

## Proposition de stage de Master 2, de début février à fin juin 2013

### Développement d'une méthodologie novatrice pour l'étude de l'interface nappe/rivière : Construction d'une Point Velocity Probe et comparaison à d'autres mesures acquises sur le terrain

Encadrantes : Véronique Durand ([veronique.durand@u-psud.fr](mailto:veronique.durand@u-psud.fr), tél : 01 69 15 61 64) et Kate Last

Collaboratrice : Christelle Courbet

Laboratoire d'accueil : UMR IDES, Université Paris Sud, Orsay

Financement IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) : Environ 440 euros/mois

La zone hyporhéique est définie comme étant l'interface entre les eaux souterraines et les eaux de rivière [1]. Située généralement à moins d'un mètre de profondeur sous le lit des cours d'eau, elle est le siège d'importants gradients hydrauliques et géochimiques qui fluctuent saisonnièrement au cours du cycle hydrologique [2], [3]. Si cette zone s'est révélée très hétérogène spatialement [4], il a néanmoins pu être démontré qu'elle était le siège de mécanismes d'atténuation naturelle de divers polluants [5], [6], [7]. L'incidence des paramètres hydrodynamiques sur les conditions physico-chimiques spécifiques à ces réactions d'atténuation est cependant toujours mal connue. De plus, très rares sont les études qui quantifient au cours du temps les transferts d'eau et d'éléments dissous dans cette zone.

Conduire une telle étude nécessite toutefois de quantifier au préalable les flux hydriques au travers de cette interface où le vecteur vitesse de l'eau possède différentes composantes spatiales (horizontale et verticale) et une composante temporelle au gré des relations nappe/rivière. L'objectif de ce stage est donc de développer une méthodologie novatrice visant à mieux appréhender la quantification des flux d'eau à cette interface.

En premier lieu, nous proposons de développer et de tester un nouvel outil inspiré des Point Velocity Probe (PVP) [7]. Ces sondes *in situ* permettent de mesurer les vitesses d'écoulement (à la fois en termes de magnitude et de direction) en milieu poreux saturé à l'échelle du centimètre. Leur principe repose sur la mesure de la conductivité électrique au cours de l'injection, depuis la sonde, d'une infime quantité de saumure [8], [9]. Elles ont le grand avantage de pouvoir être mises au contact direct des sédiments [10] et n'ont jamais été utilisées, à notre connaissance, pour l'étude *in situ* de la zone hyporhéique. Un prototype de sonde PVP sera construit au cours de ce stage et sera testé en conditions contrôlées en laboratoire sur une maquette afin de vérifier la validité des vitesses mesurées.

En second lieu, cet outil sera déployé sur le terrain afin de mesurer des vitesses d'écoulement dans la zone hyporhéique en conditions naturelles. Le site choisi se situe sur le Rhodon (78), affluent de l'Yvette. En plus de l'avantage d'être à proximité du laboratoire d'accueil, ce site bénéficie d'un dispositif de mesures mis en place dans le cadre de deux thèses sur les relations nappe-rivière. La thèse de Kate Last prévoit d'effectuer des traçages au sel dans les sédiments de rivière suivis par tomographie électrique, et de comparer ces traçages à des mesures en continu de pression [12] et de température [13]. Un modèle hydrogéologique, construit en collaboration entre Kate Last et le/la stagiaire, permettra de reconstituer les paramètres hydrodynamiques et les conditions aux limites qui contrôlent les directions et les vitesses d'écoulement au sein de la zone hyporhéique. D'autre part, un des objectifs de la thèse de Karine Lefèbvre est de quantifier l'apport de la nappe à la rivière par des mesures de  $^{222}\text{Rn}$  naturel dans le Rhodon.

Pré-requis : solides bases en hydrogéologie et grande motivation pour les travaux manuels (fabrication de la sonde, tests en laboratoire), le terrain et la modélisation.

## Proposition de stage de Master 2, de début février à fin juin 2013

### Références

- [1] Buss S., Cai Z., Cardenas B., Fleckenstein J., Hannah D., et al. (2009). *Hyporheic Handbook*. Environment Agency of England and Wales, Science Report SC050070, Bristol, UK, 280 p.
- [2] Winde, F. and Van der Walt, I.J. 2004. The significance of groundwater-stream interactions and fluctuating stream chemistry on waterborne uranium contamination of streams – a case study from a gold mining site in South Africa. *Journal of Hydrology*, 287(1-4). 178-196.
- [3] Huettel, M., H. Røy, E. Precht, and S. Ehrenhauss (2003). Hydrodynamical impact on biogeochemical processes in aquatic sediments, *Hydrobiologia*, 494, 231– 236.
- [4] Genereux D.P., Leahy S., Mitasova H., Kennedy C.D., Corbett D.R. (2008). Spatial and temporal variability of streambed hydraulic conductivity in West Bear Creek, North Carolina, USA. *Journal of Hydrology*, 358, 332-353.
- [5] Fuller, C.C. and Harvey, J.W. 2000. Reactive uptake of trace metals in the hyporheic zone of a mining-contaminated stream, Pinal Creek, Arizona. *Environmental Science & Technology*, 34, 1150-1155.
- [6] O'Connor, B.L. and Harvey, J.W. 2008. Scaling hyporheic exchange and its influence on biochemical reactions in aquatic ecosystems. *Water Resources Research*, 44, W12423, doi:10.1029/2008WR007160.
- [7] Gandy, C.J. and Jarvis, A.P. 2006. *Attenuation of mine pollutants in the hyporheic zone*. Environment Agency of England and Wales, Science Report SC030155/SR6, Bristol, UK, 34 p.
- [8] Labaky, W., J.F. Devlin, and R.W. Gillham. 2007. Probe for measuring groundwater velocity at the centimeter scale. *Environmental Science & Technology*, 41(24), 8453–8458.
- [9] Labaky W., Devlin J.F., Gillham R.W., 2009. Field comparison of the point velocity probe with other groundwater velocity measurement methods. *Water Resources Research*, 45, W00D30, doi:10.1029/2008WR007066.
- [10] Berg S.J. and Gillham R.W. 2010. Studies of Water Velocity in the Capillary Fringe: The Point Velocity Probe. *Ground Water*, 48(1), 59-67.
- [11] Rivett M. O., Ellis R., Greswell R. B., Ward R. S., Roche R. S., et al. (2008). *Q. J. Eng. Geol. Hydroge.*, 41, 49-60.
- [12] Greswell R., Ellis P., Cuthbert M., White R. and Durand V. (2009). *J. Hydrol.*, 373 (4), 416-425.
- [13] Cuthbert M. O., Mackay R., Durand V., Aller M.-F., Greswell R. B., Rivett M. O., 2010. *Impacts of river bed gas on the hydraulic and thermal dynamics of the hyporheic zone*. *Advances in Water Resources*, 33, 1347-13458, doi:10.1016/j.advwatres.2010.09.014