

Miriphyque



MISE AU POINT DE DESCRIPTEURS DU RISQUE DE CONTAMINATION DES EAUX DE SURFACE PAR LES PHYTOSANITAIRES À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT. PRISE EN COMPTE DES DIMENSIONS SPATIALES ET TEMPORELLES. APPUI A L'ÉVALUATION ET À LA GESTION DU RISQUE [MIRIPHYQUE]

BUILDING RISK INDICATORS OF SURFACE WATER CONTAMINATION BY PESTICIDES AT THE SMALL CATCHMENT SCALE. TAKING INTO ACCOUNT SPATIAL AND TEMPORAL DIMENSIONS. SUPPORT FOR RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT

Rapport final d'activités

Carluer Nadia

UR Milieux Aquatiques, Ecologie et Pollutions.

Iristea. 3 Bis Quai Chauveau. 69 336 Lyon Cedex 09.

nadia.carluer@irstea.fr

6 décembre 2014



N° de contrat Ministère : 10-MBGD-PESTICIDES-4-CVS-090

Date du contrat : 6/12/2010

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES

Mise au Point de descripteurs du Risque de contamination des eaux de surface par les PHYtosanitaires à l'échelle du bassin versant. Prise en compte des dimensions spatiales et temporelles. Appui a l'évaluation et à la gestion du risQUE [miriphyque].....	1
Building risk indicators of surface water contamination by pesticides at the small catchment scale. Taking into account spatial and temporal dimensions. Support for risk assessment and management.....	1
Table des matières.....	2
Table des matières.....	2
Liste des figures.....	3
Résumé.....	4
En français.....	4
Résumé.....	4
Mots clés.....	4
Abstract.....	5
Key words.....	5
Synthèse.....	6
Contexte général.....	8
Objectifs généraux du projet.....	8
Quelques éléments de méthodologie (et éventuelles difficultés rencontrées).....	8
Résultats obtenus.....	8
Implications pratiques, recommandations, réalisations pratiques, valorisation.....	8
Partenariats mis en place, projetés, envisagés.....	9
Pour en savoir plus (quelques références).....	9
Liste des opérations de valorisation issues du contrat (articles de valorisation, participations à des colloques, enseignement et formation, communication, expertises.....)	9
Annexe : Textes des publications.....	13
Publications scientifiques parues.....	13
Publications scientifiques à paraître (fichiers joints).....	13
Publications scientifiques prévues.....	13

LISTE DES FIGURES

RÉSUMÉ

En français

RÉSUMÉ

Ce projet a conduit à l'élaboration d'une méthode d'évaluation du potentiel de contamination des eaux de surface par les produits phytosanitaires à l'échelle du petit bassin versant (BV), qui inclut les dimensions spatiales et temporelles. L'idée centrale est d'agréger à l'échelle du BV les flux de phytosanitaires modélisés à l'échelle de la parcelle, en intégrant l'influence des éléments du paysage (routes, fossés, talus, zones tampons) sur les flux transférés, pour aboutir à des descripteurs statistiques du risque de contamination à l'exutoire. De plus, les éléments qui composent le BV sont chacun assimilés à un élément « type » en fonction de ses caractéristiques (sol, pente, occupation du sol, pratiques culturales) ce qui permet de limiter le nombre de simulations à l'échelle locale et de faciliter le passage ultérieur à l'échelle d'un plus grand bassin versant (quelques dizaines de km²). Une telle approche permet de valoriser la connaissance que l'on a des processus régissant le devenir des pesticides à l'échelle de la parcelle ou au sein des éléments du paysage sans avoir la complexité d'un modèle « complet » de transfert de pesticides à l'échelle du bassin versant.

Les travaux ont été menés sur deux petits BV où les données sont nombreuses mais de qualité variable. Ils ont permis de mettre en évidence la nécessité de paramétrer soigneusement le modèle MACRO, utilisé à l'échelle de la parcelle, si possible à partir de données acquises localement. Un outil permettant de simuler un grand nombre de simulations a été élaboré, et a permis d'étudier les facteurs déterminant les transferts pour chaque situation dans MACRO. Une méthode de découpage du BV en éléments homogènes, surfaciques ou linéaires, et d'identification des connexions hydrologiques entre ces éléments a été développée. Elle permet d'identifier les parcelles connectées ou au contraire isolées du réseau hydrographique, et donc un premier diagnostic de vulnérabilité à l'échelle du BV. Enfin, une méthode d'agrégation à l'échelle du BV des flux simulés à l'échelle locale a été élaborée, et une méthode d'analyse des résultats, basée sur les entrepôts de données, développée. La méthode d'agrégation reste à valider et appliquer sur un panel de scénarios, mais elle permettra à terme de mieux qualifier le risque de contamination à l'échelle du bassin versant et d'identifier les zones du bassin ou les configurations les plus problématiques.

MOTS CLÉS

modélisation ; indicateur ; bassin versant ; zones tampons ; dynamique temporelle ; distribution spatiale ; base de données ; entrepôts de données

In English

ABSTRACT

This project led to the development of a method in order to assess the surface water contamination potential by pesticides at the small watershed scale. This method considers both spatial and temporal dimensions. The central idea is to aggregate at the catchment scale water and pesticides fluxes simulated at the plot scale, taking into account landscape elements influence (roads, ditches, embankments, buffer zones) on the transferred flux. The goal is to elaborate statistical descriptors of contamination at the outlet. Each catchment component is treated as a typical element, according to its characteristics (soil, slope, land use, agricultural practices ...), which limits the number of local scale simulations and will facilitate the transposition to larger watersheds (several tens of square kilometers). This approach profits on the knowledge that we have of the processes governing the fate pesticides at plot level or within the landscape features, without having the complexity of a "complete" pesticides transfer model at the catchment scale.

The work was carried out on two small catchments where data are numerous but of different quality. They highlighted the need to carefully define the parameters set for the MACRO model, which was used at the plot level. When possible, data should be site specific. A tool making it possible to simulate a large number of simulations was developed. It was applied in order to study the factors which govern pesticides transfers in MACRO for each situation. A method which delineates the catchment in areal or linear homogeneous elements was developed. On top of that, it defines hydrological connections between these elements, which makes it possible to identify which plots are connected or on the contrary isolated from the hydrographic network. Thus a first diagnosis of vulnerability at the catchment scale is possible. Finally, a catchment scale aggregation method of locally simulated water and pesticides fluxes was developed. An analysis method, based on data warehouses, was developed, which makes it possible to perform a thorough analysis of the simulation results. The aggregation method still has to be validated and then applied to a large set of scenarios. Anyway, it will finally allow to qualify more soundly the risk of contamination at the catchment scale, and to identify the most contributive areas or the most problematic configurations.

KEY WORDS

Modelling, indicator, catchment, buffer zones, temporal dynamics, spatial distribution, biological , database, data warehouse

SYNTHÈSE

MISE AU POINT DE DESCRIPTEURS DU RISQUE DE CONTAMINATION DES EAUX DE SURFACE PAR LES PHYTOSANITAIRES A L'ECHELLE DU BASSIN VERSANT. PRISE EN COMPTE DES DIMENSIONS SPATIALES ET TEMPORELLES. APPUI À L'ÉVALUATION ET À LA GESTION DU RISQUE.

Coordinateur du projet : Nadia Carluer.

UR MAEP : Milieux Aquatiques, Ecologie et Pollutions. Irstea Lyon-Villeurbanne.

Rédacteurs du rapport :

Nadia Carluer, Véronique Gouy, Claire Lauvernet, Guy Le Hénaff, Guilhem Molla. UR MAEP : Milieux Aquatiques, Ecologie et Pollutions. Irstea Lyon-Villeurbanne

André Miralles. UMR TETIS : Territoires, Environnement, Télédétection et Information Spatiale. Irstea Montpellier

Bruno Cheviron. UMR G EAU : Gestion de l'Eau, Acteurs, Usages. Irstea Montpellier

François Pinet. UMR TSCF : Technologies et systèmes d'information pour les agrosystèmes. Irstea Clermont Ferrand

Pierre Benoit, Yves Coquet. UMR EGC : Environnement et Grandes Cultures. INRA Grignon ; AgroParisTech (puis université d'Orléans)

Chantal Gascuel-Odoux. UMR SAS : Sol Agro et hydrosystème Spatialisation. INRA Rennes

Benoit Réal. ARVALIS-Institut du Végétal

Christian Guyot, Julie Maillet Mezeray. Union des Industries de Protection des Plantes

CONTEXTE GÉNÉRAL

La DCE requiert d'atteindre le « bon état » des masses d'eau avant 2015 et impose donc la mise en œuvre d'actions pertinentes en termes de diagnostic des causes et de réduction de la contamination. L'Etat Français s'est doté d'outils pour respecter la directive ; le plan Ecophyto est l'un de ces outils. Il prévoit le développement d'indicateurs de risque permettant d'évaluer la réduction de l'impact des produits phytosanitaires sur les différents compartiments de l'environnement et sur la santé. En parallèle au développement d'indicateurs pour quantifier **la réduction des usages**, qui constitue l'objectif phare du plan, la mise au point de méthodes permettant de caractériser le risque de contamination de la ressource en eau induit par les **transferts de pesticides** est donc nécessaire.

OBJECTIFS GÉNÉRAUX DU PROJET

Dans ce contexte, le projet Miriphyque cherche à développer une méthode d'évaluation du risque de contamination des eaux de surface à l'échelle du petit bassin versant. Il tente de surmonter les limites souvent rencontrées dans la mise en œuvre des indicateurs, qui par nature rendent difficilement compte des interactions spatiales et temporelles des processus sur un bassin versant, sans que la méthode mise au point ait la complexité d'un modèle complet de devenir des pesticides à l'échelle du BV. L'accent est notamment mis sur la prise en compte des éléments du paysage, fossés, routes, talus, ... susceptibles d'influencer significativement le devenir des pesticides entre la parcelle et le réseau hydrographique.

QUELQUES ÉLÉMENTS DE MÉTHODOLOGIE (ET ÉVENTUELLES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES)

Le projet a été organisé en trois parties articulées :

1/ La modélisation à l'échelle locale des éléments du paysage, parcelle ou aménagement, Cette modélisation s'appuie sur les modèles MACRO à l'échelle de la parcelle, VFSMOD pour les zones tampons végétalisées. Une réflexion approfondie a été menée sur les paramètres et les données (climatiques, de traitements phytosanitaires, de sols) à utiliser à l'échelle de la parcelle, en appliquant MACRO sur un grand nombre de scénarios sur les deux bassins d'application, afin de juger de la sensibilité du modèle aux différents types de données. Une difficulté dans cette étape a été que MACRO ne représente qu'imparfaitement le ruissellement (seulement le ruissellement par saturation du sol) et que la version du modèle incluant le ruissellement qui devait être utilisée dans ce projet n'a finalement pas été disponible pour ce projet.

2/ L'organisation des données disponibles sur le BV au sein d'un Système d'Information Transactionnel (SIT) permettant de remobiliser facilement ces données pour la phase de modélisation à l'échelle du bassin versant. Cette étape a supposé d'élaborer une méthode pour découper le BV en éléments surfaciques et tronçons élémentaires homogènes pour les caractéristiques influentes. Les connexions topologiques entre éléments ont été déterminées pour pouvoir représenter les échanges de flux. Par ailleurs, les chroniques simulées sont stockées dans des entrepôts de données, ce qui facilite leur remobilisation pour le passage à l'échelle du BV.

3/ L'agrégation des résultats de modélisation acquis à l'échelle locale pour atteindre celle du BV, en s'appuyant sur une plateforme de modélisation hydrologique (CMF : Catchment Modeling Framework) dont la conception modulaire permet de coupler les différentes approches de modélisation utilisées. Les résultats de simulation sont organisés dans un entrepôt de données. L'application de cette modélisation sur un grand nombre de scénarios de chroniques climatiques, occupation du sol et pratiques culturales devait permettre une analyse statistique, afin d'une part de juger de la sensibilité de la démarche de modélisation, tant à la qualité des données qu'à leur variabilité spatiale et temporelle, et d'autre part d'élaborer un descripteur du risque de contamination à l'échelle du BV, du type Concentration-Durée-Fréquence. Cette étape de modélisation, et l'étape précédente de découpage du bassin en éléments homogènes sur laquelle elle s'appuyait nécessairement, ont impliqué des développements informatiques conséquents et, si à l'issue du projet la structure de modélisation et les outils nécessaires à l'analyse des résultats qu'elle produit sont finalisés, son application sur un grand nombre de scénarios n'a pas encore pu être menée à bien.

Les travaux ont porté sur deux petits BV aux caractéristiques contrastées (Bretagne et Beaujolais), afin de juger de la capacité de l'outil obtenu à rendre compte des variations interannuelles du risque de contamination dans des contextes agro-pédo-climatiques variés.

RÉSULTATS OBTENUS

La réflexion sur les scénarios de modélisation à réaliser sur chacun des bassins d'application a permis d'élaborer une typologie des parcelles (sol, pente, occupation du sol) et des traitements (substances, dates, doses) limitant le nombre de situations types à simuler à l'échelle de la parcelle. Cela permet d'envisager à terme le passage à des BV plus vastes. La modélisation d'un grand nombre de cas a été réalisée grâce au logiciel CEMAFOR, développé dans le cadre de Miriphyque, qui effectue un très grand nombre de simulations et facilite ensuite leur interprétation. La chaîne de traitement élaborée permet l'analyse, sur le grand nombre de simulations réalisées, de l'influence des différents facteurs entrant en jeu. Elle permet donc de mêler à la fois approches physique et statistique, et peut représenter une alternative mécaniste réaliste aux indicateurs à l'échelle de la parcelle, en intégrant la dimension temporelle qui fait souvent défaut à ceux-ci.

Les travaux de modélisation à l'échelle de la parcelle ont permis d'évaluer l'influence sur les résultats du modèle MACRO : d'une part, d'une connaissance précise des pratiques culturales sur le bassin breton, en regard du climat réel de l'année, et d'autre part d'une caractérisation fine des sols (hydrodynamiques et vis-à-vis du devenir des pesticides) sur le bassin beaujolais. Cette étude a mis en évidence la forte variabilité des transferts simulés en fonction des occurrences [application/précipitations/état d'humidité des sols] et la nécessité de simuler un grand nombre d'années afin de balayer la gamme des possibles de façon suffisante pour caractériser le risque de transfert. Elle a aussi montré qu'une typologie des années climatiques basée sur le seul cumul de pluie annuel ne suffit pas, et que la prise en compte de la dynamique des précipitations autour de la date d'application est nécessaire. Ces points peuvent dès maintenant être pris en compte dans l'élaboration d'indicateurs du risque de contamination. Les simulations réalisées sur le bassin du Beaujolais, avec des jeux de paramètres (propriétés physico-chimiques des sols et des substances) issus soit de mesure de terrain soit de fonctions de pédotransfert ou de paramètres de la littérature ont confirmé l'intérêt de s'appuyer sur des mesures, notamment –dans ce contexte au moins– pour

Miriphyque

ce qui concerne les paramètres hydrodynamiques. L'organisation des données au sein d'un SIT a facilité le calcul d'un grand nombre d'indicateurs de risque de contamination à l'échelle de la parcelle pour les deux BV, dans le cadre de deux projets complémentaires (Equipe et IEPAP, voir plus loin).

La méthode développée pour découper un BV en éléments homogènes et caractériser les connexions topologiques entre ces éléments (surfaciques et linéaires) permet, sans même avoir recours à une modélisation à l'échelle du BV, de visualiser les éléments connectés au réseau hydrographique, ou dont, au contraire, les flux sortants pourront être interceptés par une zone tampon. L'approche, originale, considère pour chaque élément trois couches conceptuelles dans lesquelles peuvent advenir les écoulements : surface pour le ruissellement ; proche subsurface pour le drainage, les écoulements latéraux de proche subsurface, écoulements dans les fossés ; subsurface profonde pour les écoulements de nappe. Elle permet de rendre compte des interactions entre ces couches, ce qui paraît nécessaire dans un contexte de bassin sur socle, où l'interaction entre les transferts de surface et de proche subsurface gouverne la dynamique de contamination dans le réseau anthropique. Son application est prévue dans le cadre du diagnostic de vulnérabilité sur des Aires d'Alimentation de Captage.

La méthode d'agrégation à l'échelle du bassin est finalisée, mais demande encore à être validée avant d'être appliquée sur un grand nombre de scénarios de [climat / occupation du sol / pratiques phytosanitaires/aménagements sur le bassin] pour permettre d'élaborer le descripteur du risque de contamination à l'échelle du bassin tel qu'il était prévu. La structure de modélisation permet toutefois dès à présent de prendre en compte les dimensions spatiales et temporelles sur le bassin et de rendre compte de l'influence des éléments du paysage. Sa conception modulaire la rend évolutive, en fonction des choix de modélisation et/ou de l'avancée des connaissances. L'outil d'analyse des résultats, basé sur la technologie des entrepôts de données, permet de les analyser selon plusieurs dimensions, spatiales et temporelles, et de les interpréter ainsi à différentes granularités (parcelle/sous bassin versant/bassin versant d'une part, jour/mois/campagne d'autre part), ce qui représente une approche a priori très intéressante dans un contexte de gestion.

IMPLICATIONS PRATIQUES, RECOMMANDATIONS, RÉALISATIONS PRATIQUES, VALORISATION

- Implications pratiques :

Les travaux réalisés autour de MACRO montrent la nécessité pour ce modèle, assez largement utilisé dans un contexte de gestion du risque, d'être soigneusement paramétré et, de s'appuyer, dans la mesure du possible, sur des données acquises localement, notamment pour ce qui concerne les paramètres hydrodynamiques.

Ces travaux montrent aussi la nécessité de réaliser un grand nombre de simulations à l'échelle d'une parcelle pour couvrir la gamme des situations réalistes en terme de conjonction [date d'application / état d'humidité du sol / chronique climatique], et ainsi permettre d'appréhender le potentiel de contribution de cette parcelle au risque de contamination sur le bassin.

La méthode de découpage du bassin en élément homogène confirme que la composante spatiale du potentiel de contamination d'une parcelle ne peut se résumer à sa distance au réseau hydrographique. Elle permet d'aller plus loin que la seule prise en compte du critère « présence/absence » d'un obstacle à l'écoulement en bas de parcelle.

- Recommandations et limites éventuelles :

Miriphyque

La méthode d'agrégation à l'échelle du bassin versant permettra d'évaluer ex ante l'efficacité attendue de plans d'action, mise en place d'aménagements ou évolutions de pratiques agricoles ou d'occupation du sol. Elle demande toutefois d'être auparavant validée, et la sensibilité de ses différents composantes évaluée.

- Réalisations pratiques et valorisation :

Le SIE peut être utilisé pour calculer efficacement des indicateurs « classiques », puis les agréger selon plusieurs axes, dont l'axe spatial et l'axe temporel.

CEMAFOR permet d'investiguer, sur un site donné, les paramètres et données les plus influents pour MACRO et ainsi d'optimiser l'effort d'acquisition de données. Il est déjà utilisé dans d'autres applications « intensives » de MACRO

Les méthodes de découpage de l'espace et de détermination des connexions intégrant l'influence des éléments du paysage méritent d'être affinées pour identifier, sur un BV, les zones les plus contributives aux transferts.

PARTENARIATS MIS EN PLACE, PROJETÉS, ENVISAGÉS

Collaborations engagées dans le cadre des projets EQUIPE (projet Ecophyto, piloté par C. Bockstaller, sur la validation de la capacité prédictive des indicateurs) et IEPAP (projet interne Irstea, piloté par F Zahm et V. Gouy, sur la validation des indicateurs et leurs confrontations à des données de qualité biologique)

Collaboration en cours de montage autour de CEMAFOR avec l'équipe Sols de l'UMR EGC Inra – Grignon (Laure Mamy)

Collaboration envisagée (contacts pris) avec SLU (Nick Jarvis, Julien Moyes) pour continuer à étoffer CEMAFOR et l'adapter à d'autres versions de MACRO (version ruissellement notamment)

Application envisagée de la méthode de découpage de l'espace en éléments homogène au contexte du diagnostic de vulnérabilité sur Aire d'Alimentation de Captage (action portée par C Catalogne dans l'équipe Pollutions Diffuses Irstea ; collaboration envisagée avec SCE et/ou Envilys)

POUR EN SAVOIR PLUS (QUELQUES RÉFÉRENCES)

LISTE DES OPÉRATIONS DE VALORISATION ISSUES DU CONTRAT (ARTICLES DE VALORISATION, PARTICIPATIONS À DES COLLOQUES, ENSEIGNEMENT ET FORMATION, COMMUNICATION, EXPERTISES...)

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES	
Publications scientifiques parues :	Boulil, K., Pinet, F., Bimonte, S., Carlier, N., Lauvernet, C., Cheviron, B., Chanet, J.-P. (2013). Guaranteeing the quality of multidimensional analysis in datawarehouses of simulation results: Application to pesticide transfer data

Publications scientifiques à paraître

produced by the MACRO model. *Ecological Informatics*, 16, 41-52.

Pinet, F., N. Carluer, L. Lauvernet, B. Cheviron, S. Bimonte and A. Miralles (2014). Storage of Simulation Result Data: A Database Perspective. *Automated Enterprise Systems for Maximizing Business Performance*. IGI Global. A. *paraitre*.

Cheviron, B., N. Carluer, R. Dairon, M. Corot and F. Pinet (Soumis). "A software and framework to use the automated MACRO model for pesticide fate scenarios: application to a poorly-gauged cultivated plot." *Ecological Informatics*.

Dairon, R., B. Cheviron, C. Lauvernet and N. Carluer (En préparation). "Contribution of global sensitivity analysis and long term validation to pesticide fate modelling: a case study in tiled drain field with MACRO model." *Journal of environmental quality*.

Publications scientifiques prévues

Article sur la méthode de découpage et de calcul des connexions topologiques entre éléments (parcelles et réseau anthropique), dans *International Journal of Digital Earth*

Article sur l'agrégation des flux de pesticides à l'échelle du bassin versant, prenant en compte l'influence du réseau anthropique. Test de scénarios. Dans *Environmental Modeling and Software*, ou *Agricultural Water Management*.

Article sur l'influence de l'interaction [date de traitement/état hydrique du sol/date et intensités des événements pluvieux]. Dans *Agricultural Water Management* ou *Journal of environmental quality*.

Article sur l'influence des paramètres utilisés pour décrire les sols sur les flux de solutés. Dans *Agricultural Water Management* ou *Journal of environmental quality*.

COLLOQUES

Participations passées à des colloques

Carluer, N., V. Gouy, C. Lauvernet, A. Miralles, F. Pinet, S. Bimonte, C. Gascuel-Oudou, C. Grimaldi, Y. Coquet, P. Benoit, B. Réal, J. Maillet-Mezeray, N. Marquet and C. Guyot (2011). Building risk indicators of surface water contamination by pesticides at the small catchment scale. Taking in account spatial and temporal dimensions. Support for risk assessment and management: MIRIPHYQUE project. *Innovative approaches for the*

management of environmental risks from plant protection products, Montpellier, France

Participations futures à des colloques

THÈSES

Thèses passées

Thèses en cours

Dairon, R. (Soutenance en 2015). Détermination et amélioration des formalismes de modélisation du transfert des pesticides dans des contextes agro-pédo-climatiques variés., Université Claude Bernard. Lyon I.

Thèse non incluse dans le projet Miriphyque, mais s'appuyant fortement sur Cemafor

ARTICLES DE VALORISATION-VULGARISATION

Articles de valorisation parus

Articles de valorisation à paraître

Articles de valorisation prévus

AUTRES ACTIONS VERS LES MÉDIAS

Actions vers les médias (interviews...)
effectuées

Actions vers les médias prévues

ENSEIGNEMENT - FORMATION

Enseignements/formations dispensés

Corot, M. (2012). Modélisation du transfert des pesticides à l'échelle de la parcelle. Application au bassin versant de la Fontaine du Theil, Université d'Avignon: 24 pp + annexes.

Doyen, J. (2010). Validation de l'outil d'aide à la décision SACADEAU sur la qualité de l'eau et les pratiques agricoles. Application au bassin versant de la Fontaine du Theil (35). Strasbourg, Rapport de TFE. Engées: 72 pp + annexes.

Durand, C. (2014). Modélisation du transfert de pesticides à l'échelle de la parcelle. Application au bassin versant de la Mocille (Nord Beaujolais, 69) et analyse de sensibilité du modèle, Mémoire de fin d'études de l'Engées: 82 pp.

Randriambolohasinirina, P. (2012). Caractérisation de la dissipation des pesticides dans les sols d'un bassin versant viticole du Beaujolais, UPMC. AgroParisTech: 42 pp.

Van Den Bogaert, R. (2011). Typologie des sols du bassin versant de la Morcille, caractérisation de leurs propriétés hydrauliques et test de fonctions de pédotransfert, UPMC. AgroParisTech: 55 pp.

Enseignements/formations prévus

EXPERTISES

Expertises menées

Expertises en cours

Expertises prévues

MÉTHODOLOGIES (GUIDES...)

Méthodologies produites

Cheviron, B., N. Carluer and J. Moeys (2012). "Controlling Solute Movements with Cemafor." Tutorial du logiciel CeMaFor, permettant de coupler Pest (logiciel d'analyse de sensibilité) et MACRO (modèle de simulation des transferts de pesticides dans les sols).

Méthodologies en cours d'élaboration

Méthodologies prévues

AUTRES

Précisez...

ANNEXE : TEXTES DES PUBLICATIONS

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES PARUES

Boullil, K., F. Pinet, S. Bimonte, N. Carluer, C. Lauvernet, B. Cheviron, A. Miralles and J.-P. Chanet (A paraître). Guaranteeing the quality of multidimensional analysis in data warehouses of simulation results: Application to pesticide transfer data produced by the MACRO model. Ecological Informatics **16**: 41-52.

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES À PARAÎTRE (*fichiers joints*)

Pinet, F., N. Carluer, L. Lauvernet, B. Cheviron, S. Bimonte and A. Miralles (2014). Storage of Simulation Result Data: A Database Perspective. Automated Enterprise Systems for Maximizing Business Performance. IGI Global. A. *paraître*.

Cheviron, B., N. Carluer, R. Dairon, M. Corot and F. Pinet (Soumis). A software and framework to use the automated MACRO model for pesticide fate scenarios: application to a poorly-gauged cultivated plot. Ecological Informatics.

Dairon, R., B. Cheviron, C. Lauvernet and N. Carluer (En préparation). Contribution of global sensitivity analysis and long term validation to pesticide fate modelling: a case study in tiled drain field with MACRO model. HESS.

STAGES DE MASTER OU TRAVAUX DE FIN D'ÉTUDES INGÉNIEUR (*fichiers joints*)

Corot, M. (2012). Modélisation du transfert des pesticides à l'échelle de la parcelle. Application au bassin versant de la Fontaine du Theil, Université d'Avignon: 24 pp + annexes.

Doyen, J. (2010). Validation de l'outil d'aide à la décision SACADEAU sur la qualité de l'eau et les pratiques agricoles. Application au bassin versant de la Fontaine du Theil (35). Strasbourg, Rapport de TFE. Engées: 72 pp + annexes.

Durand, C. (2014). Modélisation du transfert de pesticides à l'échelle de la parcelle. Application au bassin versant de la Mocille (Nord Beaujolais, 69) et analyse de sensibilité du modèle, Mémoire de fin d'études de l'Engées: 82 pp.

Randriambololohasinirina, P. (2012). Caractérisation de la dissipation des pesticides dans les sols d'un bassin versant viticole du Beaujolais, UPMC. AgroParisTech: 42 pp.

Van Den Bogaert, R. (2011). Typologie des sols du bassin versant de la Morcille, caractérisation de leurs propriétés hydrauliques et test de fonctions de pédotransfert, UPMC. AgroParisTech: 55 pp.

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES PRÉVUES

Article sur la méthode de découpage et de calcul des connexions topologiques entre éléments (parcelles et réseau anthropique), *dans International Journal of Digital Earth*

Miriphyque

Article sur l'agrégation des flux de pesticides à l'échelle du bassin versant, prenant en compte l'influence du réseau anthropique. Test de scénarios. Dans *Environmental Modeling and Software*, ou *Agricultural Water Management*.

Article sur l'influence de l'interaction [date de traitement/état hydrique du sol/date et intensités des événements pluvieux]. Dans *Agricultural Water Management* ou *Journal of environmental quality*.

Article sur l'influence des paramètres utilisés pour décrire les sols sur les flux de solutés. Dans *Agricultural Water Management* ou *Journal of environmental quality*.