux de ces substances.
- Connaître les usages sur le territoire et les bassins versants.
- Comprendre les effets sur l'écosystème aquatique.
- Susciter et accompagner les évolutions.
- Partager les informations.

Les résultats présentés ici sont extraits de l'action 1 sur la quantification de la présence des pesticides dans les eaux. Une centaine de molécules regroupant des herbicides, des fongicides, des insecticides et des métabolites ont été analysés dans les eaux du Bassin et de ses principaux tributaires. Les prélèvements ont lieu tous les mois durant la période hivernale et tous les 15 jours le reste de l'année. Ces analyses ont permis de mettre en évidence une prédominance des herbicides (métolachlore et métabolites associés) dans le profil de contamination des eaux avec une forte variabilité saisonnière et un pic de contamination hivernal atypique sous nos latitudes. Ce suivi a également permis de suivre la diminution de concentration dans les eaux d'un biocide utilisé en tant que molécules anti-salissures, l'irgarol depuis le début du suivi en avril 2010.

En conclusion, le réseau REPAR est un outil de gestion permettant, grâce une interaction forte du monde la recherche et des gestionnaires du milieu, de caractériser la pression en pesticides exercée sur le bassin d'Arcachon (adaptation des listes de molécules recherchées en fonction des usages par exemple) et de jouer sur les pratiques et les usages pour limiter la contamination en pesticides du Bassin d'Arcachon.

Mots-clés : pesticides, réseaux de surveillance, eaux douces, eaux marines.

51. Evolution de l'outil de classification *in silico* TyPol pour analyser et prédire les effets écotoxicologiques des pesticides

Traoré Harouna (1, 2), Crouzet Olivier(2), Mamy Laure(1), Sireyjol Christine(2), Rossard Virginie(3), Servien Rémi(4), Latrille Eric(3), Benoit Pierre(1)

⁽¹⁾UMR ECOSYS, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78850 Thiverval-Grignon –

harouna.traore@agroparistech.fr

⁽²⁾UMR ECOSYS, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78206 Versailles

⁽³⁾UR LBE, INRA, 11100 Narbonne

⁽⁴⁾INRA, UMR Toxalim, 31300 Toulouse

La compréhension du devenir des pesticides dans l'environnement et de leurs effets repose en grande partie sur les propriétés de ces molécules. Nous avons développé un outil, TyPol, basé à la fois sur une approche «*in silico*» calculant des descripteurs moléculaires et sur des méthodes de classification combinant descripteurs moléculaires et paramètres comportementaux (Servien et al., 2014). Cet outil vise à extrapoler des connaissances (mobilité, persistance dans le sol...) au sein d'une classe de composés à partir des résultats obtenus sur quelques molécules. Une partie des connaissances disponibles en la matière provient d'études sur des relations structures activités (QSAR, Mamy et al., 2015). Dans la version actuelle de TyPol, aucun paramètre d'effet écotoxicologique n'est présent - le seul paramètre relié aux effets sur les organismes étant le facteur de bioconcentration plus relatif au transfert dans les réseaux trophiques. Une première analyse bibliométrique a montré qu'une grande majorité des publications référencées sur les QSAR qui concernent la toxicité des composés dérive de tests écotoxicologiques normatifs, réalisés dans des conditions très éloignées des conditions environnementales.

Ainsi, l'objectif de ce travail était d'implémenter la base de données de l'outil TyPol avec un jeu de données caractérisant les effets écotoxicologiques des pesticides sur différents groupes d'organismes vivants en milieux terrestre et aquatique. Un premier enjeu a été de recenser à partir d'une analyse détaillée des données écotoxicologiques disponibles (littérature, réglementation, bases de données) celles qui étaient les plus pertinentes pour obtenir, au travers d'approches statistiques, des relations comportements / effets des pesticides dans l'environnement. Cette analyse fait ressortir que les données écotoxicologiques pertinentes pour des organismes édaphiques sont relativement déficitaires par rapport aux organismes aquatiques. Cela est en particulier vrai pour les microorganismes du sol mais aussi pour des macroinvertébrés. Également, les données relatives à des bio-essais réalisés dans des matrices environnementales ou sur des processus écosystémiques, ne sont pas disponibles pour la majorité des produits phytosanitaires. Au final nous avons ajouté dans l'outil TyPol, sept nouveaux paramètres (EC₅₀, NOEC) relatifs aux effets écotoxicologiques aigus et chroniques pour les organismes suivants : Daphnie, Algues, Lentille d'eau et Ver de terre. Des premiers résultats de classification ont été obtenus pour une quarantaine de molécules. L'analyse a été réalisée pour distinguer si les classes d'écotoxicité sont associées ou non à des molécules présentant des structures moléculaires proches et si elles correspondent à des classes de comportements environnementaux similaires ou différentes.

Références :

Servien R., Mamy L., Li Z., Rossard V., Latrille E., Bessac F., Patureau D., Benoit P., 2014. TyPol – A new methodology for organic compounds clustering based on their molecular characteristics and environmental behavior. *Chemosphere*, 111, 613-622.

Mamy L., Patureau D., Barriuso E., Bedos C., Bessac F., Louchart X., Martin-Laurent F., Miegé C., Benoit P., 2015. Prediction of the fate of organic compounds in the environment from their molecular properties: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 45, 12, 1277-1377 (Open access).

Remerciements : Labex BASC / réseau ECOTOX de l'INRA / Projet IMPEC soutenu par le programme Evaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des Pesticides du MEDDE – APR 2011

Mots-clés : pesticides, toxicité, QSAR, classification, régression PLS

LES PARTENAIRES DU GFP 2016

