



HAL
open science

Évaluation des contributions à l'écoulement simulées par un modèle hydrologique distribué à partir de données biogéochimiques

Olivier Grandjouan, Flora Branger, Matthieu Masson, B. Cournoyer, Nicolas Robinet, Pauline Dusseux, Angélique Dominguez Lage, Marina Coquery

► To cite this version:

Olivier Grandjouan, Flora Branger, Matthieu Masson, B. Cournoyer, Nicolas Robinet, et al.. Évaluation des contributions à l'écoulement simulées par un modèle hydrologique distribué à partir de données biogéochimiques. 5èmes Journées de Modélisation des Surfaces Continentales, Jun 2024, Strasbourg, France. <hal-04868875>

HAL Id: hal-04868875

<https://hal.inrae.fr/hal-04868875v1>

Submitted on 6 Jan 2025

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.



Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License

Évaluation des contributions à l'écoulement simulées par un modèle hydrologique distribué à partir de données biogéochimiques

O. Grandjouan^a, F. Branger^a, M. Masson^a, B. Cournoyer, N. Robinet^c, P. Dusseux^d, A. Dominguez Lage^b, M. Coquery^a

^aINRAE, UR Riverly, Centre de Lyon-Villeurbanne, F-69625, Villeurbanne, France

^bUniv Lyon, UMR Ecologie Microbienne (LEM), Université Claude Bernard Lyon 1, VetAgro Sup, France

^cUMR CNRS 5194 Pacte, Université Grenoble Alpes, Cermosem, 1064 chemin du Pradel, 07170 Mirabel, France

^dInstitut d'Urbanisation et de Géographie Alpine, Université Grenoble-Alpes, CNRS, PACTE, 38100, Grenoble, France

Mots-clés : décomposition du débit ; modèle de mélange ; modélisation distribuée ; cours d'eau

1 Introduction

Les chemins de l'eau peuvent être largement modifiés en milieu péri-urbain. La diversité des paysages (naturel, agricole, urbain) et la présence de nombreux éléments anthropiques (réseau d'assainissement, surfaces imperméables...) ont un impact important sur les processus hydrologiques [2]. Les modèles hydrologiques distribués sont des outils prometteurs pour représenter les contributions hydrologiques dans un bassin versant péri-urbain, mais sont associés à des difficultés dans la validation des résultats [1]. La composition biogéochimique de l'eau peut également révéler des informations sur son origine et les chemins empruntés avant de rejoindre le cours d'eau. En effet, au cours de son transfert dans les différents compartiments hydrologiques, l'eau peut se charger en divers composés liés aux sols et aux éléments anthropiques avec lesquels elle est mis en contact. Ces composés peuvent ensuite être retrouvés dans les eaux de mélange du cours d'eau. L'objectif de cette étude est de développer une approche couplée d'évaluation d'un modèle hydrologique distribué à partir de données biogéochimiques issues de prélèvements d'eaux de surface. Cette approche est appliquée au modèle hydrologique distribué J2000P [4] mis en œuvre sur le bassin versant péri-urbain du Ratier, sous-bassin versant de l'Yzeron dans l'ouest Lyonnais et site d'étude de « L'Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine » (OTHU) et de l'infrastructure de recherche nationale « Observatoire de la zone Critique : Applications et Recherche » (OZCAR).

2 Matériel et méthodes

Le bassin versant du Ratier est situé dans l'ouest Lyonnais et s'étend sur une superficie d'environ 19,8 km². La géologie du bassin est quasi-uniforme avec des gneiss sur l'ensemble de la surface à l'exception d'un dépôt de colluvions à proximité de l'exutoire, marqué par la présence d'un aquifère local. L'occupation de sol est hétérogène et représentative d'un milieu péri-urbain (forestier, agricole, urbain). Le bassin versant du Mercier est un sous-bassin, imbriqué dans celui du Ratier, d'environ 8 km² à dominante plus forestière et agricole.

La méthodologie a consisté à construire un modèle de mélange biogéochimique en définissant des sources qui correspondent à des sous-bassins versants élémentaires (0,5 km² en moyenne), homogènes dans l'hypothèse que l'eau issue de chacune de ces sources a des caractéristiques biogéochimiques spécifiques. Au total 7 sources ont été identifiées et prélevées dont trois correspondant à des sous-bassins à dominance respectivement de forêt, de prairie et d'activités agricoles (culture et pâturage bovin), une drainant l'aquifère des colluvions, une correspondant aux eaux d'un réseau d'assainissement unitaire, une issue d'un point de rejet de ruissellement urbain et une correspondant à du ruissellement de surface avec une composition biogéochimique proche de celle des eaux de pluie. Chaque source a été prélevée entre 4 et 5 fois afin de prendre en compte la variabilité saisonnière de la composition des sources. En parallèle, des points de mélange ont été définis au droit des stations du Mercier et du Ratier. L'eau a été prélevée dans les cours d'eau par temps sec (26 prélèvements manuels durant la période 2017-2019) et lors de 6 événements hydrologiques contrastés. Les concentrations en composés majeurs et en métaux dissous, les caractéristiques de la matière organique dissoute et les paramètres microbiens ont été analysés pour l'ensemble des échantillons de source et de mélange. A partir des résultats analytiques obtenus, un modèle de mélange a été appliqué selon une approche Bayésienne afin de décomposer le débit total et d'estimer les contributions des sources identifiées.

Le modèle hydrologique distribué J2000P a été préalablement calé sur la simulation des débits aux exutoires du Mercier et du Ratier avec des performances satisfaisantes. En parallèle un module de décomposition spatiale de l'écoulement a été développé dans J2000P, permettant de tracer l'origine spatiale de l'eau en tout point du réseau hydrographique et à chaque pas de temps. Les écoulements simulés par J2000P ont été associés aux sources identifiées précédemment afin de décomposer le débit simulé selon ces sources.

Les résultats simulés par J2000P ont été comparés aux résultats obtenus par le modèle de mélange pour les périodes correspondant aux 26 prélèvements par temps sec ainsi que pour les 6 événements hydrologiques

prélevés. Les résultats sont distingués selon les périodes hautes eaux ou de basses eaux pour les périodes de temps sec, et selon les trois types d'événements hydrologiques prélevés.

3 Résultats et discussion

La Figure 1 montre la comparaison des contributions estimées par les deux modèles lors des 6 événements hydrologiques étudiés. Cette comparaison montre des contributions globalement cohérentes pour les petits événements hivernaux, à l'exception de la contribution du réseau d'assainissement qui reste sous-estimée par le modèle J2000P. Les contributions majoritaires pour les événements orageux estivaux sont les ruissellements de surface et urbain pour les deux modèles. Les contributions estimées par le modèle de mélange montrent que les sols secs favorisent le ruissellement, en particulier sur les prairies. Cependant, cette contribution importante des prairies n'est pas simulée par J2000P. Enfin la comparaison pour les événements majeurs montre des contributions très différentes entre les deux modèles, avec une surestimation importante de la contribution du réseau d'assainissement par J2000P. Ce contraste peut s'expliquer par une différence dans la nature des volumes tracés par les deux modèles. La totalité des volumes simulés en sortie du déversoir d'orage sont tracés en tant que « Réseau d'assainissement » par J2000P tandis que le modèle de mélange ne trace que la fraction correspondant aux eaux usées ; les eaux de débordement correspondant en réalité à un mélange d'eaux usées, d'eaux de ruissellement urbain et d'eaux pluviales.

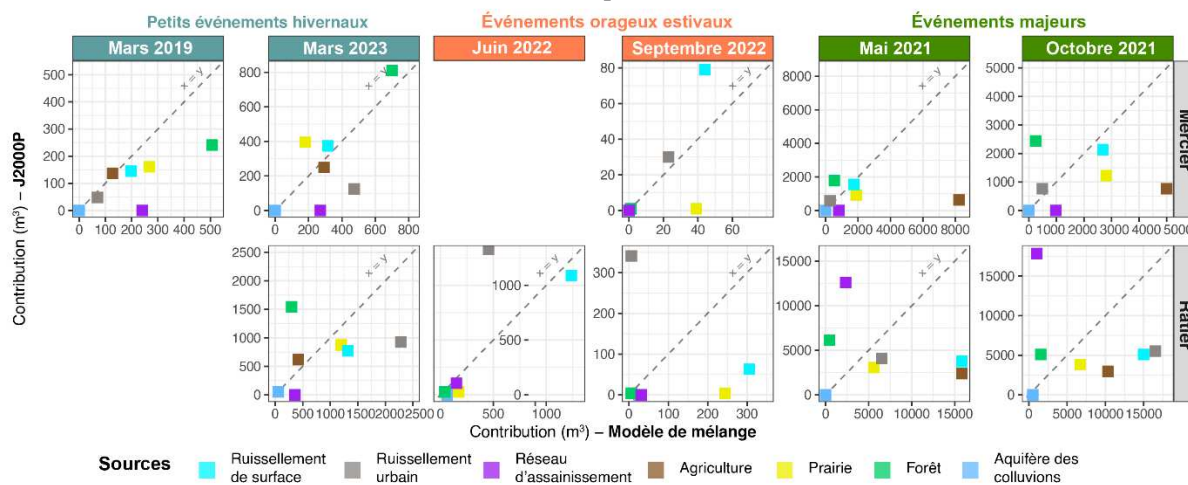


Figure 1. Comparaison des contributions des sources estimées par le modèle de mélange biogéochimique et simulées par le modèle hydrologique J2000P pour les 6 événements hydrologiques prélevés.

4 Conclusions et perspectives

La comparaison des résultats simulés par le modèle hydrologique distribué J2000P avec les résultats d'un modèle de mélange biogéochimique a permis de mettre en évidence les principales faiblesses de J2000P ainsi que d'établir des recommandations pour l'amélioration du modèle hydrologique. Ce travail montre l'intérêt de s'intéresser aux contributions spatiales pour l'évaluation complète d'un modèle hydrologique distribué et que ce dernier ne donne effectivement pas forcément « les bonnes réponses pour les bonnes raisons » [3]. L'utilisation des données biogéochimiques présente un réel intérêt pour évaluer les résultats de décomposition spatiale du débit à l'exutoire de petits sous-bassins versants selon les caractéristiques géologiques et d'occupation du sol du bassin.

Remerciements

Nos remerciements vont au Laboratoire de Chimie des Milieux Aquatiques (INRAE – Riverly) pour les analyses physico-chimiques, à Mickaël Lagouy pour les prélèvements sur le terrain, à tous les participants du projet ANR CHYPSTER (ANR-21-CE34-0013) et AERMC-ZABR IDESOC, ainsi qu'à l'école universitaire H2O'Lyon pour le co-financement de la thèse dans le cadre de laquelle ce travail a été effectué.

Références

- [1] Beven K. (2006). A manifesto for the equifinality thesis. *Journal of Hydrology*, 320, 18-36. doi : 10.1016/j.jhydrol.2005.07.007
- [2] Jacobson C. R. (2011). Identification and quantification of the hydrological impacts of imperviousness in urban catchments: A review. *Journal of Environmental Management*, 92, 1438-1448. doi: 10.1016/j.jenvman.2011.01.018
- [3] Kirchner J. W. (2006). Getting the right answers for the right reasons: Linking measurements, analyses, and models to advance the science of hydrology. *Water Resources Research*, 42, W03S04. doi:10.1029/2005WR004362.
- [4] Labbas M. (2015). Modélisation hydrologique de bassins versants périurbains et influence de l'occupation du sol et de la gestion des eaux pluviales : Application au bassin de l'Yzeron (130km²). PhD thesis, Sciences de la Terre. Université Grenoble Alpes, France, 388 p. NNT : 2015GREAU006.
- [5] Ladouche B., Probst A., Viville D., Idir S., Baqué D., Loubet M., Probst J.-L. & Bariac T. (2001). Hydrograph separation using isotopic, chemical and hydrological approaches (Strengbach catchment, France). *Journal of Hydrology*, 242, 255-274. doi: 10.1016/S0022-1694(00)00391-7.