Etude en colonne non-saturée du transfert du S-métolachlore et de ses métabolites dans un matériau fluvio-glaciaire

Pauline Sidoli, Nicole Baran, Rafaël Angulo-Jaramillo, Laurent Lassabatère

▶ **To cite this version:**

Pauline Sidoli, Nicole Baran, Rafaël Angulo-Jaramillo, Laurent Lassabatère. Etude en colonne non-saturée du transfert du S-métolachlore et de ses métabolites dans un matériau fluvio-glaciaire. Congrès du groupe français des pesticides, May 2015, Versailles, France. hal-01149469

HAL Id: hal-01149469
https://brgm.hal.science/hal-01149469

Submitted on 7 May 2015

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.

Etude en colonne non-saturée du transfert du S-métolachlore et de ses métabolites dans un matériau fluvio-glaciaire

Sidoli Pauline (1, 2), Baran Nicole (1), Angulo-Jaramillo Rafael (2), Lassabatère Laurent (2)

(1) BRGM, 3 Avenue Claude Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2 - p.sidoli@brgm.fr ; n.baran@brgm.fr

(2) LEHNA UMR 5023 CNRS ENTPE Université Claude Bernard- Lyon 1, Rue Maurice Andin, F-69518 Vaulx-en-Velin – angulo@entpe.fr ; laurent.lassabatere@entpe.fr

A l'interface entre les sols et les eaux souterraines, la zone non saturée joue un rôle clé sur le transfert et devenir des pesticides et donc sur la qualité des aquifères. L'amélioration des connaissances sur les processus d'écoulement et d'interactions géochimiques dans la zone non saturée est donc primordiale pour espérer à terme établir des modèles prédictifs de transfert des pesticides vers les eaux souterraines. Le travail vise à caractériser en laboratoire l'influence de la structure de milieux poreux hétérogènes en condition non saturée sur la rétention et le transfert de pesticides.

L'étude porte sur un aquifère de l'Est Lyonnais, dans le couloir de Meyzieu, où la zone non saturée se compose de matériaux granulaires fluvio-glaciaires hétérogènes d'une épaisseur comprise entre 30 et 70m de profondeur. Deux lithofaciès majoritaires ont été caractérisés, un premier sableux, Sx, et un second composé d'un mélange bimodal de sables et graviers, Gcm. Les eaux de cet aquifère ne montrent que peu de contaminations en pesticides malgré une forte pression agricole en surface. Face à ce constant, la question du rôle de la zone non saturée dans la réduction du flux transitant et/ou dans l'effet retard qu'elle pourrait générer se pose. Le transfert dans la zone non saturée est ici étudié expérimentalement pour un herbicide maïs fréquemment appliqué sur le couloir, le S-métolachlore, ainsi que pour ses 2 produits de dégradation majeurs, l'ESA-métolachlore et l'OXA-métolachlore. L'ESA-métolachlore est fréquemment dosé dans les eaux souterraines du couloir de Meyzieu à des concentrations pouvant atteindre 0,4 µg/L, alors que l'OXA-métolachlore n'est que parfois quantifié et le S-métolachlore quasi absent.

Des colonnes de matériaux Gcm ou Sx (10 cm diam. x 30 cm de hauteur) sont reconstituées en laboratoire à partir des matériaux fluvio-glaciaires prélevés sur site et tamisés à 10mm. Elles sont toutes soumises à un écoulement permanent en condition de non saturation (degré de saturation entre 65 et 75 %) afin de reproduire l'hydrodynamique régnant in situ. Toutes les expériences sont conduites dans une enceinte thermostatée à une température contrôlée de 15°C. Les paramètres hydrodispersifs pour chaque matériau sont estimés par l'analyse des courbes d'élution de traçages au bromure qui n'a pas d'interaction avec la matrice solide. Après l'injection du créneau simultané de bromure et de pesticides, la colonne est alimentée par une solution aqueuse de même force ionique ($CaCl_2$ 0.01M) jusqu'à la fin de l'expérience lorsque plus aucun soluté n'est quantifié en sortie de colonne. Les courbes d'élution des solutés sont

obtenues à partir des concentrations dosées dans les percolats, en chromatographie liquide couplée à un spectromètre de masse (UPLC-MSMS) pour le S-métolachlore, l'ESA-métolachlore et l'OXA-métolachlore et en chromatographie ionique pour le bromure. Les courbes d'élution sont analysées en suivant une approche de type analyse de dynamique des systèmes. Les bilans de masse et les facteurs de retard sont calculés par la méthode des moments tandis que l'écoulement et les paramètres de transfert des solutés sont estimés par méthode inverse à l'aide d'Hydrus 1D (Simunek et al., 2013). Un modèle à double porosité avec un fractionnement de l'eau en 2 régions, mobile et immobile, permet de décrire l'écoulement de l'eau et des solutés dans les colonnes non saturées. Les 2 lithofaciès étudiés, S-x et Gcm, présentent des fonctionnements hydrodynamiques différents, caractérisés par un temps de séjour des bromures plus long dans les colonnes Sx que dans les colonnes Gcm (en moyenne supérieur de 50%) en raison de la présence d'une fraction d'eau mobile plus élevée dans le Sx (80% contre 40% dans le Gcm).

Le transfert du S-métolachlore et de ses métabolites est étudié dans un premier temps dans le lithofaciès Gcm. Pour les mêmes volumes d'eau relatifs percolés, la sortie du S-métolachlore subit un retard important par rapport au bromure tandis que l'ESA-métolachlore et l'OXA-métolachlore sont très peu retardés dans la colonne. Les courbes de sortie de l'ESA-métolachlore et de l'OXA-métolachlore révèlent des bilans de masse calculés très proches de 100% alors que le bilan de masse du S-métolachlore est déficitaire. La dégradation de la molécule mère supposée nulle au pas de temps opéré, ce bilan de masse déficitaire du S-métolachlore n'est alors ici attribuable qu'aux seuls processus de rétention dans la colonne.
Les résultats de ces essais montrent un contraste de mobilité important entre le S-métolachlore et ses deux métabolites. Ces données de transfert en conditions dynamiques non saturées sont confortées par des tests d'adsorption en batch qui ont montré des coefficients d'adsorption à l'équilibre beaucoup plus élevés pour le S-métolachlore que pour ses métabolites dans ces deux matériaux. A plus grande échelle, dans la zone non saturée du couloir de Meyzieu, l'ESA-métolachlore et l'OXA-métolachlore semblent présenter un risque plus élevé de contamination des eaux souterraines que le S-métolachlore.

Ces expérimentations posent les hypothèses du rôle de la zone non saturée dans les transferts de pesticides vers les eaux souterraines. Dans le cas d'un pesticide peu ou pas retenu dans la zone non saturée, son transfert vers les eaux souterraines serait essentiellement contrôlé par l'hétérogénéité structurale du milieu qui conditionne les vitesses d'écoulement. Quant aux molécules qui interagissent avec les matériaux de la zone non saturée, les cinétiques chimiques et physiques d'adsorption associées sont à prendre en compte face aux vitesses d'écoulement afin d'évaluer l'ampleur de la réduction du flux transitant et de l'effet retard. Cette zone non saturée peut ainsi différer l'apparition d'une contamination dans les eaux souterraines ou au contraire la faire perdurer, même après des changements d'usage en surface.

Mots-clés : S-métolachlore, métabolites, colonne non-saturée, modélisation

Šimůnek J., van Genuchten M.T. & Sejna M. (2013) The Hydrus-1D software package for simulating the one-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variably-saturated media. Version 4.16, *HYDRUS Software Series 3,* Department of Environmental Sciences, University of California Riverside, Riverside, California, 330p.