

Contamination des eaux souterraines par les produits phytosanitaires ou leurs produits de dégradation

PestRisk : un outil d'évaluation du potentiel de contamination et de quantification des concentrations à l'échelle du bassin versant de captage

■ J. FARLIN¹, T. GALLÉ¹, M. BAYERLE¹

Mots-clés : pesticides, produit de transformation, bassin d'alimentation de captage, pollution diffuse, gestion durable

Keywords: pesticides, transformation products, well capture zone, diffuse pollution, sustainable management

Introduction

Les récentes détections de produits phytosanitaires et de certains de leurs produits de transformation dans les eaux souterraines [LOOS *et al.*, 2010] à des concentrations excédant parfois largement les normes légales illustrent le besoin grandissant d'identifier les molécules potentiellement lessivables *a priori*, avant la contamination avérée de ressources essentielles pour l'approvisionnement en eau potable. Ces contaminations pouvant durer des années, voire des décennies, en fonction du taux de renouvellement de l'aquifère [FARLIN *et al.*, 2013], il apparaît essentiel de développer des outils permettant de gérer de façon raisonnée l'utilisation des produits phytosanitaires au sein des bassins d'alimentation de captage (BAC) en fonction du potentiel de lessivage du composé mère ou de ses produits de transformation. Par ailleurs, les cas de découverte fortuite de produits de transformation due à l'adoption de nouvelles méthodes analytiques par le laboratoire chargé des mesures montrent le besoin pour les acteurs de la protection des BAC de pouvoir établir une liste de molécules potentiellement

lessivables et qu'il convient de surveiller à l'exutoire, et donc d'être en mesure de quantifier analytiquement. L'objet de cet article est de présenter un outil d'estimation du lessivage des produits phytosanitaires et produits de transformation, simple d'utilisation, prenant en compte non seulement les propriétés intrinsèques des molécules, mais également les caractéristiques pédologiques et climatiques locales, et pouvant être utilisé par les acteurs de terrain pour 1) établir avec les agriculteurs présents dans un BAC un programme d'épandage adapté aux nécessités de protection de la ressource en eau souterraine et 2) passer en revue les produits potentiellement utilisés au sein du BAC et établir une liste de substances actives (ou produits de transformation) à surveiller particulièrement ou à éviter complètement.

1. Méthodes

Les concentrations de phytosanitaires ou produits de transformation dans l'eau d'infiltration dépendent des caractéristiques environnementales des molécules, essentiellement du temps de demi-vie dans le sol ($t_{1/2}$), du coefficient de partage sol-eau (K_{oc}) ainsi que pour les produits de transformation de la fraction de la molécule mère dégradée en l'un de ses produits de transformation. La prise en compte systématique des

¹ LIST (Luxembourg Institute of Science and Technology) – Maison de l'innovation – 5, avenue des Hauts-Fourneaux – 4362 Esch-sur-Alzette – Luxembourg. Courriel : julien.farlin@list.lu

produits de transformation dans les calculs de lessivage est essentielle dans la mesure où une molécule mère peu mobile et de courte durée de demi-vie peut se dégrader en un ou plusieurs produits de transformation dont la combinaison de $t_{1/2}$ et de K_{oc} est favorable à une contamination élevée de l'eau d'infiltration, et à terme de la nappe sous-jacente. La figure 1 présente l'exemple du S-métolachlore, le composé actif du Dual Gold, et dont la dégradation produit deux métabolites caractérisés par des temps de demi-vie beaucoup plus longs (environ 4 mois contre 2 semaines) pour des valeurs de K_{oc} nettement inférieures à celle de la molécule mère (respectivement 7 et 9 mL/g contre 226 mL/g).

Les calculs de concentration sont effectués en utilisant le code numérique Pearl [TIKTAK *et al.*, 2000]. Pearl simule le devenir d'une molécule mère et jusqu'à deux produits de transformation dans une colonne en écoulement chromatographique unidimensionnel au pas de temps journalier. Les concentrations moyennes annuelles à la verticale de la parcelle sont ensuite calculées à partir des valeurs journalières pondérées par l'infiltration. Enfin, la concentration au niveau de l'exutoire est calculée en multipliant la concentration à la parcelle par la fraction du BAC occupée par la ou les cultures traitées avec un produit contenant la molécule mère. Cette dernière étape de calcul permet de calculer le risque de contamination en fonction de l'utilisation des sols,

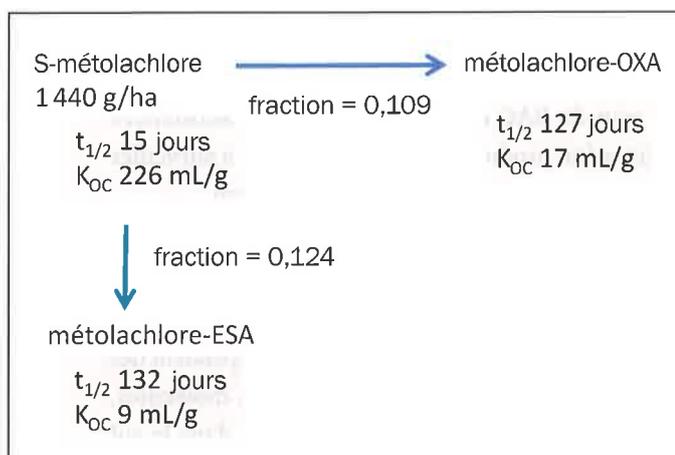
et ainsi d'adapter l'analyse du risque de contamination de la nappe aux particularités spatiales du BAC. Le lessivage dépend non seulement des propriétés intrinsèques des phytosanitaires et de leurs produits de transformation, mais aussi du type de sol et de sa teneur en matières organiques susceptible de ralentir la progression des molécules vers la nappe. Afin de rester conservatif, les calculs ont été effectués en considérant un sol perméable et relativement pauvre en matière organique. Ces deux choix correspondent aussi aux sols sablonneux à limono-sableux le plus couramment rencontrés dans les BAC du principal aquifère luxembourgeois, le Grès de Luxembourg. Le tableau I reprend les principaux paramètres du code Pearl.

Les valeurs de K_{oc} et $t_{1/2}$ sont tirées de la base de données PPDB [UNIVERSITY OF HERTFORDSHIRE, 2009]. Pour sa paramétrisation aux conditions luxembourgeoises, les paramètres de Van Genuchten décrivant le comportement hydraulique du sol ont été repris de la banque de données Hypres [WÖSTEN *et al.*, 1999]. Les doses appliquées ont été calculées à partir des statistiques d'utilisation de produits phytosanitaires établis par le Service d'économie rurale (SER) à partir des achats de 500 exploitations agricoles luxembourgeoises. L'outil a alors été appliqué pour l'ensemble des substances actives et de leurs produits de transformation utilisés au Luxembourg pour traiter les deux cultures majoritaires (le maïs et le blé) ainsi que le colza.

L'outil se limite à l'estimation des risques de contamination de la nappe par infiltration verticale, l'écoulement de surface ou l'écoulement interstitiel étant supposés négligeables. De même, le transport particulaire est ignoré, seule la fraction dissoute étant considérée.

1.1. Calcul des concentrations dans l'eau d'infiltration

Pearl permet de calculer le transport d'eau et de solutés dans un médium à saturation variable en écoulement chromatographique unidimensionnel. Les processus de sorption sont simulés avec une isotherme de type Freundlich, et la dégradation suit une cinétique de premier ordre corrigée en fonction de la température du sol. Les paramètres hydrau-



$t_{1/2}$: temps de demi-vie, K_{oc} : coefficient de partition eau-sol normalisé par le pourcentage de matière organique, fraction : fraction de la molécule mère dégradée en un produit de transformation donné.

Figure 1. Exemple d'une chaîne de transformation molécule mère-produits de transformation conduisant à deux produits de transformation à la fois mobiles et persistants

Paramètres hydrauliques	Hypres sol perméable (<i>coarse soil</i>)
Données météorologiques	Station Findel, Luxembourg-Ville (2001-2010)
Précipitation annuelle moyenne (mm)	830
Recharge annuelle moyenne (mm)	310
Matière organique (%)	1,7 (0-30 cm) ; 0,9 (30-60 cm) ; 0,2 (60-100 cm)
Évapotranspiration réelle moyenne (mm)	520
Fréquence d'application simulée	Annuelle - quadriennale

Tableau I. Résumé des paramètres du code Pearl

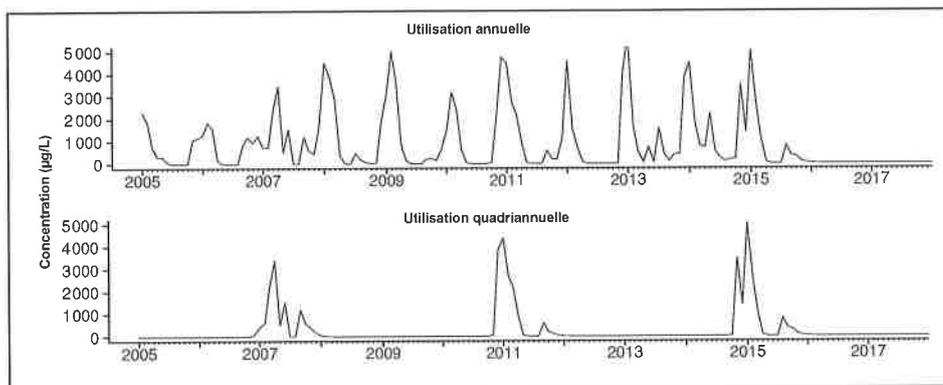


Figure 2. Exemple de la dynamique des concentrations en métazachlore-ESA dans l'eau filtrée à un mètre de profondeur simulé avec Pearl

liques de Van Genuchten sont calculés à partir de la granulométrie des sols en utilisant les régressions Hypres [WÖSTEN *et al.*, 1999]. Les simulations sont effectuées en supposant un sol perméable afin d'être le plus conservatif possible. Tous les paramètres utilisés pour les simulations avec Pearl sont repris dans le *tableau I*. Un exemple de la dynamique des concentrations en métazachlore-ESA dans l'eau d'infiltration est présenté sur la *figure 2*.

1.2. Calcul des concentrations moyennes à l'exutoire

La grandeur d'intérêt pour l'analyse des risques de contamination n'est pas la concentration en phytosanitaires ou produits de transformation dans l'eau d'infiltration à la verticale des surfaces traitées, mais la concentration qui s'établit à l'exutoire à la suite d'une utilisation prolongée et répétée de la molécule mère. Cette concentration est calculée en pondérant les concentrations journalières par la recharge correspondante sur la période de simulation de 10 ans, ce qui permet d'intégrer la variation inter-annuelle du forçage climatique. La concentration obtenue dépend de la dose appliquée et de la fréquence

d'application. L'utilisation des sols est finalement intégrée grâce à un facteur de dilution correspondant à la fraction du BAC occupée par la culture traitée avec un ou plusieurs produits phytosanitaires contenant une molécule mère donnée.

Une fois lessivés de la partie supérieure du sol où se concentre l'essentiel de l'activité microbienne [JOHNSON *et al.*, 1998], les molécules mères et produits de transformation ne sont en première approximation plus dégradés de manière significative. Il est néanmoins possible que des processus de dégradation très lents puissent contribuer significativement à l'atténuation naturelle des concentrations de l'eau d'infiltration ou dans la nappe si les temps de transit sont très longs [FARLIN *et al.*, 2017]. Dans la mesure où cette dégradation dépend à la fois des molécules considérées, des conditions d'oxygénation et de la quantité de carbone organique biodisponible du sous-sol et de l'aquifère, et des temps de transit, elle est négligée dans l'outil présenté ici.

1.3. L'outil PestRisk

L'outil PestRisk permet d'effectuer les calculs de concentration de manière interactive au moyen d'un

tableau Excel, utilisant les résultats des simulations effectuées avec Pearl en arrière-fond rassemblés sous forme d'un tableau à double entrée. L'utilisateur définit la dose appliquée et le pourcentage du BAC concerné, et obtient les concentrations plateau des molécules mères et produits de transformation atteintes à l'exutoire après une utilisation prolongée pour deux fréquences d'application : annuelle et quadri-annuelle. Le tableau est organisé par culture, chacune se trouvant sur une feuille séparée. Pour chaque culture, l'ensemble des principes actifs autorisés et jusqu'à quatre produits de transformation sont listés. La version actuelle utilise les données météorologiques de la station Findel de Luxembourg-Ville, et est paramétrée pour un sol perméable. Le remplacement de l'un comme de l'autre est possible.

2. Résultats et discussion

2.1. Produits phytosanitaires du maïs

Le *tableau II* présente la liste des molécules mères utilisées dans le traitement des cultures de maïs et dont la concentration calculée à l'exutoire, pour une surface contributive de 25% du BAC, dépasse la limite de quantification supposée de 5 ng/L, et le *tableau III* présente leurs produits de transformation. 25 % de surface de maïs correspond à la moyenne pour les BAC dans la région du Grès de Luxembourg, l'aquifère le plus important du pays. Les calculs ont été effectués pour la dose maximale autorisée et pour la dose moyenne appliquée calculée à partir des statistiques du SER (§ 1, Méthodes). Il apparaît, par

exemple, que les doses maximales sont trop élevées pour la sulcotrione et la mésotrione (respectivement 450 et 150 g/ha) dans ces conditions d'exploitation, mais que les doses moyennes devraient permettre de rester sous la limite légale de potabilité de 100 ng/L.

En ce qui concerne les produits de transformation, et en dehors du métolachlore-ESA et du métolachlore-OXA, tous deux issus du S-métolachlore interdit au Luxembourg depuis 2014, l'acide benzoïque issu de la dégradation de la sulcotrione et de la tembotrione, l'acide sulfonique issu du flufénacet et l'acide carboxylique créé par la dégradation du thiencarbazone, ainsi que le produit de transformation du péthoxamide et ceux du nicosulfuron, sont tous susceptibles d'atteindre des concentrations élevées à l'exutoire, même pour les doses moyennes.

La même analyse peut bien évidemment être effectuée pour d'autres types de culture comme le colza ou les céréales. Contrairement aux méthodes classiques à indicateurs tels que l'indice de Gustafson [GUSTAFSON, 1989] qui ne considère que les propriétés intrinsèques des molécules, l'outil PestRisk prend en compte le type de sol et le climat local ainsi que deux autres grandeurs essentielles : le pourcentage de surface traitée dans un bassin d'alimentation et la dose utilisée. Cela permet une analyse beaucoup plus différenciée du risque de lessivage. De plus, étant donné que PestRisk calcule des concentrations à l'exutoire au lieu d'indices normés, il est possible non seulement de comparer différentes molécules entre elles, comme il est d'usage avec une méthode à indicateur,

Principe actif	Dose [g/ha]		Concentration (application quadriannuelle) [ng/L]	
	Moyenne	Maximale	Moyenne	Maximale
Terbutylazine	341	750	90	190
Bentazone	154	800	0	10
Sulcotrione	106	450	30	140
Mésotrione	24	150	30	210
Nicosulfuron	–	45	–	100

Fréquence d'application : quadriannuelle. Pourcentage du bassin d'alimentation de captage occupé par le maïs : 25 %. Les molécules mères atteignant ou dépassant la limite légale de 100 ng/L à l'exutoire sont indiquées en gris.

Tableau II. Molécules mères utilisées dans le traitement des cultures de maïs et dont la concentration calculée à l'exutoire dépasse une limite de quantification supposée de 5 ng/L. Les concentrations sont données pour la dose moyenne calculée à partir des statistiques du Service d'économie rurale de Luxembourg et pour la dose maximale autorisée au Luxembourg

Molécule mère	Produits de transformation	Concentration (application quadriennale) [ng/L]	
		Moyenne	Nominale
Terbuthylazine	Déséthyle-terbuthylazine	150	330
Glyphosate	AMPA	0	0
S-métolachlore	Métolachlore OXA/Métolachlore ESA	310/360	2 980/3 470
Sulcotrione	Acide 2-chloro-4-méthylsulfonyl-benzoïque	250	1 050
Flufénacet	FOE acide sulfonique	370	2 580
Diméthénamide-P	Oxalamide	20	490
Fluroxypyr	4-amino-3,5-dichloro-6-fluoro-2-pyridinyl-2-méthoxy-pyridine	0	0
Bromoxynil	Acide 3,5-dibromo-4-hydroxybenzoïque	0	0
Péthoxamide	<i>N</i> -(2-éthoxyéthyl)- <i>N</i> -(2-méthyl-1-phenyl-1-propenyl)-2-sulfoacetamide	0	1 610
Foramsulfuron	4,6-diméthoxy-pyrimidine-2-amine	0	0
Thiencarbazone	Acide 4-((4,5-dihydro-3-méthoxy-4-méthyl-5-oxo-1H-1,2,4-triazol-1-yl)carboxamidosulfonyl)-5-méthylthiophène-3-carboxylique	110	160
Tembotrione	Acide 2-chloro-4-(méthylsulfonyl)-3-[(2,2,2-trifluoroéthoxy)méthyl]benzoïque	130	130
Nicosulfuron	2-(((4-hydroxy-6-méthoxy-pyrimidin-2-yl)carbamoyl)sulfamoyl)- <i>N,N</i> -diméthylpyridine-3-carboxamide	-	50
	2-((carbamimidoylcarbamoyl)sulfamoyl)- <i>N,N</i> -diméthylpyridine-3-carboxamide	-	170
	<i>N,N</i> -diméthyl-2-sulfamoylpyridine-3-carboxamide	-	60
	2-((carbamoylcarbamoyl)sulfamoyl)- <i>N,N</i> -diméthylpyridine-3-carboxamide	-	80

Fréquence d'application : quadriennale. Pourcentage du bassin d'alimentation de captage occupé par le maïs : 25 %. Les produits de transformation du S-métolachlore, molécule interdite depuis 2014, sont repris à titre de référence.

Tableau III. Produits de transformation des molécules mères utilisées dans le traitement des cultures de maïs et dont la concentration calculée à l'exutoire dépasse une limite de quantification supposée de 5 ng/L. Les concentrations sont données pour la dose moyenne calculée à partir des statistiques du Service d'économie rurale de Luxembourg et pour la dose nominale autorisée au Luxembourg

mais également de gérer dans une certaine mesure leur utilisation sans recourir nécessairement à une interdiction complète de certaines substances présentant un risque élevé de contamination de la nappe.

2.2. Test et limites de la méthode proposée

Pearl, le moteur phénoménologique de l'outil PestRisk, est alimenté par les données météorologiques journa-

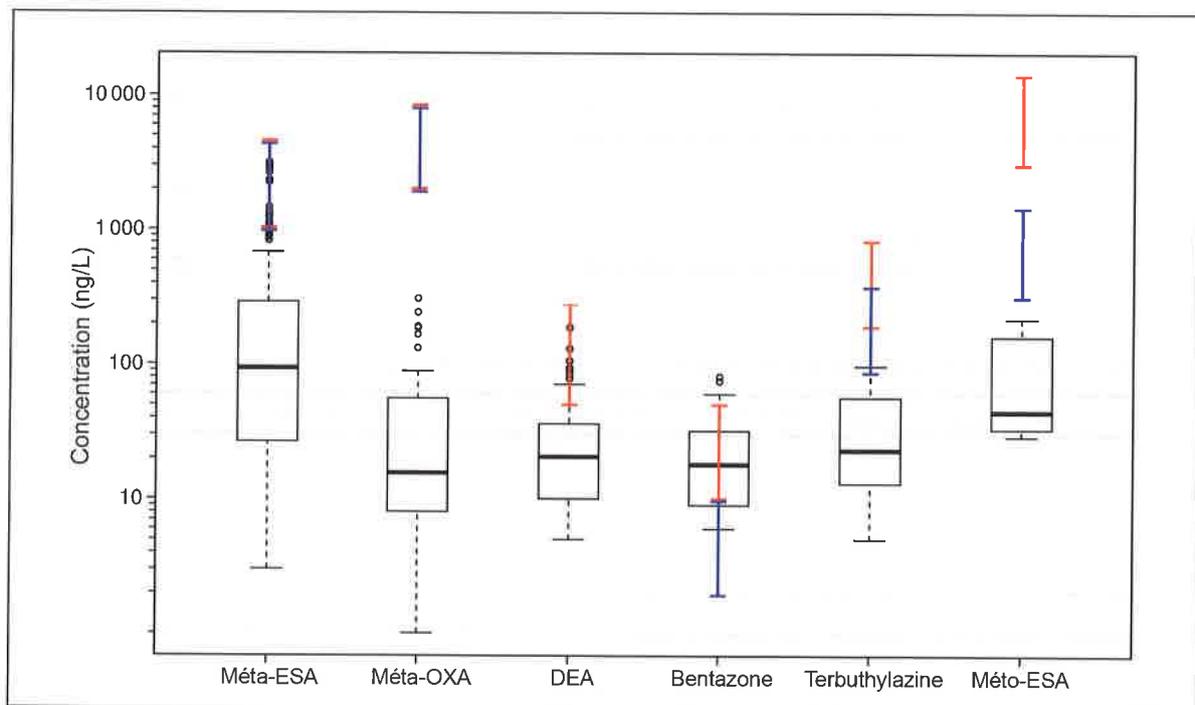
lières du Luxembourg pour la période 2001-2010. Celles-ci peuvent être facilement remplacées par les données d'un autre site. De même, le facteur de dilution est adaptable à chaque BAC. En revanche, les paramètres de sol et les caractéristiques physico-chimiques des molécules simulées ont été tirés de banques de données génériques et n'ont pas été calibrés en utilisant des mesures spécifiques aux sites d'étude.

Afin de tester les prédictions de l'outil, les concentrations calculées sont comparées à celles observées pour deux jeux de données, le premier couvrant 250 sources de l'aquifère du Grès de Luxembourg échantillonnées en 2007, le second 323 points de mesure (sources et forages) tirés de la banque de données de l'administration de la gestion de l'eau luxembourgeoise et échantillonnés en 2014-2015. Ce second jeu de données est utilisé pour les mesures des produits de transformation du S-métolachlore et du métazachlore absent de l'échantillonnage de 2007 (figure 3). Les extrémités des segments rouges indiquent les concentrations prédites pour une application annuelle (valeur supérieure) et quadriennale (valeur inférieure). Cela permet de simuler les extrémités de l'intervalle de concentration auquel on peut s'attendre en fonction des rotations spécifiques à chaque BAC. Les surfaces contributives ont été fixées à 10 % pour les produits utilisés sur les cultures de colza, et 25 % pour les produits utilisés sur les cultures de maïs. Ces valeurs correspondent à la moyenne nationale pour les BAC luxembourgeois calculée sur la période 2006-2011. Afin de prendre en compte le fait que

certaines phytosanitaires sont utilisés pour ne traiter qu'une partie des parcelles sur laquelle une culture cible est présente (par exemple le S-métolachlore sur les parcelles de maïs), un facteur de correction est introduit. Ce facteur est calculé en prenant le quotient de la dose utilisée en moyenne au Luxembourg par hectare et par an sur la dose nominale (tableau II pour les valeurs du bentazone et de la terbuthylazine).

Les concentrations prédites sont supérieures à celles mesurées à l'exception du bentazone où l'inverse est observé. La concordance est la plus forte pour la déséthylatrazine et le bentazone, et la plus faible pour le métazachlore-ESA et le métazachlore-OXA pour lesquels seules les valeurs extrêmes sont touchées par l'intervalle de prédiction. La surestimation pour le métazachlore-OXA est telle que la valeur la plus faible prédite est largement supérieure à la valeur la plus forte mesurée (1 100 ng/L contre 300 ng/L).

Cette surestimation quasi systématique des concentrations pourrait être due en partie à des pertes additionnelles par dégradation dans la zone insaturée et la nappe, ce qui réduirait les concentrations en molécules mères et produits de transformation telles



Les extrémités des segments rouges indiquent les concentrations prédites pour une application annuelle (valeur supérieure) et quadriennale (valeur inférieure) sur l'ensemble des surfaces traitées du BAC. Les segments orange indiquent les concentrations pour une application annuelle et quadriennale après multiplication par le facteur de correction (voir texte). La ligne horizontale de chaque boîte à moustache indique la valeur médiane des concentrations observées, et les deux moustaches les percentiles 10 et 90. méta-ESA : métazachlore-ESA, méta-OXA : métazachlore-OXA, DEA : déséthylatrazine, méto-ESA : métolachlore-ESA.
Figure 3. Comparaison entre concentrations calculées avec l'outil PestRisk (segments rouges et orange) et mesurées en 2007 et 2014-2015 (boîtes à moustaches) pour différents molécules mères et produits de transformation

qu'elles seraient au bas de la colonne de sol. Il est également possible que les teneurs en matières organiques utilisées dans le modèle soient trop élevées, ou que la recharge soit sous-estimée. Il est également possible que certains groupes fonctionnels sorbent préférentiellement sur des argiles ou des oxydes de fer. Une surestimation systématique est en fait un avantage dans la mesure où elle permet de détecter des molécules pouvant potentiellement contaminer la nappe. Même dans le cas du métazachlore-ESA pour lequel la surestimation est importante, l'outil permet de reconnaître une molécule pouvant atteindre des concentrations élevées dans l'aquifère, ce qui s'est révélé exact au Luxembourg, même si les concentrations observées se révèlent inférieures à celles prédites. Il convient ensuite de suivre la qualité des eaux à l'exutoire ou si possible à la verticale des surfaces agricoles concernées (échantillonnage à l'aide de lysimètres ou de bougies poreuses). Le suivi peut être éventuellement couplé avec une estimation *in situ* des valeurs de K_{oc} et de $t_{1/2}$ à partir d'échantillons de sol.

La comparaison illustre également la nature semi-quantitative de l'outil PestRisk. Il peut être utilisé soit pour établir *a priori* une liste de molécules à surveiller ou à interdire, soit pour estimer l'ordre de grandeur des concentrations en phytosanitaires ou produits de transformation qui pourraient être atteints à l'exutoire après une utilisation prolongée de la molécule mère. En revanche, un ajustement au 10 ng/L près dépasse certainement la précision de la méthode. Par exemple, tripler les surfaces de maïs traitées avec de la sulcotrione permet théoriquement de ne pas dépasser la limite de 100 ng/L à l'exutoire ($30 \text{ ng/L} \times 3 = 90 \text{ ng/L}$, voir *tableau II*). Néanmoins, la comparaison présentée *figure 3* montre que l'erreur d'estimation sans calage spécifique peut atteindre un ordre de grandeur, généralement du côté de la surestimation. En conséquence, nous suggérons de suivre

les recommandations suivantes lors de l'utilisation de l'outil PestRisk :

- 1) Tant que les concentrations calculées (molécules mères ou produits de transformation) ne dépassent pas les 10 ng/L, les molécules peuvent être considérées comme contaminants peu probables ;
- 2) À partir d'une concentration calculée de 10 ng/L, une surveillance spécifique, éventuellement couplée avec des mesures *in situ* des paramètres de sorption et de dégradation des molécules permettant un calage spécifique du modèle doit être envisagée.

Ajoutons que dans le cas de molécules prédites comme peu lessivables par PestRisk, mais utilisées en grande quantité dans un BAC, il reste important de maintenir un suivi minimum à l'exutoire.

Conclusions

L'outil PestRisk présenté ici a été développé en vue de permettre aux acteurs de terrain de BAC d'effectuer eux-mêmes une analyse de risques liés au lessivage de produits phytosanitaires et à leurs produits de dégradation. PestRisk est interactif, adaptable aux spécificités locales, simple d'utilisation et rapide. Il permet de passer en revue la gamme de phytosanitaires utilisés ou utilisables dans un BAC afin d'identifier les molécules à surveiller en priorité ou à interdire, et d'adapter les fréquences de traitement, les doses appliquées et l'étendue des surfaces traitées sans nécessairement recourir à une interdiction totale de molécules mères. PestRisk calcule des concentrations probables à l'exutoire, ce qui le démarque des méthodes basées sur un ou plusieurs indicateurs qui ne dressent qu'un classement relatif du potentiel de contamination et ne permettent pas de comparaisons quantitatives. PestRisk peut être utilisé à la fois sans calage des propriétés physico-chimiques des pesticides durant le passage en revue des phytosanitaires, et avec calages spécifiques pour les molécules ciblées.

Bibliographie

FARLIN J., GALLÉ T., BAYERLE M., PITTOIS D., BRAUN C., EL KHABBAZ H., *et al.* (2013) : « Predicting pesticide attenuation in a fractured aquifer using lumped-parameter models ». *Groundwater*; 51(2) : 276-85.

FARLIN J., BAYERLE M., PITTOIS D., GALLE T. (2017) : « Estimating pesticide attenuation from water dating and the ratio of metabolite to parent compound ». *Groundwater*; 55(4) : 550-7.

GUSTAFSON D.I. (1989) : « Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability ». *Environmental Toxicology and Chemistry*; 8 : 339-57.

JOHNSON A.C., HUGHES C.D., WILLIAMS R.J., CHILTON J.P. (1998) : « Potential for aerobic isoproturon biodegradation and sorption in the unsaturated and saturated zones of a chalk aquifer ». *Journal of Contaminant Hydrology*; 30 : 281-97.

LOOS R., LOCORO G., COMERO S., CONTINI S., SCHWESIG D., WERRES F., *et al.* (2010) « Pan-European survey on the occurrence of selected polar organic persistent pollutants in ground water ». *Water Research*; 44 : 4115-26.

TIKTAK A., VAN DEN BERG F., BOESTEN J.J.T.I., VAN KRAALINGEN D., LEISTRA M., VAN DER LINDEN A.M.A. (2000) : *Manual of Focus Pearl version 1.1.1*, RIVM report 711401 008, Alterra report 28, 144 p.

UNIVERSITY OF HERTFORDSHIRE [2009] : The Pesticide Properties Data Base (PPBD) developed by the Agriculture & Environment Research Unit (AERU). Disponible en ligne : sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm

WÖSTEN J.H.M, LILLY A., NEMES A., LE BAS C. [1999] « Development and use of a database of hydraulic properties of European soils ». *Geoderma*; 90 : 169-85.

J. FARLIN, T. GALLÉ, M. BAYERLE

Contamination des eaux souterraines par les produits phytosanitaires ou leurs produits de dégradation. PestRisk : un outil d'évaluation du potentiel de contamination et de quantification des concentrations à l'échelle du bassin versant de captage

Considérant les temps de transit longs caractéristiques d'une partie des aquifères servant à l'alimentation en eau potable, les nombreux cas récents de pollution diffuse de captage par des produits phytosanitaires ou par leurs produits de transformation à l'échelle européenne posent un problème de sécurisation de l'approvisionnement sur le moyen ou le long

terme. Nous présentons ici une méthodologie simple d'utilisation et pouvant être employée à la fois (i) pour une gestion raisonnée des phytosanitaires au sein des bassins d'alimentation de captage et (ii) pour identifier *a priori*, avant toute contamination avérée, les phytosanitaires ou produits de transformation pouvant être potentiellement lessivés jusqu'à la nappe.

J. FARLIN, T. GALLÉ, M. BAYERLE

Groundwater contamination by pesticides and pesticide transformation products. PestRisk. A tool for evaluating the contamination potential and quantifying concentrations at the catchment scale

Given the long transit times characteristic of many aquifers used as drinking water resources, the numerous cases of diffuse pollution of drinking water wells by pesticides or transformation products at the European level pose a problem of supply security on the medium or the long term. We

present here a simple method that can be used both to (i) manage sustainably well pesticide application in well protection zones and (ii) identify *a priori* pesticides or transformation products that can potentially leach to the groundwater before contamination has taken place.

Speednetworking des Automnales de l'Astee

Vous avez au moins 10 ans d'expérience dans les domaines de l'eau ou des déchets ?

Venez partager votre expérience, encourager et guider ceux qui seront les professionnels de demain !



Quand ? Le 14 novembre 2017 à 18h30

Où ? A Colmar

Plus d'informations : speednetworking@astee.org

