

Quantification haute fréquence des échanges nappe-rivière depuis l'échelle locale jusqu'au bassin versant

Quantification of high frequency stream-aquifer exchanges from the local to the watershed scale

Nicolas Flipo^{1*}, Agnès Rivière¹, Amer Mouhri^{1,2}, Edmée Cuisinier¹, Sylvain Pasquet², Ludovic Bodet², Fayçal Rejiba², Anne Jost², Asma Berrhouma¹, Gaëlle Tallec³, Véronique Durand⁴, Patrick Ansart³, Aurélien Baudin¹, Patrick Goblet¹

¹ MINES ParisTech, PSL Research University, Centre de Géosciences, 35 rue Saint-Honoré, 77305 Fontainebleau, France. (*nicolas.flipo@mines-paristech.fr)

² UPMC/CNRS, UMR 7619 METIS, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France.

³ IRSTEA, UR HBAN, 1 rue Pierre-Gilles de Gennes CS 10030, 92761 Antony cedex, France

⁴ Univ Paris-Sud/CNRS, UMR 8148 IDES, 91405 Orsay, France

RÉSUMÉ

Ces travaux s'attachent à promouvoir une approche intégrée Mesure-Interpolation-Modélisation ayant pour objectif de quantifier les échanges nappe-rivière depuis l'échelle locale de la section de rivière jusqu'à l'échelle du bassin versant (Flipo et al. 2014). Ils s'appuient sur le dispositif de MONitoring LOCAL des échanges NAPpe-RIVIÈre (MOLONARI) implanté le long de 6 km de rivières du bassin des Avenelles (40 km², GIS ORACLE), développé dans le cadre des projets ONEMA NAPROM et PIREN Seine. Les chroniques de température et de pression, quart horaires acquises en continu pendant 3 ans, sont analysées et exploitées pour paramétrer une modélisation du bassin versant. Il apparaît alors que le flux d'eau net échangé entre les aquifères et le réseau hydrographique est bien plus faible que le flux d'eau total transitant à travers l'interface nappe-rivière. La spatialisation des échanges nappe-rivière par modélisation d'une part, et la capacité de ces modèles à simuler des inversions de flux à l'interface d'autre part, ouvrent des perspectives de couplage avec des modélisations de leur fonctionnement biogéochimique, et plus largement des bassins versants.

ABSTRACT

This project aims at quantifying stream-aquifer exchanges from the local to the watershed scales (Flipo et al. 2014). It is based on the implementation of a network of LOCAL MONitoring Stations (LOMOSs) within the sampling of the Avenelles experimental site (40 km², GIS ORACLE). The LOMOS network has been developed within the framework of the ONEMA NAPROM project and the PIREN Seine research project. At each LOMOS, water pressure and temperature data have been monitored with a 15 min time step for 3 years. This unique dataset is used to analyze the variability of the interface hydrological functioning, as well as determine coupled hydrological-hydrogeological distributed model's parameters. The net water exchanged flux is lower than the real water flux flowing upwards and downwards of the interface. This illustrates the potential of the model to constrain geochemical processes occurring in the interface.

KEYWORDS

Hydrology/hydrogeology, Groundwater/surface water interaction, Hydrological scaling, modelling, monitoring

1 PRÉSENTATION RAPIDE

Ces travaux s'attachent à promouvoir une approche intégrée Mesure-Interpolation-Modélisation ayant pour objectif de quantifier les échanges nappe-rivière depuis l'échelle locale de la section de rivière jusqu'à l'échelle du bassin versant (Flipo et al. 2014). Nous y aborderons l'instrumentation de terrain sur la base d'une analyse hydrogéophysique du bassin de l'Orgeval qui présente une configuration multi-couches (Figure 1). Les échanges nappe-rivière y sont suivis, depuis 3 ans au pas de temps du $\frac{1}{4}$ d'heure, d'amont en aval sur 6km de réseau hydrographique par 5 stations MOLONARI (MONitoring LOCAL des échanges Nappe-Rivière) qui s'appuient sur des mesurables géophysiques, pression de l'eau et température (Mouhri et al. 2013).

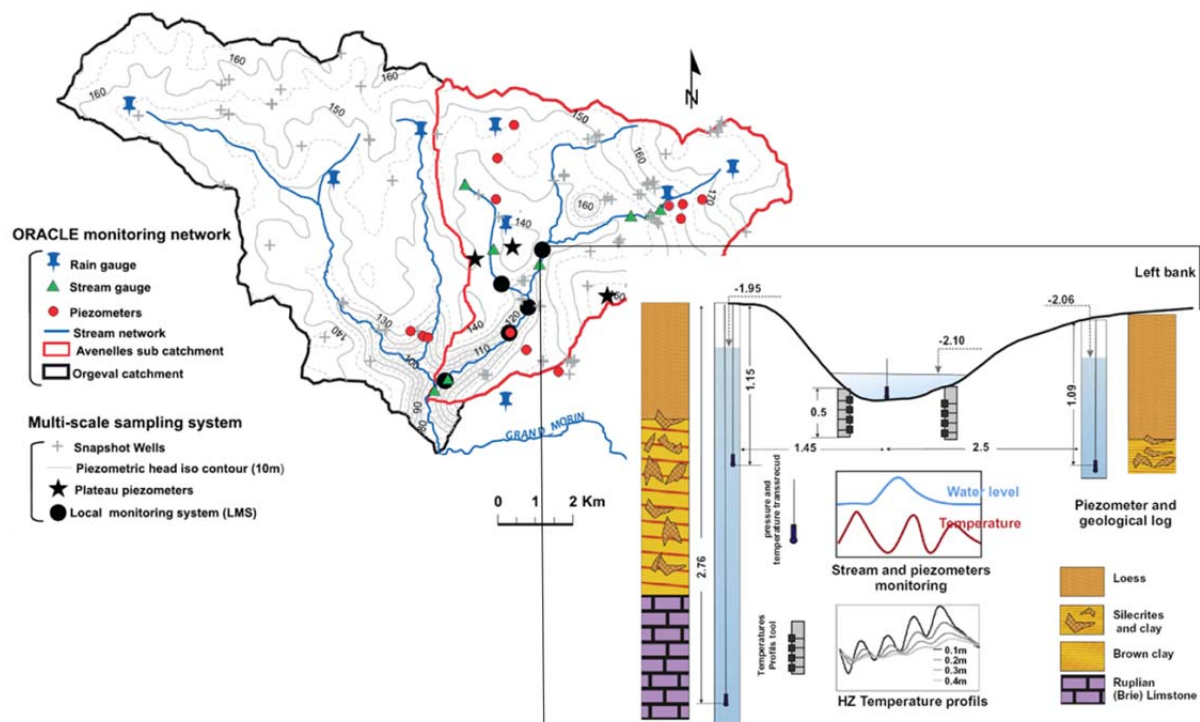


Figure 1 : Mise en abyme d'une station MOLONARI dans le site expérimental de l'Orgeval, d'après (Mouhri et al. 2013)

L'analyse des mesures MOLONARI montrent une variabilité spatio-temporelle des échanges nappe-rivière importante le long du réseau hydrographique. Des inversions couplées du transport d'eau et de chaleur dans un cadre 2D vertical, permettent, à partir des variables géophysiques mesurées, de déterminer les paramètres locaux de conduction de l'eau et de la chaleur.

Ces estimations des propriétés hydrogéophysiques locales de l'interface nappe rivière permettent, couplées à des campagnes de mesure locale des propriétés du fond de la rivière, de paramétrer le modèle de conductance (Flipo et al. 2014) par changement d'échelle (Figure 2). Il est alors possible d'utiliser une modélisation hydrologique-hydrogéologique couplée (Flipo et al. 2012), et ainsi de simuler les flux d'eau à l'échelle du bassin versant et par là-même d'établir le bilan hydrologique du bassin. Il apparaît alors que le flux d'eau net échangé entre les aquifères et le réseau hydrographique est bien plus faible que le flux d'eau total transitant à l'interface nappe-rivière du fait de sa complexité intrinsèque. La spatialisation des échanges nappe-rivière par modélisation d'une part, et la capacité de ces modèles à simuler des inversions de flux à l'interface d'autre part, ouvrent des perspectives de couplage avec des modélisations du fonctionnement biogéochimique de ces interfaces, et plus largement des bassins versants.

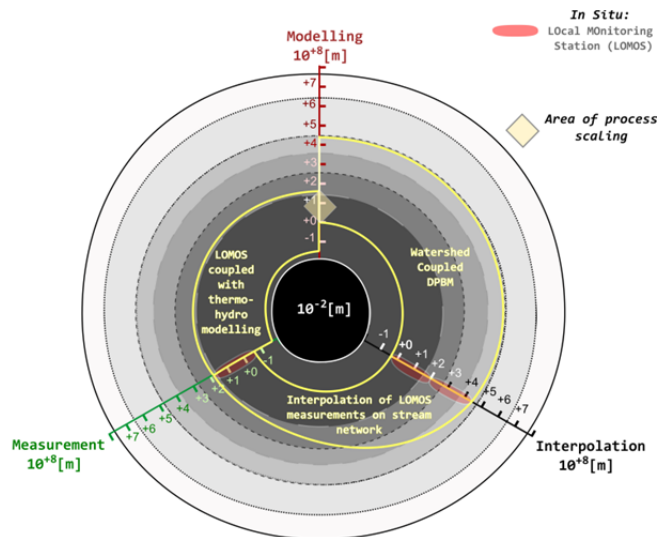


Figure 2 : Schématisation du changement d'échelle MIM appliqué au bassin des Avenelles, d'après (Flipo et al. 2014). DPBM: Modèle distribué à base physique. LOMOS: MOLONARI en anglais

BIBLIOGRAPHIE

- Flipo, N., C. Monteil, M. Poulin, C. de Fouquet, and M. Krimissa. 2012. Hybrid fitting of a hydrosystem model: long term insight into the Beauce aquifer functioning (France). *Water Resources Research* 48:W05509.
- Flipo, N., A. Mourhi, B. Labarthe, S. Biancamaria, A. Rivière, and P. Weill. 2014. Continental hydrosystem modelling: the concept of nested stream-aquifer interfaces. *Hydrology and Earth System Sciences* 18(8):3121–3149.
- Mouhri, A., N. Flipo, F. Rejiba, C. de Fouquet, L. Bodet, P. Goblet, B. Kurtulus, P. Ansart, G. Tallec, V. Durand, and A. Jost. 2013. Designing a multi-scale sampling system of stream-aquifer interfaces in a sedimentary basin. *Journal of Hydrology* 504:194–206.