

	Laura Gatel (2014 - 2018)
	Construction et évaluation d'un modèle de transport de contaminants réactif couplé surface-subsurface à l'échelle du versant
	Thèse en cotutelle Irstea-INRS-ETE Claire Lauvernet et Nadia Carluier (Irstea Polldiff) Claudio Paniconi (INRS-ETE, Québec)
	Ecole Doctorale: Terre-Univers-Environnement (Grenoble)

Mes travaux de doctorat s'inscrivent dans la problématique des transferts de contaminants depuis les zones agricoles jusqu'aux milieux aquatiques. Les processus de transfert sont multiples, dépendent des conditions agro-pédo-climatiques et interagissent fortement entre eux. Dans ce contexte, les modèles spatialisés, capables de simuler en trois dimensions les écoulements en surface et dans le sol sont des outils puissants. Néanmoins, ces modèles, bien qu'intégrant de nombreux processus d'écoulements de l'eau, sont souvent plus parcimonieux en terme de transfert de solutés. Or sans les mécanismes de transfert réactif des solutés, la caractérisation de la contamination (pic de concentration, taille du panache, ...) par le modèle n'est pas possible.

L'objectif principal de la thèse est de développer, à partir d'un modèle hydrologique en trois dimensions et couplé surface-souterrain (CATchment HYdrology), un outil prenant en compte non plus seulement le parcours de l'eau mais également des processus de transport de solutés réactifs, comme l'advection, l'adsorption, la dégradation. Le modèle CATHY est basé sur la résolution numérique des équations de Richards pour les écoulements souterrains et de l'onde diffusive pour la surface.

Dans un premier temps, les équations de processus de transport réactif de solutés ont été intégrées au le modèle, et le couplage surface-souterrain du transport de soluté a été affiné pour améliorer la conservation de la masse. Un module de remobilisation des solutés du sol vers la lame ruisselante a également été ajouté. Le nouveau modèle a ensuite été testé sur sa capacité à reproduire des résultats expérimentaux de deux jeux de données différents : d'une part des expérimentations de transfert de pesticides sur une maquette de laboratoire, c'est-à-dire dans un environnement contrôlé, et d'autre part des données issues d'un versant viticole situé dans le Beaujolais, donc à plus grande échelle et dans un contexte plus complexe. Des analyses d'incertitude et de sensibilité de type Morris et Sobol ont été menées sur les simulations dans ces deux contextes. Celles-ci sont utiles pour améliorer la connaissance générale de la variabilité du modèle et de sa représentation des processus, ou pour aider ses futurs utilisateurs en identifiant les paramètres auxquels le modèle est le plus sensible.

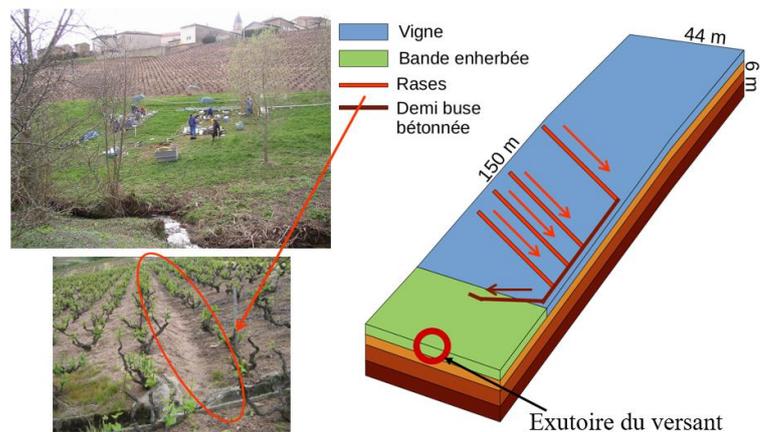


Figure 1: Versant de vigne sur lequel a été évalué le modèle CATHY-Pesticide

L'objectif principal de la thèse a été rempli, puisque le travail a abouti au modèle CATHY-Pesticide qui prend en compte de façon couplée surface-souterrain le devenir des pesticides réactifs à l'échelle du

versant. L'évaluation du modèle via des analyses d'incertitude et de sensibilité basées sur des jeux de données observées à différentes échelles a mis en valeur plusieurs éléments, notamment la robustesse du modèle en terme de conservation de la masse, l'influence des conductivités hydrauliques à saturation et de la distribution de la taille des pores sur les sorties et les nombreuses interactions existant entre les paramètres d'entrée. À court terme, il sera important de tester CATHY-Pesticide dans des contextes différents. Des pistes d'améliorations du modèle pour diminuer les coûts de calcul et favoriser son application à des échelles spatio-temporelles plus grandes représentent d'autres perspectives.

Publications revues par les pairs :

Gatel, L., Lauvernet, C., Carluer, N., & Paniconi, C. (2016). Effect of surface and subsurface heterogeneity on the hydrological response of a grassed buffer zone. *Journal of Hydrology*, 542, 637-647.

Gatel, L. (2018). Construction et évaluation d'un modèle de transport de contaminants réactif couplé surface-subsurface à l'échelle du versant. *Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes*.

Gatel, L., Lauvernet, C., Carluer, N., Weill, S., Tournebize, J., & Paniconi, C. (2019). Global evaluation and sensitivity analysis of a physically based flow and reactive transport model on a laboratory experiment. *Environmental Modelling & Software*, 113, 73-83.

Gatel, L., C. Lauvernet, N. Carluer, S. Weill, and C. Paniconi. 2019. Sobol Global Sensitivity Analysis of a Coupled Surface/Subsurface Water Flow and Reactive Solute Transfer Model on a Real Hillslope. *Water* 12. MDPI AG: 121. doi:10.3390/w12010121.

Conférences internationales :

EGU - European Geoscience Union - Wein, 2015.

Oral

Gatel L., Lauvernet C., Carluer N., Leblois E., Paniconi C., Influence of soil spatial variability on surface and subsurface flow at a vegetative buffer strip scale.

CMWR - Computational Methods in Water Resources - Toronto, 2016.

Oral

Gatel L., Lauvernet C., Carluer N., Tournebize J., Paniconi C., Implementation and testing of reactive transport processes for a coupled (groundwater/surface water) physically based model.

Pesticide behaviour in soil, water & air – York, 2017.

Lauréate du prix du meilleur poster.

Gatel L., Lauvernet C., Carluer N., Paniconi C. Application of a reactive transport processes module for a coupled (groundwater/surface water) physically based model on a vineyard hillslope (Beaujolais, France).

CMWR - Computational Methods in Water Resources – Saint-malo, 2018.

Oral

Gatel L., Lauvernet C., Carluer N., Paniconi C., Implementing and evaluating a surface-subsurface flow and reactive solute transport model at the hillslope scale.