

OFFRE DE STAGE 2018 Master 2 / Ecole d'Ingénieur Bac+5

BRGM de Montpellier

Processus de transfert des nutriments dans les aquifères et les rivières karstiques Application aux karsts du massif du Jura

Contexte et objectif

L'analyse de l'impact des activités anthropiques sur la qualité de la ressource en eau est une préoccupation majeure qui fait également débat pour notre futur proche si l'on tient compte de forçages tels que l'augmentation de population, l'intensification des pratiques agricoles, et une potentielle diminution de la recharge dans un contexte de réchauffement climatique.

Les bassins karstiques s'avèrent être particulièrement vulnérables de ce point de vue, étant donné que les aquifères ont des formations superficielles très infiltrantes (faible épaisseur de sol) et que la karstification génère des réseaux de drainage souterrain qui assurent des transferts très rapides vers les sources et les rivières (Bakalowicz, 2005 ; Goldscheider and Drew, 2007). Selon les caractéristiques physiques des sites (nature des formations carbonatées, importance de la zone non saturée, présence de sol développé ou pas etc...) et les conditions hydrologiques, la réponse hydrochimique et notamment celle des nitrates suite aux épisodes pluvieux est un processus complexe et fortement variable dans le temps et l'espace (Huebsch et al., 2014). L'étude de l'évolution temporelle des flux de nutriments exportés des aquifères permet de renseigner la nature des processus de mobilisation lors des épisodes de recharge. Par ailleurs, les variations saisonnières doivent être également prises en compte (Mudarra et al., 2012 ; Panno et Kelly, 2004). C'est la variabilité spatio-temporelle des pratiques agricoles associée à la complexité des processus de transport qui explique ces réponses contrastées au sein d'un même hydrosystème.

Le cas des rivières comtoises dans le massif du Jura est symptomatique de la vulnérabilité des bassins karstiques. On y observe une dégradation chronique de la qualité des eaux qui s'illustre même par des épisodes de mortalité piscicoles (Villeneuve et al., 2012 ; Vindimian, 2015). Cette dégradation se manifeste par des augmentations récurrentes de la minéralisation, de la température de l'eau (Jeannin et al., 2016) et par des proliférations algales (Villeneuve et al., 2012), associées dans le même temps à une diminution des débits estivaux (Lucas, 2016). Même si la problématique semble globalement toucher l'ensemble du territoire des rivières comtoises, il existe une disparité sur les impacts entre bassins versants ainsi que le long du linéaire d'un même cours d'eau.

Réduire l'exposition des populations et plus généralement de l'environnement aux pollutions diffuses nécessite de réduire les risques de dégradation de l'écosystème. Cela passe par une connaissance de l'origine de la pollution, par la caractérisation des processus de transfert, et par la maîtrise des flux polluants associés aux activités humaines.

Le projet de ce stage s'inscrit dans ce deuxième volet qui vise à mieux comprendre les transferts de nutriments au sein des aquifères et des bassins karstiques.

Zone d'étude

La zone d'étude est située dans le massif du Jura, sur le bassin de la Haute Loue qui draine les plateaux karstiques entre Pontarlier et Ornans. Des données journalières ou bi-hebdomadaires en NO₃, NH₄, NTK, PO₄, Ptot, COT, MES, existent depuis 2001 sur une station de référence et depuis 2015 sur 4 stations complémentaires (cf. réseau QUARSTIC¹) permettant d'avoir un recul sur les évolutions temporelles pluri-annuelles et des variations spatiales à l'échelle d'un bassin (Charlier et Vallet, 2017).

Il n'est pas prévu de suivi terrain dans le cadre de ce stage s'effectuant à Montpellier. Cependant, des missions de quelques jours seront organisées sur le bassin de la Loue dans le Jura afin d'aider à dimensionner un réseau de suivi complémentaire. Cette phase de terrain permettra au stagiaire de se familiariser avec le contexte hydrogéologique jurassien.

Travail demandé

Bibliographie : Une première tâche sera de réaliser un état de l'art sur les processus qui régissent le transfert des nutriments (azote, phosphore) dans les bassins carbonatés karstifiés, avec un focus sur la problématique des transferts dans les aquifères à double porosité.

Analyse des évolutions moyen-long terme : Une deuxième tâche sera d'évaluer la représentativité au niveau territorial des évolutions moyen-long terme observées en continu sur le bassin de la Loue. Pour cela, un travail de collecte des données hydrochimiques historiques des bases de données publiques (Agence de l'eau et ADES) sera réalisé à l'échelle du massif du Jura sur les eaux souterraines et de surface. L'évolution de ces données ponctuelles (en général mensuelles ou trimestrielles) des principales sources et rivières karstiques sera comparée à celles des données continues du bassin de la Loue. Une approche cartographique sera mise en œuvre pour mettre en évidence la variabilité spatiale des évolutions à moyen-long terme, en lien avec les données existantes des pratiques agricoles (données de la chambre d'agriculture du Doubs).

Analyse des processus à l'échelle de l'hydrosystème : Une troisième tâche sera de mieux comprendre les processus hydrologiques qui régissent les transferts de nutriments à l'échelle de l'aquifère et vers les rivières. Ce travail se basera sur l'analyse fine des chroniques existantes sur le bassin de la Loue en regard des conditions hydrologiques (pluie, recharge, débits) et des pratiques agricoles. En effet, les premières analyses montrent que malgré une évolution saisonnière des nitrates dans les eaux, la comparaison des 5 stations du bassin sur l'année 2016 met en évidence des transferts variables dans l'espace et le temps ; ceci illustrant la variabilité du fonctionnement hydrologique et écologique du bassin. Un focus sera également apporté sur l'aquifère de la source de la Loue, alimentée par les pertes du Doubs (Charlier et al., 2014), où il existe un suivi dans le Doubs au niveau des pertes, ainsi qu'à la source. La comparaison des flux d'entrée et de sortie permettra de mieux comprendre les transferts dans un karst binaire et de quantifier la part des infiltrations diffuses et localisées pour expliquer l'évolution des concentrations à l'exutoire.

Références

- Bakalowicz, M. (2005). Karst groundwater : a challenge for new resources. *Hydrogeology Journal* 13 (1), 148–160. Barth, J. A., Charlier J.-B., Desprats J.-F., Ladouche B., 2014. Appui au SCHAPI 2014 – Module 1 – Rôle et contribution des eaux souterraines d'origine karstique dans les crues de la Loue à Chenecey-Buillon, Rapport BRGM/RP-63844-FR, 109p.
- Charlier J.-B., Vallet A., V. Stefani (2017) – Projet QUARSTIC : QUALité des eaux et Réseau de Surveillance des rivières Comtoises. Rapport de fin de 2ème année. BRGM/RP-66898-FR, 70p.

¹http://www.eaudoubsloue.fr/wp-content/uploads/2015/11/QUARSTIC_Bulletin_Info-2_2017_05_vf.pdf

- Goldscheider, N. and D. Drew (2007). *Methods in Karst Hydrogeology : IAH : International Contributions to Hydrogeology*, 26. CRC Press.
- Huebsch, M., O. Fenton, B. Horan, D. Hennessy, K. G. Richards, P. Jordan, N. Goldscheider, C. Butscher, and P. Blum (2014). Mobilisation or dilution ? nitrate response of karst springs to high rainfall events. *Hydrology and Earth System Sciences* 18 (11), 4423–4435.
- Jeannin P.-Y., Hessenauer M., Malard A., and Chapuis V., 2016. Impact of global change on karst groundwater mineralization in the Jura Mountains. *Science of the Total Environment* 541: 1208–1221. DOI:10.1016/j.scitotenv.2015.10.008.
- Lucas E., 2016. *Etude de l'impact climatique sur l'évolution de la qualité des eaux des rivières comtoises. Projet industriel de fin d'étude. Ecole Polytechnique universitaire de Montpellier.* 34p.
- Mudarra, M., Andreo, B., and Mudry, J. 2012. Monitoring groundwater in the discharge area of a complex karst aquifer to assess the role of the saturated and unsaturated zones, *Environ. Earth Sci.*, 65, 2321–2336, doi:10.1007/s12665-011-1032-x.
- Panno, S. V. and Kelly, W. R. 2004. Nitrate and herbicide loading in two groundwater basins of illinois' sinkhole plain, *J. Hydrol.*, 290, 229–242, doi:10.1016/j.jhydrol.2003.12.017.
- Villeneuve A., Humbert J.F., Berrebi R., Devaux A., Gaudin P., Pozet F., Massei N., Mudry J., Trevisan D., Lacroix G., Bornette G., Verneaux V., 2012. *Rapport d'expertise sur les mortalités de poissons et les efflorescences de cyanobactéries de la Loue - Étude du fonctionnement de la Loue et de son Bassin Versant. Rapport Onema et Bioméco, 32 p*
- Vindimian E., 2015. *Avis sur le diagnostic des causes des perturbations de la Loue et des rivières comtoises. Rapport d'étape n°008106-02, 31p.*

Laboratoire d'accueil

Service géologique national, le BRGM est l'établissement public de référence dans les applications des sciences de la Terre pour gérer les ressources et les risques du sol et du sous-sol (www.brgm.fr). Son action est orientée vers la recherche scientifique, l'appui aux politiques publiques et la coopération internationale.

Le stage se déroulera au sein de l'unité de recherche D3E/NRE de Montpellier, spécialisée entre autre dans la caractérisation de la structure et le fonctionnement des aquifères complexes (karst, socle fracturé, milieux volcaniques) afin d'évaluer leurs potentialités, le développement d'outils de modélisation et d'aide à la décision pour la gestion de ces aquifères et la prévision de l'impact des changements globaux.

Profil souhaité du candidat

Un niveau de formation Bac + 5 est recherché (Master 2, Ecole d'ingénieur).

Le (ou la) candidat(e) devra posséder des bases solides en hydrogéologie et un intérêt pour les problématiques environnementales.

Des notions en SIG (ArcGis/QGis) sont requises, ainsi qu'en analyses statistiques. Un intérêt pour utiliser le code Matlab est un plus.

Conditions

- Durée : 6-8 mois
- Date de début du stage : 1^{er} trimestre 2018
- Lieu : BRGM, 1039 rue de Pinville, 34000 Montpellier
- Rémunération : oui

Contact

Lettre de motivation et CV actualisé à adresser à :

Jean-Baptiste Charlier
04 67 15 79 77
j.charlier@brgm.fr